تولید الیاف اکریلیک فرشی (Coarse denier) به روش خشک ریسی در کارخانه پلی اکریل ایران

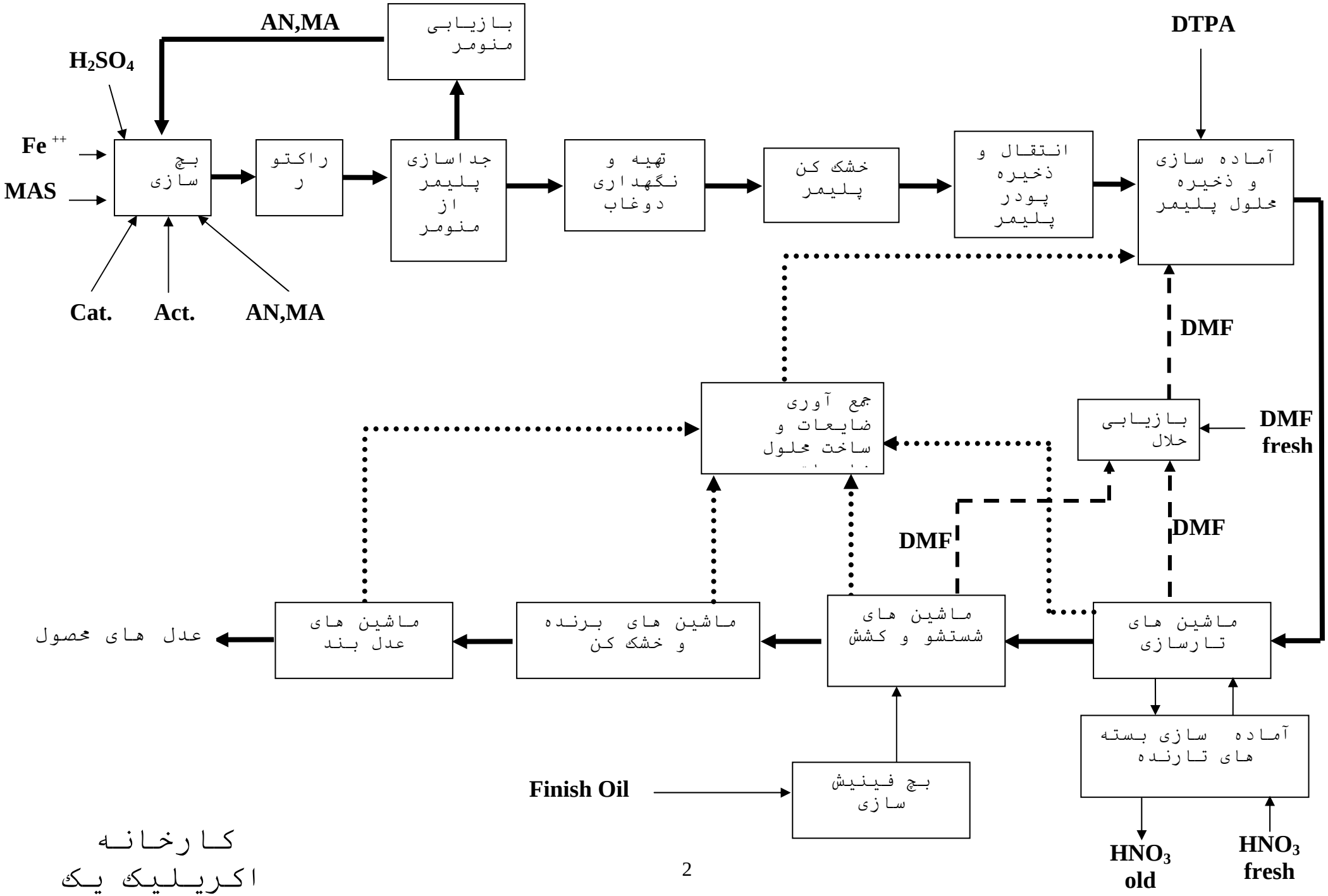
الیاف اکریلیک شرکت پلی اکریل به صورت کو پلیمر اکریلو و نیتریل و متیل اکریلات با نسبت وزنی 3-6 ٪ از منومر متیل اکریلات تولید می شود . به دلیل ماهیت این نوع پلیمر بایستی برای ریسندگی آن از حلال واسطه استفاده کرد و بنابراین بحث تر ریسی و خشک ریسی این الیاف بوجود می آید.

