اتحادی در جهت تقویت تجهیزات تولید الیاف کربن

مترجم: مهندس الهه نیازخانی

طی سالهای اخیر، الیاف کربن توجه تعداد زیادی از بخش های صنعتی مانند ماشین آلات و لوازم جانبی را به واسطه ملزومات بسیار زیاد و با در نظر گرفتن پایداری و ذخیره انرژی، به خود جلب نموده است. همچنین صنعت اتومبیل سهم استفاده از کامپوزیت های حاصل از الیاف کربن را افزایش داده که این امر می تواند موجب افزایش حجم تقاضا در سال آینده گردد، هرچند قیمت هر کیلوگرم کامپوزیت کربن بسیار بیشتر از سایر مصالح ساختمانی می باشد. در کنار روش های به کار گرفته شده، شرکت ها و انجمن های متعددی به تولید الیاف کربن نه تنها از لحاظ کیفیت بهتر، بلکه ارزان تر، روی آورده اند.

تولید الیاف کربن

هر مرحله از فرآیند تولید الیاف کربن ویژگی‌های خاص خود را داشته و بسیار حساس به مرحله پیشین خود می باشد. دانش چگونگی انجام فرآیند، نخستین نیاز بوده و تجهیزات و ماشین‌آلات مناسب تولید در مراحل بعدی قرار می گیرند. توسعه این ماشین آلات و تجهیزات در گذشته به طور مستقل از سوی سازندگان ماشین آلات و تجهیزات انجام می‌گرفت و یافتن واحدهای قابل اطمینان و خبره برای مراحل گوناگون فرآیند همواره آسان نمی باشد.

با آگاهی از این موضوع، گروهی از سازندگان ماشین آلات آلمانی به نتیجه یکسانی رسیده‌اند: تجهیزات مناسب و تامین ماشین‌آلات باید از واحدهایی صورت گیرد که همگی همگام با فناوری های روز دنیا بوده و علاوه بر دارا بودن تجربه، در زمینه تخصص خود مبتکر و متخصص باشند. در راستای تحقق این تجربه همگانی، سه شرکت فعالیت خود را آغاز نمودند. شرکت Trützschler سیستم ها و راه‌حل‌های کاملی برای صنعت الیاف و منسوجات بی بافت ارائه نموده است که شامل خطوط تولید الیاف می‌گردد؛ شرکت Eisenmann به واسطه تکنولوژی های تکمیل عمومی، اتوماسیون جریان مواد اولیه، تکنولوژی محیطی و فناوری در دماهای بالا مانند آون های اکسیداسیون شناخته شده است؛ Ruhstrat نیز تولیدکننده تجهیزاتی جهت تسهیلات عملیات حرارتی برای کاربردهای صنعتی و آزمایشگاهی مانند کوره های کربونیزاسیون می باشد.

این شرکت‌ها بیش از دو سال است که با یکدیگر همکاری داشته و اتحادی را جهت مهندسی، طراحی، ساخت بر اساس سفارش و تحویل کامل خطوط تولید الیاف کربن در مقیاس های گوناگون مورد نیاز بازار، تشکیل داده اند.

مراحل و تجهیزات

پس از مرحله بوبین برگردانی، هر پیش ماده‌ی واحدی متعاقباً به دسته الیاف کربن تو تبدیل می شود. دانش Trützschler در زمینه تحت فرآیند قرار دادن دسته الیاف، قرارگیری موازی الیاف در کنار یکدیگر، کنترل همه جانبه فرآیند در مراحل آتی را تضمین می نماید.

نخستین مرحله اصلاح لیف، اکسیداسیون یا تثبیت پیش ماده PAN[1] در آون های مناسب می باشد. به منظور خارج نمودن یکنواخت حرارت تولید شده در دسته الیاف طی فرآیند اکسیداسیون حرارت زا، به الگوهای مطلوب و استثنایی جریان هوا نیاز می باشد. همچنین جهت تضمین دستیابی به الیافی با قابلیت تولید مجدد و کیفیت ثابت، یکنواختی در درجه حرارت های بالا به منظور تامین عملیات حرارتی یکنواخت کلیه دسته های الیاف در هر نقطه از این آون ها، ضروری می باشد. Eisenmann آون های اکسیداسیونی را تولید می نماید که در تولید جریان هوای ثابت و حرارت یکنواخت، متمایز می باشند. بسته به نوع لیف، مشتری می تواند از میان روش های مختلف تولید جریان هوا، انتخاب نماید. علاوه بر دو روش تولید cross-flow و Eisenmann،center-to-end، روش کارآمد vertical-down را ارائه نموده است. بدین ترتیب، جهت تامین هر یک از احتیاجات مشتری، راه حل ویژه و منحصر به فردی وجود دارد. فرآیند کربونیزاسیون آتی در دو مرحله از فرآیند تاثیرگذار می باشد. نخستین مرحله کربونیزاسیون در کوره ای با دمای بیش از

