



دومین کنفرانس ملی بکارگیری روش های تجربی و عددی
در صنایع شیمیایی و معدنی
۲۶ بهمن ۱۴۰۱ - دانشگاه شهید باهنر کرمان

فرمولاسیون و بهبود مقاومت به سایش و خراش پوشش های ترافیکی توسط تفلون

نگارش:

سید مهرداد میری^{۱*}، نوید رضانیان^{۲**}

دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه شیمی

*mehrdad43517284@gmail.com

**ramezian@um.ac.ir

چکیده

رنگ ها یکی از مهم ترین و پرکاربردترین محصولات صنعتی جهان هستند که همواره پژوهشگران این حوزه صنعتی، تلاش کرده اند که بهترین کیفیت را به مصرف کنندگان ارائه دهند. در این بین، رنگ های ترافیکی از جمله پرمصرف ترین تولیدات حال حاضر صنعت رنگ محسوب می شود و سالانه هزینه بسیار زیادی برای رنگ آمیزی دوباره جداول، خیابان ها و بزرگراه ها به هدر می رود. در این پژوهش با استفاده از مقادیر بسیار اندک تفلون، پوشش های ترافیکی بسیار بهبود یافته و با کیفیت، با فرآیندی ساده که در کلیه کارخانجات تولیدی حوزه صنعت رنگ قابلیت عملیاتی شدن دارد، تولید شد. به طوری که با افزودن مقادیر اندک (حدود ۳ درصد وزنی) از تفلون به یک رنگ ترافیک پایه حلال، که رزین آن آکرلیک-استایرن می باشد، تحت شرایط آسیاب با گوی های شیشه ای، بسیاری از ویژگی های رنگ به خصوص، مقاومت در برابر خراش و مقاومت به سایش مورد آزمون های استاندارد قرار گرفت و به ترتیب افزایش ۱۰۰ و ۲۰۰ درصدی از خود نشان داد. که این امر یک بهبود شگفت انگیز بوده و می تواند موجب صرفه جویی در زمینه های مختلفی شود.

واژه های کلیدی: پوشش، رنگ، رزین های فلئوره، تفلون، مقاومت به سایش، مقاومت به خراش.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی پلیمر

۲- دکترای تخصصی، استادیار، شیمی پلیمر

۱- مقدمه

رنگ های ترافیکی یکی از پرکاربردترین و پرمصرف ترین محصولات حوزه صنعت رنگ می باشد و همواره محققین این حوزه در تلاش بوده اند که بهبودهای اساسی در فرمولاسیون این نوع رنگ ایجاد کرده و کیفیت تولیدات خود را بالا ببرند. از مهم ترین خواص رنگ های ترافیکی که در بزرگراه ها و خیابان ها اجرا می شود می توان به مقاومت به خراش و مقاومت به سایش آن ها اشاره کرد که در این پژوهش تلاش شده تا این دو مورد مهم، با استفاده پلی تترافلوئورواتیلن (تفلون) بهبود یابد.

پژوهشگران از تفلون در پوشش های نهایی به عنوان لایه و پوشش آب گریز استفاده کرده و با گنجاندن پراکسیدها در داخل فرمولاسیون، خشک شدن این پلیمر توسط نور و پرتو ملوراء بنفش امکان پذیر می گردد [۱].

۲- مواد اولیه و روش ها

مطابق جدول ۱، در این پژوهش یک رنگ پایه حلالی که رزین آن آکرلیک-استایرن هواخشک $15000-8000$ mPa.s، دمای انتقال شیشه ۳۸ درجه سانتی گراد و درصد جامد ۶۰ می باشد را به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته و سپس چند نمونه رنگ مطابق رنگ شاهد، با درصدهای وزنی مختلف تفلون با درصد خلوص ۹۹/۸ که اندازه ذرات آن ۵ میکرون بوده و نقطه ذوب ۳۲۷ درجه سانتی گراد را دارا می باشد، ساخته و تغییرات خواص آن را نسبت به نمونه شاهد بررسی گردید [۲].