کارخانه پلی اکریل با دو کارخانه تولید کننده الیاف اکریلیک با دو نوع تکنولوژی متفاوت در حال تولید این الیاف است. یکی کارخانه خشک ریسی تحت لیسانس دوپانت امریکا با روش پلیمریزسیون تعلیقی و ریسندگی خشک ریسی و دیگری کارخانه تر ریسی تحت لیسانس اسنیا ایتالیا با روش پلیمریزاسیون محلول و ریسندگی تررریسی بخشی از نیاز کشور به الیاف اکریلیک را بر آورده می کند. در بازار مصرف ایران انواع متفاوتی از الیاف اکریلیک وجود دارد از جمله درالون آلمان ، اکسلان ژاپن ، وونل میتسوبیشی ، آکسا ترکیه ، محصولات مونته فیبره اسپانیا ، تای اکریل و فروموسا تایلندی ، الیاف ازبکستان و الیاف هندی که در میان اینها معدود تولید کننده های الیاف خشک ریسی به چشم می خورد . فرآیند تولید الیاف خشک ریسی گرانتر و حساس به پارامترهای عملیاتی با ظرفیت کم تولید و تعداد واحدهای میانی زیاد می باشد . در این روش خواص نهائی الیاف حاصل نیز متفاوت از روش تر ریسی بوده و منحصر به خود می باشد و از جمله این خواص می توان به سطح مقطع dog bone فیلامنت ها ، میزان ناچیز تخلخل فیلامنت ها ، جهندگی الیاف وپراکندگی الیاف اشاره کرد که در کارخانجات پتوئی و فرشی قابل ملاحظه هستند.

از جمله تولید کنندگان الیاف خشک ریسی ، کارخانه خشک ریسی بایر آلمان وکارخانه الیاف اکریلیک هند (IAL) بوده که اولی از تکنولوژی منحصر به خود و دومی از تکنولوژی دوپانت امریکا استفاده می کنند.

