

رنگ ها و ملات های امولسیون سیلیکونی

تیمان کامران، آرزو رضوی
شرکت رزینفام

1- مقدمه

رنگ ها و ملات های امولسیون سیلیکونی، سیستم های پوششی مدرن در نماسازی ساختمان ها هستند. در سال های اخیر گرایش قابل توجهی به کاربرد این دسته از مواد مشاهده می شود، چرا که توأم مزایای سیستم های پوششی معدنی و آلی را به مصرف کنندگان عرضه می کنند. این ویژگی ها که برآیند مزایای رزین امولسیون پلیمری و رزین سیلیکونی به عنوان پیونده (binder) ترکیبی در سیستم رنگ های امولسیون سیلیکونی اند، عبارتند از: بهبود چشمگیر مقاومت جو زدگی (weathering)، مقاومت در برابر اشتعال پذیری، جذب چرک اندک، مقاومت سایشی مطلوب و کاهش قابل ملاحظه آسیب پذیری در برابر حملات میکروبی. از سوی دیگر حضور رزین سیلیکونی به عنوان جزء اساسی در ترکیب پیونده رنگ، ویژگی های منحصر به فردی در پوشش ایجاد می کند: تراوایی بخار آب بسیار زیاد، جذب آب بسیار کم و دوام فوق العاده. در واقع می توان گفت رزین سیلیکونی علاوه بر آب گریز کردن ساختار ذاتاً پر خلل و فرج رنگ، نقش میل گرد فولادی را در بتون ایفا می کند. مجموع ویژگی های نام برده، رنگ و ملات های امولسیون سیلیکونی را به محصولاتی بسیار مقرون به صرفه تبدیل کرده است.

2- نماسازی با رنگ ها و ملات های امولسیون سیلیکونی

یکی از ویژگی های مصالح ساختمانی معدنی، طبیعت متخلخل آن ها است. به همین علت این دسته از مواد، به سادگی آب جذب می کنند و در نتیجه دیوارهای بیرونی بر اثر ریزش باران، به سرعت رنگ پریده می شوند و آسیب می بینند. این ضعف، حفاظت از نمای بیرونی ساختمان ها را ضروری می کند. با رشد مصرف مواد عایق بندی و ملات های سبک، نماسازی با یک ترکیب تراوای بخار آب از مهم ترین الزامات است، چرا که اگر نما به خوبی محافظت شده باشد، رطوبت جذب شده فرصت و امکان عبور از لایه های محافظ را به دست می آورد. از سوی دیگر پوشش های محافظ هم باید حداکثر دوام را داشته باشند. افزون بر این، پوشش نمای مطلوب که از ساختمان در برابر آب و حملات جوی و شیمیایی محافظت می کند، باید در عین حال ظاهری جذاب و زیبا داشته باشد. بدون اغراق می توان گفت که رنگ ها و ملات های امولسیون سیلیکونی، تنها سیستم های آلی - معدنی هستند که قادرند ویژگی های فوق را برای محافظت از ساختمان های شهری، مسکونی و صنعتی و نیز برای مرمت ساختمان های ارزشمند تاریخی فراهم کنند.

3- اجزای سازنده رنگ ها و ملات های امولسیون سیلیکونی

3-1- تعاریف

بر اساس استانداردهای اروپایی از جمله رهنمودهای جامعه صنعت رنگ آلمان (VdL)، «رنگ امولسیون سیلیکونی» و «ملات امولسیون سیلیکونی» ترکیباتی حاوی پیونده امولسیون رزین سیلیکونی هستند.

- رنگ امولسیون سیلیکونی (silicone resin emulsion paint)

استاندارد DIN 18363، اجزای سازنده رنگ امولسیون سیلیکونی را به ترتیب زیر بر شمرده است: امولسیون رزین سیلیکونی، امولسیون پلیمری، رنگدانه، پرکننده ها و مواد افزودنی کمکی. این رنگ ها در خانواده ترکیبات دافع آب یا آب گریز دسته بندی می شوند. بر اساس استاندارد EN 1062، رنگ امولسیون سیلیکونی، رنگی است که "تراوایی بخار آب زیاد"، و "جذب آب کم" دارد [1].

