

صنعت رنگ سازی (علم پلیمر)

انواع پوشش و شکستهای متداول :

مهمترین جزء یک پوشش ، رزین آن است . نوع رزین یا پلیمر به قدری مهم است که رنگ را برحسب آن نامگذاری و می فروشند . پوشش الکیدی یا اپوکسی برای همه آشناست ولی کسی تا به حال نام پوشش دی اکسید تیتانیوم یا متیل اتیل کتون به گوشش نخورده است . در این فصل ، انواع رزین یا پلیمرهای مورد استفاده در پوشش به همراه نقاط ضعف و قوت آنها بحث می شود . حتی در یک خانواده پوشش ، ممکن است پوششهای با خواص فیزیکی و شیمیایی کاملاً متفاوت وجود داشته باشد . یکی از جذابیت‌های علم پلیمر ، گسترده بودن آن است مثلاً تغییرات جزئی در ساختار مونومر یک اکریلیک ، پلیمری با خواص کاملاً متفاوت ایجاد خواهد کرد. اپوکسی ممکن است سخت و شکننده یا نسبتاً نرم و انعطاف پذیر باشد . در این بحث های کلی بایستی مواظب استثناها بود .

رزین ها و روغن های طبیعی :

قرنها است که از این مواد برای ساخت پوشش تزئینی و محافظ استفاده می شود . این مواد از منابع طبیعی نظیر باقیمانده گیاهان ، حیوانات و فسیلها بدست می آیند . هر چند روغنهایی مثل روغن بزرک یا روغن ماهی ، رزینهای طبیعی هستند ولی به صورت جداگانه توضیح داده می شوند .

رزین های طبیعی :

بسیاری از رزینها طبیعی از شیر درختان حاصل می شوند که برای حفاظت درخت در برابر بریدگیها و زخمها از آن تراوش می نماید . بسیاری از آنها دارای گروه عامل کربوکسیل و اسیدی هستند که اسیدی بودن آن بر حسب عدد اسید بیان می شود (میلیگرم هیدروکسید پتاسیم لازم برای خنثی کردن اسید یک گرم رزین). رزین های طبیعی معمولاً وزن ملکولی نسبتاً بالا و در حالت خالص در دمای اطاق ، جامدند ، اغلب برای تولید روغن جلا ، آنها را با مقادیر مختلف روغن نباتی ، حرارت می دهند. رزین طبیعی باعث سختی ، جلا ، مقاومت در برابر رطوبت و بهبود زمان خشک شدن می شود در حالیکه روغن نباتی باعث انعطاف پذیری و دوام می شود .

المی ، کوپال ، دامار و روسین نمونه هایی از رزین های طبیعی هستند که از درختان ، گیاهان و فسیلها بدست می آیند .

المی رزین نرم دارای محدوده ذوب $120 - 80$ C و عدد اسید پایین (20 - 35) است که از درختی در فیلیپین بدست می آید . با بسیاری از رزینها و حلالها سازگار است و به لعاب و جلا ، انعطاف پذیری می بخشد .

بر خلاف المی ، کوپال ماده سخت دارای وزن ملکولی بالا و دمای ذوب بالا (149 C) است و عدد اسید آن در انواع نیوزیلندی 50 و در انواع آفریقای مرکزی 140 است . دارای مواد فسیل شده که از درختان مختلف TROPICAL بدست می آید می باشد که اگر تحت دما و فشار ، تقطیر نشود کاربرد کمی خواهد داشت . پس از تقطیر ، جلاهای با دوام و مقاومت اتمسفری عالی تولید می نماید . کوپال مانیلی که در

فیلیپین یا هند شرقی بدست می آید فسیل نیست بلکه از Tapping درختان زنده بدست می آید که تا حدی نرمتر از کوپال فسیلی و در الکل قابل حل است . انواع فسیلی سخت تر نیز در دسترس می باشد .

دامار رزین نسبتاً نرمی با محدوده ذوب $70 - 113^{\circ}\text{C}$ و عدد اسید پایین (20 - 30) است . دامار از درختان خاصی در هند شرقی بدست می آید و حتی در حلالهای هیدروکربنی ضعیف نیز قابل حل است .

این ماده برای جلاها ، لعاب های نیتروسولوزی و حتی به عنوان اصلاح کننده در پوشش های الکیدی خاصی استفاده می شود . دامار براقیت و دوام رنگ را بهبود می بخشد.

روسین که به کولوفونی نیز معروف است یکی از کاربردی ترین رزین های طبیعی است که دارای نقطه ذوب حدود 80°C است . بسیار اسیدی (دارای عدد اسید 150 - 180) و در الکل و هیدروکربنها قابل حل است . از Pine درختان تراوش می شود و بصورت DOMESTICALLY می تواند بدست آید . از نظر شیمیایی دارای مشتقات فنان ترین (هیدروکربن آروماتیک چند هسته ای) نظیر اسید ابتيك (شکل 5-1) است.

روسین معمولاً مقاومت ضعیفی در برابر آب و قلیاها دارد ، با گذشت زمان اکسید می شود تا حدی TACKY است . بخاطر این نواقص ، اغلب از روسین بعنوان

PRECURSOR در ساخت دیگر رزین ها استفاده می شود . وقتی روسین با گلیسرول یا دیگر الکل های پلی هیدریک واکنش بدهد به محصولی بنام GUM استری تبدیل می شود که ماده ای سخت و برای تولید جلا از آن استفاده می شود . واکنش ، بین

گروه اسید کربوکسیلیک (COOH-) روسین و گروه هیدروکسیل گلیسرول برای تولید استر با وزن ملکولی بالاتر ، انجام می پذیرد.

وقتی روسین با ایندریک مالئیک (شکل 5-2) و سپس با گلیسرول (شکل 5-3) واکنش

بدهد استرهای مالئیک روسینی ایجاد می شود . عدم اشباع CONJUGATED

روسین اولیه حذف می گردد بنابراین دوام رنگ بیشتر می شود و محصول که دارای

وزن ملکولی بالاتر است TACKINESS روسین را ندارد . استرهای مالئیک روسین

همراه با روغن های نباتی برای تولید چسب هایی که به مرور زرد نخواهد شد ، برای

بهبود براقیت و سختی الکیدها و در ساخت جلاها استفاده می شوند . شلاک یک رزین

طبیعی است که نسبت به موادی که تاکنون توضیح داده شد دارای منشاء کاملاً

متفاوت می باشد . شلاک EXCRETION حشره LAC است که بومی هند و تایلند

می باشد.

EXCRETION خشک شده ، خرد و شسته می شود سپس ذوب و بصورت ورقه های

خشک می شود که در اثر شکسته شدن به پولکی تبدیل شده ، سپس در الکل حل می

شود . برای تولید سیلرهای KNOT و لعابها استفاده می شود .

استفاده عمده رزین های طبیعی جلا است در ساخت جلا ، رزین طبیعی با روغن

خشک کننده ای نظیر روغن بزرگ پخت می شود تا محلولی یکنواخت بدست آید

سپس این محلول را رقیق می نمایند تا ویسکوزیته آن به حدی برسد که قابل کار

کردن باشد . این جلاها به نام جلاهای اولئورزین معروفند که هنوز هم برای کاربردهای

خاصی استفاده می شود ولی عمدتاً توسط رزین های مصنوعی که کارایی بهتر و در

حلالهای پیرامونی کمتر حل می شوند جایگزین شده اند هرچند لغت «جلا» هنوز هم برای توصیف این پوششهای ترانسپارنت به کار می رود تعداد کمی از آنها به معنی واقعی کمه جلا هستند.

روغن ها :

عمده ترین رزین طبیعی معرفی ، روغنهای نباتی و تا حد کمتری روغن ماهی است که قرن‌هاست به منظور ایجاد پوششهای تزئینی و حفاظتی استفاده می شوند . در سده نوزدهم و اوایل قرن بیستم ، این مواد ، عمده ترین چسب رنگها بودند . هر چند رنگهایی که فقط دارای چسب روغنی باشند هنوز هم وجود دارند ولی بازار NICHE بصورت PRESERVATIVE های چوب و فیلم های VARNISH دارند . با این حال در ساخت پوششهای پیچیده تر نظیر الکیدها و اپوکسی استرها به مقدار زیاد از این روغنها استفاده می شود.

گلیسرول و انواع اسیدهای چرب ، اسیدهای کربوکسیلی هستند که گروه هیدروکربنی آلیفاتیک اشباع شده یا نشده معمولاً به طول 15-17 اتم کربن دارند مثل اسید اولئیک (شکل 5-4) . روغن (تری گلیسرید) دارای ساختار معمولی (شکل 5-5) است که R از انواع اسیدهای چرب بدست می آید .

فرمول بعضی از مهمترین اسیدهای چرب به قرار زیر است .

اسید استئاریک $\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_{16} \text{COOH}$

اسید پالمیتیک $\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_{14}$

اسید اولئیک $\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_7 \text{CH} = \text{CH} (\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$

اسید لینوئیک $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

COOH

اسید لینولینیک $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

COOH

اسید ری سیلنولیک $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{COHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{COOH}$

COOH

اسید الئوستریک $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{COOH}$

روغنهای طبیعی دارای یک تری گلیسرید که از گلیسرول و یک اسید چرب ساخته شده باشد نیستند بلکه دارای مخلوطی از تری گلیسریدهایی هستند که از اسیدهای چرب مختلف آمده است. جدول 1-5 ترکیب بعضی از روغنهایی که بیشتر استفاده می شوند را نشان می دهد [1]

ترکیب روغن از روی نام روغن مشخص است بجز مواردی مثل روغن بزرک که از PLAX بدست می آید و روغن TALL که محصول فرعی ساخت کاغذ KRAFH از PULP چوبی است.

روغنها به سه دسته روغنهای خشک شوند، نیمه خشک شونده و غیر خشک شونده تقسیم می شوند. روغنهای خشک شونده در اثر تماس با هوا فیلم جامد نسبتاً سخت ایجاد می نمایند. روغن های نیمه خشک شونده فیلم های TACKY و روغنهای غیر خشک شونده عمدتاً بصورت مایع و باقی می مانند اینک روغن به کدامیک از این سه دسته تعلق دارد عمدتاً به مقدار پیوند دوگانه کربن - کربن یا عدم اشباع اسیدهای چرب مانند این روغنها بستگی دارد.

مکانیزم خشک شدن یا پیوند عرضی روغن کاملاً پیچیده و شامل اکسید شدن پیوندهای دوگانه است که با ایجاد رادیکال آزاد شروع می شود. رادیکال ملکولی است که دارای الکترون غیر اشتراکی باشد پروکسیدها و هیدروپروکسیدها (ROOH) که معمولاً به مقدار کم وجود دارند به طور جزئی عامل ایجاد رادیکالهای آزاد هستند (شکل 5-6)

این رادیکالها آزاد اتم هیدروژن را به سمت ملکول متیلن CH₂ در مجاورت پیوند دوگانه می نمایند.

بنابراین در یک یا چند گروه از اسدهای چرب روغن، تولید رادیکال آزاد می نمایند. دو رادیکال آزاد روی دو ملکول تری گلیسرید مجزا با هم ترکیب می شوند تا ذره خنثی ایجاد نمایند بنابراین این واکنشهای انتشار و تراکم زنجیره (پیوند عرضی = CROSS LINKING) آغاز می شود که منجر به افزایش جزئی وزن ملکولی و تولید فیلم جامد نسبتاً سخت می شود. کل فرایند به نام اکسید اسیون خود بخود معروف است.

سرعت واکنش اکسید اسیون خود بخود می تواند کاملاً کم باشد که برای سرعت بخشی از کاتالیست استفاده می شود این کاتالیست یا «خشک کن» اغلب نمک های اسیدهای کاتانویک یا نفتنیک است. بعضی از آنها نظیر نمکهای کبالت و منگنز عمدتاً پیوند عرضی در سطح پوشش را کاتالیزه نموده که به خشک کن های سطحی معروفند. دیگر کاتالیست ها نظیر نمکهای زیرکونیم، پیوند عرضی در حجم پوشش را کاتالیزه می نمایند و به خشک کن های حجمی معروفند.