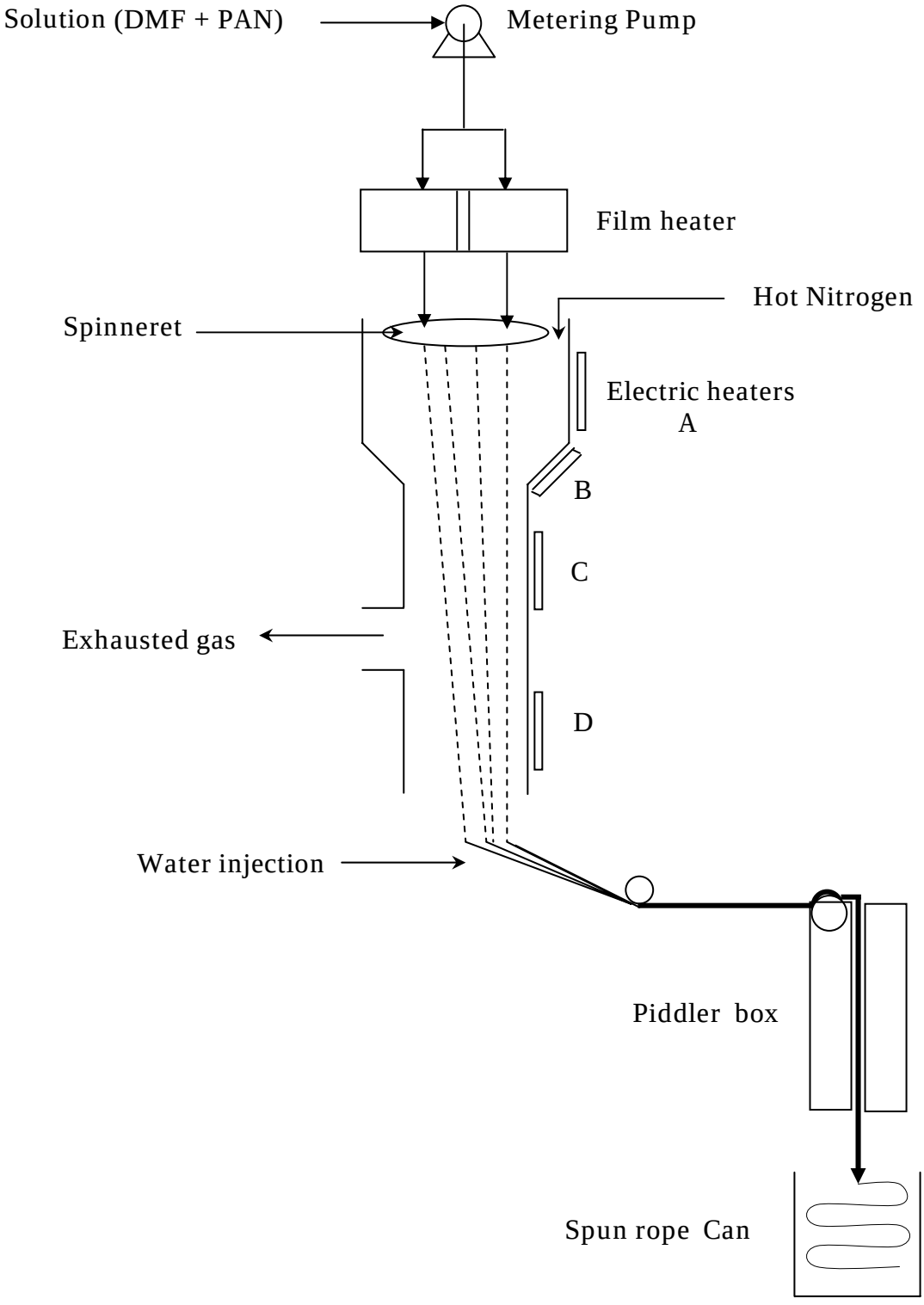
نحوه تولید الیاف خشک ریسی در شرکت پلی اکریل :

مطابق دیاگرام مراحل مختلف تولید را می توان مشاهده کرد :



کارخانه اکریلیک یک

به طور مشخص در ماشین های ریسندگی یا تارسازی نمای یک سلول تارسازی در قسمت Spinning با جزئیات آمده است:



مطابق شکل سلول با طول 5 m و قطر 30 cm ، محلول پلیمر شامل حلال DMF و پلیمر PAN توسط مترینگ پمپ با جریان خروجی وارد گرمکن لایه ای Film Heater شده و به درجه حرارت عملیاتی می رسد. پس از آن وارد بسته تارنده (Spin pack) شده که بسته به نوع سطح مقطع و

تعداد سوراخهای صفحه تارنده (Spinneret) پلیمر به صورت فیلامنت ها از آن خارج می شود. همزمان جریان گاز بی اثر نیتروژن داغ به صورت هم جهت (cocurrent) وارد سلول می شود . در قسمت A به دلیل بالا بودن دمای گاز نیتروژن تبخیر حلال DMF از فیلامنت شروع می شود و به صورت حجم زیادی از گاز و در اثر مکش جزئی که در طول سلول برقرار است هم همسو با فیلامنت ها به سمت پائین حرکت می کنند . در این لحظه فیلامنت ها شکل گرفته اند و اگر شرایط ادامه کار مناسب باشند به همدیگر نمی چسبند و در قسمت های D-C-B بتدریج درصد حلال در لیف کاهش پیدا کرده و به صورت لیف از سلول خارج می شود. پس از جمع آوری در مراحل بعدی تکمیل الیاف شسته شده و بعد کشیده و خشک می گردند.

