ترجمه: آزاده موحد

صرفه‌جویی در مصرف انرژی با استفاده از سیستم نیتروژن گردشی برای خنک کردن قرص‌ها

اطلاع‌رسانی

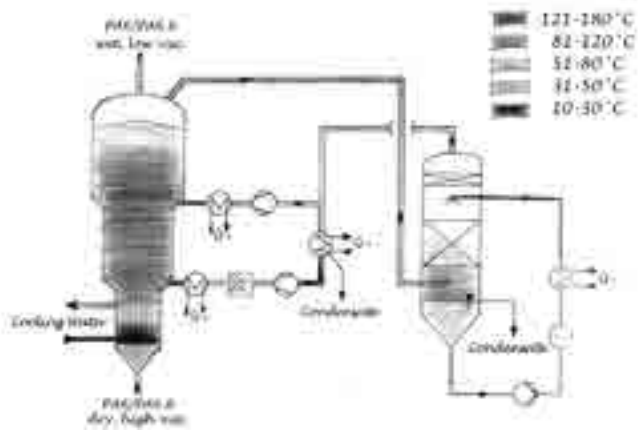
فرایند تولید پلی‌آمید از طریق پلیمریزاسیون هیدرلیتیک به مدت ۷۰ سال است که به طور موفقیت‌آمیزی در مقیاس صنعتی انجام می‌شود. در طول این مدت تکنولوژی‌های تولید پلی‌آمید با کیفیت بالا نیز در بازار عرضه شده و به ثبت رسیده است. البته این به معنای از رکود پتانسیل بهینه‌سازی تکنولوژی‌های فوق نمی‌باشد.

برای مثال بخش پلیمر کمپانی آلمانی- سوییسی Uhde Inventa Fischer توجه خود را بر تولید و بهبود فرایندهای کارآمد و نکات مثبت کارخانه‌ای معطوف ساخته است. افزایش ظرفیت تولید و بهبود کارایی و به ویژه کاهش مصرف انرژی از فاکتورهای تعیین‌کننده‌ی حال حاضر و آینده هستند که نقش مهمی در بهبود و بهینه‌سازی ایفا می‌کنند. به علاوه موارد فوق بسیار مورد توجه مجریان و پیمانکاران کارخانجات می‌باشد. اصلاح موادافزودنی که به طور انتخابی و برای ایجاد ویژگی خاص در مواد اولیه به کار گرفته می‌شوند نیز یکی از اولویت‌های موجود در بخش تحقیق است که هدف آن ایجاد یک ویژگی برتر در فرایند تولید پلی‌آمید است.

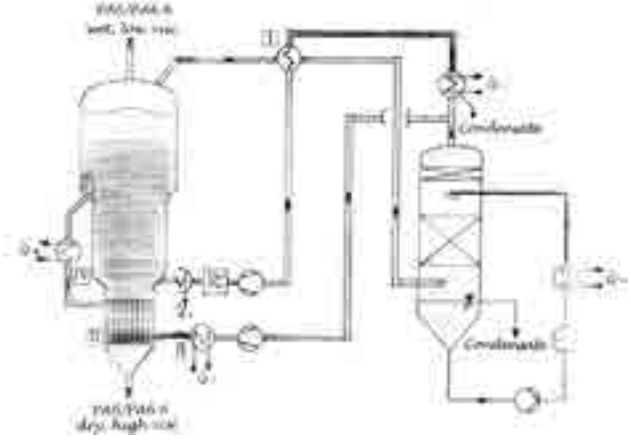
در هر کارخانه بهترین راه کاهش هزینه، کاهش مصرف انرژی در آن کارخانه است. هزینه‌های مربوط به انرژی حدود ۱۰٪ کل هزینه‌های تولید را تشکیل می‌دهد و با افزایش چرخه‌ی‌حیات کارخانه نیز این میزان افزایش می‌یابد. با این روش مقدیر زیادی پس‌انداز می‌شود که حتی ممکن است از میزان هزینه‌های سرمایه‌ی اولیه نیز پیشی بگیرد.

کمپانی Inventa-Fischer با تکیه بر تولید کارا و حفظ منابع در حال ارتقای سیستماتیک و انجام پیشرفت‌های جدید در مرحله‌ی خشک کردن/SSP1 می‌باشد و از این راه می‌تواند ذخیره‌ی چشمگیری را در مصرف انرژی حاصل کند. در حال حاضر میزان مصرف انرژی در فرایندهای استانداردی که در صنعت در جریان است بسیار بالاست به این دلیل که آب موجود در پلی‌آمید (۱۰٪ ≥ برای پلی آمید ۶ و ۲٪~ برای پلی‌آمید ۶ و ۶) باید در مرحله خشک کردن خارج شود. به طور معمول میزان آب مورد نیاز در قرص‌های پلی‌آمید نهایی کمتر از ۰/۰۶ wt% است.