هر چند پوششهای پایه روغنی با فرمول صحیح طی چند ساعت خشک و قابل لمس می شوند فرایند پیوند عرضی اکسید اسیون تا چند سال می تواند ادامه یابد واکنش رادیکالهای آزاد ممکن است منجر به تورق پیوند و در نتیجه محصولات فرعی با وزن ملکولی پایین ایجاد نماید . بنابراین پوششهای پایه روغنی با روغنهای خشک شونده طی گذشت چند سال ، ترد و بیرنگ می شوند .

بر خورد با پوششهای دارای چسب هایی که فقط از روغنهای طبیعی درست شده اند نسبتاً نادر است وقتی این پوششها به تنهایی استفاده شوند این روغن ها پوششهایی نرم (ولی با گذشت زمان ترد خواهند شد) ، مقاومت ضربه ، مقاومت سایش و مقاومت شیمیایی ضعیفی دارند . با اینحال این روغنها به صورت گسترده در دسته بعدی پوششها - الکیدها و استرهای اپوکسی استفاده می شوند .

الکیدها و اپوکسی استرها :

1.2.5 الکیدها :

الکیدها یکی از پاهای ثابت صنعت پوشش در عمده قرن بیستم بوده است . علیرغم منافع پوششهای پیچیده کاراتر نظیر اپوکسی و یورتانها ، الکیدها همچنان در بازار برای نگهداری ساختمانها و تجهیزات صنعتی به کار می روند. با اینحال حرکت به سمت قانونهایی که استفاده از پوششهایی که دارای کمترین ترکیبات آلی فرار هستند را توصیه می نماید نهایتاً ممکن است منجر به افول آنها گردد .

الکیدها در اصل پلی استرهای اصلاح شده با روغن هستند که از واکنش پولیولها ، اسیدهای دو بازی و اسدهای چرب (یا روغنهایی که از اسید چرب درست شده اند)

ایجاد می شوند . هر چند پولیولهای متنوعی می توانند در اینجا استفاده شوند دو تا از متداولترین آنها گلیسرول (شکل 5-3) و پنتاری تریتول (شکل 5-7) می باشد .

متداولترین اسید دو بازی به صورت انیدریدی استفاده می شود و دارای انیدرید فتالیک (شکل 5-8) می باشد . اسید ایزوفتالیک (شکل 5-9) نیز تا حدی متداول است. برای تولید الکیدها دو فرایند وجود دارد . فرایند مونوگلیسرید و فرایند اسید چرب ، دو فرایند مونوگلیسرید روغن (نظیر روغن بزرک) با پولیول (معمولاً گلیسرول) پخت می شوند که منجر به واکنش TRANSESTRIFICATION برای ایجاد مونو گلیسرید می گردد (شکل 5-10) وقتی مونوگلیسرید تشکیل شد اسید DIBASIC نظیر انیدرید فتالیک اضافه می شود . گروههای اسید (یا انیدرید) انیدرید فتالیک با گروه هیدروکسیل مونو گلیسرید واکنش و ایجاد پلی استرهای اصلاح شده با روغن یا الکیدها را می دهد .

اگر مطلوبست که از پولیولی غیر از گلیسرول استفاده شود واکنش بالا نمی تواند استفاده شود . در این حالت فرایند اسید چرب استفاده نمی شود که در آن بجای روغن ها (تری گلیسریدها) از اسیدهای چرب استفاده می شود و اسیدهای چرب ، پولیولها و اسیدهای DIBASIC در محفظه در یک مرحله واکنش می دهند .

دو روش همپوشان برای دسته بندی الکیدها وجود دارد : ممکن است الکیدها برحسب خشک شونده یا غیرخشک شونده (گاهی به عنوان الکید شونده یا غیر اکسید کننده نامیده می شوند) یا از روی مشخصه طول روغن شناخته شوند.

الکیدها عمدتاً با واکنش اکسید اسیون خودبخود که قبلاً برای روغنهای طبیعی که از آنها ساخته می شوند توضیح داده شد گیرش می یابند. بنابراین الکیدها بر پایه روغنهای خشک شونده (روغنهایی که اسیدهای چرب آنها با پیوندهای دوتایی کربن - کربن CONJUGATED شده است) نظیر روغن بزرک برای ایجاد فیلم جامد، خشک یا اکسید می شوند بنابراین برای استفاده بصورت پوشش مناسب هستند. در مقابل الکیدهای بر پایه روغنهای اشباع شده خشک شونده، گیرش نمی یابند. بلکه عمدتاً بصورت مایعات ویسکوز باقی می ماند این الکیدها برای پوشش دهی مناسب نیستند بلکه اغلب به عنوان نرم کننده استفاده می شوند. طول روغن اشاره به طول زنجیره اسید چرب (یعنی C16 بر حسب C18) ندارند بلکه به مقدار واقعی روغن (یا اسید چرب) مصرف شده بر حسب درصد وزنی. الکیدها با طول روغن بزرگتر از 60 (% 60 وزنی روغن) الکیدهای روغن طویل نامیده می شوند الکیدهای دارای حدود 40-60% روغن، الکیدهای روغنی متوسط هستند و آنهایی که کمتر از 40 درصد روغن دارند الکیدهای روغنی کوتاه هستند. در صورتیکه تمام موارد دیگر یکسان باشند الکیدهای روغنی طویل دارای واکنش سطحی کمتر و بنابراین خواص خیس کنندگی بهتری نسبت به الکیدهای روغنی کوتاه می باشند. آنها more tolerant of marginally prepared surfaces و آلودگیهای آلی قابل حل نظیر روغن و گریس را بهتر بلند و جابجا می کنند. همچنین بهتر قادر به نفوذ و احاطه مقادیر کم زنگ یا پوسته می باشد (نسبت به الکیدهای با روغن کوتاه فیلم نرمتر و قابل انعطاف تری (حداقل در ابتدا) ایجاد می کنند). دسته دوم برای

(پرایمرزنی در مغازه) استفاده می شوند که سریعاً خشک شده و به محل کار، منتقل تا در آنجا نصب و رنگ بعدی روی آن زده شود.

با این حال چون عمل آمدن با اکسیژن برای رزین های الکییدی چند سال طول می کشد خواص نهایی پوشش با خواص اولیه ممکن است بسیار متفاوت باشد. الکید روغن طویل که دارای مقدار زیادی روغن خشک شونده باشد طی سالها می تواند تردتر از الکیدهای با روغن کوتاه دارای مقدار کمی روغن خشک شونده شود. این مطلب نشان می دهد که نمی توان در مورد خواص گروهی از پوششها به صورت کلی بحث کرد. تغییرات ساخت می تواند اثرات زیادی بر خواص پوشش حاصل نسبت به خواص آن گروه ایجاد نماید.

در بسیاری از کاربردها، الکیدها یک پوشش همه کاره هستند. با این حال عمدتاً بخاطر اینکه اساس پوشش بر اتصالات نسبتاً فعال استری بیشمار استوار است الکیدها در برابر قلیاها مقاومت ضعیفی دارند. واکنش اسید و الکل برای ایجاد استر یک واکنش برگشت پذیر است بویژه تحت شرایط قلیایی مرطوب تخریب برگشت پذیر استر به الکل و اسید، هیدرولیز یا صابونی شدن نامیده می شود. چون واکنش تحت شرایط قلیایی اتفاق می افتد نمک اسید بجای اسید آزاد تشکیل می شود. نمک اسید براحتی با روشهای آنالیز آشکار شدنی است در نتیجه صابونی شدن مشخص می شود.

علاوه بر صابونی شدن، الکیدها به حمله شیمیایی و نور خورشید (در پیوند دوگانه باقیمانده) حساس هستند. مواد شیمیایی خاصی نظیر اسیدهای معدنی می تواند به پیوندهای دوگانه اضافه شود. عدم اشباع نیز محللهایی برای اکسیداسیون و واکنش

رادیکالهای آزاد فراهم می نماید شکست دیگری که در الکیدها اتفاق می افتد موج برداشتن است که زمانی اتفاق می افتد که سریعتر از داخل خشک می شود در اینحالت سطح منقبض می شود و چون داخل هنوز «خمیری» است به همراه انقباض سطح ، کشیده می شود در نتیجه موج ایجاد می شود این حالت در موردی اتفاق می افتد که پوشش ، بیش از اندازه ضخیم باشد یا اینکه سرعت خشک کن های سطح و داخل ، مساوی نباشد . راه های زیادی برای اصلاح خواص اکسیدها وجود دارد از جمله فنلیکها ، استایرن ها ، وینیل تولوئن و رزین های سیلیکونی .

رزین های فنلی توسط واکنش فنل جانشینی با فرمالدئید ایجاد می شوند (شکل 5-11) و به مقدار کم برای بهبود چسبندگی ، سختی و مقاومت خوردگی الکیدها به آن اضافه می شوند . الکیدهای فنلی گاهی پرایمرهای فلزی اونیورسال نامیده می شوند چرا که می توانند با انواع مختلفی از پوش های پایه حلالی بدون ترس از بلند شدن و موج برداشتن که گاهی در پوششهای الکیدی اصلاح شده نسبتاً حساس به حلال اتفاق می افتد پوشش مجدد داده می شوند .

رزین های الکیدی می توانند با پختن اضافه نیز اصلاح شوند که با استایرن (شکل 5-12) یا وینیل تولوئن (شکل 5-13) واکنش داده شوند که باعث ایجاد رزین های با وزن ملکولی سنگینتر می شود که سرعت خشک شدن را سریعتر و مقاومت در برابر رطوبت و قلیایی را تا حدی زیاد می نماید . با اصلاح و ینیلی ، مقاومت کافی در برابر حلالها و هیدروکربن های آلیفاتیک نظیر روغن و گریسها ایجاد نخواهد شد . الکیدها با رزین

های سیلیکونی نیز اصلاح می شوند . مزیت اصلی آنها عبارتست از دوام بیشتر و مقاومت حرارتی.

استرهای اپوکسی :

از نظر فنی، استرهای اپوکسی یک نوع الکید اصلاح شده تلقی می شوند ولی چون استر اپوکسی نامیده می شوند نه الکیدهای اصلاح شده با اپوکسی ، در اینجا قسمت جداگانه ای برایشان در نظر گرفته شده است .

پوشش های با رزین اپوکسی یکی از مهمترین پوششهای کارا می باشد . استرهای

اپوکسی پوششهای اپوکسی نیستند و نبایستی با آنها قاطی شوند لذا بهتر است

الکیدهای اصلاح شده با اپوکسی نامیده شوند .

از نظر شیمیایی ، گروه عامل اپوکسی (که گروه اکسیران هم نامیده می شوند) حلقه

سه عضوی از دو اتم کربن و یک اتم اکسیژن است . بیشتر رزین های اپوکسی براساس

اتردی گلیسیریل بی فنل A (DGEBA) درست شده اند که دارای ساختاری مشابه

(شکل 5-14) می باشد . رزین های اپوکسی متداول ، محصولات تراکم DGBEA با

ساختار مشابه (شکل 5-15) هستند که n معمولاً 1 تا 12 است . رزین ها دارای گروه

هیدروکسیل و اکسیژن هستند که با گروه اسید کربوکسیلیک اسید چرب الکید واکنش

داده و استر اپوکسی ایجاد می کنند . این رزینهای اپوکسی تا حدی با همدیگر واکنش

داده (گروه هیدروکسیل دوم ملکول با گروه اکسی ران ملکول دوم واکنش می دهد)

که با اتخاذ روش پخت مناسب ، این کار به حداقل می رسد .