جدول ۱- فرمولاسیون رنگ شاهد

مواد اولیه	درصد وزنی
رزین آکرلیک-استایرن	۲۷٪
دیسپرس کننده بر پایه آلکیل آریل سولفونیک اسید	۰/۲٪
خشک کن کلسیم	۰/۳۵
تیتانیوم دی اکسید	۶/۸٪
تولوئن	۲۸/۵٪
کربنات کلسیم	۲۹/۱۵٪
تالک	۴٪
باریت	۴٪

۱-۲ ساخت نمونه رنگ شاهد

برای ساخت ۱۰۰ گرم رنگ ترافیک، ابتدا ۲۷ گرم رزین آکرلیک-استایرن برداشته و ۲۸/۵ گرم حلال تولوئن به همراه ۰/۲ گرم دیسپرس کننده (بر پایه آلکیل آریل سولفونیک اسید محلول در حلال های معدنی) به همراه ۰/۳۵ گرم خشک کن کلسیم به آن اضافه کرده و ۵ دقیقه مخلوط می کنیم تا محیط جهت افزایش رنگدانه و پودرها آماده شود. سپس ۶/۸ گرم تیتانیوم دی اکسید به مخلوط اضافه کرده و به مدت ۱ ساعت درون محفظه دوجداره که توسط آب خنک می شود، مخلوط می گردد و همچنین به ترتیب ۴ گرم تالک، ۲۹/۱۵ گرم کلسیم کربنات و ۴ گرم باریت به مخلوط اضافه کرده و ۱ ساعت دیگر به مخلوط کردن ادامه می دهیم.

۲-۲ ساخت نمونه رنگ دارای پلی تترافلوئورواتیلن

با توجه به این موضوع که تفلون مورد استفاده به صورت پودر جامد می باشد، اگر آن را به رنگ اضافه کرده و فقط نحت شرایط همزدن قرار دهیم، با توجه به اندازه ذرات بسیار ریزش، به یکدیگر چسبیده و لخته می شود و در نتیجه کارایی لازم را نخواهد داشت. به همین دلیل برای استفاده از این ماده، ابتدا باید تحت فرآیند آسیاب، نیم ساخت تهیه کنیم.

۱-۲-۲ ساخت نیم ساخت تفلون

برای ساخت ۱۰۰ گرم از این نیم ساخت، ۲۰ گرم از تفلون را به ۴۰ گرم رزین آکرلیک-استایرن اضافه کرده و سپس ۴۰ گرم حلال به آن ها افزوده و به مدت دو ساعت تا باز شدن کامل در یکدیگر مخلوط می کنیم.

۲-۲-۲ ساخت رنگ دارای تفلون با استفاده از نیم ساخت آن

برای ساخت رنگ های حاوی تفلون همانند رنگ شاهد عمل کرده و با توجه به مقدار تفلون در فرمولاسیون، از نیم ساخت تولید شده که شامل تفلون، رزین آکرلیک و حلال تولوئن می باشد، استفاده می نمایم. با توجه به اینکه خود نیم ساخت علاوه بر تفلون، دارای رزین و حلال است، مقدار رزین و حلالی که به همراه تفلون به رنگ اضافه شده محاسبه کرده و از درصد اصلی رزین و حلال کم می کنیم تا مقادیر رزین آکرلیک و تولوئن، تغییری نکند.

جدول ۲- فرمولاسیون نمونه رنگ شاهد و رنگ های ترافیکی حاوی مقادیر مختلف تفلون

ماده اولیه	نیم ساخت تفلون	فرمول	فرمول ۱	فرمول ۲	فرمول ۳	فرمول ۴	فرمول ۵	فرمول ۶
	شاهد							

دومین کنفرانس ملی بکارگیری روش های تجربی و عددی
در صنایع شیمیایی و معدنی
۲۶ بهمن ۱۴۰۱ - دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۴۰	رزین آکرلیک ترموپلاست هواخشک
۶/۸	۶/۸	۶/۸	۶/۸	۶/۸	۶/۸	۶/۸	-	تیتانیوم دی اکسید
۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۴۰	تولون
۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	-	نیم ساخت بتون
۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	-	خشک کن کلسیم
۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	-	دیسپرس کننده
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	-	باریت مش ۱۵۰۰
۲۹/۱۵	۲۹/۱۵	۲۹/۱۵	۲۹/۱۵	۲۹/۱۵	۲۹/۱۵	۲۹/۱۵	-	کلسیم کربنات
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	-	تالک
-	-	-	-	-	-	-	۲۰	تفلون
۱۵	۱۲/۵	۱۰	۷/۵	۵	۲/۵	-	-	نیم ساخت تفلون
۱۰۳	۱۰۲/۵	۱۰۲	۱۰۱/۵	۱۰۱	۱۰۰/۵	۱۰۰	۱۰۰	مجموع

مطابق جدول ۲ مشاهده می شود که با استفاده از نیم ساخت تفلون، علاوه بر نمونه رنگ شاهد، ۶ نمونه رنگ دیگر که دارای مقادیر مختلف تفلون هستند، ساخته شد که در ادامه به بررسی خواص آن ها می پردازیم.