۱۰۰۰ درجه سانتیگراد (LT) صورت می گیرد. این کوره مستقیماً به کوره با دمای بالا مرتبط می باشد (HT) که می تواند تا بیش از ۱۸۰۰ درجه سانتیگراد گرم شود.

جهت کاربردهای ویـژه CF[2]، فرآیند گرافیته کردن در کوره های انتخابی با دمای فوق زیاد (UHT) که قابلیت کار تا دماهای ۲۶۰۰ درجه سانتیگراد را دارد، امکان پذیر می باشد.

کوره های شـرکت Ruhstrat بـه پایداری دمایی ^{o}C ۳ -/+ دسـت یافته و در مقایسـه با واحدهای مشـابه در بـازار، در نتیجه بیش از ۱۰۰ سـال تجربه در تکنولوژی فوق حرارتی، دارای مصرف انرژی بسیار کمتری نیز می‌باشند (بیش از ۵۰٪).

هوای خروجی طـی مراحل تبدیل پیش ماده PAN به الیاف کربن، حاوی سیانید هیدروژن، آمونیـوم، سـیلیکون و پسـماندهای TAR[3] می‌باشـد. بخارات هوای خروجی که به میزان کمی تغلیظ شده اند، در اکسیدکننده حرارتی احیاکننده Eisenmann با سیسـتم بازیافت حرارتی یکپارچه تصفیه شـدند. آن دسـته از بخارات هوای خروجی که بیشـتر تغلیظ شده بودند نیز، در محفظه احتراق توربولانت مربوطه تحت فرآیند قرار گرفتند. همچنین سیستم‌های بازیافت انرژی کـه به طور جداگانه‌ای طراحی شـده بودند، از حرارت مورد نیاز جهت اکسید نمـودن آلاینده ها مجددا اسـتفاده کرده و از منابع انرژی استفاده بهینه نمودند.

پس از کربونیزاسیون، دسـته های الیاف باید به طور الکتروشـیمیایی و به گونه ای پیوسته بر روی کل مسـاحت سطح مقطع دسته لیف، ناصاف (ناهم سطح) گردند. پس از فرآیند خشک نمودن میانی، مرحله آخر شامل آهارزنی بوده که موجب دسته شـدن نخ شده و برای نوعی پوشـش دهی جهت ترکیب بهینـه ماتریس الیاف اسـتفاده می گردد. هر دو مرحله توسط واحدهای Trützschler سـازماندهی شده و مدولار نیز می باشند که در زمره ی جدیدترین موفقیت های کسب شده در این نوع تکنولوژی محسوب می گردد. در نهایت، دسته های الیاف تکمیل شده به طور موازی بر روی بوبین های کنترل پذیر پیچیده می‌شوند.

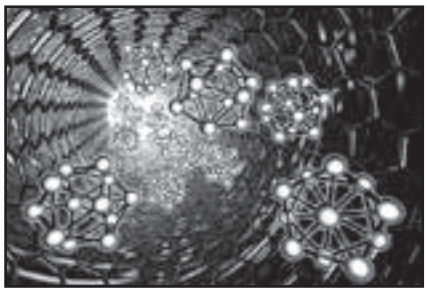
با این وجـود، پیـش نیازهای دسـتیابی به الیاف کربن با کیفیت عالی، پلیمریزاسـیون و ریسندگی متعاقب پیش ماده مناسب می‌باشد.

جهت انجام پلیمریزاسیون، فرآیند آماده سازی توسـط غوطه وری در آب صـورت گرفت، در جایـی که مونومر اکریلونیتریل با اسـتفاده از سیسـتم آغازگر اکسایش/ کاهش و تسریع در طول رشد زنجیره ای، پلیمریزه می شود.

