ردیابی تاریخچه مواد پلیمری: سلفون

چه موقع و چگونه، دانش شیمی که برپایه سلولز شکل گرفته بود، منجر به کشف سلفون شد.

1. مشکلات ترکیبات اولیه بر پایه نیترات سلولز و کاربردهای محدود آن‌ها

دانش شیمی که بر پایه سلولز شکل گرفته است، یکی از بنیان‌های اصلی پیدایش صنعت پلیمر محسوب می‌شود. اما همانگونه‌که در مقالات پیشین به آن اشاره شد، ترکیبات اولیه‌ای که بر پایه نیترات سلولز ایجاد شدند، شدیداً اشتعال‌پذیر و حتی انفجاری بودند و به همین علت، کاربرد محدودی داشتند. با کشف روش‌های حل این مشکلات توسط شیمیدان‌ها، کاربردهای این بخش از علم شیمی نیز گسترش یافت و مواد جدیدی با استفاده از سلولز ساخته شد. یکی از این مواد که تأثیر بسیار زیادی در نیمه اول قرن بیستم برجای گذاشت، سلفون بود.

2. کشف سلفون و نقش جاکوس براندنبرگر در ایده‌پردازی آن

کسی که ایده ساخت سلفون را مطرح نمود شیمیدان سوئیسی، جاکوس براندنبرگر بود. این فکر اولین بار در سال 1900 میلادی وقتی که شیمیدان در رستورانی مشغول صرف شام بود، به ذهن او رسید؛ وقتی‌که بر اثر ریختن نوشیدنی قرمزرنگ، لکه‌های قرمزی روی رومیزی سفید ایجاد شده است و باعث شد او به تولید نوعی پوشش محافظ بیندیشد. ماده حاصل، بر پایه شیمی سلولز بود و برای ساخت آن، از نتایج تحقیقاتی که در سال 1892 میلادی توسط چارلز کراس و ادوارد بِوان انجام شده بود، استفاده شد. چارلز کراس و ادوارد بِوان، به‌منظور تولید مایع قوام‌دارِ طلایی رنگی که به "ویسکوز" معروف شد، سلولز چوب را با سود سوزآور و دی‌سولفید کربن، واکنش دادند. اگرچه در ابتدا با استفاده از این ماده جدید، اقلامی مشابه با آنچه که با سلولوئید ساخته شده بود، مانند انواع شانه و دستگیره تولید شد، اما کراس و بِوان بر روی ساخت نوعی الیاف سودمند برای صنعت نساجی تمرکز نمودند.

3. توسعه الیاف رایون و مزایای آن در مقایسه با الیاف طبیعی

اولین تحقیقات بر روی این الیاف منجر به تولید الیاف بسیار شکننده شد که جایگزین مناسبی برای الیاف طبیعی نبودند. اما مشخص شد که با گذشت زمان و طی فرآیندی که به "رسیدگی" معروف

است، ویسکوزیته این ماده افزایش می‌یابد و محصول بسیار محکم‌تر و قابل ریسندگی تولید می‌شود. این الیاف بعدها به "رایون" معروف شد.این فرم از رایون که به عنوان "زانتاتِ سلولز" شناخته می‌شود، در مقایسه با "نیترات سلولز" که در بخش سوم این مجموعه به آن اشاره شد، اشتعال‌پذیری کمتری دارد.

4. تحقیقات براندنبرگر و توسعه سلفون برای جایگزینی پوشش‌های پارچه‌ای و فیلم‌ها

براندنبرگر، برای افزایش مقاومت پارچه پنبه‌ای در برابر لک‌زدگی، از ویسکوز استفاده نمود. بااین‌حال، پارچه پوشیده شده با ویسکوز، ساختار بسیار خشک و شکننده‌ای داشت و در نتیجه، تحقیقات براندنبرگر با مشکلاتی مواجه شد. در گذار سالها، براندنبرگز بر ساخت لایه‌های نازک‌ترِ زانتاتِ سلولز کار می‌نمود و در نهایت، به محصولی رسید که وی، آن را سلفون نامید. در سال 1913 میلادی، براندنبرگز به این نتیجه رسید که تولید سلفون نسبت به تولید پوشش پارچه‌ای، می‌تواند فرصت‌های شغلی بهتری را به همراه داشته باشد و در نتیجه‌ی این فکر، به توسعه‌ای پرداخت که می‌توانست بُرش‌های طویلی از لایه شفاف سلفون را با ضخامت دلخواه تولید نماید.