بطور خلاصه سلول تارسازی یک خشک کن فیلامنت است که از ابتدای ورود محلول پلیمر با تبخیر حلال ، جزء جامد پلیمر را به صورت لیف حفظ می کند و در خروجی مقداری از حلال در آن باقی می ماند.

حفظ این مقدار DMF در محدودهٔ خاص از اهداف عملیاتی می باشد . افزایش این مقدار باقیمانده یعنی فیلامنت خشک نشده و چسبندگی به همدیگر و به دیواره سلول را سبب می شود. در مقابل کاهش این مقدار در فیلامنت باعث شده که سطح فیلامنت پوسته ای گردد و خواص فیزیکی فیلامنت ها افت پیدا کند.

تولید الیاف فرشی **(Coarse denier)**

اصطلاح الیاف فرشی به الیافی گفته می شود که دنیر آن ها از 7 بیشتر باشد. در صنعت فرش یا از اختلاط سه نوع الیاف 7-10-15 دنیر استفاده می شود و یا از اختلاط الیاف 8-15 دنیر با طول برش های مختلف نخ اکریلیک تهیه می شود . برای رسیدن به این دنیر ، در سلول های تارسازی با در نظر گرفتن میزان کشش و راندمان آن بایستی دنیرهائی در حدود 24 را تولید کرد تا بتوان پس از عملیات تکمیلی به الیاف 8 دنیر و بالاتر رسید.

در طراحی کارخانه خشک ریسی دوپانت هدف خود را بر اساس تولید استیپل در محدوده 5-3 دنیر قرار داد که از آن بنام الیاف پتوئی ذکر می شود. با اعمال تغییراتی در شرایط عملیاتی محدود به 6-2/5 افزایش یافت. در این شرایط بازده خط تولید و میزان قطع های سلول و تعویض بسته های تارنده در حد

طراحی و اقتصادی می باشد. ولی برای رسیدن به دنیرهای بالاتر شرایط کاملا" متفاوت بایستی حاصل می شد تا یک نقطهٔ بهینه برای میزان تولید و کیفیت الیاف بدست می آمد.

در سال 1383 بدلیل رکود بازار مصرف پتوهای مینک ، هدف گذاری در این کارخانه برای تولید الیاف با دنیرهای بالاتر انجام گرفت و در این راستا سه نوع محصول 8 دنیر به عنوان اولین جزء لازم در صنعت فرش بافی معرفی شد تا نتایج نهائی حاصل گردید.

تولیدات بالای 6 دنیر مشکلات عدم خشک شدن فیلامنت و چسبندگی به همدیگر و دیواره سلول را سبب می شود. بنابراین برای تولید این محصول شرایط از حالت نرمال (محصول 5 den) باید تغییر می کرد.

جدول تغیرات پارامترهای مربوط به محلول پلیمر برای ساخت الیاف

	5 den.	8 den.
PAN percent %	**33.5**	**34.5**
Intrinsic Viscosity	**1.40**	**1.41**
Water Content %	**0.3 max**	**0.22 max**
Residence time of Solution Storage (hr)	**6**	**4**

مطابق با اطلاعات فوق :

- برای تولید الیاف با دنیر بالاتر با توجه به محدود بودن طول سلول تارسازی و برای رعایت میزان حلال باقیمانده در الیاف خروجی از سلول میزان درصد جامدات (یا درصد پلیمر) در محلول افزایش یافت.

اینکار به دلیل افزایش گرانروی محلول و مشکلات ساخت محلول غلیظ تر در چند مرحله انجام گرفت تا اعداد نهائی 34.5 % بدست آمدند.

