Archive of SID

تأثیر نوع گونه و توالی پرداخت بر مقاومت چسبندگی و ناحیه اینترفاز پوشش پلی اورتان و روکش طبیعی چوب

حمیدرضا عدالت[۱*]
رضا افشاری[۲]
ابوالقاسم خزاعیان[۳]
داود رسولی[۱]

[۱] استادیار گروه تکنولوژی و مهندسی چوب، دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران

[۲] دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته فرآورده‌های چندسازه چوب، گروه تکنولوژی و مهندسی چوب، دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران

[۳] دانشیار گروه تکنولوژی و مهندسی چوب، دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران

مسئول مکاتبات:
edalat.hr@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۰۶

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر توالی پرداخت و ضخامت پوشش بر مقاومت چسبندگی آن در دو گونه راش و ملج بود. برای این منظور روکش‌های راش و ملج با ضخامت ۰/۶ میلی‌متر با استفاده از چسب اوره فرم آلدئید و پرس گرم بر روی تخته فیبر دانسیته متوسط با ضخامت ۱۶ میلی‌متر روکش‌کاری شدند. سطح پانل‌های روکش شده به‌وسیله کاغذهای سنباده با دو نوع توالی پرداخت نرم (۱۸۰–۲۸۰) و زبر (۱۵۰–۱۸۰) پرداخت شدند. پیش از اعمال پوشش، پرداخت نهایی با سنباده درجه ۴۰۰ انجام گردید. سپس با استفاده از پوشش پلی اورتان سطح محصولات به‌صورت تک لایه و دولایه پوشش داده شد. سپس آزمون چسبندگی پوشش طبق استاندارد ASTM D4541 بر روی نمونه‌ها انجام گردید. به‌منظور بررسی دقیق‌تر ناحیه اینترفاز پوشش–روکش، تصاویری به کمک میکروسکوپ فلوئورسنت جهت آنالیز و محاسبه نفوذ مؤثر پوشش پلی اورتان به دورن بافت چوب تهیه شدند. نتایج نشان دادند که دو گونه پاسخ‌های متفاوتی نسبت به توالی‌های پرداخت نشان می‌دهند و افزایش ضخامت پوشش نیز در اغلب موارد مقاومت چسبندگی را بهبود می‌دهد. روکش راش به‌عنوان یک‌گونه پراکنده آوند نسبت به ملج با ساختار بخش روزنه‌ای، تراکم بیشتر و بافت ریزتری داشت و به همین دلیل در اثر اعمال توالی پرداخت زبر مقاومت چسبندگی پوشش آن ۱۳/۸ درصد کاهش یافت و به ۲/۵۹ مگا پاسکال رسید ولی توالی مذکور در روکش ملج نتیجه عکس داشت و موجب بهبود چسبندگی به میزان ۲۵/۷ درصد و رسیدن آن به مقدار ۳/۲۳ مگا پاسکال گردید. بررسی تصاویر میکروسکوپی و پارامتر نفوذ مؤثر نیز بیانگر این نکته بود که دستیابی به ضخامت یکنواخت پوشش و کاهش نفوذ مؤثر آن برای گونه ملج در توالی پرداخت زبر و برای راش در توالی نرم ممکن می‌گردد.

واژگان کلیدی: مقاومت چسبندگی، ناحیه اینترفاز، پوشش پلی اورتان، روکش طبیعی، توالی پرداخت.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

روکش طبیعی[1] یکی از فرآورده‌های دکوراتیو و مهم صنایع چوب محسوب شده که امکان استفاده از گونه‌های ارزشمند را به‌طور بهینه و در سطح وسیع‌تر فراهم ساخته است. با پوشاندن سطوح فرآورده‌های صفحه‌ای چوب مانند تخته خرده چوب و تخته فیبر دانسیته متوسط[2] به‌وسیله روکش طبیعی چوب، می‌توان ظاهری مشابه با چوب ماسیو[3] را برای مصنوعات فراهم آورد. البته در اغلب موارد نیاز است که لبه‌های پانل روکش شده نیز پوشانده شوند و این کار معمولاً با لایه‌هایی از جنس چوب طبیعی انجام می‌گیرد که همخوانی و سازگاری مطلوبی با سطح پانل داشته باشد. همچنین استفاده از چوب ماسیو در قطعات عریض با مشکلاتی همچون اعوجاج، ایجاد ترک، عدم ثبات ابعادی، آسیب در اثر حمله حشرات و ... مواجه خواهد بود که درروش جایگزین به‌طور مؤثری برطرف می‌گردند. با روش یادشده نه‌تنها می‌توان بدون استفاده از چوب ماسیو، ساخت مصنوعات را باقیمتی بسیار پایین‌تر به انجام رساند بلکه با قطع کمتر درختان ارزشمند و از طرفی تولید فرآورده‌های صفحه‌ای از چوب جنگل‌های دست کاشت و تند رشد، می‌توان به حفظ گونه‌های ارزشمند و محیط‌زیست کمک نمود. حتی با ابداع روکش‌های مهندسی‌شده[4] با استفاده از گونه‌های سریع الرشد و ارزان مانند صنوبر و آیوس[5] نقوشی بسیار زیبا و شبیه به چوب درختان ارزشمند قابل‌دسترسی است که با این تحول میزان تقاضا برای قطع گونه‌های ارزشمند کاهش‌یافته است.

با انتخاب پوشش مناسب نه‌تنها می‌توان دوام و پایداری مصنوعات چوبی مانند مبلمان را بهبود بخشید بلکه می‌توان جلوه ظاهری زیبایی به محصول بخشید [۱]. حفاظت از سازه مبلمان با استفاده از افزایش دوام و مقاومت پوشش امکان‌پذیر است که با توجه به ارزش مبلمان به لحاظ اقتصادی از اهمیت زیادی برخوردار است. امروزه فرآیند رنگ‌کاری در اغلب واحدهای تولیدی کشور از پشتوانه علمی کافی برخوردار نیست [۲، ۳] لذا انجام تحقیقات در این زمینه با توجه به افزایش قیمت مواد اولیه سلولزی مانند چوب و روکش و مواد شیمیایی مانند رنگ امری ضروری به نظر می‌رسد. استفاده از پوشش‌های شفاف در مصنوعات چوبی به‌عنوان لایه‌ای محافظ نسبت به روش‌های اشباع چوب به لحاظ سهولت اجرا و هزینه ارجحیت دارد [۳]. فرآورده باروکش طبیعی چوب معمولاً به شکل خام و بدون پوشش مورداستفاده قرار نمی‌گیرد. برای این منظور از انواع روغن جلا[6] پوشش‌های پلی‌استری، پلی اورتانی و ... استفاده می‌گردد. پوشش‌های پلی اورتان دوجزئی علاوه بر قابلیت استفاده از درصد مواد جامد نسبتاً بالا در فرمولاسیون تولید، از ویژگی‌های متعدد دیگری نیز برخوردار هستند مانند مدت‌زمان نگهداری بالا، مقاومت در برابر لکه‌دار شدن، مقاومت شیمیایی و مقاومت بسیار خوب در برابر شرایط جوّی، زرد شدن کم به دلیل حضور ایزوسیانات آلیفاتیک، مقاومت به خراشیدگی بالا، انعطاف‌پذیری بالا و مقاومت در برابر ضربه [۴].