خواص استرهای اپوکسی بسته به طول روغن الکیدها ، بسیار متنوع است . استرهای اپوکسی با طول روغن زیاد بیشتر شبیه الکیدها هستند و در حلالهای آلیفاتیک نظیر الکلهای معدنی قابل حل هستند استرهای اپوکسی با طول روغن کوتاه بیشتر شبیه اپوکسی هستند و نیاز به حلالهای قویتر آروماتیک نظیر گزینلن دارند با اینحال حتی استرهای اپوکسی با طول روغن کوتاه نیز بیشتر شبیه الکیدها هستند تا اپوکسی . استرهای اپوکسی در مقایسه با الکیدها می توانند با مزایای متعدد و البته معایب ضمنی آنها ساخته شوند می توانند سریعتر خشک شوند و فیلم های سخت تر با چسبندگی بهتر و مقاومت بهتر شیمیایی (هر چند به صابونی شدن حساس هستند) ایجاد نمایند .

هر چند از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی سخت به اپوکسی های واقعی ضعیفترند کاربرد آنها راحت و سخت به آلودگی سطحی کم ، حساس نیستند ولی متاسفانه مشابه اپوکسی ها در برابر آفتاب ، گچی می شوند . در مقایسه معایب و مزایای اپوکسی با الکیدها ، از لحاظ نوع شکست ، یکسان هستند .

3.5 اپوکسی ها :

وقتی رزین های اپوکسی اولین بار در اوایل دهه 1940 مورد مصرف تجاری قرار گرفتند به صورت چسب استفاده می شدند . امروزه آنها مهمترین گروه پوشش های ترموست کارا هستند . اپوکسی به صورت پوشش دو جزئی عمل آمدنی در محیط ، به صورت سیستم پخت در دمای بالا ، به صورت اسپری سریع عمل آمدنی صد درصد جامد و حتی به صورت پوشش مواد پودری ساخته می شوند . در مقایسه با الکیدها و

استرهای اپوکسی ، چسبندگی مقاومت خوردگی و شیمیایی و خواص فیزیکی و مکانیکی بهتر دارند .

وزن ملکولی رزین های اپوکسی از 400 ($n=1$) تا حدود 4000 ($n=12$) در شکل 5-15 است با افزایش وزن ملکولی ، اکسی والان وزنی (تعداد گرم رزین های یک اکسی والان گروه اپوکسی) نیز زیاد می شود . در بعضی رزین های اپوکسی با وزن ملکولی بسیار بالا (15000-50000) اپوکسی بقدری کم است که (گروه اکسی ران ، دو انتهای ملکول بزرگ را تشکیل می دهد) .

که رزین در واقع شبیه الکل دارای چند عامل است . این رزینها ، رزینهای فنوکسی نامیده می شوند که به عوامل عمل آورنده نیازی ندارند وقتی به عنوان پرایمر SINGLE – PACKED باشند مقاومت شیمیایی و چسبندگی خوبی دارند و در بعضی موارد ، مقاومت ضربه وسایشی آنها از اپوکسی های ترموست دو جزئی بیشتر است . وقتی n ، 1 یا کمتر باشد رزین ها ، مایعات و یسکوز هستند اگر n حدود 2 باشد رزین ، جامد آمورف با اکی والان وزنی اپوکسی حدود 450-500 (وزن ملکولی 900-1000) که در حدود $65-75\text{ C}$ نرم یا ذوب می شود می باشد . این رزینها معمولاً به صورت محلولهای با درصد جامد بالا (حدود 70%) در حلالهای آروماتیک یا کتونی فروخته شده و برای تولید پوشش های اپوکسی دو جزئی عمل آمدنی در محیط که امروزه استفاده می شوند کاربرد دارند.

چون رزین های اپوکسی دارای وزن ملکولی پایین و در واقع ، مایعات و یسکوز هستند تنها وقتی که پیوند عرضی ایجاد نموده مواد با وزن ملکولی بالاتری ایجاد نمایند

پوشش های خوب ایجاد می کنند هر چند بعضی از این واکنش های ترموست بر گروه دوم هیدروکسیل در شاخه اصلی رزین اپوکسی استوار است بیشتر آنها دارای گروههای اپوکسی انتهایی بسیار فعال هستند این گروهها قادر به واکنش با تقریباً هر ملکولی که اتم هیدروژن فعال داشته باشد از جمله آمینها ، اسیدهای کربوکسیلیک ، فنلیک ها ، رزین های آمینی ، انیدریدها و ایزوسیاناتها می باشد. خواص لایه عمل آمده ، بستگی عمده به نوع عامل عمل آوردنی مورد استفاده دارد .

1.3.5 عامل های آمینی و آمیدی عمل آورنده رزین های اپوکسی :

آمینها و آمیدهای دارای گروه آمینی جزو عمده ترین عوامل عمل آورنده پوششهای اپوکسی کارای صنعتی که در محیط گیرش پیدا می نمایند هستند . آمینهای اولیه آلیفاتیک و سیکلوالیفاتیک با رزین اپوکسی با مکانیزمی مطابق شکل 5-16 واکنش می دهد .

آمین ثانویه ای که به این ترتیب تولید می شوند با سرعت کمتری بواسطه (HINDRANCE) ممانعت استتاریک با ملکول دیگر اپوکسی واکنش می دهد . آمینهای ساده آلیفاتیک اصلاح نشده نظیر تری آمین دی اتیلن (DGTA) (شکل 5-17) بسیار فعال می باشد و منجر به ایجاد پوششهایی با عمر پس از مخلوط کوتاه می شود چون DETA دو هیدروژن آمین اولیه و سه هیدروژن آمین ثانویه با تعداد گروههای عامل 5 دارد پوشش با دانسیته پیوند عرضی بسیار بالا با مقاومت شیمیایی و حرارتی عالی و استحکام پیوستگی عالی ایجاد می نماید با این حال بخاطر مقدار بالای پیوند عرضی ، انعطاف پذیری و مقاومت ضربه آسیب خواهد دید .

جایگزین های مهم دیگر عوامل آمینی ساده که عامل پیوند عرضی هستند پلی آمیدها می باشند که از واکنش آمینی نظیر DETA با اسیدهای چرب دی مر برای ایجاد پلی آمیدهای منتهی به آمین ایجاد می شوند . اسیدهای چرب دی مر ، اسید های کربوکسیلیک با وزن مولکولی نسبتاً بالا هستند که از واکنش دو اسید چرب C18 بدست می آیند . وقتی این اسیدهای دی مر با DETA یا آمین های دیگر دارای چند گروه عامل واکنش می دهند پلی آمیدهای دارای گروه عامل آمینی تولید می شود . هر چند این عوامل پیوند عرضی گروه عامل آمیدی دارند گاهی اطلاق عامل پیوند عرضی به پلی آمید تا حدی گیج کننده است چون گروه فعال واقعی ، گروههای آمینی هستند (بویژه گروههای آمین اولیه در دو انتهای مولکول) .

مشابه adduct های آمینی انواع مختلفی از پلی آمیدهای ایجاد کننده پیوند عرضی در بازار موجود است که تا حدی از نظر خواص با محصول نهایی اپوکسی متفاوتند . چون تمام پلی آمیدها ملکولهای بسیار بزرگتری نسبت به پیوند دهنده های عرضی آمینی ساده هستند و چون فاصله بسیار بیشتری بین گروههای آمینی اصلی terminal بسیار فعال وجود دارد دانسیته پیوند عرضی پوشش اپوکسی پلی آمید بسیار کمتر از اپوکسی عمل آمده با آمین است . سرعت واکنش ، پائین تر ، عمر پس از مخلوط کردن بیشتر و نسبت حجم مخلوط معمولاً 1:1 یا 2:1 و سمی بودن و blushing و خطاهای ناشی از نسبت مخلوط ، کاهش یافته (ولی حذف نشده اند) .

براساس خواص فیلم های گیرش یافته ، اپوکسی های پلی آمید معمولاً فیلم انعطاف پذیر تر با دانسیته کمتر پیوند عرضی نسبت به اپوکسی های عمل آمده با آمین ایجاد

می کنند . انعطاف پذیری و مقاومت ضربه و چسبندگی بهبود می یابد . با این حال مقاومت شیمیایی و مقاومت در برابر حلال مطلوب نیست هر چند که هنوز در مقایسه با بسیاری از پوششهای عمومی ، خوب است . ترکیب سهولت کار برد نسبی و خواص فیزیکی و شیمیایی خوب ، پوششهای اپوکسی پلی آمیدی را یکی از workhorse های پوششهای صنعتی عمومی نموده است . همچنین در بعضی پوششهای خاص نظیر صنایع غذایی ، دریایی و آستری های آلی غنی از روی .

عوامل پیوند عرضی آمید و آمین بواسطه واکنش با اسیدهای چرب دارای یک گروه عامل بجای اسیدهای چرب دیمری ، با پلی آمیدهای دارای وزن ملکولی پایین ایجاد می شوند . در مقایسه با آمینهای ساده اصلاح نیافته ، آمید و آمینها ، وزن ملکولی بالاتر و تعداد گروه عامل کمتری دارند .

واکنش پیوند عرضی عمدتاً در گروه تکی آمین اصلی در انتهای آمینی ملکول با سرعت واکنش بسیار کمتر ناشی از آمینهای ثانویه ای ممکن است در حجم ملکول باشند پیشرفت می نماید . دانسیته پیوند عرضی در مقایسه با اپوکسی ساده عمل آمده با آمین ، بسیار کم است و حتی کمتر از اپوکسی پلی آمید . چنین پوششهایی عمر پس از مخلوط بسیار طولانی دارند ، به کندی گیرش پیدا می نماید و انعطاف پذیری و مقاومت ضربه بهتری حتی نسبت به اپوکسی پلی آمیدی دارند . در حالیکه مقاومت شیمیایی آنها قابل مقایسه با اپوکسی پلی آمیدی (و تا حدی برتر از اپوکسی عمل آمده با آمین) است مقاومت حلالی آنها به طور قابل ملاحظه ای ضعیفتر است .

ketimin ها نوع تقریباً خاصی از عوامل گیرش هستند که عمر پس از مخلوط طولانی و یسکوزیته رنگ زنی پایین بویژه در آنها مهم است . ketimin ها عوامل گیرش blicked در نظر گرفته می شوند و بواسطه واکنش کتون دارای وزن ملکولی پایین مثل متیل اتیل کتون (MEK) با آمین اولیه آلیفاتیک ساخته می شوند . ساختار یک ketimin متداول که از MEK ساخته می شود در شکل 5-18 نشان داده شده است .

چون ketimin ها آمین های سه تایی هستند در مقابل گروههای اپوکسی فعالیت بسیار کمی نشان می دهند در اثر تماس با رطوبت اتمسفر دچار تجزیه شده ، تشکیل آمین اولیه و در مثال بالا MEK می دهند . MEK از فیلم فرار می نماید در نتیجه آمین اولیه را آزاد می گذارد تا با رزین اپوکسی واکنش بدهد .

آمین های سیکلو آلیفاتیک گروه خاصی از آمین های آلیفاتیک هستند . دو مثال از آمین های سیکلو آلیفاتیک ، سیکلو هگزان دی آمین (شکل 5-19) و ایزوفوران دی آمین (شکل 5-20) است . وقتی آمین های سیکلو آلیفاتیک بواسطه اسیدهای آلی که نقش سریع کننده دارند اصلاح شوند گیرش کافی در حوالی دمای انجماد اتفاق می افتد . هر چند اینها کمتر فرار هستند و بنابراین این نسبت به cyclic counter part – non های خود less irritating هستند . هنوز هم اغلب با مقدار کمی اپوکسی دارای وزن ملکولی بسیار پایین برای کاهش فراریت و blushing واکنش داده می شوند .