۳- آزمون های کنترل کیفی

برای بررسی میزان مقاومت به خراش و همچنین مقاومت به سایش، بایستی نمونه رنگ های ساخته شده تحت شرایط یکسان مورد آزمون قرار گیرند که با توجه به این مطلب که رنگ شاهد، یک نمونه رنگ ترافیکی استاندارد است، این آزمون ها بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۳۷۵۸ که در خصوص رنگ های ترافیکی بر پایه رزین آکرلیک - استایرن می باشد انجام گرفته است [۳].

۳-۱ آماده سازی صفحات آزمون فلزی و شیشه‌ای

صفحات آزمون را بدون استفاده از مواد ساینده با استفاده از استون پاک می کنیم. صفحات را در آب مقطر فرو برده و پس از خارج کردن، آن‌ها را با سیم فلزی نرم پرداخت کرده و سپس کلیه صفحات را با اتانول تمیز می کنیم و در دمای 100°C تا 110°C خشک می کنیم [۴].

۳-۲ اعمال رنگ

رنگ‌های ساخته شده به صورت یکسان توسط فیلم کش ۲۰۰ میکرون بر روی ورقه‌های فولادی اعمال شد [۵].

۳-۳ روش آزمون مقاومت به خراش

صفحه شیشه‌ای را مطابق بند ۳-۱ آماده کرده و یک فیلم با ضخامت ۱۰۰ میکرون بر روی آن اعمال می - کنیم. پس از ۲۴ ساعت که در دمای 25°C خشک شد، به وسیله دستگاه اندازه گیری مقاومت به خراش، نمونه را مورد آزمون قرار می دهیم. نمونه باید تحمل وزنه بیش از ۱ کیلوگرم یا ۱۰ نیوتون را دارا باشد. این دستگاه دارای یک مداد فولادی بوده که با تنظیم وزنه‌هایی که فشار را به پشت مداد وارد می کنند، می توان مقادیر مختلفی از نیرو به سطح شیشه‌ای که زیر مداد قرار گرفته وارد نمود. پس از روشن نمودن دستگاه این مداد طوری حرکت کرده که با نوک خود، روی سطح خراش ایجاد کند [۶].

۳-۴ روش آزمون مقاومت به سایش

این آزمون توسط دستگاه سایش انجام می شود. صفحه آزمون فلزی به طول و عرض 100mm و ضخامت 1mm که در مرکز آن سوراخی به قطر 7mm باشد را آماده کرده و پس از تمیز کردن، قشری از رنگ به ضخامت ۲۰۰ میکرون بر روی آن اعمال می کنیم و یک ساعت جهت خشک شدن به آن فرصت داده و پس از آن به مدت ۲۴ ساعت در دمای 40° قرار می دهیم. پس از خارج کردن نمونه از آون، فرصت سرد شدن به آن می دهیم. صفحه آزمون را با پارچه پاک کرده و صفحه را با دقت ۱ میلی گرم وزن می کنیم. صفحه وزن شده را روی سطح چرخان دستگاه می بندیم و سطح‌های چرخان را در حالت تماس با سطح آزمون قرار داده و روی هر کدام وزنی معادل ۲۵۰ گرم وارد می کنیم. دستگاه مکنده را نزدیک به محل سایش با فاصله ۱ تا ۲ میلی متر قرار داده تا ذرات ریز حاصل از سایش توسط دستگاه از محیط آزمون خارج شود. دستگاه مکنده و سایش را در یک زمان روشن کرده و عمل سایش را شروع می کنیم. پس از ۲۰۰ دور سایش دستگاه را خاموش و صفحه آزمون را خارج می کنیم. صفحه آزمون را دوباره وزن کرده و اختلاف وزن به ازای ۲۰۰ دور سایش، بدست می آید. مطابق استاندارد عدد حاصل را نصف کرده تا کاهش وزن به ازای ۱۰۰ دور سایش محاسبه شود. کاهش وزن باید کمتر از ۵۰۰ میلی گرم باشد [۷].

۴- نتایج آزمون

آزمون مقاومت به خراش و مقاومت به سایش برای نمونه شاهد و کلیه نمونه رنگ های دارای درصد های وزنی مختلف از تفلون انجام شد که در ادامه به بررسی آن خواهیم پرداخت.

۴-۱ نتیجه آزمون مقاومت به خراش

مطابق جدول ۳ مقاومت به خراش، برای نمونه شاهد و کلیه نمونه رنگ های دارای تفلون اندازه گیری شد و نمودار نتایج آن برای درصد های وزنی مختلف تفلون، به شرح شکل ۱ می باشد.