در فرآیند پوشش دهی سطح چوب، ناحیه اینترفاز و فصل مشترک، شیمی سطح چوب و ماده پوشش‌دهنده، ویژگی‌های سطحی چوب، نوع گونه چوبی به همراه بافت و آناتومی آن تأثیر بسزایی بر مقاومت چسبندگی و عملکرد پوشش‌دارند. [۵]. به‌منظور آماده‌سازی سطح چوب برای پذیرش بهتر پوشش، عملیات پرداخت انجام‌شده و این مرحله بر میزان چسبندگی پوشش به سطح چوب مؤثر است [۶، ۷]. برخی محققان معتقدند که آماده‌سازی یا پرداخت سطح چوب پهن برگان بر روی نفوذ پوشش اثرگذار بوده و سنباده‌زنی تعداد سلول‌های باز و فضاهای مویینه که پوشش می‌تواند درون آن‌ها جریان یابد را کاهش می‌دهد [۸]. در مرحله پرداخت از یک یا چند سنباده با درجه زبری متفاوت استفاده می‌شود. به‌منظور اجرای اصولی فرآیند پرداخت و برای دستیابی به سطحی هموار و صیقلی از توالی سنباده‌زنی استفاده‌شده که این توالی از درجه زبرتر تا درجه نرم انجام می‌شود. انتخاب میزان زبری باید طبق وضعیت ناهمواری و بافت روکش صورت گیرد که در اکثر واحدهای تولیدی روندی ثابت برای انواع روکش‌ها به کار گرفته می‌شود. بدیهی است

[1] Veneer
[2] Medium Density Fiberboard (MDF)
[3] Massive
[4] Engineered veneer
[5] Ayous
[6] Varnish

www.SID.ir

Archive of SID

پرداخت صحیح سطح روکش، بستری مناسب را برای چسبندگی کارآمد بافت چوب و پوشش فراهم می‌آورد. به‌منظور ارزیابی کیفیت چسبندگی پوشش‌ها با بستر، از آزمون‌هایی مانند مقاومت چسبندگی کششی پوشش[1] (آزمون دالی[2]) و آزمون تعیین میزان افت چسبندگی در اثر برش متقاطع پوشش[3] استفاده می‌گردد. تحقیقات نشان داده که در بین چوب گونه‌های کاج، اسپروس، راش و شاه بلوط، به دلیل تأثیر ناهمواری سطح، بیشترین مقاومت چسبندگی پوشش در گونه راش که هموارترین سطح را نسبت به سه گونه دیگر دارد، به دست می‌آید [۹]. Vitosyte و همکاران (۲۰۱۲) بامطالعه تأثیر درجه سنباده بر ویژگی ناهمواری سطح و مقاومت چسبندگی پوشش اکریلیک-پلی اورتان در دو نوع چوب زیان گنجشک و توس به این نتیجه رسیدند که با کاهش درجه زبری سنباده یا به عبارتی افزایش ناهمواری سطح مقاومت چسبندگی پوشش در چوب زبان‌گنجشک افزایش می‌یابد و میزان شکست خود چسبندگی در چوب افزایش می‌یابد. دلیل این یافته را گسترش سطح ویژه و افزایش میزان درگیری‌های مکانیکی پوشش نفوذ یافته دانستند. ولی در مورد چوب توس به‌عنوان یک‌گونه پراکنده آوند همبستگی مشخصی بین فاکتور ناهمواری و مقاومت چسبندگی دیده نشد [۵]. مطالعه بر روی مقاومت چسبندگی سیلر-کیلر و سیلر-کیلر-نیم پلی‌استر بر روی چوب گردو، راش و چنار آماده‌سازی شده با دو نوع توالی پرداخت (۳۶۰ و ۱۸۰) نشان داده است که افزایش زبری سطح چوب در اثر پرداخت با سنباده ۱۸۰، به دلیل نفوذ بهتر پوشش و افزایش سطح تماس و تر شوندگی، موجب بهبود مقاومت چسبندگی پوشش می‌شود [۲]. Ugulino و Hernández (۲۰۱۸) پس از مطالعه تأثیر پارامترهای سنباده‌زنی بر عملکرد پوشش بر روی چوب بلوط به این نتیجه رسیدند که با افزایش درجه سنباده، ناهمواری سطح چوب کاهش‌یافته و بالاترین مقاومت چسبندگی پوشش با چوب بلوط در درجه زبری ۱۰۰ به دست می‌آید. همچنین به‌منظور دستیابی به کیفیت سطح بالاتر و بهره‌وری بیشتر، پرداخت ترکیبی شامل توالی دومرحله‌ای سنباده‌زنی با درجات ۱۰۰ و ۱۵۰ را برای چوب بلوط ارائه دادند [۱۰].

میزان نفوذ پوشش در بستر چوب می‌تواند عاملی اثرگذار بر مقاومت چسبندگی باشد و مطالعات محققان بیانگر آن است که گسترش نفوذ پوشش در بستر چوب می‌تواند موجب بهبود مقاومت چسبندگی گردد [۱۱]. مطالعه مقاومت چسبندگی پوشش‌های شفاف ازجمله کیلر و نیم پلی‌استر بر روی چوب‌های مختلف نشان داده است که به دلیل ساختار متخلخل در چوب ملج، نفوذ وسیع‌تر پوشش و ایجاد درگیری فیزیکی، مقاومت چسبندگی در گونه ملج نسبت به راش بالاتر می‌باشد. [۱۲، ۳].

یکی از پارامترهای مؤثر در هزینه فرآیند رنگ‌کاری و همچنین کیفیت نهایی فرآورده، ضخامت لایه پوشش می‌باشد. تحقیقات نشان داده است که یکنواختی نفوذ پوشش در بافت چوب منجر به افزایش مقاومت چسبندگی آن می‌گردد [۱۳]. به‌منظور دستیابی به محصولی با سطحی یکنواخت معمولاً پوشش نهایی با ضخامت بیشتری اعمال می‌شود. وجود ساختار متخلخل و یا ناهمواری در سطح روکش می‌تواند نفوذ پوشش به بافت چوب را افزایش دهد و در نتیجه مصرف رنگ بیشتر از حد معمول گردد. اگرچه نفوذ بیش از اندازه رنگ به درون بافت چوب به‌طور مستقیم در چسبندگی شرکت نمی‌کند ولی ممکن است اختلاف در تغییرات ابعادی بین چوب و پوشش تنش مابین آن‌ها را کاهش دهد [۸]. به نظر می‌رسد مطالعه توالی پرداخت و نوع روکش می‌تواند در تعیین شرایط بهینه برای دستیابی به حداکثر کارایی پوشش و به حداقل رساندن هزینه این فرآیند مفید واقع گردد. گونه‌های متنوعی برای تولید روکش مورداستفاده قرار می‌گیرند و در کشور روکش راش[4] و روکش ملج[5] دو گونه پرکاربرد در صنعت مبلمان و دکوراسیون به‌حساب می‌آیند. هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر دو نوع پرداخت ترکیبی با درجه زبری نهایی یکسان (توالی پرداخت زبر و نرم در مراحل آغازین و میانی) بر مقاومت چسبندگی پوشش و همچنین عمق نفوذ آن در روکش طبیعی دو گونه راش و ملج بود که در دو ضخامت پوشش مختلف موردمطالعه قرار گرفت.

