

صرفه جویی در مصرف آب در فرایندهای تر نساجی



چکیده

کمپانی Dyecoo با ارائه‌ی تکنولوژی دی اکسید کربن برای رنگرزی پلی استر و تکنولوژی ColorZen برای عملیات آماده سازی اولیه ی پنبه موفق شده است تا مصرف آب و مواد شیمیایی در فرایندهای تر را به طور قابل توجهی کاهش دهد.

مقدمه

در راستای تلاش برای ارتقای کیفیت زندگی ساکنان زمین، تامین میزان کافی از آب پاکیزه مهم ترین هدف است. صنایع نساجی به ویژه بخش رنگرزی و تکمیل یکی از بزرگ ترین مصرف کنندگان آب در بین صنایع است و بیشتر پساب های حاصل از انجام عملیات فوق به ویژه عملیات کنترل نشده در بسیاری از مناطق در حال توسعه در محیط رها می شود. آمارهای مربوط به مصرف آب شگفت آور است: بر اساس برآوردهای انجام شده سالانه ۶۰ میلیون تن منسوج با نرخ ۱۰۰ لیتر آب برای هر کیلو کالا رنگرزی می شود که معادل ۶ تریلیون لیتر آب یا حدود ۲/۳۶ میلیون استخر آب با ابعاد استاندارد بازی های المپیک و یا به زبان دیگر مصرف ۲۱۹ روز آب آشامیدنی مردم سراسر جهان است. تنها در چین سالانه ۲/۲۷ تریلیون لیتر پساب در نتیجه ی انجام فرایندهای رنگرزی متداول تولید می شود. پلی استر بیش از نیمی از منسوجات مورد رنگرزی را تشکیل می دهد. قرار است تا سال ۲۰۱۵، ۳۹ میلیون تن پلی استر سالانه رنگرزی شود. منسوجات پنبه ای نیز بعد از پلی استر بخش اعظمی از منسوجات رنگرزی شده را به خود اختصاص می دهند.

تولیدکنندگان ماشین آلات رنگرزی و تکمیل با خلق تکنولوژی های جدید سعی در کاهش مصرف آب مورد نیاز برای انجام فرایند بر روی پارچه، نخ و پوشاک دارند. تولید کنندگان رنگرها و مواد شیمیایی نیز تلاش می کنند تا با ارائه ی تکنولوژی های جدید به طور قابل توجهی میزان مصرف نمک و سایر مواد شیمیایی مورد نیاز در فرایند رنگرزی را کاهش دهند و بهترین نرخ برداشت رنگزا را در الیاف حاصل کنند. در نتیجه میزان مواد شیمیایی تخلیه شده در پساب ها و همچنین میزان آب مورد نیاز برای انجام فرایندهای رنگرزی و تکمیل کاهش می یابد. هدف سایر تکنولوژی های جدید کاهش بیشتر و یا حذف آب مورد نیاز برای انجام فرایندهای ذکر شده و تاثیر رنگزاها و مواد شیمیایی بر کیفیت پساب ها می باشد. در این مقاله نگاهی به دو تکنولوژی جدید برای رنگرزی پنبه و پلی استر می اندازیم.

تکنولوژی فوق بحرانی CO2 برای رنگرزی پلی استر

کمپانی هلندی Dyecoo Textile Systems ماشینی را تولید کرده است که برای رنگرزی پارچه های پلی استری از دی اکسید کربن فوق بحرانی بازیافتی و رنگزای دیسپرس استفاده می کند. با استفاده از تکنولوژی فوق نیازی به آب، سطح فعال یا هیچ گونه مواد شیمیایی کمکی نیست، به علاوه نسبت به روش های متداول رنگرزی انرژی کمتری مصرف می شود که این امر خود به خود باعث نصف شدن هزینه ها می شود.

امکان استفاده از دی اکسید کربن به جای آب در فرایندهای رنگرزی نخستین بار در دهه ی ۱۹۸۰ در آلمان کشف شد. دکتر گیت ورلی ۱ در دهه ی ۱۹۹۰ برای تحقیق و بررسی پیرامون پتانسیل تجاری سازی تکنولوژی فوق موسسه ی Feyecon را تاسیس کرد. ورلی در ابتدا با دانشگاه فنی Delft و Stork Prints همکاری می کرد. وی در سال ۱۹۹۹ شرکت خود را گسترش داد و با ارنست سیورز ۲ شریک شد و در حال حاضر به عنوان مدیر فنی کمپانی Dyecoo فعالیت می کند. موسسه ی FeyeCon با پیشرفت بخش تحقیق و توسعه مالکیت فکری Stork را در رابطه با پروژه ی ذکر شده در اختیار گرفت و ورلی