براندنبرگر که از پیش به‌خوبی با مشکلات ناشی از اشتعال‌پذیری فیلم‌های سلولوئیدی آشنا بود، ابتدا به این فکر افتاد تا در بازار سینما، از سلفون به جای سلولوئید استفاده نماید. بااین‌حال، خیلی زود متوجه شد که در دماهای بالا، سلفون شدیداً پیچ و تاب می‌خورد. علاوه بر این، استحکام سلفون به اندازه‌ای بود که امکان ایجاد سوراخ‌های زنجیری دقیق در آن وجود نداشت.

5. ورود سلوفن به حوزه‌های مختلف

با گذشت زمان، سلفون به ماده‌ی ایده‌آل برای لفاف‌پیچی تبدیل شد. شفافیت، سبکی و استحکام سلفون، از سایر موادی مانند ژلاتین و فویل قلع که در آن زمان، به‌طور معمول برای لفاف‌پیچی مورد استفاده قرار می‌گرفتند، عملکرد بهتری داشت. در این میان عطرها، قالب‌های صابون و خمیردندان‌ها، اولین محصولاتی بودند که در سلفون لفاف‌پیچی شدند. اما گروه هدف براندنبرگر، صنعت مواد غذایی بود. ولی از آنجایی که سلفون در برابر گازهای سمیِ مورد استفاده در سلاح‌های کشتار جمعی،

نفوذناپـذیر بـود بخـش اعظـم تولیـد ایـن مـاده در جنـگ جهـانی اول، بـه سـاخت ماسـک‌های ضـدگاز اختصاص یافت. به علاوه، از سلفون به‌عنوان پانسمان شفاف زخم‌های جراحی نیز استفاده می‌شد.

سلفون، یکی از موادی بود که در نیمه اول قرن بیستم، تأثیر بسیار زیادی از خود بر جای گذاشت.

شفافیت، سبک‌وزنی و استحکام سلفون، در برابر موادی مانند ژلاتین و فویل قلع که در آن زمان به‌طور معمول برای لفاف‌پیچی مورد استفاده قرار می‌گرفتند، بسیار بهتر بود.

بـا پایـان یـافتن جنـگ جهـانی اول، تلاش‌هـا بـرای گسـترش بـازار مصـرف سـلفون، از سـر گرفته‌شـد. شـرکت شکلات‌سـازی وایتمنیـک از ایـن مـوارد بـود کـه پـیش از ایـن در سـال 1912 از سـلفون بـرای لفاف‌پیچی برخی از شکلات‌های خـود اسـتفاده نمـوده بـود. امـا در اوایـل دهـه 1920 مـیلادی، بـا گسـترش کـاربرد سـلفون بـه غـذاهای پخته‌شـده و محصـولاتی ماننـد تنبـاکو، مشـخص شـد کـه بـا وجـود مقاومـت

بسیار خوب سلفون در مقابل گازهای سمی، این ماده در برابر نفوذ رطوبت، عملکرد خوبی نخواهد داشت.

6. اصلاحات و بهبودهای انجام شده بر روی سلفون

دراین‌میان، شرکتی که براندنبرگر آن را تأسیس نموده بود، حق مالکیت سلفون را به شرکت دوپونت فروخت و یکی از شیمیدان‌های شاغل در شرکت دوپونت، موفق شد راه‌حلی را برای مشکل نفوذ رطوبت به داخل سلفون، ارائه نماید. ویلیام هال چارچ، پوششی بر پایه نیتروسلولز ساخت. وی برای بهبود خواص این پوشش، ماده‌ای نرم کننده را با نیتروسلولز مخلوط و برای پیشگیری از نفوذ رطوبت به داخل آن نیز، نوعی موم را به نیتروسلولز اضافه نمود. این محصول، در سال 1927 میلادی یعنی سه سال پس از ساخت نخستین نسخه‌ی خود، تکمیل شده و بدین ترتیب، سلسله ابداعات شیمیایی شرکت دوپونت، آغاز شد. با رفع مشکل نفوذ رطوبت، استفاده از سلفون به سرعت رشد نمود و به دنبال آن، سلفون به یکی از موفق‌ترین و معروف‌ترین محصولات شرکت دوپونت تبدیل شد.