[1] Pull off test
[2] Dolly Test
[3] Cross cut test
[4] Beech
[5] Elm

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

مواد

روکش مورداستفاده با طول ۲۰۰۰، پهنای ۳۰۰ و ضخامت ۰/۶ میلی‌متر از دو گونه راش و ملج، ساخت کشور ترکیه و از بازار خاوران تهران تهیه شد. برای فرآیند روکش‌کاری، چسب اوره فرمالدهید، ساخت کارخانه چسب مشهد با مشخصات ذکرشده در جدول ۱ مورداستفاده قرار گرفت.

از پوشش پلی اورتان مات دوجزئی ساخت شرکت الوان با کد فنی ALCO 2716 با مشخصات فنی ارائه‌شده توسط کارخانه سازنده طبق جدول ۲ استفاده شد.

جدول۱- مشخصات رزین اوره فرمالدهید

ویژگی	مقدار
دانسیته ($kg.m^{-3}$)	۱۲۷۰
مواد جامد (%)	۶۴
ویسکوزیته (cps)	۳۴۰
ژل تایم (S)	۹۰

جدول۲- مشخصات پوشش پلی اورتان مات ALCO 2716

ویژگی	مقدار
دانسیته ($kg.m^{-3}$)	۹۷۰±۵۰
مواد جامد جزء A (%)	۴۹±۳
مواد جامد جزء A+B (%)	۴۶±۳
زمان خشک شدن سطحی (ساعت)	۲
زمان خشک شدن سطحی (ساعت)	۱۲
ضخامت فیلم خشک (میکرون)	۳۰
زمان سخت شدن کامل (روز)	۷

روش‌های اجرایی تحقیق

به‌منظور انجام این مطالعه لازم بود که در ابتدا روکش طبیعی بر روی پانل های تخته فیبر دانسیته متوسط[1] (MDF) با ضخامت ۱۶ میلی‌متر توسط چسب اوره فرم آلدئید و پرس گرم لمینه شوند. جهت ساخت نمونه‌ها، پانل مذکور به طول ۲۰۰ و عرض ۱۵۰ میلی‌متر و روکش‌ها نیز به طول ۲۲۰ و عرض ۱۷۰ میلی‌متر برش داده شدند.

به‌منظور بهبود چسبندگی، تنظیم ویسکوزیته چسب و ممانعت از نفوذ بیش‌ازحد رزین در بافت بستر و روکش، آرد گندم به‌عنوان فیلر اکستندر به میزان ۳۰ درصد وزن کل چسب مورداستفاده قرار گرفت. فیلر با استفاده از یک همزن مکانیکی IKA با سرعت تدریجی ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ دور در دقیقه با چسب مخلوط گردید. سپس محلول کلرید آمونیوم ۲۰ درصد به مقدار ۲ درصد وزن خشک چسب به آن اضافه شد. طبق معیار انتخاب‌شده برای مصرف چسب (۱۵۰ گرم بر مترمربع) مقدار چسب موردنیاز برای هر نمونه MDF برابر با ۴/۵ گرم محاسبه شد. به‌منظور اعمال چسب بر روی سطح MDF به‌طور یکنواخت، از کاردک دندانه‌دار استفاده شد. زمان مونتاژ باز و بسته هرکدام ۲ دقیقه در نظر گرفته شد.

برای روکش‌کاری از پرس گرم OTT با قطر پیستون ۲۶ سانتی‌متر و ابعاد صفحات ۵۰×۵۰ سانتی‌متر استفاده

[1] Medium Density Fiberboard (MDF)

www.SID.ir

Archive of SID

گردید. به‌منظور حفظ کیفیت روکش‌کاری از صفحه استیل باضخامت ۲ میلی‌متر در سمت دارای روکش استفاده شد. فشار ویژه ۱/۵ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع، سرعت بسته شدن صفحات پرس ۴/۵ میلی‌متر بر ثانیه و دمای پرس ۹۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. زمان پرس ۴ دقیقه به طول انجامید و تخته‌های روکش شده پس از خروج از پرس روی لبه و با حفظ فاصله از یکدیگر قرار داده شدند تا خنک‌سازی آن‌ها به‌طور صحیح انجام شود. پس از خنک‌سازی تخته‌ها، کناره بری آن‌ها به‌اندازه ۱۰ میلی‌متر انجام گردید. به‌منظور پرداخت سطح از دو نوع توالی سه مرحله‌ای در راستای الیاف استفاده گردید. توالی‌های بکار برده شده در دو مرحله آغازین و میانی متفاوت در نظر گرفته شدند. توالی S شامل سنباده با درجه زبری ۱۸۰- ۲۸۰ و توالی R شامل سنباده با درجه زبری ۱۵۰- ۱۸۰ بودند و برای هر درجه زبری تعداد ۲۰ مرتبه رفت‌وبرگشت اعمال شد. به‌عنوان مرحله پایانی پرداخت از سنباده با درجه زبری ۴۰۰ به‌طور یکسان برای همه تیمارها استفاده گردید. سپس با استفاده از فشار باد گرد به‌جامانده از پرداخت سطح پاک گردید. پوشش پلی اورتان و هاردنر با نسبت ۸۰ به ۲۰ مخلوط شده و به‌منظور دستیابی به ویسکوزیته مناسب پاشش، با استفاده از ۲۰ درصد تینر مخصوص پلی اورتان بر مبنای وزن کل پوشش، رقیق گردید. میزان استفاده رنگ با اختلاط نهایی ۱۰۰ گرم بر مترمربع در نظر گرفته شد که با احتساب میزان افت پاشش در هوا، این مقدار ۱۳۰ گرم بر مترمربع محاسبه و استفاده گردید. پاشش رنگ با استفاده از پیستوله بادی با سوزن به شماره ۱/۶ و فشار ۴ بار در فاصله ۳۰ سانتیمتری و با زاویه ۴۵ درجه بر روی سطح نمونه‌ها اجرا شد. یکی از متغیرهای آزمایش ضخامت پوشش بود که برای این منظور پاشش رنگ به‌صورت یک‌لایه و دولایه صورت گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری ضخامت پوشش، از سه نمونه کنترل از جنس نمونه‌های اصلی ولی با پهنای ۲۵ میلی‌متر و طول ۲۰۰ میلی‌متر استفاده گردید. برای این منظور نقاطی در وسط پهنا و در پنج موقعیت در راستای طول مشخص گردید و ضخامت در نقاط یاد شده قبل و بعد از اعمال پوشش و خشک شدن آن با استفاده از میکرومتر با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. اختلاف ضخامت نمونه در دو حالت بیانگر ضخامت پوشش اعمال‌شده بود. لازم به ذکر است که به‌منظور یکسان‌سازی شرایط پاشش، نمونه‌های کنترل مابین نمونه‌های اصلی واقع شدند.

جدول۳-کد تیمارهای مورداستفاده در آزمایش

کد تیمار	متغیر			
	نوع گونه	توالی پرداخت	ضخامت پوشش	تکرار
*B-S1	راش	*S	۱ لایه	۳
B-S2	راش	S	۲ لایه	۳
B-R1	راش	*R	۱ لایه	۳
B-R2	راش	R	۲ لایه	۳
*E-S1	ملج	S	۱ لایه	۳
E-S2	ملج	S	۲ لایه	۳
E-R1	ملج	R	۱ لایه	۳
E-R2	ملج	R	۲ لایه	۳

* B: راش E: ملج S: توالی نرم R: توالی زبر

ارزیابی مقاومت چسبندگی پوشش با استفاده از آزمون Pull-off

برای اندازه‌گیری مقاومت چسبندگی پوشش‌ها، از هر تخته تعداد ۵ آزمونه با ابعاد ۴۰ × ۴۰ میلی‌متر تهیه شد. مهره دالی از جنس آلومینیوم با قطر اسمی ۲۰ میلی‌متر با استفاده از چسب اپوکسی دوجزئی با گرید 300 kg چسبانده شده و به‌منظور گیرایی کامل چسب، آزمونه‌ها ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. مقاومت چسبندگی نمونه‌ها با اعمال نیروی کششی طبق استاندارد ASTM D4541 ارزیابی گردید [۱۴].