- ملات امولسیون سیلیکونی (silicone resin emulsion plaster)

تعریف ملات امولسیون سیلیکونی مشابهت زیادی با رنگ امولسیون سیلیکونی دارد. آن چه ملات امولسیون سیلیکونی را از هم خانواده های دیگر خود متمایز می کند، پیونده رزین سیلیکونی است که این ترکیب بسیاری از ویژگی های برتر خود را مدیون آن است. ملات امولسیون سیلیکونی باید حاوی اجزای زیر باشد: پرکننده ها، افزودنی ها، رزین سیلیکونی و پلیمر امولسیون حداکثر به مقدار 5% از کل وزن ملات (جامد به جامد).

3-2- پلیمرهای امولسیون به عنوان پیونده اشتراکی در رنگ های امولسیون سیلیکونی

چنان که در بخش 3-1 تشریح شد، این سیستم ها حاوی یک پلیمر امولسیون به عنوان جزء ضروری و با نقش پیونده اشتراکی هستند. انتخاب پلیمر امولسیون مناسب و فرمول بندی صحیح رنگ یا ملات، اثرات مهمی بر ویژگی های محصول نهایی دارد.

یک رنگ برونگاهی (exterior) خوب باید دارای جذب آب کم و تراوایی بخار آب کافی باشد تا اگر مقداری آب در زیر فیلم پوشش حبس شده است، بتواند به سرعت تبخیر شود. حتی در شرایطی که رنگ کاملاً در برابر آب نفوذ ناپذیر است، باید قابلیت تراوایی بخار آب را داشته باشد، زیرا در اقلیم نیمه مرطوب و یا حتی در داخل ساختمان (با توجه به حجم فعالیت های انسانی و شکل گیری جو مرطوب ناشی از آن)، اختلاف فشار بخاری موجود است که جریان پذیری رطوبت از پشت لایه رنگ به طرف خارج را موجب می شود. در ضمن این نکته را باید در نظر داشت که هرگونه تجمع رطوبت زیر سطح رنگ منجر به تاول زدگی فیلم و در نهایت پوسته شدن و جدایش لایه های رنگ خواهد شد.

قوانین کیفی متعددی برای ایجاد ارتباط بین جذب آب و تراوایی بخار آب بر اساس داده های جوی و مدل های ریاضی موجود است. امروز یک رنگ با ویژگی های بهینه مورد قبول، باید ثابت جذب آب (W) کمتر از $0.1 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0.5}$ ("نفوذ ناپذیر در برابر آب") و تراوایی بخار آب (S_d) کمتر از 0.1 m ("متخلخل و تراوای بخار آب") داشته باشد.

اکنون باید دید نتایج اختلاط یک رزین سیلیکونی و یک پلیمر امولسیون با یکدیگر چیست. فرمول ظریف و پیچیده این ترکیب منجر به تراوایی بخار آب می شود، در حالی که آب امکان نفوذ از میان فیلم رنگ را نمی یابد، زیرا حفره ها و تخلخل ها توسط رزین سیلیکونی آب گریز شده اند. به عبارت دیگر رزین های سیلیکونی با ایجاد "تخلخل های آب گریز" دستیابی به مقاومت تراوایی کمینه همراه با جذب آب کم را فراهم می کنند.

یافته های حاصل از عکس برداری SEM نیز فرضیه فوق را تأیید می کنند (شکل 3). سطح فیلم یک ماده پوششی برونگاهی حاوی پلیمر امولسیون با 50% PVC (CPVC=58%) کاملاً بسته به نظر می رسد، در صورتی که سطح فیلم یک پوشش حاوی رزین سیلیکونی با 60% PVC (پلیمر امولسیون / رزین سیلیکونی امولسیون با نسبت 65/35) متخلخل است.

اکنون این سؤال مطرح است که اگر در هر صورت سطح متخلخل است، چرا از رزین سیلیکونی به تنهایی به عنوان پیونده استفاده نکنیم؟ به دلایل زیر استفاده از رزین سیلیکونی به تنهایی امکان پذیر نیست: "توان پیوندش رنگدانه" (pigment binding capacity) [1] رزین های سیلیکونی برای دربرگیری و پیوندش همه رنگدانه و پرکننده ها بسیار کم است که این مطلب بر پایداری جوی پوشش هم اثرات منفی می گذارد. بنابراین برای بر طرف کردن ضعف رزین سیلیکونی در پیوندش رنگدانه از مخلوط آن با پلیمر امولسیون استفاده می کنیم. کاستی شدید رزین های سیلیکونی در پیوندش رنگدانه در جدول 1 نشان داده شده است. در این جدول مقادیر مقاومت سایشی تر رنگ های ساختمانی برونگاهی (PVC=60%) بر پایه چند نوع رزین امولسیونی سیلیکونی در مقایسه با رنگ های بر پایه پیونده مخلوط 35/65 رزین سیلیکونی و کوپلیمر امولسیونی استایرین/اکریلیک نشان داده شده است.

