

تأثیر فناوری نانو بر آینده صنعت چوب

نویسنده: Tommy Iversen

مترجم: مریم سلطانی



خلاصه مدیریتی

شناخت و استفاده موفقیت آمیز از فناوری نانو در صنعت چوب، تولید محصولات جدید و با ارزش افزوده بسیار بالا را ممکن می‌سازد. کمیسیون اروپا به منظور ترسیم نقشه راه (RoadMap) تحقیق و توسعه و تشخیص پیشرفت‌های جدید در حوزه فناوری نانو و شناسایی زمینه‌های مرتبط و مناسب برای کاربردهای عملی این فناوری در بخش تولیدات چوبی، مطالعه جامعی را انجام داده است.

در این مطالعه مشخص شد که فناوری نانو با ساخت موادی با عملکرد بسیار بالا می‌تواند ابزاری بسیار مهم برای پیشرفت زمینه‌های بسیاری از جمله موارد زیر باشد:

- تغییر محصولات چوبی از منبع محور به دانش محور؛
- پیشرفت‌های غیرمنتظره واقعی در عملکرد مواد زیستی ساخته شده از منابع چوبی؛
- تغییر رویکرد از محصولات چوبی حجیم به مواد جدید بیوکامپوزیتی مناسب؛
- یکپارچه نمودن SEM ها، به عنوان مثال، اجتماع تولید کنندگان محصولات با عملکرد بالا، با فعالان صنعت چوب و کاغذ.

- ساختارهای مهم شامل سیستم متخلخل دیواره فیبر؛
 - سازمان‌دهی و توزیع اجزای دیواره فیبر؛
 - اصلاح آنزیمی اجزای فیبر؛
 - اصلاحات فیزیکی و شیمیایی اجزای بافت شامل افزودن و اصلاح سیستم متخلخل دیواره فیبر؛
 - تحقیق و توسعه اکتشافی با هدف بهره‌برداری صنعتی از نانوالیاف سلولزی؛
 - اصلاح شیمیایی الیاف سلولزی؛
 - فرآیندهای تجمع و توزیع؛
 - اندازه‌گیری خواص مقاومتی و شبکه‌ای الیاف در کاغذ و خمیرسازی؛
 - کاربرد الیاف سلولزی و خاک رس لایه‌بندی شده در نانو کامپوزیت‌ها به منظور ایجاد حفاظ‌های آب، نفت و گاز؛
 - تحقیق و توسعه اکتشافی برای اصلاح سطوح در الیاف چوبی و سلولزی؛
 - روش‌های چند لایه ای پلی الکترولیتی؛
 - خودآرایی پلی ساکاریدها و مشتقات پلی ساکاریدی؛
 - پیوندهای سطحی پلیمرها؛
 - بلوکه کردن پلیمرها با هدف اصلاح سطوح.
- بنابر فرصت‌ها و چالش‌هایی که فناوری نانو پیش روی ما قرار داده است، ایجاد یک شبکه هدفمند در صنعت محصولات چوبی، متشکل از دانشمندان و سایر اعضای این صنعت بسیار به جا به نظر می‌رسد.
- پیدایش فناوری‌های جدید در زمینه توصیف ویژگی‌های منحصربه‌فرد ساختمان الیاف در مقیاس نانو، فرصت‌های بسیاری برای ما ایجاد نموده است. در هر حال، تجهیزات علمی مورد نیاز برای دستیابی به نتایج مطلوب، بسیار گران بوده و کار با آنها نیاز به افرادی با تخصص بالا دارد و این‌گونه موارد محدودیت‌هایی را در مسیر دستیابی به اهداف تعیین شده به وجود می‌آورد.

سازمان‌دهی نقشه راه

نقشه راه بر اساس طبقه‌بندی مهم‌ترین تحقیقات و توسعه‌های مورد نیاز برای رسیدن به چشم‌اندازها ترسیم شده است. عمده‌ترین موضوعات این مسیر عبارتند از:

- ابزارهای تحلیلی؛
- چوب و تولیدات چوبی؛
- کاغذسازی و بسته‌بندی؛
- مواد جدید و کامپوزیت‌ها؛
- آموزش و تعلیم؛
- محیط زیست، ایمنی و بهداشت.