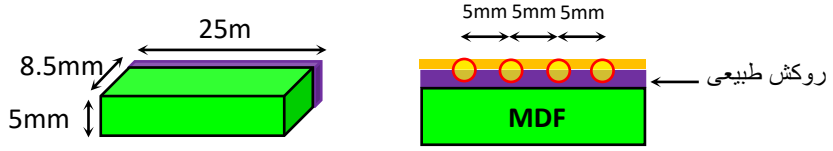
www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری نفوذ پوشش

به‌منظور تکمیل مطالعه و اندازه‌گیری عمق نفوذ پوشش، ناحیه اینترفاز پوشش- چوب موردبررسی میکروسکوپی قرار گرفت. لازمه این بررسی ایجاد تباین رنگی کافی مابین بافت چوب و پوشش می‌باشد که با اضافه نمودن پیگمنت فلوئور سنت به مخلوط پوشش فراهم گردید. نمونه‌های میکروسکوپی با طول ۵ میلی‌متر، عرض ۲۵ میلی‌متر و ضخامت ۸/۵ میلی‌متر از مقطع عرضی و در نیمه طولی پانل روکش شده به تعداد ۵ عدد تهیه شدند و سطح مقطع آن‌ها با رعایت توالی زبر تا نرم با استفاده از کاغذهای سنباده ۸۰۰، ۱۲۰۰ و ۲۰۰۰ صیقل داده شد. ناحیه اینترفاز به کمک میکروسکوپ فلوئور سنت Olympus در حالت بازتابش و مجموعه فیلترهای برانگیختگی با طول‌موج ۳۶۵ نانومتر و انتشار با طول‌موج ۳۹۷ نانومتر موردبررسی قرار گرفت. به‌منظور تهیه تصاویر میکروسکوپی از یک دوربین دیجیتال با بزرگنمایی نهایی ۴۰۰ برابر و رزولیشن ۱۳ مگا پیکسل استفاده گردید. تعداد تصاویر برای هر نمونه ۴ عدد در نظر گرفته شد که در فاصله ۵ میلی‌متری از یکدیگر تهیه شدند (شکل ۱). شاخص نفوذ مؤثر[1] (EP) برای هر تصویر توسط نرم‌افزار Image J به دست آورده شد. بدین ترتیب، برای هر نمونه ۴ تصویر و برای هر تخته ۲۰ تصویر آماده شد و مقادیر میانگین شاخص برای هر تخته محاسبه گردید.

از نرم‌افزار Minitab 16 و تجزیه واریانس برای انجام آنالیز آماری داده‌ها استفاده شد. آزمایش در قالب طرح فاکتوریل انجام گردید و برای مقایسات میانگین آزمون توکی بکار گرفته شد.



شکل ۱- طرح شماتیک نمونه تهیه‌شده برای مطالعه میکروسکوپی و محل‌های تصویربرداری

[1] Effective penetration

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- تجزیه واریانس مقادیر مقاومت چسبندگی و پارامتر نفوذ مؤثر

ویژگی	منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F محاسباتی	شاخص p
مقاومت چسبندگی	نوع گونه	۱	۰/۰۷۳۸	۰/۰۷۳۸	۲/۳۱	۰/۱۴۸
	توالی پرداخت	۱	۰/۱۰۵۰	۰/۱۰۵۰	۳/۲۸	۰/۰۸۹
	ضخامت پوشش	۱	۰/۴۵۴۵	۰/۴۵۴۵	۱۴/۲۲	۰/۰۰۲**
	نوع گونه×توالی پرداخت	۱	۱/۶۸۱۹	۱/۶۸۱۹	۵۲/۶۲	۰/۰۰۰**
	نوع گونه×ضخامت	۱	۰/۱۴۰۰	۰/۱۴۰۰	۴/۳۸	۰/۰۴۸*
	توالی پرداخت × ضخامت	۱	۰/۰۹۰۸	۰/۰۹۰۸	۲/۸۴	۰/۱۱۱
	نوع گونه×ضخامت× توالی پرداخت	۱	۰/۱۸۲۶	۰/۱۸۲۶	۵/۷۱	۰/۰۲۹*
نفوذ مؤثر	نوع گونه	۱	۱۳۴۰/۵۸	۱۳۴۰/۵۸	۲۰۶/۳۴	۰/۰۰۰**
	توالی پرداخت	۱	۲۳/۷۳	۲۳/۷۳	۳/۶۵	۰/۰۷۴
	ضخامت پوشش	۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۹۷۰
	نوع گونه×توالی پرداخت	۱	۱۱۶/۰۵	۱۱۶/۰۵	۱۷/۸۶	۰/۰۰۱**
	نوع گونه×ضخامت	۱	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۰۶	۰/۸۱۶
	توالی پرداخت × ضخامت	۱	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۱۰	۰/۷۵۹
	نوع گونه×ضخامت× توالی پرداخت	۱	۱/۱۵	۱/۱۵	۰/۱۸	۰/۶۷۹

**: سطح اطمینان ۹۹ درصد و *: سطح اطمینان ۹۵ درصد

جدول۵- نتایج اثرات مستقل بر مقاومت چسبندگی و پارامتر نفوذ مؤثر پوشش

عوامل متغیر	سطوح	میانگین مقاومت چسبندگی (MPa)	گروه‌بندی	میانگین پارامتر نفوذ مؤثر (µm)	گروه‌بندی
نوع گونه روکش	راش	۲/۷۹	a	۹/۷۹	b
	ملج	۲/۹۰	a	۲۴/۷۵	a
توالی پرداخت	نرم S (۱۸۰-۲۸۰)	۲/۷۷	a	۱۸/۲۶	a
	زبر R (۱۵۰-۱۸۰)	۲/۹۱	a	۱۶/۷۷	a
ضخامت لایه پوشش	یک‌لایه	۲/۷۰	b	۱۷/۲۵	a
	دولایه	۲/۹۸	a	۱۷/۹۱	a

نتایج و بحث

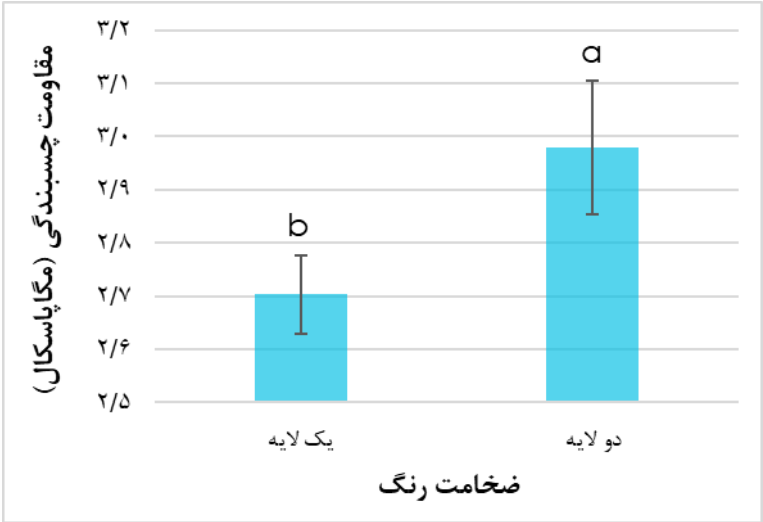
مقاومت چسبندگی

طبق تجزیه‌وتحلیل آماری صورت گرفته مشخص گردید که اثر مستقل نوع گونه و توالی پرداخت بر مقاومت چسبندگی پوشش معنی‌دار نبوده است. میانگین مقادیر مقاومت چسبندگی در روکش ملج نسبت به روکش راش حدود ۴ درصد بالاتر و میانگین مقادیر این ویژگی در توالی پرداخت زبر (R) ۵ درصد بالاتر از توالی پرداخت نرم (S) بوده است.