علاوه بر گیرش دمای پایین ، دارای چسبندگی خوبی به سطوح مرطوب می باشند بعلاوه مقاومت بهتر شیمیایی ، حلال و رطوبت مربوط به اپوکسی ، با این حال تمایل به تردی دارند .

mannich base ها نوع دیگری از عوامل گیرش برای حصول گیرش دمای پایین و چسبندگی به سطوح damp است . mannich base ها توسط واکنش بین متیل فنل و آمین اولیه دارای چند گروه عامل ایجاد می شود . هیدروکسیل فنلی شتاب دهنده قدرتمندی برای واکنشهای opening – ring – epoxy هستند . پوششهای پودری گروه خاصی از پوششهای اپوکسی هستند که حلال ندارند و به صورت پودر تهیه می شوند . رزین اپوکسی ، رنگدانه و عوامل گیرش مخلوط و بواسطه ذوب در اکسترودرها ترکیب و سپس سرد و به صورت پودرهای یکنواخت آسیاب می شوند . پودر virgin ، tg به اندازه کافی بالا دارد که حین نگهداری به صورت جزئی ذوب نخواهد شد . این پوششها توسط دستگاههای خاص یا روی زیر لایه داغ یا در دمای اطاق اعمال می شوند که سپس پخت خواهند شد تا به سیلان و حداکثر پیوند عرضی برسند . عامل گیرش که معمولاً در پوشش پودر اپوکسی استفاده می شود دی سیان دی آمید (شکل 5-21) است . پوششهای پودری در ساخت تجهیزات اولیه بی شماری (OEM) نظیر جعبه ها و لوازم برق و بویژه در خطوط لوله زیر زمینی کاربرد دارند .

5.3.2 انواع شکست اپوکسی :

انواع مختلفی از رزین هاگی اپوکسی وجود دارند که می توانند با تعداد زیادی عوامل گیرش ، واکنش دهند . همچنین تعداد زیادی رنگدانه ، کاتالیست ، افزودنی و حلال برای انتخاب وجود دارد . مشکل و گاهی خطرناک است که راجع به پوشش های اپوکسی (یا هر گروه از پوششها) کلی گویی کرد . نویسنده اغلب عبارتی نظیر اینرا

شنیده است: (این مطلب برای اپوکسی ، طبیعی به نظر نمی رسد) . پشتیبانی از چنین مشاهداتی اغلب مشکل است مگر اینکه شخص تجربه قبلی در مورد محصول خاص مورد نظر را داشته باشد یا اینکه دسترسی به داده های منتشر نشده در مورد خواص فیزیکی و شیمیایی پوشش مورد نظر داشته باشد . بعضی نتایج کلی اگر گاهی tentative باشد راجع به کارایی گروههای خاصی از اپوکسی و راجع به مکانیزمهای شکست آنها وجود دارد .

در مقایسه با پوششهای ترموپلاستیک و الکیدها ، اپوکسیها خواص چسبندگی بهتر و مقاومت بسیار بهتر در برابر مواد شیمیایی ، حلالها ، آب و دمای بالا دارند . مقاومت [[، انعطاف پذیری و مقاومت سایشی برحسب نوع اپوکسی بسیار متفاوت است . در بعضی موارد، تردی ممکن است مهمترین نقص باشد . مقاومت خوردگی اپوکسی دارای ساخت صحیح معمولاً کاملاً خوب و خیلی بهتر از ترموپلاستیک ها و الکیدها است . یکی از draw back های عمده بیشتر اپوکسی ها ، مقاومت ضعیف در برابر نور خورشید است بخاطر ساختار آروماتیک اپوکسی ها ، نور ماوراء بنفش دارای طول موج نسبتاً بلند بخوبی بالاتر از ناحیه cut off نور طبیعی خورشید را جذب می نماید . علاوه بر زرد شدن ، جذب نور ماوراء بنفش باعث شکست سطح رزین اپوکسی می گردد که منجر به لایه نازکی از ماده گچی ضعیف می شود . عمق این تغییر ، بسیار نازک و از خواص فیزیکی و شیمیایی پوشش ، detract نخواهد کرد .

این کار در صورتی که زیبایی مهم باشد ممکن است objectable باشد همچنین در صورت حذف شدن می تواند باعث مشکلات جدی در مورد چسبندگی لایه های اعمالی بعدی گردد .

گاهی اوقات ممکن است اپوکسی تنها طی یک هفته تماس با محیط بیرون به اندازه کافی گچی شود که پوششهای خاصی به خوبی به آن نچسبد . در این موارد مقدار گچی شدن بقدری کم است که براحتی قابل مشاهده نیست .

مشکل blush آمینی یا آمیدی با استفاده از پیوند دهنده های عرضی با وزن ملکولی بالاتر نظیر adduct های آمینی و پلی آمیدها یا با رعایت زمان induction کاهش می یابد . با این حال غیر ممکن است که کاملاً حذف شود . اغلب ، این مشکل

می تواند با شستن پوشش با آب قبل از اعمال رنگ بعدی ، migitate گردد . اگر روی پوشش در محدوده زمانی مورد نظر ، رنگ سازگار با blush (نظیر پوشش اپوکسی دیگر) زده شود مشکلی از نظر چسبندگی وجود نخواهد داشت . با این حال این یک دانش غیر واقعی است چون نویسنده تعداد زیادی blush دیده که به طور موفق رنگ زده شده هر چند مقدار کمی blush می تواند باعث شکست جدی شود .

به طور کلی جدای از مشکلات ناشی از blushing و گچی شدن ، روی اپوکسی ها خاص و دیگر پوششهای ترموست براحتی نمی توان رنگ زد چون صاف و سخت هستند . در صورتیکه رنگ جدید دارای حلال نسبتاً ضعیف باشد که نتواند به سطح اپوکسی گیرش یافته نفوذ یا آنرا نرم نماید مشکل بیشتر می شود . سازندگان اغلب به محدوده زمانی رنگ زنی مجدد اشاره دارند که بعد از این مدت ، رنگ زنی مجدد مشکل است . اغلب

توصیه می شود سطح توسط بلاست سایشی یا ماسه ای زیر به صورت جزئی خشن شود معمولاً از Applicator برای مالش دادن سطح با حلال قوی یا با اسپری که چنین حلالی را روی اپوکسی می باشد برای نرم کردن جزئی آن قبل از رنگ بعدی استفاده می نمایند .

مشکل دیگر مربوط به انواع خاصی از اپوکسی ، تنش است . تمام پوششها در موقع گیرش ، تمایل به انقباض دارند که بویژه برای پوششهای دو جزئی ترموست نظیر اپوکسی ها درست است . اگر بهر دلیل جلو انقباض پوشش گرفته شود تنش داخلی زیادی در آن ایجاد می شود ممکن است در برابر تنشهای اضافه تر محیطی نتواند مقاومت نماید در نتیجه ترک یا انواع دیگر شکست در آن اتفاق بیفتد .

بهر حال معمولاً اپوکسی ها برای آزاد کردن تنش ، منقبض می شوند در صورتیکه اپوکسی روی زیر لایه یا پوششهای خاصی استفاده شود که دارای استحکام پیوستگی ضعیفی باشد چون آزاد شدن تنش داخلی اپوکسی منجر به انتقال تنش به پوشش زیرین یا زیر لایه می شود این مسأله می تواند مشکل ساز باشد . این تنش انقباض گاهی می تواند منجر به شکست عمده پیوستگی (شکافته شدن) لایه زیرین شود . یک مثال کلاسیک در این نوع شکست ، استفاده از اپوکسی دو جزئی پایه حلالی بعنوان پوشش نهایی روی پرکننده های block وینیل latex روی دیواره های ساختمانی می باشد . پرکننده های block (دارای رنگدانه) استحکام پیوستگی ضعیفی دارند و نسبت به حلالهای نسبتاً قوی در اپوکسی نیز حساس است .

مشکل دیگر اپوکسی دارای دانسیته بیشتر پیوند عرضی (یا هر پوشش با دانسیته زیاد پیوند عرضی)، تردی ذاتی آنهاست. معمولاً روی سطوح ضخیم ثابت نظیر فولاد ساختمانی سنگین اگر ضربه نخورد مشکلی ایجاد نمی شود ولی اگر زیر لایه در wind شدید، flex نماید یا تحت تأثیر انقباض و انبساط نیروهای حرارتی قرار گیرد پوشش قادر به flex با آن نخواهد بود.

در این حالت، یکی از این دو اتفاق بسته به مقدار چسبندگی به زیر لایه ممکن است بیفتد.

اگر پوشش چسبندگی marginal به زیر لایه داشته باشد تنش سادگی با جدایش پوشش از زیر لایه آزاد می شود. اگر پوشش نازک (1-2 mil) باشد ممکن است بصورت پوسته های کوچک جدا شود (come off) اگر ضخیم (≥ 5 mil) باشد بصورت قطعات بزرگ جدا شود.

هیچ کدام از انتخاب ها مطلوب نیست.

مشکل احتمالی دیگر در مورد اپوکسی ها یا هر پوشش دیگر که عمر پس از مخلوط فقط چند ساعته دارند به کارگیری پوشش در نزدیکی انتها یا اندکی پس از این زمان است. مهم است بخاطر بسپاریم که واکنش رزین اپوکسی و پیوند دهنده های عرضی بلافاصله پس از مخلوط کردن دو جزء شروع می شود. ترکیب شیمیایی رنگ در ظرف، مدام تغییر می کند و رنگی که دو ساعت پس از مخلوط کردن زده شود در مقیاس ملکولی مشابه رنگی که دو دقیقه پس از مخلوط کردن اعمال شود نیست. بیشترین اختلاف بین رنگ «دو دقیقه ای» و «دو ساعتی»، وزن ملکولی و ویسکوزیته است.

این دو عامل مرتبط اثرات مهمی بر سیلان و خیس کردن پوشش دارند . هر چند تشکیل incipient فیلم سه جزئی دارای پیوند عرضی احتمالاً منجر به افزایش کشش سطحی می شود اگر روی سطح فلزی زده شود کشش سطحی پوشش ، هنوز کمتر از زیر لایه است و خیس کردن به صورت تئوری اتفاق می افتد . با این حال ، مقاومت در برابر سیلان در نتیجه افزایش و یسکوزیته هنوز مانع از خیس کردن زیر لایه توسط پوشش می باشد . کاملاً ممکن است که نواحی خاصی دارای چسبندگی ضعیف بسادگی بعلت طول دوره زمانی از مخلوط کردن تا زدن رنگ وجود داشته باشد . توضیح بالا در مورد انواع شکست با این فرض است که اعمال رنگ ، ایرادی نداشته باشد .

عقیده عمومی از جمله نویسنده بر این است که عمده شکست رنگها در اثر خطاهای نقاش است با این حال این عقیده با مشاهدات piecemeal و تجربیات خاص ، Glean شده است و کوشش برای اطلاق درصد واقعی به تعدا شکست های ناشی از نقاش ، کاملاً فرضی است . براساس تجربیات نویسنده مطمئناً بیش از نصف تمام شکست پوششها مربوط به نقاش است . اپوکسها بواسطه همان خطاهای نقاش که بر کارائی دیگر پوششها اثر می گذارد شکست می خورند . پوششهای مدرن با کارایی بالا نسبت به پوششهای ساده نظیر الکیدهای پایه روغنی ، کمتر به نقاش FORGIVING هستند . آماده سازی سطح ضعیف رقیق کردن بیش از حد ، تفنگ اسپری ضعیف ، آلودگی یا رنگ زدن موقعی که هوا بیش از اندازه گرم ، سرد یا مرطوب است یا اینکه پوشش ، بیش از اندازه نازک یا ضخیم باشد می تواند منجر به شکست اپوکسی شود بعلاوه در پوششهای دو جزئی خطای خاص مربوط به نقاش وجود دارد .

یکی از متداولترین این خطاها ، مخلوط کردن نادرست اپوکسی است که در پوششهای اپوکسی گیرش یافته با آمین که نسبت مخلوط بین دو جزء ، DIS PARTE نظیر 10 قسمت جزء A به 1 قسمت جزء B است محتمل تر می باشد . احتمال خطاهای مخلوط کردن در پوششهایی که نسبت مخلوط ساده نظیر $1=1$ یا $2=1$ دارند چندان زیاد نیستند . با این حال نویسنده بیش از یک مورد شکست پوشش مشاهده نموده که ناشی از اضافه کردن یکی از اجزاء پیونده دهنده عرضی (یا مبدل) بوده است . در موقع آنالیز پوشش اپوکسی از نظر خطاهای احتمالی در مخلوط کردن دو مورد بایستی دقت شود : اول اینکه چون پوشش در محل (کارگاه) و نه آزمایشگاه مخلوط می شوند انحرافات جزئی از نسبت مخلوط ایده آل ، محتمل می باشد . اگر پوشش به گونه ای است که بایستی با نسبت دقیق 1/00 گالن جزء A با 1/00 گالن جزء B مخلوط شود و گرنه شکست اتفاق خواهد افتاد تجاری بودن این محصول ، جاری سؤال دارد .