فرایند در نظر گرفته شده برای دستیابی به این اهداف، شامل تعیین مسیر تحقیقات جدید و ابداعات فناوری نانو و فناوری‌های صنعتی، از طریق مطالعه انتشارات، حضور در کارگاه‌ها و کنفرانس‌های فناوری نانو و بازدید از مراکز فعال در این زمینه است. برای فراهم آوردن توان اولیه مورد نیاز برای نقشه راه، کارگاهی با حضور بخش‌های مختلف صنعت، دولت و دانشگاه ایجاد و در آن راجع به حوزه‌ها و موضوعات اساسی فناوری نانو بحث شد.

پیشنهادها

پیشنهادهای ارائه شده، روی تحقیق و توسعه فناوری نانو در زمینه‌های تولیدات چوبی، خمیر (Pulp)، کاغذ، تخته و کاربردهای جدید رشته‌های سلولزی تمرکز دارند.

دیدگاه‌های موجود در این زمینه شامل بهبود کارایی تولیدات غیر متعارف، پالایش هرچه بیشتر محصولات برای عملکرد بهتر و به دست آوردن صفحات رشته‌ای جدید و دستیابی به مواد و بسته‌بندی‌های جدید است.

با تمرکز بر کاربردهای کوتاه مدت فناوری نانو در زمینه تولیدات چوبی، پیشنهادهای زیر جهت تحقیق و توسعه ارائه شد:

- تحقیقات اکتشافی در نانو ساختارهای چوب و خمیر؛

چوب و محصولات چوبی موقعیت کنونی

صنعت تولیدات چوبی اروپا در حال حاضر با داشتن ۶/۱ میلیون نفر نیروی کار، بازاری برابر ۱۵۰ میلیارد یورو دارد. این صنعت در مقایسه با صنایع دیگر مانند فولاد، سیمان، کاغذ و خمیر سازی زیرمجموعه‌ای از بخش‌ها و مشاغل کوچک‌تر را در بر می‌گیرد. چوب یک ماده طبیعی با کاربردهای بسیار گسترده و قابل انطباق برای مصارف داخلی و خارجی (ساختمانی) است و این صنعت را می‌توان بر حسب نوع محصولات به صورت زیر طبقه‌بندی کرد:

- وسایل منزل (۵۵ درصد)؛
- اجزای ساختمانی (۱۵ درصد)؛
- Sawing, planning و im pregnation (۱۲ درصد)؛
- صفحات چوبی (۹ درصد)؛
- بسته‌بندی (۳ درصد).

معمولاً مقاومت چوب‌های

اروپایی کمتر از انواع غیر اروپایی است، لذا این چوب‌ها به افزایش مقاومت نیاز دارند. برای این منظور اغلب اصلاحات ظاهری از قبیل روکش‌دهی با مواد شیمیایی انجام می‌گیرد، اما برخی از روش‌های اصلاحی متعارف، با محیط زیست سازگار نیستند و حتی اثرات سمی دارند. به همین دلیل نیاز مبرم به کشف روش‌های جدید و زیست

سازگار برای اصلاح و بهبود ویژگی‌های عملکردی چوب، احساس می‌شود.

چوب‌هایی که با استفاده از فناوری نانو تولید می‌شوند بسیار مستحکم‌تر و سخت‌تر از محصولات روش‌های سنتی خواهند بود. اگر چه ممکن است کامپوزیت‌های چوبی، دارای برخی محدودیت‌های عملکردی باشند اما اصلاح آنها آسان است. از جمله ویژگی‌هایی که با استفاده از فناوری نانو افزایش می‌یابد پایداری در برابر رطوبت، اشعه فرابنفش، فساد میکروبی و انواع ویژگی‌های ظاهری از قبیل سختی و مقاومت در برابر آتش است.

سطوح چوب جامد و کامپوزیت‌های چوبی همواره در

معرض فرسایش به وسیله نور (مانند اشعه فرابنفش) و رطوبت است و در برابر این دو عامل بسیار آسیب‌پذیر است. بنابراین حفاظت از مواد چوبی، با استفاده از روکش‌های غیر شفاف و یا نیمه شفاف ابداع گردید؛

اما این روش موجب حذف زیبایی‌های ظاهری چوب می‌شود، در صورتی که مصرف کنندگان مایلند توأمأ از دوام بالا و زیبایی ظاهری برخوردار باشند. یک راه حل این مشکل می‌تواند استفاده از روش اصلاح ظاهری شفاف باشد.