میانگین مقاومت چسبندگی پوشش در تیمارهای با دولایه پوشش نسبت به یک‌لایه پوشش به‌طور معنی‌داری ۱۰/۴ درصد بالاتر به دست آمد (شکل ۲).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- اثر مستقل ضخامت پوشش بر مقاومت چسبندگی

نمودار اثر متقابل نوع گونه و توالی پرداخت نشان می‌دهد که به‌کارگیری دو نوع توالی پرداخت برای گونه-های راش و ملج دو تأثیر متفاوت را به دنبال داشته است. به‌عبارت‌دیگر استفاده از توالی زبر برای گونه راش منجر به کاهش معنی‌دار مقاومت چسبندگی پوشش به میزان ۱۳/۸ درصد شده است. درحالی‌که استفاده از توالی زبر برای روکش ملج باعث افزایش معنی‌دار مقاومت چسبندگی به مقدار ۲۵/۷ درصد گردید (شکل ۳).

شکل ۳- اثر متقابل نوع روکش و توالی پرداخت بر مقاومت چسبندگی

همان‌گونه که قبلاً توضیح داده شد، پوشش دهی رنگ در دو مرحله موجب بهبود مقاومت چسبندگی پوشش گردید. معنی‌دار شدن اثر متقابل نوع گونه و ضخامت پوشش حاکی از آن است که افزایش ضخامت لایه پوشش در روکش ملج تأثیر بیشتری داشته و باعث ۱۶ درصد اختلاف معنی‌دار مابین مقاومت چسبندگی در دو ضخامت مختلف پوشش شده است. درصورتی‌که در روکش راش پوشش دومرحله‌ای تنها باعث افزایش ۴/۷ درصدی مقاومت چسبندگی پوشش شد که این اختلاف ازلحاظ آماری معنی‌دار نبوده است (شکل ۴).

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۴- اثر متقابل نوع روکش و ضخامت پوشش بر مقاومت چسبندگی

شکل ۵ اثرات متقابل نوع گونه، توالی پرداخت و ضخامت پوشش را نشان می‌دهد. بکار گیری توالی زبر برای پرداخت سطح روکش راش در هر دو ضخامت پوشش باعث افت مقاومت چسبندگی می‌شود. البته مقدار افت در تیمارهای با دولایه پوشش ۲۱/۶ درصد به دست آمد که ازلحاظ آماری نیز معنی‌دار بود ولی در مورد پوشش دهی با یک‌لایه پوشش، استفاده از توالی زبر مقدار کاهش مقاومت ۳/۶ درصد بود که به لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است. به‌بیان‌دیگر می‌توان گفت در حالت استفاده از روکش راش و توالی پرداخت نرم، افزایش ضخامت لایه پوشش می‌تواند موجب بهبود قابل‌توجه مقاومت چسبندگی شود (۱۵ درصد). استفاده از روکش راش و توالی زبر موجب کاهش مقاومت چسبندگی پوشش شده که حتی با افزایش ضخامت لایه پوشش نیز مقدار مقاومت نه‌تنها افزایش نمی‌یابد بلکه کاهش ۶/۴ درصدی را نشان می‌دهد.

در مورد روکش ملج، استفاده از توالی پرداخت زبر و همچنین پوشش دهی رنگ با ضخامت بیشتر منجر به افزایش معنی‌دار مقاومت چسبندگی پوشش شده است (شکل ۵). مقدار مقاومت چسبندگی پوشش در تیمارهای روکش ملج با توالی پرداخت نرم در اثر افزایش ضخامت لایه پوشش ۱۵/۶ درصد و در حالت توالی زبر ۱۶ درصد افزایش معنی‌دار داشته است. به‌بیان‌دیگر برای روکش ملج با یک‌لایه پوشش دهی، استفاده از توالی زبر برای پرداخت می‌تواند موجب ۲۵/۶ درصد افزایش معنی‌دار در مقدار مقاومت چسبندگی پوشش شود. این افزایش معنی‌دار در حالت پوشش دهی با دولایه به ۲۶/۱۸ درصد رسیده است. نتایج این بخش با گزارش Vitosyte و همکاران (۲۰۱۲) در مورد گونه‌های بخش روزنه‌ای مطابق بود [۵].

شکل ۵ پاسخ متفاوت دو گونه راش و ملج را نسبت به تغییر توالی پرداخت و ضخامت پوشش را نشان می‌دهد. تغییر بافت چوب به علت ساختار و آرایش متفاوت آوندها و فیبرها موجب شده که دو گونه پاسخ‌های متفاوتی به توالی‌های پرداخت نشان دهند. روکش راش بهترین پاسخ را در توالی نرم یعنی استفاده از سنباده با درجه‌های زبری ۱۸۰، ۲۸۰ نشان داد. لازم به ذکر است که در این تحقیق مرحله نهایی در هر دو توالی یکسان در نظر گرفته شد و مرحله آغازین و مرحله میانی پرداخت با درجه‌های زبری متفاوت انجام گردید. در نتیجه به‌طور بصری تفاوتی بین سطح پرداخت‌شده با دو توالی وجود نداشت ولی نتایج آزمون چسبندگی پوشش نشان داد که این اختلاف در توالی می‌تواند دو عکس‌العمل متفاوت را در دو نوع روکش راش و ملج باعث گردد. شروع توالی با درجه‌های زبرتر مقاومت چسبندگی پوشش باروکش راش را تنها در حالت اعمال دولایه پوشش کاهش داد که این یافته با نتایج Vitosyte و همکاران (۲۰۱۲) در مورد گونه پراکنده آوند مغایر بود [۵]. به نظر می‌رسد استفاده از توالی نرم برای این‌گونه نه‌تنها مقاومت چسبندگی بالاتری را ایجاد می‌کند [۹] بلکه افزایش ضخامت لایه پوشش که عاملی برای