جدول ۳- مقاومت به خراش نمونه رنگ های ساخته شده با درصد های وزنی مختلف از تفلون

میزان نیروی وارده به سطح (بر حسب نیوتون)	درصد وزنی تفلون
۱۰	-
۱۱	۰/۵
۱۲	۱
۱۴	۱/۵
۱۷	۲
۱۸	۲/۵
۲۰	۳



شکل ۱- نمودار مقاومت به خراش برای نمونه رنگ های دارای درصد های مختلف تفلون

دومین کنفرانس ملی بکارگیری روش های تجربی و عددی
در صنایع شیمیایی و معدنی
۲۶ بهمن ۱۴۰۱ - دانشگاه شهید باهنر کرمان

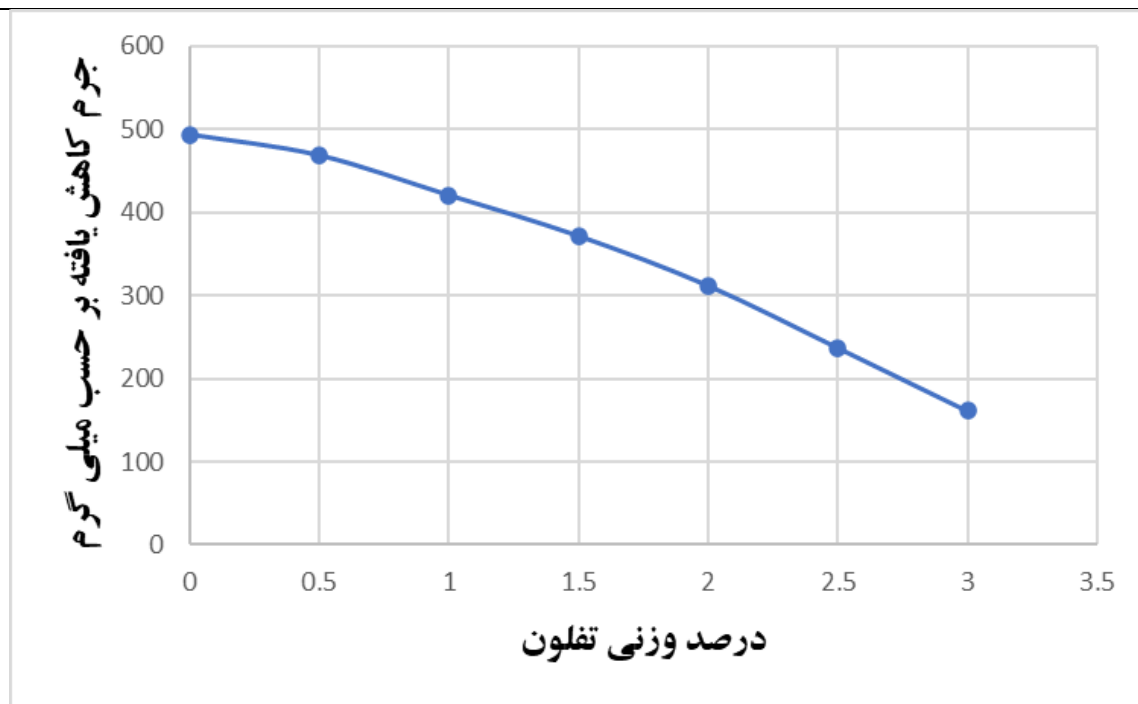
با افزایش درصد وزنی تفلون، به دلیل ماهیت مقاوم، پایدار و سخت پلیمر تفلون، مقاومت به خراش، افزایش می یابد تا جایی که با ۳ درصد از تفلون میزان مقاومت به خراش از ۱۰ نیوتون (میزان نیروی وارده توسط وزنه ۱ کیلوگرمی با شتاب گرانش ۱۰ نیوتون بر کیلوگرم) به ۲۰ نیوتون (میزان نیروی وارده توسط وزنه ۲ کیلوگرمی با شتاب گرانش ۱۰ نیوتون بر کیلوگرم) رسیده و افزایش ۲ برابری داشته است. داده ها و نمودار نشان می دهد که با درصد های وزنی بالاتر تفلون، می توان میزان مقاومت به خراش را باز هم افزایش داد. اما با افزایش تفلون بیش از ۳ درصد وزنی، رنگ هایی که دارای فام سفید یا نزدیک به آن هستند، دچار زردگرایی می شود و فام تغییر می کند. اما اگر به طور مثال فام رنگ ترافیکی مورد نظر زرد باشد، می توان از درصد های وزنی بیش از ۳ درصد تفلون جهت افزایش بیشتر مقاومت به خراش استفاده کرد (شکل ۱).