- ویسکوزیتی ذاتی پلیمر PAN که شاخصی از طول زنجیرهای پلیمر است از 1.40 به 1.41 افزایش یافت تا گرانروی محلول پلیمر برای عملیات ریسندگی اصلاح گردد. (موضوع استارت پذیری سلول و نحوه خروج لیف از سوراخ تارنده)

- میزان آب محلول پلیمر به دلیل فرآیند پذیری و کاهش قطعی های فیلامنت ها در سلول تارسازی کاهش داده شد. میزان آب بیشتر منجر به قطع فیلامنت ها بدلیل تبخیر آب در اثـر گـاز داغ مـی شود. بنابراین کاهش میزان آب محلول که ناشی از عملیات محلول سازی است ، انجام گرفت.

جدول تغییرات پارامترهای ریسندگی برای تولید محصول **8 den**

	5 den	**8 den (I)**	**8 den (II)**	**8 den (III)**
Spinneret hole	1860	1860	1120	1120
Hole diameter (mm)	0.15	0.15	0.17	0.17
Solution flow rate $Kg/cell.hr$	35	35	35	35
Spinning Speed (mpm)	209	185	209	261
Spun den	16.9	20.1	28.0	24.9
Draw Ratio	4.5	3.3	4.5	4.1
Shear rate (Sec.$^{-1}$)	51300	51300	58500	58500
Jet velocity (mpm)	63.2	63.2	81.7	81.7
Spin Stretch Ratio (mpm)	3.3	2.9	2.6	3.2
Solution inner Temp. °C	133	134	135	135
Solution Outer Temp. °C	123	123	125	122
Nitrogen Temp. °C	355	370	360	370
Nitrogen Pressure (mmWC)	210	230	350	360
Nitrogen flow $kg/cell.hr$	100	100	120	170
A Section Temp. °C	355	370	360	370
B Section Temp. °C	235	240	245	250
C Section Temp. °C	215	220	225	230
D Section Temp. °C	205	210	215	220
DMF Residue (% in spun rope)	25	26	31	26
Production of pack $\frac{pack}{100ton}$	59	83	155	112

- محدوده مناسب برای Shear rate ، 50,000 تـا 110,000 اسـت و اعـداد پـائین تـر از حـدود نمایشگر استارت پذیری ضعیف صفحه تارنده و اعداد بالاتر از حد نمایشگر شدت زیاد و قطع لیـف

از سلول است. بطور کلی نحوه خروج محلول پلیمر از سوراخ تارنـده شاخـصی از اسـتارت پـذیری است.

- Jet Velocity ملاکی از سرعت خروج محلول از سوراخ تارنده است.
- Spin Stretch Ratio نیز نسبت کشش فیلامنت در طول سلول است که کنترل دنیر نهائی بـه آن وابسته است. کشش های زیاد منجر به پارگی لیف و عدم کنترل دنیر می شود.
- فشار و دمای مدیای انتقال حرارت که همان گاز نیتروژن است و برای استخراج حلال از لیف بکـار می رود باید در جهت تولید شرایط غیر متلاطم باشد. زیرا اغتشاش لیف ها منجر به چسبیدن آنها به همدیگر یا به دیواره سلول می شود. ضمن اینکه استخراج تـدریجی حـلال از لیـف رسـیدن بـه میزان مورد نظر در انتهای لیف از اهداف فرآیند است که باعث حفظ خواص نهـائی فیلامنـت مـی شود.
- در ماشین های Spinning میزان تعویض بسته و یا به عبارتی عمر مفید تولید یک بسته ملاکـی از بازده تولید می باشد. با خروج از شرایط روتین(5 den) میزان تولید یک بـسته کـاهش یافـت یعنی تعداد تعویض های بسته درون یک سلول تارسازی افزایش یافت و افـت تولیـد را بـه همـراه داشت . این یکی از دلایل عمده دشواری تولید الیاف فرشی در روش خـشک ریـسی اسـت کـه از لحاظ اقتصادی قابل ملاحظه است. زیرا هر تعویض بسته غیر از هدر رفتن زمـان تولیـد منجـر بـه ضایعات مواد و صرف وقت برای تمیز کاری سلول می شود.