عامل دوم هنگام بررسی مخلوط شدن ناصحیح رنگ مورد نظر این است که آیا سازنده رنگ را به صورت صحیح تولید نموده است یا نه . اینکه پوشش ، رزین کمتری نسبت به مقدار مورد نظر دارد لزوماً به این معنی نیست که نقاش مقصر است . اشتباه ممکن است در کارخانه سازنده اتفاق افتاده باشد .

خطاهای دیگر اعمال اپوکسی ، عدم رعایت زمان INDUCTION (که ممکن است BLUSHING یا شکست چسبندگی میان لایه ای ایجاد نماید) به کارگیری پوشش در یا خارج از محدوده زمانی مجاز پس از مخلوط کردن (که منجر به شکست چسبندگی

می شود) و اعمال رنگ بعدی در خارج از محدوده زمانی مجاز (که احتمالاً منجر به شکست چسبندگی میان لایه ای می شود) می باشد .

4.5 اپوکسی های اصلاح شده :

شیمی اپوکسی بسیار انعطاف پذیر است و انواع عوامل گیرشی و مسیرهای واکنش ، بقدری بیشمار است که نمی توان همه را در کتاب حاضر آورد . با این حال چند کلاس مهم اپوکسی های اصلاح شده که محقق شکست پوشش احتمالاً با بیشتر آنها برخورد خواهد داشت در اینجا گفته می شود .

4.5.1 اپوکسی های اکریلیک :

کلمه اپوکسی اکریلیک ممکن است INCONGRUOUS به نظر برسد چون اکریلیک ها اغلب به عنوان پوششهای پایه آبی نرم و اپوکسی ها به عنوان پوششهای پایه حلالی سخت در نظر گرفته می شوند . همچنانکه سه عضوی اپوکسی تمایل زیادی به گروههای عامل دارای هیدروژن فعال دارد ممکن است با اسیدهای کربوکسیلیک نیز واکنش دهد .

اگر گروه اسید کربوکسیلیک به رزین اکریلیک متصل باشد اپوکسی اکریلیک ایجاد شده است . این پوشش برای گیرش کامل نیاز به کاتالیست و پخت در دمای نسبتاً بالا دارد . چنین پوششهایی دارای خواص بین اکریلیک و اپوکسی هستند و تمایل به سختی ، چسبندگی و مقاومت سایشی بهتری نسبت به اکریلیک و پایدار در برابر نور و انعطاف پذیری بهتر نسبت به اپوکسی ها دارند .

2.4.5 اپوکسی های قطران :

اپوکسی های قطران گروه مهمی از اپوکسی ها هستند که بخاطر خواص ممانعت خوب، مقاومت نسبتاً خوب شیمیایی و رطوبت و قیمت نسبتاً ارزان بصورت گسترده در صنایع آب و SEWAGE استفاده می شوند. PITCH های قطران تصفیه شده با نسبت تقریبی دو یا سه برابر مقدار اپوکسی / پیوند دهنده عرضی استفاده می شوند. قطران و عوامل پیوند دهنده عرضی به صورت یک جزء درآمده، رزین اپوکسی جزء دوم را تشکیل می دهد. بسیاری از عوامل گیرشی که قبلاً توضیح داده شد می توانند استفاده شوند. هر چند مقدار قطران بالاتر باشد منجر به پوششهای نرمتر با گیرش آهسته تر و با مقاومت شیمیایی و حلالی کمتر می شود در حالیکه اپوکسی بیشتر منجر به پوشش تردتر، سخت تر و گیرش سریعتر می شود.

خواص اپوکسی ها اصلاح نشده ناشی از عوامل گیرش مختلف در اپوکسی های قطران نیز قابل مشاهده است آمین ها پوشش با گیرش سریعتر و فیلم سخت تر مقاومتر به سایش دارای مقاومت شیمیایی ایجاد می کنند در حالیکه سیستم های پلی آمید معمولاً انعطاف پذیری و خواص خیس کنندگی بهتری ایجاد می کنند. در فاضلابها، مزیت دیگر آمین ها، مقاومت بهتر در برابر سولفید هیدروژن و باکتریها است.

اپوکسی های قطران معمولاً به رنگ سیاه هستند و مقاومت ضعیفی در برابر ماوراء بنفش داشته در برابر نور خورشید، برنزه می شوند. همچنین رنگ زدن مجدد آنها بسیار مشکل است بنابراین معمولاً بایستی به صورت یک پوشش ضخیم زده شوند.

5. 4. 3 فنولیکهای اپوکسی :

رزین های فنولیک با واکنش فنل (شکل 5-11) یا فنل جانشینی با فرمالدئید (شکل 5-22) برای ایجاد ساختاری مطابق شکل 5-23 ایجاد می شوند .

گروه هیدروکسیل فنولیک ، نسبتاً فعال است و وقتی با اپی کلرور و هیدرین (شکل 5-24) یکی از PRECURSOR های رزین اپوکسی ، واکنش دهد گروه عامل اپوکسی در شاخه اصلی رزین فنولیک ، شاخه دار می شود . پوششهایی که از این رزین ها ساخته شوند چسبندگی در نوع دگر پوششهای عالی و دارای دانسیته پیوند عرضی بالا هستند .

دو نوع دیگر پوششهای فنولیک اپوکسی ، رزین فنولیک ممکن است عامل پیوند عرضی در نظر گرفته شود و از طریق گروه هیدروکسی فنولیک خود (در موردی نووالاک های فنولیک) با حلقه اپوکسی روی رزین اپوکسی واکنش دهد . این نوع پوشش بهترین سیستم موجود از نظر مقاومت شیمیایی با چسبندگی عالی می باشد که معمولاً به پخت در محدوده 149-204 درجه سانتیگراد برای رسیدن به خواص بهینه نیاز دارد و اغلب در مواردی که تماس شیمیایی طولانی مدت ضروری است نظیر پوشش تانکرهای راه آهن به کار می رود .

5. 5 فنولیکها :

رزین های فنولیک توسط واکنش فرمالدئید با فنل یا فنولهای جانشینی تولید می شوند. وقتی واکنش تحت رایت قلیایی انجام شود رزین به نام فنولیک RESOLE

نامیده می شود و وقتی تحت شرایط اسیدی انجام شود فنولیکهای

NOVALAC نامیده می شود .

1.5.5 فنولیک های RESOLE :

ساختار کلی فنولیک های RESOLE که از RESOLE تهیه می شوند در شکل 23-5 نشان داده شده است دیگر فنل جانشینی که معمولاً استفاده می شود متیل فنل و بوتیل فنل P-TERTIARY است . بسته به شرایط واکنش ، بعضی از مونومرهای فنولیک با پل اتری (-CH₂-O-CH₂-) بجای پل متیلن ، پیوند عرضی ایجاد می کنند .

بسته به مواد خام استفاده شده و مقدار واکنش ، دو نوع فرعی مختلف RESOLE ممکن است تولید شود یکی آنهایی که در حلالهای اکسیژنه حل می شوند (فنولیک های قابل حل در الکل) و آنهایی که در حلالهای هیدروکربنی قابل حل هستند (فنولیکهای قابل حل در روغن)

رزین های فنولیک RESOLE قابل حل در الکل برای گیرش نیاز به پخت ، معمولاً در حضور کاتالیست اسیدی دارند . تحت این شرایط رزین از طریق واکن بین گروههای هیدروکسیل فنولیکی یا بین این گروههای هیدروکسیل و گروههای متیول خود بخود متراکم می شود . در این فرآیند اتصال اتری اتفاق می افتد و آب یا فرمالدئید آزاد می شود .

چون تمام اتصالهای پوشش فنولیک RESOLE پخته شده یا از نوع متیلن و یا اتری هستند هیچ چیز برای هیدرولیز وجود ندارد . این پوششها در برابر آب و قلیاها بسیار

مقاومند . بخاطر پایداری این اتصالات همراه با دانسیته پیوند عرضی بالا ، این پوششها مقاومت شیمیایی عالی و نفوذ پذیری کم دارند که باعث مقاومت شیمیایی عالی می گردد . چسبندگی نیز کاملاً خوب است . چنین پوششهایی برای تانکها در شرایط شیمیایی سخت و نیز برای پوشش ظروف صنایع غذایی و beverage به کار می رود . با این حال بخاطر دانسیته پیوند عرضی بالا تمایل به تردی و اغلب نیاز به نرم کننده دارند . بخاطر آروماتیک بودن ، ممکن است حین پخت یا تماس با نور خورشید بطور قابل ملاحظه تیره شوند .

یکی از استفاده های اصلی فنولیک های Resole قابل حل در نفت تولید varnish های با کیفیت بالا است . فنولیکها گاهی پر از اولین اصلاح با rosin ، با روغن بزرک یا tung پخت می شوند .

2.2.5 فنولیکهای novalac :

فنولیکهای novalac ساختار کلی مطابق شکل 5-23 دارند .
رزین های فنولیک novalac یا بدون گروه عامل متیول یا دارای گروه عامل متیول کمی هستند و معمولاً بصورت خودبخود متراکم نخواهند شد . چنین رزینهایی ترموپلاستیک هستند . آنها معمولاً در الکل یا حلالهای دیگر اکسیژنه قابل حل هستند ولی اگر از بوتیل فنل p-tertiary تهیه شود حلالیت در هیدروکربنها ایجاد می شود .
بصورت تنهایی بعنوان پوشش کمتر کاربرد دارند با اینحال تا حدی در تولید varnish استفاده می شوند .

5.5. 3 انواع شکست فنولیکها :

دو تا از بزرگترین مشکلات فنولیک ها تردی و مشکلات مربوط به پخت آنها است .
تردی نتیجه ساختار آروماتیک صلب و دانسیته بالای پیوند عرضی آنها است . توسط
نرم کننده های خارجی می توان تا حدی این مشکل را ameliorate نمود یا تا حد
کمتری با استفاده از گروههای هیدروکربنی طولتر در مونوفنولیک جایگزین شده این
مشکل ameliorate می شود .

در محیط کنترل شده کارخانه ، مشکلات ناشی از حرارت پوشش فیلم نازک ظروف
نسبتاً نادر است . با این حال گاهی اگر پوششهای higher build برای ظروف بزرگ
نگهداری یا تانک راه آهن استفاده شود این ظروف ، مشکل ساز است . اغلب از منابع
حرارتی قابل حمل در چنین مواردی استفاده می شوند و کنترل دمایی دقیق ثابت
گاهی مشکل است . چون حین پخت ، فنولیکها تیره می شوند مقدار تغییر رنگ برای
تعیین گیرش کافی استفاده می شود .

5.6 آمینو رزین ها :

رزینهایی که در این قسمت توضیح داده می شوند گاهی به نام آمینو رزین ها شناخته
می شوند و دارای خواص فیزیکی مناسبی که بواسطه آنها تشکیل پوشش بدهند
نیستند. با اینحال به عنوان پیوند دهنده عرضی با بسیاری از رزین ها ، کاربرد گسترده
ای دارند . بجای توصیف آنها بصورت pecemeal در فصل های بعدی ، در اینجا به
صورت یک گروه معرفی می شوند . آمینو رزین ها معمولاً حدود 30 درصد یا کمتر
vwhicle غیر فرار پوششهای ترموست مختلف را تشکیل می دهند و عامل عمده پیوند

عرضی چنین پوششهایی هستند که می توانند با اکریلیک ها ، پلی استرها ، الکیدها ، استرهای اپوکسی و حتی اپوکسیها به کار بروند . برخلاف پوششهای اپوکسی ترموست که در قسمت قبلی توضیح داده شد پوششهای ترموستی که با آمینورزین ها پیوند عرضی ایجاد نموده اند تقریباً همیشه بجای دو جزئی بودن ، تک جزئی هستند . این امر بخاطر سرعت بینهایت پایین واکنش در دمای کم امکان پذیر است و به منظور گیرش بایستی پخت شوند .