عملکرد در برابر آتش نیز یکی از عوامل کاهش کاربرد محصولات چوبی

از جمله ویژگی‌هایی که با فناوری نانو افزایش می‌یابد، پایداری در برابر رطوبت، اشعه فرابنفش، فساد میکروبی و انواع ویژگی‌های ظاهری از قبیل سختی و مقاومت در برابر آتش است.



- امکان‌های جدید به منظور غلبه بر ویژگی‌هایی از چوب که موجب نامرغوبی آن می‌شود مانند:
 - نفوذپذیری در برابر رطوبت؛
 - پوسیدگی میکروبی؛
 - پوسیدگی در اثر حرارت؛
- انواع جدیدی از چسب‌ها و روکش‌های سطحی با مقاومت افزایش یافته برای:
 - شرایط متفاوت رطوبتی؛
 - شرایط متفاوت آب و هوایی؛
 - قرارگیری در معرض اشعه فرابنفش؛
- ترکیب محصولات چوبی با دیگر مواد مورد کاربرد در فناوری‌های جدید؛
- بهبود عملکرد چوب در برابر آتش به منظور حفظ خواص عملکردی ذاتی چوب، اثرات اکوسیستمی و نیز تقویت منابع مواد خام تجدید پذیر؛
- آزادسازی تدریجی ترکیبات ضد میکروبی.

فرصت‌های فناوری نانو

محافظت در برابر اشعه فرا بنفش

سطح چوب جامد در برابر عوامل مخربی مانند تابش (اشعه فرا بنفش و نور مرئی) بسیار آسیب پذیر است و عموماً نیاز به حفاظت در برابر این قبیل عوامل دارد. اصلاح سطح چوب با استفاده از نانومواد می‌تواند پیشرفتی غیرمنتظره و بسیار با اهمیت در راستای افزایش دوام و عملکرد، به همراه حفظ ظاهر زیبای چوب، بدون استفاده از روکش باشد. رنگدانه‌های معدنی مانند دی اکسید تیتانیوم (TiO_2) و اکسید روی (ZnO) را معمولاً به منظور افزایش دوام شیمیایی و مکانیکی و نیز بهبود شکل ظاهری به مواد با ساختار پلیمری اضافه می‌کنند. با اضافه کردن تنها ۵ درصد از نانوذرات دی اکسید تیتانیوم به چوب، آن را در برابر تابش فرابنفش محافظت نموده و از سرایت پوسیدگی به لایه‌های مختلف چوب جلوگیری می‌شود و علاوه بر آن ظاهر چوب را نیز زیباتر می‌کند.

است. دستیابی به عملکرد پیشرفته‌تر محصولات چوبی در برابر آتش نیز کار مشکلی نیست. بسیاری از بازدارنده‌های آتش که هم‌اکنون مورد استفاده قرار می‌گیرند، در کاهش پارامترهای مختلف عکس‌العمل چوب در برابر آتش از جمله قابلیت اشتعال، پخش حرارت و گسترش شعله مؤثرند. عملکرد چوب در برابر آتش می‌تواند تا حد عملکرد پشم‌های معدنی و صفحات فولادی افزایش یابد.

هر چند بسیاری از این اصلاحات ممکن است روی سایر ویژگی‌های چوب نیز تأثیر گذار باشند، به هر حال دوام بالای چوب در برابر آتش می‌تواند با استفاده از روش‌های متداول حفاظت از چوب در برابر پوسیدگی‌های زیستی به دست آید.

ایجاد رفتار بازدارندگی در برابر آتش در چوب (FRT)، اغلب موجب افزایش نفوذ پذیری در برابر رطوبت، تغییر رنگ و یا فساد تدریجی چوب می‌شود. همچنین این گونه اصلاحات می‌تواند موجب کاهش دوام چوب، به ویژه در کاربردهای بیرونی، کاهش استحکام مکانیکی و مقاوم شدن در برابر چسب و رنگ شود، در صورتی که عمده‌ترین کاربرد چوب‌های اصلاح شده با خاصیت بازدارندگی آتش، در مصارف بیرونی است.