رزین سیلیکونی به کار رفته					توان پیوندش رنگدانه (PVC=60%)
Si-5	Si-4	Si-3	Si-2	Si-1	
450	700	1600	90	60	رزین سیلیکونی
5000 <	1900	5000 <	450	5000 <	رزین سیلیکونی + امولسیون استایرین / اکریلیک

جدول 1: مقایسه مقاومت سایشی رنگ های ساختمانی برونگاهی (PVC=60%)

نقش امولسیون در رنگ های فوق فقط به پیوندش رنگدانه ها و پرکننده ها محدود نمی شود و ویژگی هایی چون پایداری انبارشی، مقاومت در برابر گچی شدن و چسبندگی را نیز بهبود می بخشد.

ویژگی های کاربردی مثل توان پیوندش رنگدانه، جذب آب و مقاومت در برابر جودگی (شامل تمایل به جذب چرک)، معیارهای انتخاب پلیمر امولسیونی برای اختلاط با رزین سیلیکونی در رنگ های امولسیونی سیلیکونی هستند.

تأثیر پلیمر امولسیونی بر ویژگی های کل سیستم رنگ، بسته به نوع مونومرهای اصلی و کمکی، امولسیفایرها، مواد کمکی و فرایند تولید، متفاوت است.

3-2-1- رزین امولسیونی سیلیکونی، توان پیوندش رنگدانه و CPVC

توان پیوندش رنگدانه، ویژگی پلیمرهای امولسیونی برای در برگیری بیشترین مقدار ممکن رنگدانه ها و پرکننده ها است. هرچه توان پیوندش رنگدانه امولسیون بیشتر باشد، غلظت حجمی بحرانی رنگدانه آن هم بیشتر خواهد شد و بنا بر این، مقدار امولسیون مورد نیاز در فرمول بندی مورد نظر کمتر و محصول نهایی مقرون به صرفه تر خواهد بود. مقایسه پیونده های مختلف از نظر توان پیوندش رنگدانه از اهمیت زیادی برخوردار است.

مطالعات پژوهشی - صنعتی نشان می دهند که در صورت استفاده از پلیمرهای امولسیونی دارای ذرات کوچک تر می توان به CPVC های بالاتر دست یافت. هم چنین از بین امولسیون های پلیمری تجاری، امولسیون های کوپلیمر استایرین - اکریلیک و اکریلیک خالص، توان پیوندش رنگدانه بیشتری دارند. در شماره های بعدی در همین سری، به مبحث توان پیوندش رنگدانه و نقش آن در انتخاب پیونده امولسیونی مناسب خواهیم پرداخت.

برای پاسخ گویی به پرسش تأثیر نوع پیونده در انتخاب رزین امولسیونی سیلیکونی بهترین راهکار، اندازه گیری و تعیین توان پیوندش رنگدانه و CPVC است.

اگر نتایج آزمون اندازه گیری CPVC در کنار نتایج حاصل از آزمون مقاومت سایشی تر بررسی شود، به پاسخ های جالب توجهی دست خواهیم یافت. در یک قاعده کلی می توان گفت رزین های امولسیونی سیلیکونی با CPVC اندازه گیری شده کمتر، مقاومت سایشی کمتری نیز دارند. از سوی دیگر افزودن پیونده اشتراکی پلیمر امولسیونی به رزین سیلیکونی، مقاومت سایشی را به شدت افزایش می دهد (جدول 1). بنا بر این می توان به طور کلی نتیجه گیری کرد که برای انتخاب بهترین رزین سیلیکونی مناسب در آمیزه، باید مخلوط های مختلف از پیونده پلیمری - سیلیکونی تهیه و CPVC و مقاومت سایشی ترکیبات مختلف اندازه گیری شود. ترکیب دارای بیشترین CPVC و مقاومت سایشی تر، بهترین گزینه خواهد بود.