www.SID.ir

Archive of SID

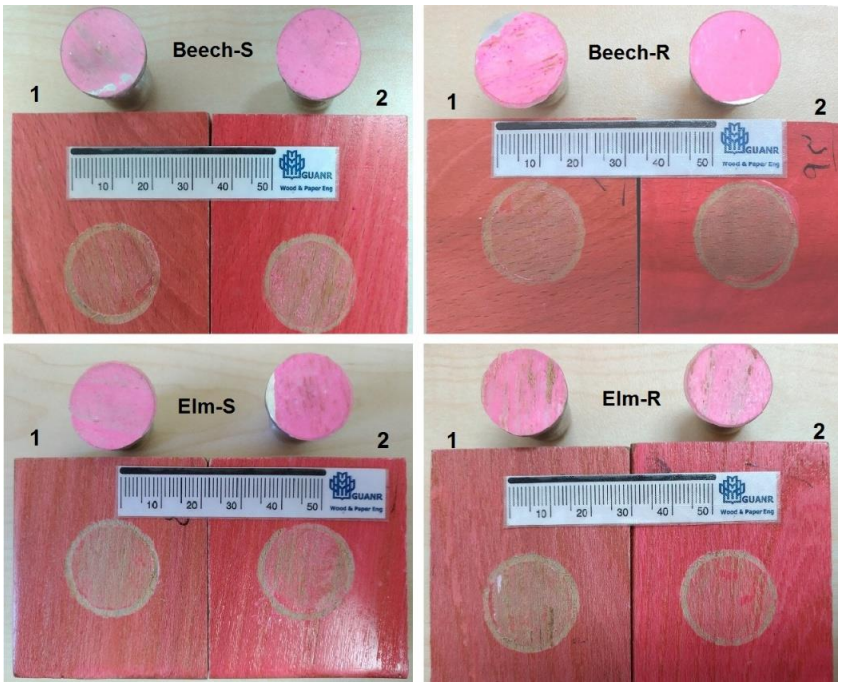
افزایش هزینه فرآیند است، اثر مشهود و معنی‌داری روی آن خواهد داشت. رفتار روکش ملج تفاوت زیادی با راش داشت به‌گونه‌ای که هر دو متغیر اثر بهبوددهنده و معنی-داری بر مقاومت چسبندگی داشته‌اند. نظر به اینکه گونه ملج از بافت درشت با تخلخل بیشتر تشکیل‌شده است، استفاده از توالی پرداخت با مراحل آغازین و میانی زبرتر، بستر بهتری برای چسبندگی پوشش فراهم ساخته است [۲, ۵, ۱۰, ۱۲]. به‌گونه‌ای که نه‌تنها مقاومت چسبندگی پوشش را بهبود بخشیده بلکه تأثیر افزایش ضخامت لایه پوشش را نیز به‌طور واضحی نشان می‌دهد. ازآنجایی‌که مقادیر مقاومت چسبندگی پوشش باروکش ملج در توالی پرداخت نرم و دولایه پوشش با مقاومت مربوط به روکش ملج در توالی پرداخت زبر ولی با یک‌لایه پوشش اختلاف آماری معنی‌داری نداشته‌اند، لذا می‌توان تنها با تغییر در درجه زبری دو مرحله از مراحل پرداخت و اعمال تنها یک‌لایه پوشش، به مقاومت در حالت استفاده از دولایه پوشش دست‌یافت. لازم به ذکر است که متوسط ضخامت پوشش در تیمارهای با یک‌لایه پوشش ۳۷ میکرون و در تیمارهای با دولایه پوشش ۷۹ میکرون به دست آمد.

شکل ۵- اثر متقابل نوع روکش، توالی پرداخت و ضخامت پوشش بر مقاومت چسبندگی

شکل ۶ وضعیت شکست در نمونه‌های آزمون شده را نشان می‌دهد. در کلیه نمونه‌ها مُد شکست غالب از نوع چسبندگی یا Adhesive Failure و در محل فصل مشترک پوشش و روکش بوده است. در خصوص نمونه‌های مربوط به روکش ملج، به همراه مُد غالب شکست، در نقاط محدودی شکست خود چسبندگی Cohesive Failure روکش دیده می‌شود که نشان از افزایش مقاومت چسبندگی پوشش در این روکش و بخصوص در توالی پرداخت زبر دارد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- وضعیت نمونه‌ها پس از انجام آزمون Pull off (ردیف بالا: روکش راش، ردیف پایین: روکش ملج. سمت چپ: توالی نرم، سمت راست: توالی زبر. عدد 1: یک‌لایه پوشش، عدد 2: دولایه پوشش)

نفوذ پوشش

پارامتر نفوذ مؤثر عبارت است از نسبت مساحت اشغال‌شده توسط رزین به عرض تصویر موردمطالعه [۱۵]. به‌عبارت‌دیگر این شاخص برآوردی منطقی از نفوذ در ناحیه اینترفاز است و نسبت به پارامتر نفوذ حداکثر برای مقایسه تیمارها کاربرد بیشتری دارد. تجزیه واریانس مقادیر حاصل از اندازه‌گیری نفوذ مؤثر نشان داد که اثر مستقل نوع گونه و اثر متقابل نوع گونه و توالی پرداخت بر این پارامتر با سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بوده است. میانگین پارامتر نفوذ مؤثر در روکش ملج ۲۴ میکرون به دست آمد که نسبت به گونه راش (۹/۸ میکرون) حدوداً ۱۵۲ درصد اختلاف معنی‌دار داشته است (شکل ۷). بیشتر بودن پارامتر نفوذ در ملج به‌عنوان یک‌گونه بخش روزنه‌ای در مقایسه با راش که پراکنده آوند است، به دلیل بافت درشت، تخلخل بیشتر و وجود آوندهای فراخ است. قطر متوسط آوندها در گونه راش حدود ۵۰ میکرون است درحالی‌که در گونه ملج، متوسط قطر آوندهای بهاره به ۱۶۰ میکرون نیز می‌رسد.

شکل ۷- اثر مستقل نوع روکش بر پارامتر نفوذ مؤثر

www.SID.ir

Archive of SID

البته فرآیند سنباده‌زنی می‌تواند منجر به تغییر دسترسی به فضای درون سلول‌ها شود. استفاده از سنباده هم می‌تواند موجب حذف بقایای فیبر و آوند که به‌طور نیمه‌باز در سطح حضورداشته‌اند شود و هم با حذف بافت چوب توسط ذرات سنباده، موجب شده تا سلول‌های جدید در معرض قرار بگیرند و فضای درون برخی از سلول‌ها به سطح بستر باز شود. در حالت اول که معمولاً با درجات نرم سنباده حاصل می‌گردد، سطح بستر هموار و صیقلی شده و می‌تواند مانع از نفوذ پوشش گردد. بدیهی است هرچقدر فضای بین سلولی بیشتری برای پذیرش رنگ ایجاد شود، میزان نفوذ پوشش به درون بستر هم بیشتر و عمیق‌تر خواهد بود. نمودار اثر متقابل گونه و توالی پرداخت دو تأثیر متفاوت را در دو گونه نشان می‌دهد (شکل ۸). به‌عبارت‌دیگر در روکش راش به‌کارگیری توالی پرداخت زبر، پارامتر نفوذ مؤثر پوشش را ۲۸ درصد افزایش می‌دهد. ولی در روکش ملج به‌کارگیری توالی زیر برای پرداخت سطح روکش موجب کاهش معنی‌دار پارامتر نفوذ مؤثر به میزان ۲۳ درصد شده است. در شرایطی که مرحله پایانی توالی پرداخت در هر دو سطح یکسان بوده (درجه ۴۰۰) است، تعیین‌کننده وضعیت بافت سطح روکش، درجه زبری مرحله آغازین و میانی پرداخت خواهد بود.