زمانی که چوب اصلاح شده در معرض رطوبت زیاد قرار گیرد، ممکن است مواد شیمیایی بازدارنده آتش به سطح چوب منتقل و در نهایت شسته شده و به کلی از چوب خارج شوند. حتی با میزان اندکی رطوبت، در حد رطوبت داخلی، عملکرد حفاظتی چوب در برابر آتش ممکن است روه زوال بگذارد، زیرا مواد شیمیایی بازدارنده آتش از قسمت‌های فوقانی چوب به سمت قسمت‌های عمیق با غلظت کمتر حرکت کرده، قابلیت اشتعال محصولات افزایش می‌یابد.

چالش‌ها

- بهبود ویژگی‌های عملکردی چوب و همزمان با آن، حفظ جنبه‌های زیبایی ظاهری محصولات چوبی جامد؛

ممانعت از تکثیر میکروپها

چوب و کامپوزیت های چوبی، به ویژه در مصارف بیرونی، اغلب در معرض تهاجمات باکتریایی مانند لکه های آبی، کپک ها و قارچ های نابود کننده چوب قرار دارند. جلوگیری از تماس باکتری ها با سطح چوب می تواند روش مناسبی برای به حداقل رساندن تکثیر کلونی های میکروبی و یا تشکیل کپک در چوب باشد.

اصلاح سطح چوب با استفاده از نانوذرات سیلیکا، تکثیر باکتری ها و کلونی های قارچ ها را به طور چشمگیری کاهش می دهد. ذرات کروی سیلیکا، با قطر در حدود ۱۰ نانومتر، از طریق یک لایه اتصال پلی کاتیونی و با استفاده از یک فرایند غرق آبی ساده به سطوح شیشه ای متصل می شوند. از این روش می توان برای ساخت روکش های نانو کامپوزیتی پلیمری با خاصیت خودپالایی و حذف آلاینده های میکروبی استفاده نمود. گرچه این روش هنوز در چوب جامد استفاده نشده است، اما تحقیقات در زمینه بررسی روش های پیش نیاز برای استفاده رایج از نانوذرات و یا آرایش آنها درون دیواره های سلولی چوب، ادامه دارد.

آزادسازی تدریجی ترکیبات با اهمیت

نانوذرات توان آزادسازی مداوم آفت کش ها و قارچ کش ها در یک ساختار پلیمری را نیز دارند. این روش که در آن قارچ کش ها و آفت کش ها را به صورت کپسول هایی درون روکش قرار می دهند، به منظور آزادسازی زمان بندی شده ابداع شده است. ساختارهای میکرو حفره ای ساخته شده از نانوذرات دی اکسید تیتانیوم نقش بسیار کلیدی در سازوکار های آزادسازی مرحله ای به عهده دارند. پوشش های دارای این ذرات در برابر نفوذ و تکثیر جلبک ها نفوذناپذیرند.

نگهداری چوب

استفاده از Timber که یک پارچه تلقیح شده با مس، کروم و آرسنیک است برای مصارف مسکونی ممنوع شده است و صنعت تولید کننده آن برای یافتن جایگزینی برای آن تلاش می کند. نشانه های بسیاری مبنی بر توانایی فناوری نانو در تولید محصولات مؤثرتر، بادوام تر و با خواص ضد میکروبی به ویژه برای مصارف خارجی (Out door) وجود دارد. با استفاده از روش های اشباع مناسب، نانوذرات قادرند به درون ساختار چوب نفوذ کنند و این در حالی است که تأثیر وجود نانوذراتی مانند دی اکسید تیتانیوم، اکسید روی و یا اکسید مس در نگهدارنده های چوب، در افزایش دوام چوب اثبات شده است.

عملکرد در برابر آتش

از نانو کامپوزیت های مقاوم به آتش به طور عمده در تولید پلاستیک ها، استفاده شده است. همچنین از مقاومت نانو کامپوزیت ها در مقابل آتش می توان در تولید محصولات چوبی بهره برد. اما تاکنون نتایج کمی در این زمینه به دست آمده است.

مؤثرترین بازدارنده های آتش نانو کامپوزیتی، ساختاری است شامل تنها یک مونومر و یا پلیمرهای منبسط شده که میان لایه های سیلیکا قرار داده شده است. چنانچه بتوان پلاستیک ها و خاک رس را طی یک فرایند مناسب به خوبی با هم مخلوط کرد، یک چنین ساختاری به آسانی ایجاد می شود. اما این روش تاکنون در تولید محصولات چوبی جامد به کار نرفته است.

با این وجود اطلاعات موجود در مورد محصولات چوبی نشان می دهد، کاهش اندازه ذرات، مقاومت به آتش را تا چند برابر افزایش می دهد.