تأثیر نوع پیونده امولسیونی بر جذب آب سیستم ماده پوششی، مبحث دیگری است که در شماره های بعد به تفصیل به آن خواهیم پرداخت.

3-2-2- مقاومت جوی

Tg پلیمر امولسیونی بر جذب چرک ماده پوششی تأثیر بسزایی دارد. عموماً Tg بیشتر منجر به کاهش جذب چرک می شود، اما در Tg های بالاتر، به فرض ثابت بودن Tg، تفاوت در ساختار پلیمر اهمیت خود را به شدت از دست می دهد. به عبارت بهتر در Tg برابر یا بیشتر از 10 °C، جذب چرک رنگ در مورد تمام رزین های امولسیونی تقریباً یکسان است.

در فرمول بندی سیستم های بدون حلال که معمولاً از امولسیون های پلیمری با Tg کمتر از 8 °C استفاده می شود، انتخاب پلیمر مناسب می تواند بر جذب چرک اثر داشته باشد. در Tg و یا MFFT یکسان، استایرین - اکریلیک ها جذب چرک کمتری نسبت به اکریلیک های خالص دارند.

آشکارا می توان اختلاف در جذب چرک را به اختلاف در شدت گچی شدن ارتباط داد. گچی شدن بیشتر منجر به کاهش جذب چرک می شود، زیرا زدودن یا ریزش خود به خودی لایه سطحی فیلم تخریب شده ناشی از پدیده گچی شدن، خواه ناخواه به برداشته شدن چرک موجود روی فیلم هم منجر می شود.

تحقیقات انجام شده بر عیب گچی شدن رنگ های امولسیونی سیلیکونی نیز نشان می دهد که تفاوت در جذب چرک فرمول ها، بر اثر پدیده "خود - پاک کنندگی" نیست. هم چنین باید در نظر داشت که علاوه بر گرمانرمی پلیمر، PVC فرمول نیز بر میزان جذب چرک و تمایل به گچی شدن مؤثر است.

در رنگ های امولسیونی سیلیکونی که نسبت به رنگ های ساختمانی برونگاهی معمولی در PVC های بسیار بیشتری فرمول بندی می شوند، مشاهده شده است که تمایل به جذب چرک با افزایش PVC، به عبارت دیگر با کاهش نسبت ماده گرمانرم در آمیزه، کاهش می یابد.

3-2-3- ویژگی های پلیمر امولسیونی مناسب

به طور فشرده، یک پلیمر امولسیونی مناسب برای ساخت رنگ های امولسیونی سیلیکونی باید 5 ویژگی داشته باشد:

1. این امولسیون باید یک کوپلیمر استایرین - اکریلیک یا اکریلیک خالص باشد.

2. قطر متوسط ذرات پیونده امولسیون باید کمتر از 0/2 میکرون باشد (به منظور بیشینه کردن توان پیوندش رنگدانه).
3. امولسیون پلیمری باید بی بو باشد، یعنی عاری از حلال ها، نرم کننده ها، آمونیاک و باید مقدار مونومر آزاد موجود در آن نیز ناچیز باشد.
4. امولسیون پلیمری باید با رزین امولسیونی سیلیکونی مورد استفاده سازگار باشد، یعنی نباید لخته شود و یا فیلم کدری از خود به جا بگذارد.
5. باید جذب آب کمی داشته باشد.

3-3- رزین امولسیونی سیلیکونی به عنوان پیونده اشتراکی در رنگ های امولسیونی سیلیکونی

ابتدا به مقایسه ای بین رزین های سیلیکونی و دیگر سیالات سیلیکونی مانند افزودنی های متداول سیلیکونی می پردازیم. موفقیت رنگ های امولسیونی سیلیکونی که حدود 35 سال پیش به بازار عرضه شدند، عموماً مدیون پیونده سیلیکونی است. هر تلاشی برای جایگزین کردن رزین های سیلیکونی دارای قابلیت اتصال عرضی سه بعدی با سیالات سیلیکونی ارزان و صرفاً دارای زنجیره خطی، مطمئناً به شکست خواهد انجامید، چرا که سیالات سیلیکونی مطلقاً فاقد ویژگی توان پیوندش رنگدانه هستند.