متداولترین آمینورزین های مورد استفاده ، پایه ملامین یا 2 ، 4 ، 6 - تری آمینو - 1 ، 3 ، 5 - تری آزین (شکل 5-25) هستند . سه گروه اولیه آمینورزین های روی ملامین ، آنرا precueser بسیار انعطاف پذیر می سازد . ملامین خالص به تنهایی به عنوان عامل پیوند عرضی نیست بلکه با فرمالدئید و الکل واکنش می دهد . اولین قدم واکنش با فرمالدئیده منجر به ایجاد ملامین methyolate می شود . ساختار ملامین methyolated (ملامین هگزامتیل) در شکل 5-26 آمده است .

بسته به نسبت استیوکیوتری ملامین به فرمالدئید ، ممکن است ملامین کاملاً methyolated ایجاد نشود . مرحله بعدی در تولید رزین فرمالدئید ملامین «اتری شدن» نامیده می شود که شامل واکنش با الکل دارای وزن ملکولی پایین (معمولاً متیل یا بوتیل الکل) است . بسته به مقدار methylation ملامین اولیه ، نوع الکل و نسبت ملامین methyolated به الکل ، انواع مختلف رزین های مفید پیوند عرضی فرمالدئید ملامین تولید خواهد شد . یکی از متداولترین آنها ، هگزا متوکسی - متیل ملامین (HMMM)(شکل 5-27) است .

علاوه بر واکنش اتری شدن بین گروه‌های متیول و الکل (که در مورد HMMM متانول است) ممکن است تراکم خودبخود (اتری شدن خودبخود) تا حدی بین گروه متیول دو ملکول مجاور ملامین متیول اتفاق بیفتد. تشکیل مقدار کمی دی مر حین تولید HMMM یا دیگر رزین های ملامین - فرمالدئید غیر معمول نیست.

رزین های بنزوگومین (شکل 5-28) شاید گروه بعدی عوامل پیوند عرضی آمینو دارای بیشترین استفاده باشند. شبیه ملامین، بنزوگومین نیز برپایه تری آزین ایجاد می شود. بنز و گومین با ملامین فقط در جابجایی یکی از گروه‌های NH₂ - با گروه فنیل تفاوت دارد. همان نوع واکنش با فرمالدئید و الکل را که ملامین دارد بنزو-گوآمین هم دارد که منجر به عوامل پیوند عرضی مشابه ولی با تعداد گروه عامل کمتر می گردد. اوره (شکل 5-29) نیز می تواند با فرمالدئید برای ایجاد مشتقات متیول واکنش دهد. این مشتقات شبیه coubter part های ملامین و بنز و گوآمین آن بعداً با الکل، اتری شده، تشکیل رزین های پیوند عرضی اوره - فرمالدئید می دهند. شبیه رزین ملامین و بنز و گوآمین برای تولید دی مر مقداری تراکم خودبخود اتفاق می افتد. گروه دیگر آمینورزین ها برپایه گیکلوریل (شکل 5-30) تشکیل می شوند.

گیکلوریل با فرمالدئید برای تشکیل تترا متیول گلیکوپوریل (TMGU) واکنش می دهد. برحسب PH واکنش آنالوگ های متوسط Lower methyolated یا

محصولات تراکم خودبخود ایجاد خواهد شد.

واکنش اتری شدن که قبلاً بین آمینورزین های methyolated دیگر و الکل اشاره شد برای TM GU نیز اتفاق می افتد که منجر به ایجاد رزین های گلیکوپوریل - فرمالدئید

می شود . تترامتوکسی متیل گلیکویوریل جامدی است که به عنوان پیوند دهنده
عرضی در پوششهای پودری خاص استفاده می شود . رزین های اتری مخلوط شده
نظیر دی متوکی متیل دی اتوکسی متیل گلیکوریل مایع هستند و در پوشش دهی
ظروف و کویلها برای ایجاد انعطاف پذیری بالاتر از بسیاری آمینورزین های دیگر { 1 }
به کار می رود .

5.7. اکریلیک ها :

دقیقترین تعریف رزین اکریلیک هر رزین است که از مشتقات اسید اکریلیک ($\text{CH}_2 = \text{COOH}$)
تشکیل شده باشد . این تعریف ساده ، انواع پیچیدگی رزین های
اکریلیک را belies می نماید که در کاربردهای متنوعی نظیر پلاستیکها ، caulks and
sealants fabrics ، رنگهای ساختمانی latex و پوششهای ترموست با کارایی بالا
استفاده می شوند .

جدول 2-5 ساختار بعضی از مونومرهای متداول اکریلیک که در پوشش استفاده
می شود می باشد . هر چند استایرن ممکن است مشتقی از اسید اکریلیک در نظر
گرفته شود . بخاطر استفاده گسترده از آن در بسیاری از اکریلیک ها ، در جدول ذکر
شده است .

رزین های اکریلیک از مونومرهای اکریلیک با واکنش افزودن رادیکال آزاد که در محل
پیوند دو گانه کربن - کربن اتفاق می افتد ایجاد می شود . انواع تقریباً بیشماری از
پلیمرها بسته به مونومر استفاده شده ، نسبت آنها و شرایط واکنش ساخته می شود .

پوششهای اکریلیک به صورت وابسته به یکی از سه گروه اکریلیک های محلولی ، پوششهای اکریلیک latex و اکریلیک های ترموست در نظر گرفته می شوند .

1.7.5 اکریلیک های محلولی :

اکریلیک های محلولی که به لعابهای اکریلیک نیز معروفند اولین گروه پلیمرهای اکریلیک هستند که بعنوان پوشش استفاده شدند . چون پوششهای تک جزئی و ترموپلاستیک هستند که فقط به واسطه تبخیر حلال ، خشک و گیرش می یابند به نام لعابهای اکریلیک نیز معروفند . روی اثاثیه و قبلاً به مقدار زیاد برای پوشش اتومبیلها استفاده می شدند . کاربرد آنها در صنایع اتومبیل سازی امروزه عمدتاً محدود به بازار refinishing است . همچنین به صورت گسترده در aerosol های اکریلیک برای استفاده مشتریان عرضه می گردد .

چون اکریلیک های محلولی پیوند عرضی ایجاد نمی کنند خواص فیزیکی و شیمیایی آنها بایستی در زمان ساخت ایجاد گردد . وزن ملکولی نسبتاً بالا (معمولاً 75000 یا بالاتر) و در نتیجه دارای مقدار جامد کم برای رسیدن به ویسکوزیته لازم برای کارکردن می باشند . علاوه بر وزن ملکولی ، خاصیت مهم دیگر اکریلیک محلولی ، Tg آن است .

Tg تعاریف مختلفی دارد که تقریباً تمام آنها معروفند . متداولترین تعریف در صنعت پوشش عبارتست از اینکه Tg دمایی است که زیر آن ، پلیمر ترد و شیشه ای و بالای آن نرم و لاستیک مانند است تعریف مفید دیگر این است که Tg دمایی است که افزایش ناگهانی غیر پیوسته در حجم آزاد پلیمر وجود دارد . حجم آزاد تقریباً مقدار

فضای قابل دسترسی برای اجزاء یا زنجیره های پلیمر برای چرخش آزاد یا حرکت به اطراف است .

با یک مثال می خواهیم نشان دهیم که Tg برای لعابهای اکریلیک پارامتر مهمی است (** با متن اصلی چک شود) اگر Tg پوشش خیلی کم باشد (چندین درجه زیر دما اطاق) پوشش ، انعطاف پذیر (یک چیز خوب) و نرم (یک چیز بد) خواهد بود و اجسام سنگین نظیر bookend ها ممکن است به پوشش بچسبند . برعکس اگر Tg بیش از اندازه بالا باشد پوشش ، سخت (یک چیز خوب) و ترد (یک چیز بد) خواهد بود و اجسام سنگین (bookend یک مثال خوب است) که روی پوشش بیفتد بخوبی ممکن است باعث ترک برداشتن آن شود .

در پوشش ترموپلاستیک نظیر اکریلیک ، Tg تا حدی با وزن ملکولی قابل کنترل است. مثلاً Tg هومرپلیمر متیل اکریلات 10 درجه سانتیگراد است در حالیکه برای هومرپلیمر متیل متاسیلات 105 درجه سانتیگراد است {1} . معمولاً Tg یک خاصیت additive مشخصه نسبت مونومرهای استفاده شده است . بنابراین پلیمر ساخته شده از مخلوط 50/50 متیل اکریلات و متیل متاکریلات Tg حدود 58 درجه سانتیگراد بایستی داشته باشد .

بررسی ساختار رزین های اکریلیک نشان می دهد که دارای گروههای استرسی است . چنین گروههایی دچار هیدرولیز قلیایی یا صابونی شدن خواهند شد . با اینحال گروههای استرسی ساختار اصلی پوششهای اکریلیک را تشکیل نمی دهند بلکه در عوض به آن pendant شده اند . هر چند لعاب اکریلیکی ممکن است صابونی شود

حاصل آن معمولاً به disastrous صابونی شدن الکید نیست . بعضی مزایای لعاب های اکریلیک شامل مقاومت خوب به ماوراء بنفش ، gloss retention ، انعطاف پذیری و مقاومت خوب در برابر قلیاها است . معایب آن ، مشکل در بدست آوردن پوشش دارای رنگدانه high – gloss ، چسبندگی نسبتاً ضعیف ، مقاومت حلالی بسیار ضعیف و مقدار voc بالا است . لعابهای اکریلیک امروزه نسبت به 10 سال قبل ، مشتری کمتری دارد . محدود شدن voc احتمالاً آنها را از دور خارج خواهند نمود .

5.7.2 پوششهای اکریلیک latex :

اکریلیک های latex به مقدار فراوان در صنعت رنگ استفاده می شود . اینها اساس پوششهای ساختمانی را تشکیل و امروزه در حوزه تعمیر و نگهداری صنعتی سهم قابل ملاحظه ای دارد . دارای این مزیت قابل ملاحظه است که دارای voc بسیار کم (حلال اصلی آنها آب است) بدون داشتن وزن ملکولی sacrifice می باشد . latex عمدتاً ذرات ریز پلیمری پراکنده (فاز ناپیوسته) در آب (فاز پیوسته) است . latex معمولاً با فرایندی بنام پلیمریزاسیون امولسیون ساخته می شود . در این نوع پلیمریزاسیون ، مقادیر نسبتاً زیادی surfacant مخلوط و در آب داغ بهم زده می شوند . وقتی غلظت surfacant ها از حدی که بنام غلظت بهرانی micelle (MC) است تجاوز نماید . بصورت کره های مجزا یا ذراتی بنام micelle در می آیند . انتهای هیدروفوبیک آنها به سمت داخل و سر هیدروفیلیک آنها به سمت خارج قرار می گیرد . در داخل کره ، محیط غنی از کربن رسانا برای حل ملکولهای آبی وجود دارد : وقتی مونومرهای اکریلیک به این مخلوط سورفاتها و آب اضافه شود همراه با آغاز

کننده های پلیمریزاسیون به داخل micelles نفوذ و تشکیل پلیمر شروع خواهد شد. یکی از مزایای این نوع سیستم این است که وسیکوزیته آن بستگی عمده به فاز پیوسته (آبی) دارد. پلیمرهای دارای وزن ملکولی بسیار بالا (چند صد هزار) می توانند در micelleها تشکیل شوند بدون افزایش ویسکوزیته سیستم. مشابه اکریلیک های محلولی، خواص پلیمر نهایی با انتخاب Judicious مونومرها و شرایط واکنش کنترل می شود.