افزایش مقاومت چوب در برابر آتش، باعث کاهش استمکام مکانیکی و مقاومت شدن آن در برابر پذیرش رنگ می شود.

اکثر مصرف‌کنندگان، به استفاده از مواد کاملاً طبیعی علاقه‌مند هستند و هیچ حمایتی از پیشرفت محصولات با استفاده از مواد غیرطبیعی نمی‌کنند.

با استفاده از تکنیک‌های نانومتری، که علاوه بر افزایش عملکرد چوب در برابر آتش افزایش دوام چوب را نیز در پی داشته باشند؛

- توسعه ابزارآلات ارزیابی تأثیرات اکوسیستمی روش‌های پیشنهاد شده برای اصلاح چوب. موارد میان مدت (تا سال ۲۰۱۰)
 - توسعه اکسیدهای فلزی با ویژگی‌های بهبود یافته و با تمرکز بر افزایش مقاومت چوب در برابر عوامل میکروبی و اشعه فرابنفش؛
 - انتخاب اکسیدهای فلزی سازگار با محیط زیست؛
 - معرفی اکسیدهای فلزی مورد استفاده در دیواره‌های سلولی چوب برای افزایش دوام چوب؛
 - اثبات تجربی مناسب بودن روش‌های اصلاحی چوب در یک مقیاس بزرگ‌تر؛
 - مطالعات عمیق‌تر در مورد تأثیرات روش‌های اصلاحی پیشنهاد شده روی ویژگی‌های کارکردی بنیادی چوب. موارد بلند مدت (تا سال ۲۰۲۰)
 - اثبات کارایی روش‌ها در مقیاس واقعی یا در یک واحد پایلوت؛
 - به کارگیری چوب اصلاح شده نانومقیاس برای کاربردهای ساختمان‌سازی و یاد دیگر کاربردها، از جمله کشتی‌سازی و خودرو سازی؛
-ادامه دارد

منبع: www.nanoforum.org

با به کارگیری فناوری نانومی‌توان ویژگی‌های بسیار شگفت‌انگیزی را در محصولات به وجود آورد. به عنوان مثال نانوذرات قادرند به درون غشای سلولی نفوذ کرده، ساختاری بسیار مستحکم با احتراق‌پذیری کم ایجاد نمایند و به‌طور همزمان خصوصیات میکرو حفره‌ای چوب را نیز حفظ کنند. همچنین می‌توان چوب را به عنوان ماتریسی برای تولید مواد سرمایی متخلخل جدید با عملکرد بسیار بالا در برابر آتش، به کار برد.

موانع به کارگیری فناوری نانو در تولید محصولات

چوبی

صنعت چوب عمدتاً شامل صنایع کوچک و یا متوسط دیگری است که اغلب توانایی سرمایه‌گذاری تحقیقاتی برای توسعه فناوری‌ها و افزایش کیفیت محصولات را ندارند. این صنعت هنوز به درک مناسبی از مفهوم ارزش افزوده در ابعاد وسیع نرسیده است. در حال حاضر بیشترین بازده صنعت چوب، با استفاده از مواد توده‌ای حاصل می‌شود. بیشترین تولیدکنندگان محصولات چوبی هنوز از انتظارات و نیازهای مصرف‌کنندگان آگاه نیستند. به عبارت دیگر، اکثر مصرف‌کنندگان به استفاده از مواد کاملاً طبیعی علاقه‌مند هستند و هیچ حمایتی از پیشرفت محصولات با استفاده از مواد غیرطبیعی نمی‌کنند.

تحقیقات مقدماتی مورد نیاز برای تولیدات چوبی

موارد کوتاه مدت (۳ سال)

- توسعه علوم پایه از طریق افزایش کیفیت تحقیقات؛
- شناخت شرایط فیزیکی و شیمیایی به منظور نفوذ و تثبیت نانو مواد در چوب جامد و ورقه‌های چوبی؛
- توسعه روش‌های آماده‌سازی کامپوزیت‌های غیر آلی چوبی با استفاده از فرآیندهای سل ژل؛
- بررسی امکان جایگزینی روش‌های غیر متعارف بارورسازی چوب، با روش‌های مبتنی بر نانو مواد به منظور افزایش دوام چوب جامد؛
- جستجو برای روش‌های افزایش مقاومت چوب به آتش