برای رسیدن به این میزان از آب از برج خشک کن استفاده می‌شود. در این برج نیتروژن حرارت‌دهی شده در خلاف جهات قرص‌های پلی‌آمید از میان آن‌ها عبور می‌کند (شکل۱). قرص‌ها هم زمان گرم می‌شوند و آب موجود در آن‌ها تبخیر و با تنظیم نقطه‌ی شبنم نیتروژن سطح آب موجود به حد دلخواه رسانده می‌شود. با تنظیم دمای نیتروژن و مدت زمان ماندن



شکل۱-سیستم استاندارد خشک کردن



شکل۲-سیستم خشک کردن با انرژی پایین

قرص‌هـا در خشـک‌کن نیـز می‌تـوان ویسـکوزیته‌ی نسـبی محصـول را تنظیـم کـرد. هرچـه دمـای قرص‌هـا و مـدت زمـان مانـدن آن‌هـا در خشـک‌کن بیشـتر باشـد وسـکوزیته‌ی محصـول نهایـی بالاتـر اسـت. از نیتـروژن موجـود بـه دلایـل اقتصـادی مجـددا اسـتفاده می‌کننـد. بـرای ایـن منظـور نیتـروژن بایـد تمیـز شـده و بـه دمـا و نقطـه‌ی شـبنم مـورد نیاز رسـانده شـود. بهتریـن راه بـرای این کار اسـتفاده از اسـکرابر یـا سـابنده‌های گازی اسـت کـه نخسـت ذرات گـرد و خـاک و پـس از آن مونومرهـا را از نیتـروژن جـدا می‌کنـد. هرگونـه اکسـیژن وارد شـده بـه سیسـتم نیـز توسـط هیدروژناسـیون کاتالیکـی از سیسـتم خـارج می‌شـود.

جریـان نیتـروژن معمـولاً در دو مرحلـه بـه خشـک‌کن تغذیـه می‌شـود. بخـش بیشـتر ایـن جریـان بـه قسـمت میانـی وارد می‌شـود. وظیفـه‌ی ایـن جریـان حرارت‌دهـی قرص‌هـای پلی‌آمیـد تـا دمـای خشـک کـردن/SSP و تبخیـر آب‌هـای سـطحی موجـود (حرارت‌دهـی اولیـه) می‌باشـد.

بخـش کوچک‌تـر جریـان کـه بـه قسـمت پایینـی وارد می‌شـود بـرای تنظیـم دلخـواه نقطـه‌ی شـبنم اسـت و وظیفـه آن تنظیـم رطوبـت باقیمانـده‌ی موجـود در قرص‌هاسـت.

پـس از فراینـد خشـک شـدن قرص‌هـای پلی‌آمیـد تخلیـه شـده بایـد خنـک شـوند تـا از اکسیداسـیون آن‌هـا در مراحـل بعـدی حمـل و نقـل یـا انبـار کـردن جلوگیـری شـود. فراینـد خشـک شـدن معمـولاً در یـک سـرد کـن تماسـی بـا آب خنـک و یـا در یـک سـیلوی دارای جریـان آب خنـک صـورت می‌گیـرد.

کمپانـی Udhe Inventa-Fischer دریافتـه اسـت کـه بـا اسـتفاده از ایـن روش و جریـان نیتـروژن می‌تـوان تـا حـد زیـادی در مصـرف انـرژی صرفه‌جویـی کـرد. خـط تخلیـه‌ی نیتـروژن موجـود در دسـتگاه خشـک‌کن انـرژی حرارتـی را در خـود نگـه مـی‌دارد، از سـوی دیگـر خـط تخلیـه‌ی نیتـروژن مربـوط بـه اسـکرابر گازی قابلیـت خنک‌کنندگـی دارد.

هـر دوی آن‌هـا در فراینـد بهینه‌سـازی Udhe Inventa-Fischer مـورد بهره‌بـرداری قـرار می‌گیرنـد. شـکل ۲ نشـان‌دهنده‌ی پتانسـیل‌های ذخیـره‌ی انـرژی می‌باشـد.