اینکه پوششهای latex چگونه تشکیل فیلم می دهند هنوز تحت بررسی های قابل ملاحظه ای قرار دارد. عقیده کلی بر این است که این عمل یک فرآیند چند مرحله ای است.

اولین مرحله، تبخیر آب است که به ذرات مجزای latex اجازه تماس فیزیکی می دهد. قدم بعدی که توسط incorporation مقادیر کم co-solvent (حلالهای) آلی یا coalescing (وسایل تجمعی) انجام می شود ذوب ذرات latex در همدیگر است. قدم نهایی، تبخیر آب باقیمانده و با گذشت زمان، تبخیر co-solventها است. تجمع ذرات latex در حصول خواص پوشش، بحرانی است. دو عامل مهم در حصول خواص رطوبت و Tg امولسیون اکریلیک است. برای تجمع، ذرات latex بایستی در تماس نزدیک با هم قرار گیرند که تا زمانیکه بیشتر آب از پوشش تبخیر نشود اتفاق نخواهد افتاد سرعت تبخیر آب در شرایط مرطوب بسیار کمتر از شرایط خشک است. وقتی ذرات latex در تماس نزدیک با هم قرار گرفتند در صورتیکه Tg latex به طور قابل ملاحظه ای بالاتر از دمای محیط باشد تجمع اتفاق نخواهد افتاد. در این حالت

latex به صورت شیشه ای با حجم آزاد کم و حرکت ملکولی محدود خواهد بود . فیلم های ایجاد شده در این شرایط ، استحکام پیوستگی کم و نفوذ پذیری بالا دارند . معمولاً حصول پوشش نهایی با Tg چند درجه بالاتر از دمای محیط مطلوب است . Tg که پایین تر از دمای محیط باشد پوشش را نرم و چسبناک و متخلخل خواهد کرد . پنجره ها به window sill خود خواهند چسبید ، رنگهای خانگی کثیفی ها را جذب و در خود نگاه خواهد داشت و پوششهای فلزی به رطوبت و احتمالاً مواد deleterious دیگر اجازه ingress آسان خواهند داد .

یک روش برای حل این conundrum با کمک وسایل تجمعی است که دارای نقش دوتایی نرم کننده های فرار است . حین تشکیل فیلم ، وسایل تجمعی یا co-solvent آلی برای حل و نرم کردن ذرات latex تجمعی کمک می کند . بنابراین Tg آنها را تا زیر دمای محیط depress می نماید . با اینحال حین یک یا دو روز پس از زنگ زدن ، co-solvent بصورت عمده تبخیر شده و Tg فیلم خشک شده حالا بیشتر از دمای prevailing محیط است .

دو مونومری که بصورت روتین برای افزودن Tg استفاده می شود متیل متاسیلات (Tg هوموپلیمر 105 درجه سانتیگراد) است و استایرن (Tg هوموپلیمر 100 درجه سانتیگراد است) می باشند . متیل متاسیلات باعث دوام exterior و گروه متیل ، هیدرولیز را بواسطه hindrance استتاریک مشکل تر می نماید . همچنین استایرن بخاطر اینکه هیچ اتصال استری ندارد که هیدرولیز انجام دهد مقاومت خوبی در برابر هیدرولیز ایجاد می نمایند هر چند در تماس با نور خورشید ممکن است باعث زرد

شدن و تخریب گردد. اغلب در آسترهای برای بهبود سختی، مقاومت در برابر آب و نفوذپذیری کمتر از استایرن استفاده می شود. پوششهای latex اکریلیک، اساس بازار رنگهای ساختمانی و پوششهای معماری را تشکیل می دهند. دو مزیت بزرگ برای مشتری دارند: بوی کم و راحت تمیز شدن با آب. مزیت بزرگ در arena منظم، voc بینهایت کم است. وقتی اولین بار، رنگهای latex به بازار فرستاده شدند در مقایسه با رنگهای پایه روغن inferior tried and true بودند ولی بهبودهای سریع در تکنولوژی، به سرعت این فاصله را پوشانید. علاوه بر مزایای کاربردی و latex voc های اکریلیک، نسبت به رنگهای پایه روغنی، تمایل به breathable بیشتری دارند.

آنها به رطوبت داخل قطعه اجازه نفوذ راحت از میان پوشش را می دهند بنابراین نسبت به محصول پایه روغنی، تمایل کمتری به تاول زدن دارند.

علاوه بر latex, breathability های اکریلیک معمولاً انعطاف پذیرتر از رنگهای پایه روغنی هستند مخصوصاً پس از اینکه در رنگهای پایه روغنی یک یا دو سال از اکسیداسیون و گیرش آنها گذشته باشد. اکریلیک ها از چوبی که دچار انقباض / انقباض متوالی ناشی از تغییرات رطوبت و دمایش پوسته شده و جدا خواهند شد.

با اینحال پوششهای latex اکریلیک به خوبی پوششهای پایه روغنی در داخل صفره های چوب نفوذ نمی کنند که تا حدی باعث compromising چسبندگی اولیه می شود. پوششهای latex اغلب دارای plethora از افزایشده هایی که برای fhne tune خواص سیلانی پوشش لازم است می باشند. بسیاری از اینها در آب حل می شوند بنابراین فیلم خشک شده به آب حساس خواهد بود. بعضی افزودنیها پایه سلولزی

هستند بنابراین پوشش داخل ظرف را به حملات میکروبی حساس خواهند نمود .

بخاطر نیازهای tighter VOC ، استفاده از پوششهای اکریلیک latex به صورت گسترده در فولاد ساختمانی شروع شده است . ساخت با افزودنیهای با حساسیت کمتر به آب لازم است . چون کشش سطحی بالاتر و توانایی انحلال ضعیفتری دارند آماده سازی سطحی برای این پوششها بایستی کاملاً خوب باشد .

بسیاری از شکست های پوشش اکریلیک latex یا ناشی از حساسیت به آب یا ناسازگاری با پوشش فعلی یا بعدی است . حساسیت به آب می تواند ناشی از گیرش (تجمع) ضعیف (شاید در اثر دمای پایین یا رطوبت بالا) باشد . هر چند تبخیر آب از فیلم ارتباط زیادی با رطوبت بالا دارد تبخیر CO-solvent با عامل تجمع چنین نیست . وقتی نهایتاً رطوبت پایین می رود و آب نهایتاً تبخیر می شود CO-solvent به مقدار کافی برای تسریع تشکیل لایه خوب موجود نیست . حساسیت به آب نیز می تواند ناشی از استفاده بیش از اندازه یا non-Judicious افزودنیها باشد . پوششهای اکریلیک latex دارای حلال آلی نیستند و معمولاً دارای گروههای عامل با قطبیت کم تا متوسط که توانایی کمی برای ایجاد پیوندهای کووالانت دارند می باشند . همچنین توانایی کمی برای نرم کردن یا پیوند با پوشش های سخت صاف دارند . این پوششها معمولاً جهت کاربرد روی پوششهای ترموست (از جمله الکیدهایی که مدتی از زمان زدن آنها گذشته است) توصیه می شوند . به طریق مشابه ، پوششهای غنی از حلال دارای تنش بالا ، نظیر اپوکسی ها لایه زیرین اکریلیک latex را نرم (coldsoften) و بلند می نماید .

اکریلیک های “احیاء کننده آب” یا “قابل حل در آب” با اکریلیک های latex ارتباط دارند. اکریلیک های احیاء کننده آب با incorporation مقدار خاصی اسید کربوکسیلیک با گروههای pendant در ریشه اصلی اکریلیک ایجاد می شوند. این کار معمولاً با استفاده از چند درصد مونومر نظیر اسید کربوکسیلیک انجام می پذیرد. تا آن وقت استفاده از آمین حلال نظیر آمونیا برای واکنش با گروههای اسیدی، نمک هایی ایجاد می شود که به رزین اجازه پراکندگی یا احیاء در آب را می دهد. PH این پوششها معمولاً بخوبی بالای 8 است. این رزینها اغلب بصورت جزئی از سیستم ترموست پخته شده بجای لعابهای دمای اطاق استفاده می شوند.

5.7.3 اکریلیک های ترموست :

استفاده متداول دیگر رزین های اکریلیک در سیستم های پخته شده ترموست برای اتومبیلها، لوازم خانگی و دیگر پرداخت های سطحی در تجهیزات اولیه (OEM) است. اکریلیک های استفاده شده در این فرمولاسیون دارای گروههای عاملی هستند که به آنها اجازه واکنش با رزین پیوند دهنده عرضی دیگر را می دهد. چون وزن ملکولی، حین پخت بصورت دراماتیک زیاد خواهد شد وزن ملکولی اولیه رزین اکریلیک می تواند کم باشد (10000-20000) که منجر به ایجاد محصول دارای جامد نسبتاً بالا و در نتیجه (Concomitantly) VOC کم خواهد شد. متداول است که از مونومرهای نظیر هیدروکسی اتیل متاکریلات برای ایجاد مقدار خاص گروههای هیدوکسیل در اکریلیک استفاده نمایند. بیشتر دیگر مونومرهای استفاده شده در رزین های ترموست اکریلیک مشابه آنهایی که در لعابهای اکریلیک استفاده می شوند می باشند. این

رزینها معمولاً با رزین های ملامین فرمالدئید (MF) با بنزوگوانیمین - فرمالدئید (BF) پیوند عرضی می دهند. این رزینها در قسمت 5-6 توضیح داده شدند.

برخلاف دیگر انواع پوششهای ترموست، پوشش اکریلیک MF یا BF تنها از یک جزء درست شده است. واکنش پیوند عرضی در دمای اطاق چنان کند است که عامل مهم محسوب نمی شود. با اینحال سرعت واکنش صفر نیست به گونه ای که انتخاب

کاتالیست در صورتیکه رنگ در قوطی بیش از 6 ماه باقی بماند مهم است. معمولاً پوشش استفاده شده در 121C یا بالاتر برای گیرش کافی پخت می شود.

واکنش بین رزین اکریلیک دارای عامل هیدروکسیل (R-OH) و رزین MF یا BF در هر دو گروه هیدروکسیل و اثر اتفاق می افتد. واکنشها توسط مقادیر کم اسیدهای قوی نظیر اسید سولفونیک تولوئن - P(PTSA) کاتالیزه (تسریع) می شوند. چنانکه انتظار می رود اکریلیک های دارای گروه عامل هیدروکسی اولیه سریعتر از آنهاپی که دارای گروه عامل ثانویه هستند واکنش می دهند. سرعت وکنش با رزین MF یا BF تا حدی بستگی به اعتبار الکل ایجاد شده دارد. هر چه محصولات واکنش، سریعتر فیلم را ترک نماید واکنش بیشتر به سمت راست جابجا خواهد شد.

معمولاً رزین MF با مقدار 20-30% جامد رزین استفاده می شود. مقادیر بالاتر رزین MF معمولاً منجر به پوشش ترد می شود که شاید به دلیل تراکم خودبخود بیش از اندازه باشد.

مقدار کاتالیست اسیدی می تواند بر خواص چندی از فیلم گیرش یافته و پایداری حین نگهداری در قوطی تأثیر بگذارد. مقادیر بالاتر کاتالیست اثرات مفیدی در کاهش دمای

گیرش دارند در عین حال در بعضی موارد ، دوام پوشش گیرش یافته را COMPROMISE می نماید . این کار به این دلیل است که علاوه بر پیوند عرضی بین گروههای هیدروکسیل و رزین های mf ، پیوند عرضی ممکن است بین گروههای اسید کربوکسیلیک و گروههای هیدروکسیل روی رزین MF انجام گیرد که منجر به تشکیل اتصال استری می شود که بعداً بواسطه هیدروکسیل تخریب خواهد شد . این تخریب هیدروژنی با اسید باقیمانده در فیلم کاتالیزه می شود .