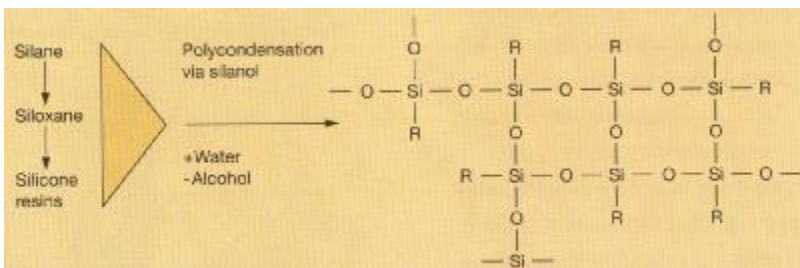
برای تشخیص رزین های سیلیکونی از دیگر ترکیبات مشابه، به راحتی می توان از طیف سنجی مادون قرمز استفاده کرد. تنها به ذکر این نکته بسنده می کنیم که جذب گروه های 3 عاملی رزین های سیلیکونی در طول موج 1270 cm^{-1} و جذب گروه های 2 عاملی سیالات سیلیکونی در طول موج 1260 cm^{-1} روی می دهد.

با این مقدمه به شیمی و ویژگی های رزین های سیلیکونی می پردازیم.

3-3-1- شیمی رزین های سیلیکونی

رزین های سیلیکونی ترکیباتی با وزن مولکولی زیاد و ساختار متصل عرضی سه بعدی، مانند کوارتز با استخوان بندی اتم های سیلیسیم - اکسیژن هستند. بر خلاف کوارتز، چهارمین اتم اکسیژن رزین سیلیکونی با یک گروه آلی R جایگزین شده است. بنابراین رزین سیلیکونی را می توان کوارتز اصلاح شده با گروه آلی دانست. همه رزین های سیلیکونی از واحدهای سه عاملی سیلیسیم تشکیل شده اند. بنابراین رزین های سیلیکونی را می توان خانواده ای از مواد بین ترکیبات تماماً غیر آلی و تماماً آلی نامید. رزین های سیلیکونی از 30 تا 80 واحد سه عاملی سیلیسیم با وزن مولکولی بین 2000 تا 5000 تشکیل شده اند که در مقایسه با رزین های آلی معمولی، عدد بسیار کوچکی است. این ترکیبات معمولاً حاوی 2 تا 4% الکل باقی ماده (اتانل) هستند. در میان همه انواع رزین های سیلیکونی، رزین های متیل سیلیکونی بیشترین ویژگی های آلی را از خود نشان می دهند. زمانی که این نوع رزین ها کاملاً واکنش داده شوند، حاوی فقط 11% بقایای آلی تخریب پذیر با گرما خواهند بود. آن چه در پایان پس از تخریب گرمایی باقی می ماند، سیلیسیم دی اکسید خالص است.

رزین های متیل سیلیکونی به شکل امولسیون آلی اعمال و پس از خشک شدن (فیزیکی)، فیلم ناپسبناکی تشکیل می دهند که کاملاً دافع آب است. گروه های الکی باقی مانده، یا در یک واکنش تراکمی با گروه های عاملی (معمولاً OH) موجود در زیرآیند (substrate) برای تشکیل سیلانل شرکت می کنند؛ یا با یکدیگر واکنش می دهند تا ساختار عرضی فعلی رزین سیلیکونی را باز هم بیشتر تنیده و به یک شبکه کامل تبدیل کنند. در شکل 1- تشکیل شبکه رزین سیلیکونی و ساختار شبه کوارتزی آن تصویر شده است.



شکل 1- تشکیل شبکه رزین سیلیکونی و ساختار اتمی

در این شکل مشاهده می شود که رزین سیلیکونی ساختاری بسیار شبیه به کوارتز دارد که فقط برخی از اتم های اکسیژن آن با گروه آلی جایگزین و بدین ترتیب رزین با گروه های آلی آبگریز به صورت دائمی اصلاح شده است.