7. کشف و توسعه استات سلولز

در طول این دوره زمانی، نوع دیگری از سلولز اصلاح شده با استفاده از روش شیمیایی تولید شد و این باعث شد که یکی از ترموپلاستیک‌های اصلی به وجود آید. پائول شوتزنبرگر، شیمیدانی فرانسوی، برای اولین بار استات سلولز را از واکنش سلولز با استیک انیدرید سنتز نمود. استات سلولز در اصل یک ترموپلاستیک است، اما به دلیل دمای تجزیه کمتر از دمای نرم شدن آن، امکان فرآیند مذاب آن وجود ندارد. بااین‌حال، در سال 1903 میلادی، دو شیمیدان آلمانی به نام‌های آرتور ایچنگرون و تئودور بِکِر کشف نمودند که استات سلولز در استُن حل می‌شود و به همین دلیل، فرم‌های محلول استات سلولز توسط این دو شیمیدان توسعه یافتند.

یک سال بعد، دو برادر به نام‌های کامیل و هِنری دریفوس، تحقیقات خود را در آزمایشگاهی در شهر بازل سوئیس آغاز نمودند. توجه این دو برادر به استات سلولز معطوف شد و آن‌ها با استفاده از استات سلولز، فیلمی را تولید نمودند که اشتعال‌پذیری کمتری نسبت به فیلم سلولوئیدی داشت و در واقع، کاری که براندنبرگر نتوانسته بود با سلفون انجام دهد را به‌وسیله استات سلولز به انجام رساندند. علاوه بر این، آن‌ها نوعی لاک که با عنوان دوپ شناخته می‌شود را نیز تولید نمودند. از این لاک، درآن زمان برای پوشش دادن هواپیماهای پارچه‌ای و چوبی و مقاوم کردن آن‌ها در برابر اثرات رطوبت و آتش، استفاده شد. در سال 1913 میلادی، یعنی درست زمانی‌که فرآیند ساخت سلفون در حال تکمیل شدن بود برادران دریفوس، شرکت سلونیت را تأسیس نمودند تا فیلم‌ها و لاک‌هایی که بر پایه استات سلولز ساخته بودند را تولید نمایند.

8. تاریخچه شرکت سِلانز و توسعه فرآیند ساخت فیبر سِلانز

درست همان‌زمانی‌که جنگ جهانی اول، تمام تلاش‌های برادران دریفوس را به سمت ساخت لاک‌های استات سلولزی سوق داده بود، این دو برادر توسعه فرآیند ساخت نوعی فیبر با استفاده از استات سلولز را آغاز نمودند. برای رسیدن به این منظور، آن‌ها کارخانه‌ای را در شهر دِربیشر انگلستان تأسیس نمودند. در خلال جنگ جهانی اول و به درخواست دولت آمریکا، کامیل دریفوس برای تأسیس کارخانه سلولزسازی، عازم ایالات متحده شد. پس از خاتمه جنگ جهانی اول، برادران دریفوس مجدداً برای توسعه فرآیند ساخت نوعی فیبر با استفاده از استات سلولز، دست به کار شدند. آن‌ها، فیبر ساخته شده از استات سلولز را سِلانز نامیدند و در سال 1923، نام کارخانه انگلیسی خود را به سِلانزِ انگلستان تغییر دادند. در سال 1927 میلادی، برادران دریفوس شرکتی به نام آمسِل را در آمریکا تأسیس نمودند. این شرکت پس از خریداری شرکت سلولوئید نیوآرک در نیوجرسی، به شرکت سِلانز آمریکا تغییر نام داد.

9. توسعه نسخه‌های جدید استات سلولز و کاربردهای آن‌ها

-در سال 1931، شرکت سِلانز موفق به توسعه نسخه‌ای از استات سلولز که فرآیند مذاب آن امکان‌پذیر بود، شد. در این فرآیند، مواد شیمیایی که والدو سیمون، پنج سال قبل برای حل مشکلات فرآوری پی‌وی‌سی استفاده نموده بود، به عنوان ماده نرم کننده با استات سلولز مخلوط شدند. همچنین در همان سال، کشف شد که با جایگزین کردن بخش اعظم استیک انیدرید با پروپیونیک اسید، ترکیبی به نام سلولز استات پروپیونات به وجود می‌آید. این ترکیب، مقاومت بیشتری در برابر ضربه‌های ناگهانی و شدید داشت و برای فرآیند مذاب نیز به مقدار کمتری ماده نرم کننده نیاز داشت. در سال 1938، ترکیب سلولز استات بوتیرات نیز از واکنش بوتیریک اسید با استات سلولز تولید شد. این ترکیب نه تنها چقرمگی بهتری نسبت به سلولز استات پروپیونات و استات سلولز داشت، بلکه مقاومت حرارتی آن نیز بسیار بهتر بود.