در سال ۲۰۰۸ با سر کار آوردن رینر مومال ۳ که در حال حاضر مدیر عامل اجرایی کمپانی Dyecoo است این شرکت را به عنوان بخشی مستقل و انحصاری برای تجاری سازی تکنولوژی رنگرزی دی اکسید کربن و انجام آن در مقیاس صنعتی تاسیس کرد. در سال ۲۰۱۰ تولید کننده ی تایلندی پوشاک و پارچه های کشیاف Yeh-اسپانسر کمپانی Dyecoo- پارچه ی رنگرزی شده با دی اکسید کربن را تحت نام تجاری DryDye™ ارائه کرد. کمپانی آدیداس نیز سال گذشته سری تی شرت های DryDye را در بازارهای انتخابی اروپا و آسیا عرضه نمود. در نخستین مرحله ۵۰۰۰۰ تی شرت تولید شد و آب آشامیدنی یک روز برای ۷۵۰۰۰۰ نفر ذخیره شد که معادل پر کردن یک استخر شنا در ابعاد استاندارد بازی های المپیک می باشد. آدیداس در حال گسترش این محصول و سایر محصولات مشابه در سطح جهان و افزایش ظرفیت تولید، مواد اولیه و دامنه ی رنگی است. کمپانی نایک نیز به عنوان یکی دیگر از اسپانسرهای Dyecoo یونیفرم های تهیه شده از پارچه های رنگرزی شده با تکنولوژی دی اکسید کربن را برای تیم مارتن المپیک ۲۰۱۲ کنیا تامین کرد. به گفته ی مدیر ارتباطات جهانی نایک این کمپانی سعی در به کار گیری تکنولوژی فوق در مقیاس صنعتی داشته و به عقیده ی آن ها این بزرگ ترین نوآوری در عرصه ی رنگرزی منسوجات است.

مراحل انجام فرایند

اولین نسل از ماشین های رنگرزی دی اکسید کربن در مقیاس صنعتی دارای یک محفظه ی رنگرزی استیل بودند که به واحد بازیابی و تامین دی اکسید کربن متصل بود. این واحد مجهز به پمپ و مبدل های حرارتی بود. بیم پارچه در محفظه و در کنار رنگزا قرار می گیرد. سپس محفظه تحت فشار قرار گرفته و با گاز دی اکسید کربن پر می شود. حرارت دادن دی اکسید کربن و گرم کردن آن تا دمای بالای ۸۸°F در فشار بیشتر از ۷۴ بار باعث فوق بحرانی شدن آن می شود. در این حالت دی اکسید کربن به صورت سیال در آمده و امکان حل شدن اجزا در آن فراهم می شود. در فرایند رنگرزی Dyecoo دی اکسید کربن را تا دمای ۲۱۶°F در فشار ۲۵۰ بار حرارت دهی می کنند. با نفوذ دی اکسید کربن فوق بحرانی به درون الیاف پلی استر الیاف متورم شده و انتشار رنگزا در آن ها راحت تر صورت می گیرد، رنگزاها به عمق بیشتری از الیاف آگریز نفوذ می کنند و زمان رنگرزی در مقایسه با روش های متداول به نصف کاهش پیدا می کند. این فرایند امکان انجام تمام مراحل رنگرزی را در یک حمام فراهم می کند.

سیورز توضیح می دهد که در پایان انجام فرایند دی اکسید کربن حاوی مقدار اندکی رنگزا می باشد، همچنین تمام رطوبت و لعاب ریسندهی باقیمانده در الیاف از مراحل ریسندهی و بافت پارچه را از پارچه خارج می کند. برای آبکشی محفظه این دی اکسید کربن آلوده را با دی اکسید کربن تازه جایگزین می کنند و سپس فشار موجود بر روی محفظه را بر می دارند. زمانی که دی اکسید کربن آلوده تحت فشار نباشد رطوبت، روغن و رنگزای اضافی از محلول خارج شده و می توان تقریباً تمام دی اکسید کربن را برای استفاده در فرایندهای بعدی رنگرزی بازیابی کرد.