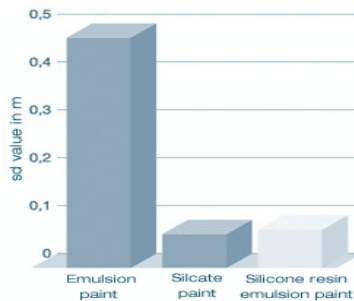
3-3-2- ویژگی های رزین های سیلیکونی

- بسیاری از ویژگی های مطلوب رنگ ها و ملات های امولسیونی سیلیکونی از رزین سیلیکونی ناشی می شود.
- دفع آب: گروه آلی (متیل) رزین سیلیکونی این ویژگی را ایجاد می کند. بخش معدنی رزین سیلیکونی، با کمک رزین امولسیونی پلیمری، ذرات رنگدانه و پرکننده را کنار هم می چسباند. گروه های آب گریز به طرف موئینگی ها و خلل و فرج سمت گیری و آن ها را دافع آب می کنند.
- تراوایی بخار آب: رزین های سیلیکونی در بین انواع ترکیبات سیلیکونی، بیشترین تراوایی بخار آب را دارند. علت، استخوان بندی آن ها است که تا 80% از سیلیسیم و اکسیژن غیر آلی تشکیل شده است.
- مقاومت در برابر جو زدگی: این رزین ها در برابر قلیاها و اسیدهای رقیق (باران اسیدی)، پرتوهای فرا بنفش و مادون قرمز نور خورشید مقاوم اند.
- مقاومت در برابر گرما و آتش: مقاومت گرمایی رزین های سیلیکونی، در مقایسه با اغلب پلیمرهای دیگر، بسیار بیشتر است. از آن جا که رزین های متیل سیلیکونی زرد نمی شوند و افت وزن آن ها ناچیز است، تعیین حداکثر دمای مقاومت گرمایی پیوسته این رزین ها دشوار است، اما با تخمین می توان دمای 200°C را درست دانست. در هر حال مقاومت پوشش های نمای ساختمان در برابر آتش بسیار زیاد است.
- قابلیت رنگ آمیزی: رزین های سیلیکونی تنها ترکیبات سیلیکونی قابل رنگ آمیزی هستند. سیالات و الاستومرهای سیلیکونی قابل رنگ آمیزی نیستند و حتی الاستومرهای سیلیکونی را باید با اصلاح توسط محصولات رزین های سیلیکونی قابل رنگ آمیزی کرد.
- ظاهر معدنی: ظاهر رنگ ها و ملات های امولسیونی سیلیکونی، به این علت معدنی به نظر می رسد که شبکه رزین سیلیکونی شباهت بسیاری به ساختار کوارتز دارد.

- توان پیوندش رنگدانه- پرکننده: رنگ های امولسیون سیلیکونی، بر خلاف افزودنی های دافع آب سیلیکونی، به ویژه پس از جو زدگی، مقاومت سایشی بسیار زیادی دارند. علت، ساختار دوگانه آلی- معدنی پیونده این رنگ ها است. از یک سو رزین امولسیون پلیمری، توان پیوندش رنگدانه- پرکننده بسیار زیادی دارد، از سوی دیگر بخش معدنی رزین امولسیون سیلیکونی، گچی شدن را به حداقل رسانده، ویژگی دفع آب را ایجاد می کند و مجموع این ویژگی ها، مقاومت سایشی رنگ حاصل را به شدت افزایش می دهد.
- جذب چرک (dirt pick up): رنگ های بر پایه رزین های امولسیون سیلیکونی، در شرایط عملی در سال های متوالی، تقریباً جذب چرک نداشته اند [5]. با این وجود، حتی اگر سطح پوشش کثیف شود، به راحتی می توان آن را تمیز کرد. چرک، نمی تواند به داخل فیلم ماده پوششی نفوذ کند.
- حمله میکروبی: از آن جا که سطح رنگ ها و ملات های امولسیون سیلیکونی به شدت دافع آب است، فیلم ماده پوششی تقریباً در همه طول سال خشک می ماند و به همین دلیل، از رشد میکروب ها، جلبک ها و قارچ ها جلوگیری می شود.
- دوام: با توجه به مجموعه ویژگی های برشمرده، و اختلاط مزایای سیستم های پوششی آلی و معدنی، رنگ ها و ملات های امولسیون سیلیکونی دوام بسیار بیشتری نسبت به انواع مشابه دارند و در نتیجه از صرفه اقتصادی بیشتری نیز برخوردارند.