نـکات قابل توجه در ایـن فرآیند، دمای واکنش صحیح و مدت زمان کوتاه پلیمریزاسیون می‌باشد که اساساً از واکنش های جانبی انشعابات زنجیره کوتـاه و بلند جلوگیـری می‌کنـد. واکنش در راکتوهایـی که در آنها فرآینـد هم زدن به طور پیوسـته و چند مرحله‌ای صورت می‌گیرد، انجام شد. این راکتورها در بعضی موارد، ساخت EPC[4] می باشند. به منظور انحلال اکریلونیتریل در فاز آبی، به جای اسـتفاده از مایعات سـمی و قابل احتراق، از مایعات آلی غیر قابل اشتعال استفاده شـد تا آلودگی محیطی به حداقل برسد. از آنجا که در پلیمریزاسیون رادیکال هرگز تبدیل کامل صـورت نمی گیـرد، منومرها بایـد پس از طی مراحل بیشـتر به قدر کافی بازیافت شده تا پلی اکریلونیتریل جامد بتواند خشک گردد. در مرحله بعدی، این پودر به طور پیوسـته در حلال‌هایی مانند DMF، DMAC یا DMSO حل گردید تا به تخدیر تعیین شده برسد.

پس از گازربایی، این ماده به Precursor Line Trützschler تغذیه شـد که شامل واحدهای ریسـندگی جدیدی می شـود که شکل و ثبات هموژن دسـته الیاف را تضمین می‌نماید. جریان سیال یکنواخت و اشباع در کلیه مراحل انعقاد و شستشو، غلطک هایی که به نرمی و به طور قابل اطمینانی حر کت می‌کنند، و پیشگیری از ایجاد نقاط اصطکاک، توسط Trützschler و از طریق ترکیب هوشمندانه مدیریت حرکت، چرخه های سـیال و کنترل حرارتی تحقق پیدا کرد. دسته الیاف بر روی خشـک کن های تماسـی خشک گشـته و سـپس جهت انجام عملیات فشردگی لیف، تحت فرآیند قرار گرفت.

در کلیه مراحل فرآیند، سیسـتم مدولار ماشین، انعطاف‌پذیـری بالا جهت ترتیب قرارگیری اجزای خـط تولید را تامیـن نموده، طـوری که دقیقاً بر طبـق نیازمندی ها باشـد. در طول پردازش پیش ماده، دسـته های الیاف توسـط Fiber-Logistic-Systems (ترکیبـی از حمام های عمل آوری سـطحی، حرکـت و کنترل فرآیند) راهنمایی شـدند. به رغم تاخیـر ممکن در کار، قابلیت عملی شدن مناسب توسط تجربه دیرینه



Trützschler در طراحـی خطوط تولید PAN و نیز سـایر فرآیندها تضمین گردید. خط تولید پیش ماده با نـخ پیچی آن پایان گرفت، چرا که فرآیند کربونیزاسـیون تحت سرعت بسیار کمی انجام گرفت.

نتیجه گیری

امروزه، ایجاد سیسـتم های کاملـی برای تولید الیاف کربن، در مقایسـه با سـال هـای اخیر از پیچیدگی کمتری برخوردار است. با انتخاب یک تامین کننده مناسـب (یعنی اتحادی مشـتمل بر سه شـرکت Eisenmann، Trützschler Ruhstrat و شـرکای آنهـا)، تولیدکننـدگان موجـود یا بالقـوه الیاف از اجزای پیشـرفته ای بسیار سود می برند که به دقت توسط این اتحاد و توسـط کنترل سرتاسری فرآیند، هماهنگ می شوند.

این اتحاد قادر به ارائه تجهیزاتی در هر دوی ابعاد آزمایشـگاهی و صنعتی با تولید سـالانه ۲۰۰۰ تـن لیف کربن می باشـد. کلیه ایـن تجهیزات مکمل یکدیگر بوده و واسـطه هـا به طور دقیق تعریف شده اند. شـرکت هایی مانند EPC برای پلیمریزاسیون، سهام را کامل نمودند.

1- Poly Acrylonitrile

2- ColdFusion

3- Tar is the common name for the resinous partially combusted and healed particulate matter produced by the burning of tobacco and other plant material in the act of smoking.

4- Engineering, Procurement and Construction

منبع:

www.fiberjournal.com