بخـش اکونومایـزر (I) از حـرارت تلف‌شـده‌ی خشـک‌کن بـرای گـرم کـردن مجـدد جریـان نیتـروژن پـس از تنظیـم نقطـه‌ی شـبنم اسـتفاده می‌کنـد. ایـن طراحـی باعـث کاهـش انـرژی مـورد نیـاز بـرای خشـک‌کردن در اسـکرابر و همچنیـن انرژی گـرم کـردن جریـان نیتـروژن پایینـی پـس از تنظیـم نقطـه‌ی شـبنم می‌شـود.

بخـش سـردکن قرص‌هـا (II) دیگـر توسـط آب خنـک سـرد نمی‌شـود بلکـه جریـان نیتـروژن حاصـل از اسـکرابر گازی باعـث خنک‌شـدن آن می‌گـردد. بـرای تنظیـم دقیـق دمـای قـرص از یـک مبـدل حرارتـی (III) در جریـان بالایـی نیتروژن خنک‌کننـده‌ی قرص‌هـا اسـتفاده می‌شـود.

جریـان نیتـروژن حرارت‌دهی‌شـده در قسـمت II تقریبـاً بـه دمـای خشـک‌کن/ SSP رسـیده و تنهـا لازم اسـت بـه آرامـی توسـط جریـان پایینـی مبـدل حرارتـی، حرارت‌دهـی شـود.

لازم بـه ذکـر اسـت کـه مجـدداً در میـزان مصـرف انـرژی مـورد نیـاز سـردکن خارجـی بـرای خنـک کـردن قرص‌هـا و همچنیـن حـرارت مـورد نیـاز بـرای حرارت‌دهـی جریـان نیتـروژن تـا حـد زیـادی صرفه‌جویـی شـده اسـت.

از انـرژی ذخیـره شـده در پمـپ الکتریکـی اسـتفاده می‌شـود تـا مشـکل افـت فشـار موجـود در اکونومایـزر و مبـدل حرارتـی برطرف شـود.

جـدول ۱ نشـان‌دهنده‌ی میـزان تقریبـی انـرژی ذخیـره شـده می‌باشـد. کمپانـی Udhe Inventa–Fischer بیشـترین زمینـه‌ی کاربـردی سیسـتم فـوق را در تولید تمـام انـواع پلی‌آمیـد ۶ و پلی‌آمیـد ۶ و۶ بـا ویسـکوزیته‌ی بـالا ارزیابـی می‌کنـد. در فراینـد تولیـد تمـام محصـولات فـوق همـه‌ی نیتـروژن از یـک اسـکرابر گازی عبـور کـرده و بنابرایـن بـرای خنک‌کـردن قرص‌هـا در دسـترس اسـت. همچنیـن می‌تـوان از اکونومایـزر بـه طـور جداگانـه در تمـام کارخانجـات تولیـد پلی‌آمیـد اسـتفاده کـرد.

مصـرف بهینـه‌ی ظرفیت‌هـای گرمایـی در فراینـد خشـک کـردن/SSP پلی‌آمیـد منجـر بـه صرفه‌جویـی در هزینه‌هـای انـرژی می‌شـود.

جـدول ۱ عـلاوه بـر ارایـه‌ی مـوارد مربـوط بـه ذخیـره‌ی انـرژی، پتانسـیل صرفه‌جویـی در مصـرف انـرژی و هزینه‌هـای آن را در فعالیت‌هـای روزانـه‌ی کارخانجـات نشـان می‌دهـد.

طـرح کارخانـه‌ای فـوق جـدا از ایـن کـه طرحـی از آینـده محسـوب می‌شـود در بـازار حـال حاضـر نیـز در دسـترس اسـت. کمپانـی Udhe Inventa-Fischer بـه طـرز موفقیت‌آمیـزی تکنولـوژی فـوق را در تعـدادی از کارخانجـات تولیـد پلی‌آمیـد بـه کار گرفتـه اسـت. در نتیجـه بسـیاری از مشـتریان شـاهد صرفه‌جویی‌هـای چشـمگیری در هزینه‌هـای مربـوط بـه انـرژی بوده‌انـد.

	خشک‌کردن استاندارد	خشک‌کردن با انرژی پایین	هزینه‌های اضافه/ کم شده
انرژی حرارت‌دهی (MWh/ €0/33)	805 kW	460 kW	-345 kWh/h -€273/2/d
انرژی خنک‌کردن (MWh/ €5/3)	1100 kW	900 kW	-200kWh/h -€16/8/d
مصرف برق (kWh/ €06/0)	223 kW	262 kW	+39kWh/h +€56/2/d
صرفه‌جویی در هزینه‌های اجرایی	–	–	-€233/8/d - €83900/y
هزینه‌ی سرمایه‌گذاری جانبی	–	–	~€120000
دوران استهلاک	–	–	~5/1y