غیر از کارخانه بایر بقیهٔ کارخانجات تولیـد کننـده الیـاف فرشـی از روش کـاهش نـسبت کـشش بـه دنیرهای مورد نظر دست می یابند و بجای استفاده از نسبت های کشش 4.5-4.0 از نسبت هـای 2 و پائین تر استفاده می کنند و از این نظر عیوبی مثل نایکنواختی در رنگرزی و ریـزش در ماشـین هـای پائین دست نساجی به همراه کاهش قوام نخ حاصله پدید می آید.

برای استفاده از کشش های بالاتر نیاز به افزایش دنیر در سلول های تارسازی بـود کـه مـشکلات خـود را داشت. بنابراین آخرین محصول با حالتی بهینه معرفی شد.

با امکانات موجود یعنی داشتن چرخ دنده های کشش و صفحات تارنده محصولات مختلف به بـازار عرضـه شد. یعنی سه نوع 8.0 den که در ادامه آمده است.

1-الیاف 8.0 den با تارنده 1860 سوراخه و نسبت کشش 3.3 که بازار از لحاظ پراکندگی و حجیم بودن آن و رنگ پذیری بالا رضایت داشت ولی از لحاظ نایکنواختی بعضی از پارامترهای کیفی به دلیل عدم کشش کامل ابراز نارضایتی می کرد. ولی برای تولید این نوع الیاف شرایط آسانتر از دو نوع دیگر 8 den بود.

2- 8.0 den با تارنده 1120 و نسبت کشش 4.5 که مورد رضایت کامل بازار بود ولی شرایط تولید آن بسیار سخت و با راندمان پائین تولید حاصل شد.

3- بدین ترتیب برای رسیدن به شرایط بهینه محصول 8.0 با تارنده 1120 و کشش 4.1 عرضه شد که هم تولید با بازده مناسبی دارد و هم مورد رضایت بازار فرش واقع شد و از نقاط قوت آن میتوان به رنگ پذیری یکنواخت ، قوام بالا ، پرکنندگی ، برگشت پذیری الیاف فرش حاصل و درخشان بودن فرش بدلیل عدم جذب گرد و غبار اشاره کرد.

بدین ترتیب الیاف 25 den از سلول های تارسازی بدست آمد که شامل 25٪ حلال باقیمانده بود که پس از اعمال کشش حدود 4.1 برابر روی آن الیاف 8 den حاصل شد.

گفته شد که افزایش den روی سلول های تارسازی در مقایسه با محصول روتین با مشکلاتی از قبیل عدم خشک شدن الیاف و چسبندگی لیف های به همدیگر همراه است. از این لحاظ بود که تلاش های اولیه برای شروع کار تولید الیاف 8 den با کشش های پائین تر و در نتیجه den های پائین تر در سلول های تارسازی آغاز گردید. (محصول 8.0 den شماره I)

اشکال این فیلامنت ها قوام پائین و تطویل بالا و ایجاد شید رنگی در کارخانجات مصرف کننده بود و پس از بررسی این مشکلات تولید با کشش های بالاتر (یعنی ثبات بیشتر در محصول نهائی) و در نتیجه den های بالاتری در تارسازی پیگیری شد. در حال حاضر تنها با این روش است که الیاف فرشی خشک ریسی با کشش های کامل و در نتیجه خواص نهائی کامل شده قابل عرضه بازار مصرف است.

بعنوان مقایسه محصول 8 den پلی اکریل (خشک ریسی) با محصول 8 den بـایر آلمـان (نـوع خـشک ریسی) مقایسه شده است.

	8 den (Bayer)	8 den (Polyacryl)
Tenacity gr/den	3.2	2.8
Elongation %	30.2	44.7
denier	8.3	8.1
Dyeability BDI	62.4	85.5
Cut length (mm)	117	125
% finish oil	0.25	0.2
Shrinkage %	1.21	1.5
% DMF Solvent in fibers	0.49	0.8

رسیدن به الیاف با دنیرهای بالاتر یعنی 15 den در برنامه آینده شرکت بوده تا دو جزء الیاف فرشـی بـا هم قابل عرضه به بازار باشد.