اکنون کمپانی Dyecoo نسل جدید این ماشین آلات را عرضه کرده است که از سه محفظه تشکیل می شود. سیورز می گوید: "در سری اول زمانی که فرایند رنگرزی آغاز می شد سایر بخش ها عملاً کاری انجام نمی دادند. ما برای استفاده ی بهینه از تمام اجزا ماشین جدید را به سه محفظه مجهز کردیم. زمانی که رنگرزی در یک محفظه انجام می شود شما می توانید محفظه ی دوم و پس از آن سوم را پر کنید. وقتی عملیات در محفظه ی اول



سازی شده بود و سپس یک کالای پنبه ای عمل شده به روش ColorZen را با رنگ شرابی تیره رنگریزی کرد؛ زمان انجام فرایند رنگریزی متداول ۱۰/۹ ساعت و تعداد دفعات پر و خالی کردن ۱۶ بار بود، به علاوه پساب آن نیز محتوی مواد شیمیایی مضر بود. در فرایند COLORZEN زمان مورد نیاز ۲/۶ ساعت و تعداد دفعات پر و خالی کردن تنها ۲ بار بود، همچنین نیازی به عمل کردن بر روی پساب هم نبود.

موارد جانبی

لئونارد بیان می کند که الیاف پنبه ای عمل شده به روش ColorZen را می توان با الیاف پنبه ای معمولی با هم ریسید و با رنگریزی آن به روش ColorZen نخ هایی به رنگ سایه روشن ایجاد کرد. از آن جایی که در این روش مواد شیمیایی مورد نیاز برای تثبیت رنگزا بر روی الیاف پنبه ای معمولی وجود ندارد، الیاف پنبه ای معمولی رنگ نمی شوند و الیاف ColorZen رنگ مورد نظر را به خود می گیرند. این نخ را می توان هم در فرم پارچه و هم پوشاک رنگریزی کرد. شما می توانید برای به دست آوردن ظاهر مورد نظر خود با هر درصدی این دو لیف را با هم ترکیب کنید و خواص منحصر به فردی حاصل کنید.

نخ پنبه ای عمل شده با تکنولوژی ColorZen را نه تنها با رنگزاهای راکتیو-مهم ترین رنگزای مورد استفاده در رنگریزی پنبه به دلیل خواص ثباتی خوب آن - بلکه با سایر رنگزاهای نیز می توان رنگریزی کرد. لئونارد می گوید: "رنگریزی این نوع از پنبه با رنگزاهای مستقیم بسیار موثر بوده و خواص ثباتی آن نیز نسبت به فرایندهای رنگریزی متداول با رنگزاهای مستقیم بهتر است. البته لازم به ذکر است که افینیتی یا تمایل سایر رنگزاهای پنبه نیز خوب است. ما از همکاری با مشتریانی که تمایل به استفاده از رنگزاهای روش های جدید و بررسی امکان اصلاح فرایند ColorZen برای کسب نتایج بهتر دارند، خوشحال خواهیم شد."

فرایند ColorZen بیشتر برای استفاده از صنایع کشف در نظر گرفته شده است اما به گفته ی لئونارد می توان آن را برای پارچه های تاری بودی و ۱۰۰٪ پنبه ای نیز به کار گرفت. جین به دلیل داشتن نخ تار رنگریزی شده با ایندیگو جزو مواردی است که نمی توان تکنولوژی فوق را بر روی آن به کار گرفت.

لئونارد توضیح می دهد: "ایندیگو یک رنگزای خمی است. این رنگزا در حالت احیا شده تمایل به پنبه ی ColorZen دارد اما در حالت اکسیدی تمایل آن کاهش می یابد. ما فرایند ColorZen را برای رنگریزی با ایندیگو توصیه نمی کنیم اما می توان از پنبه ی ColorZen به عنوان نخ تار در پارچه ی جین استفاده کرد یا از رنگزاهای راکتیو برای رنگریزی جین استفاده کرد."

نتیجه گیری

در حال حاضر بخش رنگریزی و تکمیل در صنایع نساجی حدود ۲۰٪ پساب های صنعتی عمل نشده در جهان را به خود اختصاص می دهند که نتیجه ی آن مرگ ماهی ها و تخریب های بیشتر در راه آب های این پساب ها و کاهش دسترسی به آب پاکیزه برای مصارف انسانی و سایر موارد می باشد. تکنولوژی های DyeCoo و ColorZen با کاهش چشمگیر مصرف آب و مواد شیمیایی در فرایندهای رنگریزی می توانند در تغییر وضعیت موجود و تضمین دسترسی جمعیت رو به رشد زمین به آب پاکیزه سهمی باشند.

1. Geert Woerlee
2. Ernst Siewerse
3. Reinier Mommaal
4. Michael Harari
5. Tony Leonard
6. Eli Harari

مرجع:

Janet Bealer Rodie, "Saving Water A Swimming Poolful At A Time", Textile World Asia, Oct/Nov/Dec 2012

به پایان رسید دی اکسید کربن را به واحد تامین باز می گردانید و از این واحد نیز نهایت استفاده را خواهید برد.