10. شرکت سِلانز به عنوان پیشگام توسعه سلولز، نقش شرکت ایستمن در تولید محصولات سلولزی

شرکت سِلانز، با تاریخچه طولانی و مهمی در دنیای پلیمرها، همچنان به عنوان یکی از پیشگامان توسعه سلولز شناخته می‌شود. امروزه، محصولات سلولزی متنوعی تولید می‌شوند و در این محصولات، گریدهای استات سلولز نیز به چشم می‌خورد. اما شرکت ایستمن نیز که ادامه‌دهنده این توسعه‌هاست، در تولید محصولات سلولزی نقش مهمی دارد. یکی از کاربردهای شناخته‌شده استات سلولز، دسته‌های شفاف پیچ‌گوشتی است که همچنان از سلولز استات بوتیرات ساخته می‌شوند.

11. کاربردهای محصولات سلولزی در صنایع پوشش، رنگ و لاک‌ها

در دوران حاضر، محصولات سلولزی همچنان نقش مهمی در صنایع پوشش، رنگ و لاک‌ها ایفا می‌نمایند. این مواد به شکل الیاف در تولید پارچه و پوشاک استفاده می‌شوند و بهترین گزینه برای ساخت فیلترهای سیگار هستند. قاب‌های عینک نیز هنوز از مواد سلولزی تولید می‌شوند و روبان‌های جایزه نیز تقریباً به‌طور انحصاری از استات سلولز ساخته می‌شوند. همچنین، بسیاری از کارت‌های بازی از مواد سلولزی تولید می‌شوند. در گذشته، آجرهای لگو با استفاده از استات سلولز ساخته می‌شدند، اما اکنون از مواد دیگری مانند اکریلونیتریل بوتادین استایرن استفاده می‌شوند. در سخنرانی با استفاده از پروژکتورهای سقفی نیز هنوز از اسلایدهای سلولزی استفاده می‌شود.

12. تغییرات در بازار، تلاش‌های جدید و بازگشت به استفاده از مواد سلولزی

در حال حاضر، مواد سلولزی قسمتی از بازار خود را به سایر مواد واگذار نموده‌اند. برای مثال، سلفون به طور عمده با پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن، پلی‌وینیل‌کلراید و پلی‌وینیلیدین‌کلراید جایگزین شده است. همچنین، الیاف سلولزی نیز با نایلون و پلی‌استر جایگزین شده‌اند. با این حال، در حال حاضر تلاش‌هایی برای تولید پلیمرهایی که از مواد سلولزی ساخته می‌شوند در حال شکل‌گیری است. در این عصر که تلاش بر تولید هرچه بیشتر پلاستیک‌های قابل بازیافت و زیستی است، این بازگشت به ریشه‌ها و اصالت مواد سلولزی، جالب خواهد بود.

در همان سال که ویلیام هال مشکل نفوذ رطوبت به سلفون را مرتفع نمود، شرکت دوپونت شیمیدان دیگری را استخدام نمود. این شیمیدان شروع به تحقیقات بنیادین در علم مواد نموده و در نهایت موفق شد نخستین ترموپلاستیک مهندسی را تولید نماید. در مقاله بعد، به این بخش از تاریخچه مواد پلیمری خواهیم پرداخت.

منبع

www.ptonline.com

ترجمه و ویرایش

مریم مهاجر

کلمات کلیدی

مرجع پلیمر در بازار ایران

سلفون؛ نیترات سلولز؛ صنعت پلیمر؛ سلولز؛ مواد غذایی؛ ماسک ضدگاز؛ پانسمان شفاف؛ جاکوس براندنبرگر؛ ویسکوز؛ رایون؛ زانتات سلولز؛ لفاف‌پیچی؛ ژلاتین؛ فویل قلع؛ عطرسازی؛ بهداشتی؛ پانسمان؛ شیمی؛ محصولات طبیعی؛ صنعت نساجی

Key words

Cellophane; cellulose nitrate; polymer industry; cellulose; food products; gas masks; transparent bandage; Jacques Brandenberger; viscose; rayon; cellulose xanthate; wrapping; gelatin; lead foil; perfumery; hygiene; bandage; chemistry; natural products; textile industry