شکل ۸- اثر متقابل نوع روکش و توالی پرداخت بر پارامتر نفوذ مؤثر

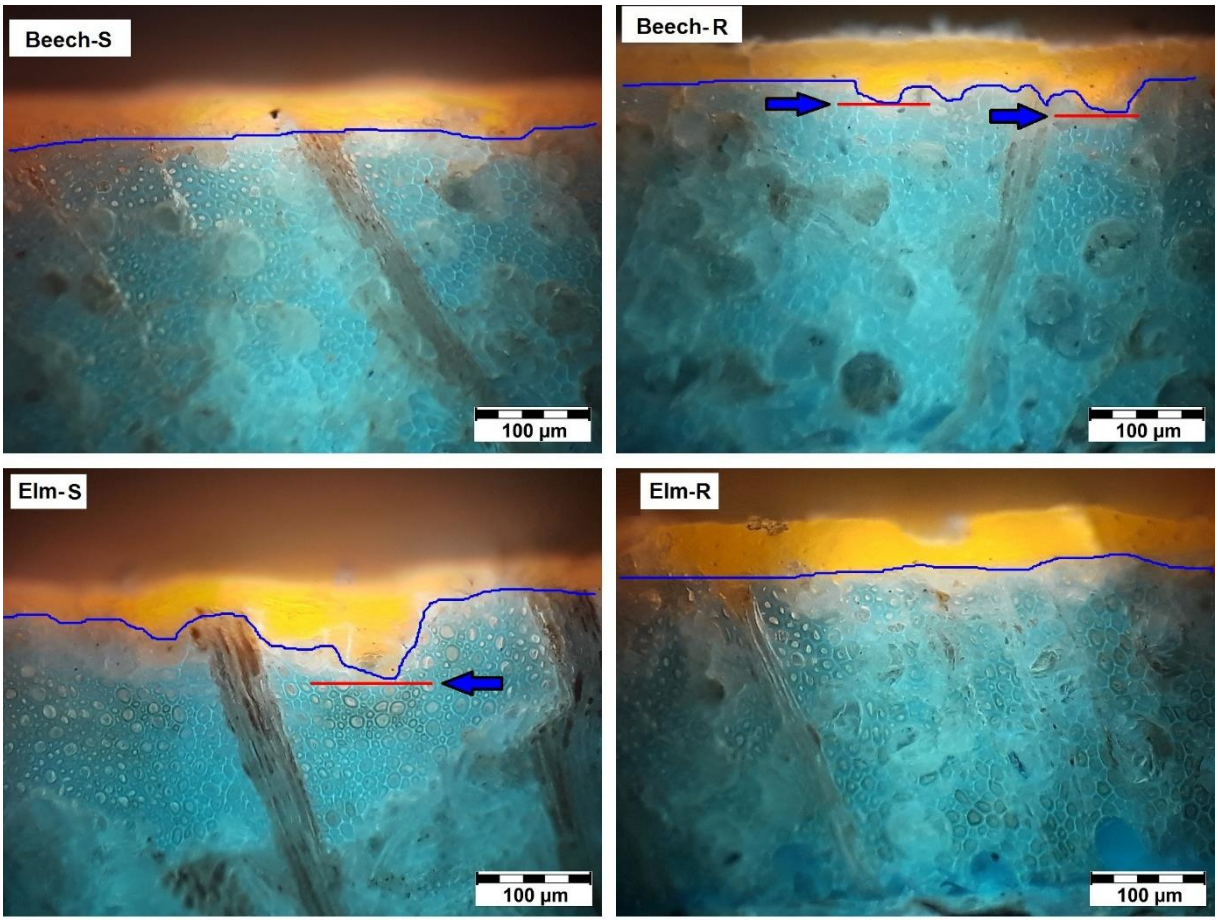
شکل ۹ تصاویر میکروسکوپی ناحیه اینترفاز پوشش-روکش را در چهار تیمار مختلف نشان می‌دهد. در این تصاویر بخش آبی فیروزه‌ای مربوط به بافت چوب و بخش نارنجی آتشین معرف پوشش پلی‌اورتان است. تصاویر مربوط به روکش راش افزایش میزان ناهمواری در اثر به‌کارگیری توالی پرداخت زبر را به‌خوبی نشان می‌دهد. این مسئله موجب افزایش نفوذ پوشش در ناهمواری‌ها و درنهایت موجب افزایش پارامتر نفوذ مؤثر پوشش در بافت روکش شده است.

تصاویر مربوط به روکش ملج بیشتر بودن مقدار پارامتر نفوذ مؤثر را در حالت استفاده از توالی نرم نشان می‌دهند. درواقع به‌کارگیری توالی زبر برای پرداخت این روکش موجب تعدیل ناهمواری‌های ناشی از بافت چوب شده و توانسته است نفوذ مؤثر را کاهش دهد. با دقت بیشتر درمی‌یابیم که در شرایطی که نفوذ مؤثر پوشش از مقدار کمتری برخوردار بوده است، پوشش در لایه‌ای با ضخامت یکنواخت‌تر بستر روکش را پوشش داده است. یکی از دلایل افت مقاومت چسبندگی وجود تمرکز تنش در ناحیه اینترفاز است. طبق نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامتر نفوذ مؤثر، انتظار می‌رفت با بیشتر شدن نفوذ پوشش مقاومت چسبندگی نیز افزایش یابد ولی نتایج روند عکس را نشان داد. همان‌طور که تصاویر میکروسکوپی نیز نشان می‌دهند، وجود ناهمواری بیشتر در سطح روکش موجب گسترش نفوذ پوشش شده است ولی با دقت بیشتر می‌توان ناهمگنی ضخامت پوشش را در این شرایط مشاهده نمود. وجود این نوسان در ضخامت لایه پوشش می‌تواند دلیلی

www.SID.ir

Archive of SID

برافزایش تمرکز تنش حین انجام آزمون Pull off و افت مقاومت چسبندگی باشد [۱۳] چراکه با افزایش ضخامت لایه پوشش، مقاومت چسبندگی پوشش افزایش نشان داده است. البته این موضوع با تأثیر تئوری چسبندگی مکانیکی در اثر افزایش ناهمواری و گسترش سطح ویژه مغایرت دارد ولی ازآنجایی‌که پوشش موردمطالعه پلی اورتان بوده و اتصال شکل‌گرفته بین پوشش پلی اورتان و سطح چوب می‌تواند از نوع پیوند شیمیایی باشد [۱۶]، لذا کم‌رنگ شدن نقش چسبندگی مکانیکی قابل توجیه است.



شکل ۹- تصاویر میکروسکوپی ناحیه اینترفاز پوشش-روکش در گونه راش و ملج با توالی پرداخت متفاوت
(تصاویر ردیف بالا: روکش راش، پایین: روکش ملج. تصاویر سمت چپ: توالی پرداخت نرم، سمت راست: توالی پرداخت زبر. خطوط قرمز و پیکان آبی: عمق نفوذ پوشش، خط آبی: محدوده فصل مشترک پوشش و روکش)