کمپانی DyeCoo با شریک شدن با کمپانی هلندی Triade Chemicals قصد دارد تا طیف کاملی از رنگزاهای مورد استفاده با این روش را ارائه دهد. همچنین برای تولید محصولات تکمیل شده و روشن کننده های فلورسنت با کمپانی Huntsman Textile Effects شراکت کرده است.

سیورز می گوید در حال حاضر پارچه هایی که به روش متداول شسته می شوند تحت فرایند رنگریزی با دی اکسید کربن قرار می گیرند اما DyeCoo قصد دارد تا این روش را برای شستشوی پارچه ها نیز به کار گیرد. کمپانی DyeCoo همچنین در مراحل ابتدایی به کار گیری این روش بر روی پارچه های پنبه ای یا سایر پارچه های تهیه شده از الیاف طبیعی قرار دارد.

تکنولوژی آماده سازی اولیه ی پنبه: ColorZen™

کمپانی آمریکایی ColorZen در ماه اوت ۲۰۱۲ تکنولوژی ColorZen™ را برای آماده سازی اولیه ی الیاف پنبه ای ارائه کرده است. اعضای اصلی این شرکت مایکل حراری ۴، رییس شرکت که در پیدایش این تکنولوژی در سال ۲۰۱۰ سهام بود، تونی لئونارد ۵، مدیر فنی و متخصص صنایع نساجی گرایش شیمی رنگریزی و الی حراری ۶، متخصص صنایع مد و پوشاک می باشند.

فرایند ColorZen با تغییر ساختار ملکولی الیاف پنبه باعث می شود تا الیاف به طور طبیعی پذیرای ملکول های رنگزا باشند. بنابراین نیازی به نمک و سایر مواد شیمیایی برای تثبیت رنگزا نیست و می توان با مصرف نیمی از مقدار رنگزایی که به روش متداول مصرف می شد به رنگ مورد نظر با سازگاری و یکنواختی مطلوب و نرخ رمق کنشی ۹۷٪ دست یافت. الیاف پنبه ای از پیش عمل شده را می توان به صورت نخ، پارچه یا پوشاک و با تجهیزات متداول رنگریزی کرد اما مراحل شستشو و سفید گری اولیه برای آن ها حذف می شود چون در حین فرایند ColorZen بسیاری از ناخالصی های موجود در پنبه ی خام از بین می رود و میزان آبکنشی نیز به مراتب کمتر می شود. بنابراین در مصرف آب و انرژی به ترتیب ۹۰ و ۷۵٪ صرفه جویی شده و زمان انجام فرایند نیز ۷۰٪ کاهش می یابد. این میزان صرفه جویی چه در ماشین های قدیمی تر با نسبت L:G بالاتر و چه در ماشین های مدرن تر با نسبت L:G پایین تر وجود دارد. علاوه بر آن از آن جایی که میزان تخلیه مواد شیمیایی در پساب صفر است می توان آن را برای مراحل بعدی رنگریزی بازیابی کرد و در نتیجه میزان مصرف آب باز هم کمتر می شود.

تنها ماده ی شیمیایی کمکی مورد استفاده در این فرایند مقدار بسیار اندکی از ماده ی تر کننده است، بنابراین مصرف مواد شیمیایی نیز ۹۵٪ کاهش می یابد. چنانچه حمام رنگریزی را برای استفاده ی مجدد در فرایندهای بعدی بازیابی کنیم می توانیم ماده ی تر کننده ی موجود در آن را نیز مجدداً مورد استفاده قرار دهیم.

به گفته ی لئونارد با وجود این که این فرایند نسبت به فرایندهای متداول آماده سازی پنبه کمی گران تر است اما در دراز مدت باعث صرفه جویی در هزینه ها شده و مقرون به صرفه تر است چون نیازی به سرمایه گذاری اولیه برای خرید تجهیزات جدید نیست و همچنین به دلیل صرفه جویی در مصرف آب، انرژی و مواد شیمیایی میزان هزینه ها کم می شود. به علاوه زمان انجام فرایند نیز به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد.

کمپانی نخستین کارخانه خود را در چین جایی که بسیاری از کارخانجات رنگریزی نساجی جهان در آن واقع شده و بسیاری از مسایل زیست محیطی مربوط به تولیدات نساجی آن جا بر خاسته است، تاسیس کرد. ColorZen همچنین قصد دارد تا با رشد تقاضا برای پنبه ی از پیش آماده سازی شده تولیدات خود را در سایر کشورهای تولید کننده ی نساجی نیز گسترش دهد.

لئونارد برای نشان دادن عملکرد و کارایی تکنولوژی ColorZen آزمایشی را ترتیب داد که در آن یک مشتری چینی نخست یک کالای پنبه ای معمولی را که به روش متداول آماده