4- مزایای رنگ ها و ملات های امولسیون سیلیکونی

- دفع آب عالی: کشش سطحی بسیار کم فیلم حاصل از رنگ های امولسیون سیلیکونی، باعث می شود که قطرات آب به صورت دانه های پخش نشده موضعی روی سطح ماده پوششی قرار گیرند و در نتیجه دفع آب این رنگ ها عالی است. حتی پس از بارش های طولانی و دمای بسیار کم یا بسیار زیاد، در فیلم رنگ، تیرگی، تورم یا جدایش دیده نمی شود. هم چنین جذب غبار نیز بسیار کم است.
- تراوایی زیاد بخار آب و کربن دی اکسید: این ویژگی ها حاصل خلل و فرج باز ساختار سطحی رنگ های امولسیون سیلیکونی، و تضمین کننده تعادل مایع و بخار در عبور از فیلم هستند. تراوایی بخار آب و کربن دی اکسید، هیچ تأثیری بر رسانایی گرمایی، عایق سازی و کربناتی شدن (carbonation) فیلم ماده پوششی ندارند. رطوبت زیر فیلم ماده پوششی نیز می تواند بدون ممانعت خارج شود. بنا بر این رنگ ها و ملات های امولسیون سیلیکونی، تواتماً مزایای سیستم های آلی و معدنی را عرضه می کنند. در شکل 2- تراوایی بخار آب سه سیستم رنگ امولسیون معمولی، رنگ سیلیکاتی و رنگ امولسیون سیلیکونی با یکدیگر مقایسه شده است.



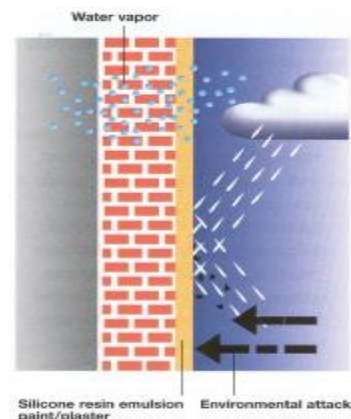
شکل 2- تراوایی بخار آب، روش غرقابی [3]

نتایج فوق را می توان در ابعاد بسیار کوچک تر در ساختار فیلم سه سیستم مورد بحث نیز مشاهده کرد. شکل 3- عکس های میکروسکوپ الکترونی (SEM) سیستم های سه گانه را با بزرگ نمایی 5000 بار نشان می دهد. تخلخل رنگ سیلیکاتی که به خوبی در تصویر نمایان است، مسئول تراوایی خوب بخار آب رنگ سیلیکاتی و البته جذب آب بسیار زیاد آن است. از سوی دیگر، فیلم پیوسته رنگ امولسیون معمولی، جذب آب بسیار کمی دارد، اما چون ساختار تخلخلی آن بسته است، تراوایی بخار آب نیز بسیار کم است. با بررسی تصویر رنگ امولسیون سیلیکونی به تفاوت عمده ای پی می بریم. ساختار تخلخلی بسیار شبیه به ترکیبات معدنی، در ظاهر باز است، اما در عین حال ضریب جذب آب این ترکیبات بسیار کوچک است، در نتیجه دوام این سیستم ها عالی است.

رنگ سیلیکاتی	رنگ امولسیون سیلیکونی	رنگ امولسیون معمولی	
جذب آب	کم	کم	خیلی زیاد
تراوایی بخار آب	خیلی زیاد	کم	خیلی زیاد

شکل 3- تصاویر سیستم های رنگ سه گانه

- مقاومت بسیار خوب در برابر خوردگی، بخارات صنعتی و حملات میکروبی: از آن جا که زیرآیند، دائماً خشک است، سطح نماسازی شده زیبایی خود را تا دراز مدت حفظ می کند. یکی از معیارهای تشخیص دوام و توان پیوندش پرکننده [1]، اندازه گیری مقاومت سایشی فیلم ماده پوششی است. رنگ های امولسیون سیلیکونی که به خوبی فرمول بندی شده باشند، تا 20,000 دور سایش را پس از 250 ساعت جو زدگی تحت تابش UVB تحمل می کنند. شکل 4- سازوکار سیستم رنگ امولسیون را تحت عوامل جوی نشان می دهد.



شکل 4- دیوار پوشانده شده با رنگ و ملات امولسیون سیلیکونی، آب و چرک و غبار را دفع می کنند و حملات محیطی زیان بار را پس می زند.