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه روکش طبیعی سهم قابل‌توجهی از بازار مبلمان و دکوراسیون داخلی را تشکیل می‌دهند، دستیابی به کیفیت حداکثر پوشش و همچنین کنترل هزینه‌های فرآیند پوشش دهی اهمیت بسزایی داشته و می‌تواند موضوع مناسبی برای تحقیقات باشد. در این مطالعه به بررسی مقاومت چسبندگی پوشش پلی اورتان و روکش طبیعی چوب در دو گونه راش و ملج که بخش عمده بازار را به خود اختصاص داده‌اند، پرداخته شد و تأثیر دو پارامتر مهم توالی پرداخت و ضخامت پوشش به‌عنوان تعیین‌کننده کیفیت، زمان و هزینه تمام‌شده، موردمطالعه قرار گرفت. علاوه بر مقاومت چسبندگی پوشش، وضعیت نفوذ پوشش در بافت روکش نیز با اندازه-گیری پارامتر نفوذ مؤثر بررسی گردید. طبق نتایج به‌دست‌آمده مشخص گردید که نوع گونه می‌تواند تأثیر توالی پرداخت و ضخامت پوشش را بر روی مقاومت چسبندگی دستخوش تغییر نماید. به‌بیان‌دیگر، مقاومت چسبندگی پوشش و روکش راش در اثر پرداخت با درجه

www.SID.ir

Archive of SID

زبری بالاتر دچار افت شده، درحالی‌که در مورد روکش ملج استفاده از توالی زبرتر موجب افزایش مقاومت چسبندگی شده است. نتایج تحقیق بیانگر لزوم به‌کارگیری توالی پرداخت متفاوت با توجه به بافت و نوع گونه چوبی روکش بود که این مسئله با یافته Ghofrani و همکاران (۲۰۱۴) مغایرت داشت [۲]. از طرف دیگر، با انتخاب توالی پرداخت صحیح می‌توان عمق نفوذ پوشش را کنترل نمود و با این اقدام هزینه فرآیند پوشش دهی را کاهش داد. نتایج نشان داد که در مورد گونه ملج، با استفاده از توالی زبرتر و اعمال یک‌لایه پوشش می‌توان مقاومت چسبندگی پوشش را نسبت به روکش با توالی پرداخت نرم‌تر دولایه پوشش، افزایش داد که این مسئله نقش بسزایی در کاهش هزینه تولید مصنوعات چوبی خواهد داشت. نظر به اینکه در واحدهای تولیدی روش‌های متنوعی برای پرداخت سطح مورداستفاده قرار می‌گیرد، بررسی مقایسه مقاومت چسبندگی رنگ و روکش‌های پرداخت‌شده با روش‌هایی مانند سنباده نواری، لرزان و دورانی می‌تواند نتایج مفیدی را در انتخاب روش بهینه مشخص سازد.

منابع

[1] Talaei, A., Salehzadeh, M., and Abdolzadeh, H. 2016. Study on adhesion strength of clear coatings in beech -furfuryl alcohol wood polymer. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 7(1), 115–127.

[2] Ghofrani, M., and Khojasteh Khosro, S. 2014. The effect of wood surface finishing quality on the adhesion strength of clear coat. Journal of Color Science and Technology, 7, 339–345.

[3] Ghofrani, M., Manavi, G., and Mirshokraei, S. A. 2014. Investigation on the Scratch Strength of Clear Paints Used in Furniture Industries on the Wood Species Beech, Elm, Alder and Spruce. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 5(1), 33–44.

[4] Kassiriha, S. M., Soltani, R., and Panahi, Y. 2010. polyurethane resins properties and application. Iranian Corrosion Association.

[5] Vitosyte, J., Ukvalbergieno, K., and Keturakis, G. 2012. The effects of surface roughness on adhesion strength of coated ash (Fraxinus excelsior L.) and Birch (Betula L.) wood. Journal of Materials Sciences (Medziagotyra), 18(4), 347–351.

[6] Ghofrani, M., Samadi, E., and Khojasteh Khosro, S. 2016. Heat treatment of wood and the investigation of its effect on surface wettability and adhesion strength of coating. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 31(2), 362–373.

[7] Gholamiyan, H., Tarmian, A., and Abdulkhani, A. 2017. Improvement of adhesion strength of polyurethane and alkyd coatings using sol-gel method nano-silane wood surface modification H. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 32(3), 322–333.

[8] De Meijer, M. 2004. A review of interfacial aspects in wood coatings: wetting, surface energy, substrate penetration and adhesion. COST E18, High Performance Wood Coating. Final seminar, (January 2005), 1–16.

[9] Ozdemir, T., and Hiziroglu, S. 2009. Influence of surface roughness and species on bond strength between the wood and the finish. Forest Products Journal, 59(6), 90–94.

[10] Ugulino, B., and Hernández, R. E. 2018. Analysis of sanding parameters on surface properties and coating performance of red oak wood. Journal of Wood Material Science and Engineering, 13(2), 64–72.

[11] Hosseinifard, M. S., Khojasteh Khosro, S., and Mohebby, B. 2015. Evaluate the effect of oil-heat treatment of Fir species on contact angle and adhesion strength of water based clear and acid catalyzed transparent coat. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 30(1), 173–181.

www.SID.ir

Archive of SID

[12] Manavi, G., Ghofrani, M., and Mirshokraei, S. A. 2012. Effects of wood type, moisture content and paint type on adhesion strength of conventional clear paints used in furniture manufacture. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 27(4), 743–753.

[13] Ghofrani, M., Mohammad Moradi, Z., and Khojasteh Khosro, S. 2016. Investigation on the effect of different methods of applying transparent coatings on adhesion strength of coating in wooden surfaces. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 31(2), 248–260.

[14] ASTM D4541, 2002, Standard Test Method for Pull- Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers, Annual Book of ASTM Standard. (2002).

[15] Bastani, A., Adamopoulos, S., and Militz, H. 2015. Gross adhesive penetration in furfurylated, N-methylol melamine-modified and heat-treated wood examined by fluorescence microscopy. European Journal of Wood and Wood Products, 73(5), 635–642.

[16] Latibari, A. J. 2007. Science and Technology of Adhesion for Liqnocellulosic Substances. Islamic Azad University, Karaj Branch.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of species type and sanding sequence on the adhesion strength and the interphase region of Polyurethane coating and veneer

Abstract

The purpose of this research was the investigation of sanding sequence and coating thickness effect on adhesion strength of coating in two species: beech and elm. For this purpose, beech and elm veneers with 0.6 mm thickness were laminated on MDF with 16 mm thickness by UF and hot press. The surface of the laminated panels was sanded by two different sequences; the soft (180-280 grits) and rough (150-180 grits) one. Before the coating application, the surface was sanded with 400 grits. Then they were coated with polyurethane in two forms of one and two-layered coating. After that, the adhesion strength test was done on specimens according to ASTM D4541. To have a more precise investigation of the interphase region of coating-veneer, photomicrographs were captured by fluorescent microscopy to analyze and calculate the effective penetration parameter of the coating into the wood texture. The results showed that two species respond to sanding sequences differently and a thicker coating layer increased the adhesion strength. Beech as a diffuse-porous wood had the finer texture and higher density compared with elm. Therefore, the adhesion strength of the beech veneer was declined by 13.8 % and reaches 2.59 MPa due to the use of a rough sanding sequence. However, these sequences caused the opposite result in elm veneer and led to a 25.7 % adhesion improvement (3.23 MPa). The study on microphotographs and the effective penetration parameter stated that an even thickness of the coating layer and effective penetration reduction has been possible when the rough sequence and soft one are applied on elm and beech, respectively.

Keywords: Adhesion strength, Interphase region, Polyurethane coating, Veneer, Sanding sequence.

Hamidreza Edalat[1*]
Reza Afshari[2]
Abolghasem Khazaeian[3]
Davoud Rasouli[1]

[1] Assistant professor, Wood Technology and Engineering Department, Faculty of Wood and Paper Engineering, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan. Iran

[2] M.Sc. graduated, Wood-Based Composites, Wood Technology and Engineering Department, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan. Iran

[3] Associate professor, Wood Technology and Engineering Department, Faculty of Wood and Paper Engineering, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan. Iran

Corresponding author:
Edalat.hr@gmail.com

Received: 2019/10/15
Accepted: 2020/01/26

www.SID.ir