۴-۲ نتایج آزمون مقاومت به سایش

مطابق جدول ۴، آزمون مقاومت به سایش برای کلیه نمونه ها انجام گرفت و جرم کاهش یافته به ازای ۱۰۰ دور سایش برای کلیه نمونه ها محاسبه شد. نمودار جرم کاهش یافته برای درصد های وزنی مختلف تفلون به شرح شکل ۱ می باشد.

جدول ۴ - جرم کاهش یافته با دستگاه سایش تابر برای درصد های وزنی مختلف تفلون

درصد وزنی تفلون	جرم کاهش یافته با دستگاه سایش تابر (بر حسب میلی - گرم)
-	۴۹۴
۰/۵	۴۶۹
۱	۴۲۱
۱/۵	۳۷۲
۲	۳۱۲
۲/۵	۲۳۷
۳	۱۶۱



شکل ۲- نمودار جرم کاهش یافته برای رنگ های ساخته شده از درصد های وزنی مختلف تفلون

مطابق شکل ۲، مشاهده می شود که با افزایش درصد وزنی تفلون، مقاومت به سایش افزایش یافته (کمتر شدن جرم کاهش یافته) که علت آن، پایداری، مقاومت و سختی بالای رزین های فلئوئوره و به خصوص تفلون می باشد.

نتیجه گیری

با افزودن درصد های پایینی از پلی تترافلورو اتیلن به رنگ های ترافیکی می توان مقاومت به خراش و مقاومت به سایش این رنگ را به طور قابل ملاحظه ای بهبود بخشید. به طوری که با افزایش ۳ درصد وزنی از این ماده به فرمولاسیون رنگ، مقاومت به خراش بهبود ۱۰۰ درصدی (۲ برابر) و مقاومت به سایش بهبود ۲۰۰ درصدی (۳ برابر) داشته است.

تشکر و قدردانی

این پژوهش، با حمایت معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد در گروه شیمی دانشکده علوم (کد پروژه ۳/۵۷۱۹۶) انجام شده است. همچنین از واحد تحقیق و توسعه شرکت رنگ سازی سیکلمه از مجموعه صنعتی پارت لاستیک کمال تشکر و قدردانی را داریم.



دانشگاه شهید باهنر کرمان



بخش مهندسی شیمی



انجمن مهندسی شیمی ایران

دومین کنفرانس ملی بکارگیری روش های تجربی و عددی
در صنایع شیمیایی و معدنی
۲۶ بهمن ۱۴۰۱ - دانشگاه شهید باهنر کرمان

مراجع

- [1] Rios, P. Durable ultra-hydrophobic surfaces for self-cleaning applications. US: Wiley InterScience. 2008.
- [2] EIRI. Technology of Paints & Coatings with Formulations. India: Engineers India Research Ins., 2015.
- [3] ISIRI, 3758.
- [4] Koleske, Joseph.. Paint and Coating Testing Manual. US: ASTM International, 2012.
- [5] Panda, H. Paint Testing Methods. India: National Institute of Industrial Research, 2009.
- [6] ASTM, D 2792, 1969 (reapproved 1987).
- [7] ASTM, D 471, 1979.

تمایل دارم این مقاله را در بخش ■ پوستر □ شفاهی ارائه نمایم.



دومین کنفرانس ملی بکارگیری روش های تجربی و عددی
در صنایع شیمیایی و معدنی
۲۶ بهمن ۱۴۰۱ - دانشگاه شهید باهنر کرمان

Formulation and improvement of wear and scratch resistance of traffic coatings by polymer additives based on fluorine resins

Author Name : Seyed Mehrdad Miri

Presenter E-mail: mehrdad43517284@gmail.com

Corresponding Author E-mail: ramezani@um.ac.ir

Abstract

Paints are one of the most important and widely used industrial products in the world, and the researchers of this industrial field have always tried to provide the best quality to the consumers. In the meantime, traffic paints are among the most consumed products of the paint industry, and every year a lot of money is wasted on repainting tables, streets and highways. In this research, by using very small amounts of polymer additives based on fluorine resins (for example, Teflon), traffic coatings are highly improved and of high quality, with a simple process that can be operated in all production factories in the paint industry. Yes, it was produced. So that by adding small amounts (about 3% by weight) of Teflon to a solvent-based traffic paint, whose resin is acrylic-styrene, under the conditions of grinding with glass balls, many characteristics of the paint can be improved. Especially, scratch resistance and wear resistance were subjected to standard tests and showed an increase of 100 and 200 percent, respectively. This is an amazing improvement and can save money in various fields.

Keywords: paint, coat, polytetrafluoroethylene, Scratch resistance, wear resistance