5- فرمول ساخت رنگ امولسیونی سیلیکونی

به منظور آشنایی بیشتر خواننده با سیستم های ذکر شده، فرمول پیشنهادی شرکت رزینفام برای رنگ سیلیکونی حاوی حلال در زیر آمده است:

جزء	بخش وزنی	نقش	سازنده
آب	213	-	-
سدیم پلی فسفات 10%	0/5	عامل پراکنش کمکی	-
Pigment Disperser N	3/5	عامل پراکنش	BASF
Mowliith VDM 7000 (50% در آب)	1/5	غلظت دهنده تجمی	Clariant
Mergal K14N	1/5	نگهدارنده	TROY
بوتیل دی گلیکول استات	20	منعقد کننده، افزودنی کمکی تشکیل فیلم	-
AGITAN 305	1	ضد کف، مرحله اول	MÜNZING
Cristal 100-TiO ₂ (روتیل)	110	رنگدانه سفید	Cristal
سیلیکات آلومینیم 0/04 میکرون	15	پرکننده	-
میکا 1 میکرون	30	پرکننده	-
کلسیم کربنات 3 میکرون	220	پرکننده	-
کلسیم کربنات 7 میکرون	135	پرکننده	-
Polifam RFC-765	100	پیونده امولسیونی استایرن - اکریلیک	رزینفام
AGITAN 305	1	ضد کف، مرحله دوم	MÜNZING
WACKER BS-45	100	پیونده امولسیونی سیلیکونی	WACKER
WACKER BS-1306	10	افزودنی امولسیونی سیلیکونی، دافع آب	WACKER
آب	38	-	-
جمع	1000		

6- ملات های امولسیونی سیلیکونی

اگر چه مباحث مطرح شده در رنگ های امولسیونی در مورد ملات های سیلیکونی نیز صادق است، در فرمول بندی ملات ها عوامل دیگری نیز باید مورد بررسی قرار گیرند.

به طور کلی می توان ملات را یک رنگ پراسازند (high build) با دانه بندی درشت دانست، با این تفاوت که ملات ها در مقایسه با رنگ ها از نظر مقدار پرکننده های درشت و به ویژه نسبت پرکننده به پیونده، متفاوتند. در رنگ های امولسیونی سیلیکونی این نسبت عموماً بین 1 تا 5 است، در صورتی که در ملات های امولسیونی سیلیکونی این نسبت بین 1 تا 11 است. در این جا منظور از پیونده، مجموع محتوای امولسیون پلیمری و رزین امولسیونی سیلیکونی است (محاسبه به صورت 100% جامد).

نکته ای که در این جا، به دلیل وجود مقادیر زیاد پرکننده و درصد جامد بالا، حائز اهمیت است این است که مقدار کل مایعات موجود در فرمول برای پراکنش کامل رنگدانه ها و پرکننده ها کافی باشد. به همین دلیل، امولسیون پلیمری، غلظت دهنده و عامل پراکنش باید ابتدا به سیستم افزوده و سپس پراکنش رنگدانه و پرکننده ها در این آمیزه انجام شود. بنا بر این پایداری مکانیکی پلیمر امولسیونی در برابر برش باید بسیار زیاد باشد.

7- مراجع

- 1- ملات های رزینی ساختمانی و سامانه های عایق کاری و نماسازی برونگاهی (EIFS)، بخش یکم: تیمان کامران، شرکت رزینفام؛ مجله بسیار، شماره 28، خرداد 1382
- 2- ملات های رزینی ساختمانی و سیستم های عایق کاری و نماسازی امولسیونی (EIFS)، بخش دوم: تیمان کامران، نازیلا بشیری، شرکت رزینفام؛ مجله بسیار، شماره 29، مرداد 1382
3. M.Schwarz, R.Baumstark; polymer dispersions as binders in silicone resin systems; waterbased acrylates for decorative coatings; VCH; 2001
4. O.Wagner, A.Smith; factors affecting dirt pickup in latex coatings; JCT; vol 68; No 862; NOV 1996.

5. WACKER BS silicone resin binders for silicon resin emulsion paints and plasters; WACKER-Chemie; OCT 2001

[

6- روش های آزمون رنگ های امولسیون درونگاهی و برونگاهی؛ شرکت رزینفام؛ تابستان 1382