پوششهای ترموست اکریلیک / MF می توانند به گونه ای ساخته شوند که دارای محدوده گسترده ای از خواص باشند چون خواص نهایی آنها نه فقط بستگی به اکریلیک رزین MF خاص دارد و بلکه از نوع و مقدار کاتالیست ، رنگدانه و حتی شرایط گیرش بدست می آید . پوشش درست ساخته شده و درست گیرش یافته مقاومت چسبندگی و شیمیایی عالی دارند و مقاومت اتمسفری و ماوراءبنفش بهتر . بی دلیل نیست که به صورت گسترده در پوشش نهایی اتومبیل استفاده می شوند همچنین برای لوازم خانگی و کویلها استفاده می شوند .

مشکلات احتمالی پوششهای اکریلیک / MF عبارتند از :

1- در صورتیکه بیش از زمان مجاز نگهداری شود اعمال آنها ممکن است مشکل شود .

2- اگر کاتالیست اسیدی بیش از اندازه در فیلم گیرش یافته موجود باشد به هیدرولیز حساس خواهد بود .

مشکلات دیگر مربوط به گیرش است . گیرش بیش از اندازه کم منجر به پوشش نرم غیر منتظره با دانسیته پیوند عرضی پایین و خواص فیزیکی و شیمیایی کم می شود . پخت بیش از اندازه منجر به پوشش ترد و حتی زرد شدن می شود .

وقتی پوشش اکریلیک - MF گیرش پیدا می نماید واکنش های رقابتی بیشماری اتفاق می افتد . دو واکنش رقابتی که بیشتر در دید هستند واکنش اکریلیک - MF و تراکم خودبخود رزین MF با خودش است . معمولاً استوکیومتری و کاتالیست به ازاء زمان و دمای بهینه است . اگر شرایط واقعی گیرش متفاوت باشد سرعت نسبی واکنش ها تغییر خواهد کرد در نتیجه منجر به پوششهایی با خواص پایین تر از حد بهینه خواهد شد .

رزین های بنزوگوانیمین - فرمالدئید (BF) معمولاً برای پیوند عرضی با اکریلیک ها استفاده می شوند . چون فقط دو گروه NH₂ در هر ملکول به ازاء سه تا روی رزین MF وجود دارد دانسیته پیوند عرضی کمتر خواهد بود . پوشش های تهیه شده با رزین های BF مقاومت قلیایی و شوینده بهتری نسبت به رزین های MF دارند . با اینحال آنها از نظر دوام اتمسفری ضعیفتر هستند . رزین های اکریلیک می توانند با ایزوسیاناتها پیوند عرضی بدهند . با اینحال پوششهایی که به این روش تولید می شوند بعنوان “یورتانها” در نظر گرفته می شوند که شیمی آنها در قسمت 5-9 شرح داده می شود .

5-8 پلی استرها :

پلی استرها پلیمرهایی هستند که با واکنش اسیدهای چرب دارای چند گروه عامل یا انیدرید با الکل های دارای چند گروه عامل (الکهای پلی هیدرید) برای ایجاد BACK bone پلیمری دارای گروه استری ایجاد می شوند . از این نظر آنها مشابه الکیدها هستند ولی بدون اصلاح اضافه ناشی از روغن های طبیعی در نتیجه رزین ها یا پلیمرهایی که ساختار بسیار ساده تری نسبت به الکیدها دارند بدست می آید . در نتیجه فقدان اصلاح توسط روغن ، پلی استرها دارای خواص اسیدهای چرب الکیدها نیستند . اسیدهای استفاده شده در ساخت رزین های پلی استر دارای پیوندهای دوتایی conjugate نیست . چون این پیوندهای دوگانه محلی برای پیوند عرضی (گیرش) اکسید اسیونی رزین های الکیدی است واضح است که رزین های پلی استر بایستی برمکانیزم گیرش دیگری بجز الکیدها استوار باشد . مکانیزم گیرش ، عمدتاً بستگی به این دارد که رزین پلی استر اشباع شده یا نه . مناسب است پلی استرهای را به یکی از دو گروه زیر تقسیم بندی نمائیم .

5.8.1 پلی استرهای اصلاح شده :

بجز این اختلاف عمده در پلی استرهای اشباع شده ، اصلاح توسط روغن صورت نمی گیرد ساخت آنها بسیار شبیه الکیدها است . این پلی استرها از نظر تعدادی زیادی الکل و اسید دارای دو و/ یا چند گروه عامل تهیه می شوند . بعضی از اجزاء متداول شروع کننده آنها در جدول 5-3 و 5-4 نشان داده شده است .

رزین های پلی استری از نظر این توانایی که خواص مورد نظر آنها براساس ملکول آنها طراحی می شود معادل یا شاید surpass رزین های اکریلیک می باشند . با چنین تعداد زیاد مخلوط مواد شروع کننده ، پلی استرها با محدوده اکریلیک می باشند . با چنین تعداد زیاد مخلوط مواد شروع کننده ، پلی استرها با محدوده گسترده ای از خواص فیزیکی و شیمیایی تهیه می شوند . خواص پلی استرها تحت تأثیر رزینی است که باعث پیوند عرضی می گردد . بنابراین خطر lumping تمام پلی استرها با هم در اثر بی احتیاطی وجود دارد

نوع الکل ، نوع اسید ، استوکیومتری و شرایط واکنش ، خواص رزین پلی استر را معین می نماید 4 تا از مهمترین خواص وزن ملکولی ، نوع گروه انتهایی ، مقدار شاخه ای شدن و انتخاب مونومرها است .

مشابه هر رزین محلولی ، وسیکوزیته ، تابعی از وزن ملکولی و در نتیجه VOC است بیشتر رزین های پلی استری وزن ملکولی نسبتاً پایین معمولاً در محدوده 10000-5000 دارند .

رزین های تولید شده با واکنش یک دیول نظیر اتیلن گلیکول با دی اسید نظیر اسید ایزوفتالیک، خطی هستند . اگر جزء دارای سه (یا بیشتر) گروه کاری استفاده شود شاخه ای شدن اتفاق می افتد . پلیمرهای شاخه ای نسبت به پلیمرهای خطی دارای وزن ملکولی قابل مقایسه ، وسیکوزیته بالاتری دارند و نهایتاً فیلم های با دانسیته بیشتر پیوند عرضی و مقاومت شیمیایی بهتر و انعطاف پذیری و مقاومت ضربه کمتر تولید می نمایند . اگر تمام شرایط یکسان باشد پلی استر دارای مقدار بالای پنتا

اریتریتول (دارای 4 گروه عامل هیدروکسیل) منجر به پوشش با مقاومت شیمیایی بالاتر و سخت تر نسبت به 1 ، 6- هگزان دیول می شود . پوشش دوم زمانی که

انعطاف پذیری و مقاومت ضربه لازم است بسیار بهتر تحمل می نماید .

فاصله بین گروههای عامل نیز برخواص نهایی پوشش اثر دارد . پلی استرهای تهیه شده از اسید ساکسینیک که در آنها گروههای اسیدی فقط به اندازه دو اتم کربن فاصله دارد دارای انعطاف پذیری کمتری نسبت به پلی استرهای تهیه شده از اسیدهای آزلایک که گروههای اسیدی آن 5 اتم کربن فاصله دارند می باشد .

چون پلی استرها در شاخه اصلی خود دارای گروههای استری هستند مشابه الکیدها به هیدرولیز قلیایی (صابونی شدن) حساس هستند . با این حال نسبت به الکیدها دارای مقاومت بیشتری نسبت به هیدرولیز هستند .

حداقل در بعضی موارد این افزایش مقاومت ناشی از اثرات استتاریک به نظر می رسد که سرعت واکنش هیدرولیز را کاهش می دهد {2} . مثلاً پلی استرهای تولید شده از نئوپنتیل گلیکول در برابر هیدرولیز از پلی استرهای تولید شده از 1 ، 6- هگزان دیول هستند .

رزین های پلی استر اشباع شده مکانیزم گیرش ندارند بنابراین پوششهای تهیه شده از آنها از رزینهای پیوند دهنده عرضی نظیر رزین ملامین - فرمالدئید (MF) ،

بنزوگوانیمین - فرمالدئید (BF) یا اپوکسی استفاده می نمایند . پلی استرهای طراحی شده برای پیوند عرضی با رزین های MF یا BF با یک پولیول اضافه که گروههای

انتهایی دارای عامل هیدروکسیل باشند شروع به ساخت می نمایند در حالیکه آنهایی

که برای پیوند عرضی با اپوکسی ها طراحی شده اند از اضافه اسید برای مشارکت با گروه کربوکسیلات استفاده می نماید .

واکنش پیوند عرضی پلی استر منتهی به هیدروکسیل با رزین MF یا BF بسیار شبیه اکریلیک های دارای عامل هیدروکسیل که قبلاً توضیح داده شد هستند . معمولاً کاتالیست های اسیدی و دمای پخت 121-149 C استفاده می شوند . ویژگیهای ناشی از رزین MF یا BF مشابه آنهایی که ناشی از رزین های اکریلیک است و در قسمت 5 . 7 . 3 . توضیح داده شد می باشد .

پلی استرهای تولید شده با گروههای انتهایی اسید کربوکسیلیک در محل اکسی ران رزین اپوکسی پیوند عرضی می دهد (شکل 1-1 را ببینید) . این واکنش تا حدی کندتر از واکنش MF هیدروکسیل است و دماهای حدود 204C لازم دارد .

پوششهای تولید شده از پلی استرهای اصلاح شده دارای کاربردهای گسترده ای نظیر انبارهای کلاف پوشش دهی ظروف ، رنگهای پایه اتومبیل ، رنگهای لوازم خانگی ، رنگ اثاثیه فلزی و سطوح خارجی فلزی می باشد . در بسیاری از کاربردها بجز آنهایی که زیبایی ، بسیار مورد توجه است پلی استرها می توانند بصورت پودری ساخته و اعمال شوند . همچنین می توان پوشش های پلی استر اشباع پایه آبی ساخت که با کمک پلی استرهای منتهی به اسید کربوکسیلیک که با آمین های فرار خنثی شده اند تا در آب پراکنده گردند ساخته می شوند . مجدداً ، اینها با عوامل مناسب گیرش ، پیوند عرضی داده ، پخته می شوند . پلی استرهای اشباع نشده ممکن است با ایزوسیاناتها برای ایجاد یورتانها واکنش بدهند . سوای از هر مشکل مربوط به تمیز کاری یا پیش عملیات

ناکافی سطوح فلزی که این پوششها روی آنها اعمال می شود مشکلات احتمالی ناشی از عدم ساخت صحیح و خطاهای گیرش می باشد .

عدم ساخت صحیح بویژه در مواردی که کاربرد نهایی محصول دانسته شده باشد نادر است . همیشه احتمال خطای Batching وجود دارد . قراردادن نمونه ای دارای نصف مقدار رزین فرمالدئید در هوای آزاد منجر به محصول نهایی با دوام کم و مقاومت شیمیایی نامطلوب خواهد شد . در هر محصولی که پخت نیاز دارد در موقع شکست بایستی اولین موردی باشد که مد نظر قرار می گیرد . استفاده از کوره هایی که دمای آنها بخوبی ثبت نمی شود یا دستگاهی که ثبات دمایی آن بصورت دقیق کالیبره نشده است توسط سازندگان ، غیر معمول نیست . تغییرات سرعت خط نیز ممکن است بر گیرش اثر بگذارد .

5. 8. 2 پلی استرهای اشباع نشده :

رزین های پلی استر اشباع نشده با کمک اسید اشباع نشده بجای اسید اشباع شده تهیه می شوند . معمولاً اسیدهای استفاده شده ، انیدرید مالئیک (شکل 5-31) یا اسید فوماریک (شکل 5-32) است . وقتی حلقه انیدرید مالئیک باز می شود نظیر موقع واکنش با آب ، اسید مالئیک ایجاد می شود که بسادگی ایزومر - CIS اسید فوماریک و پروپیلن گلیکول است . پلی استرهای ساخته شده از اسید فوماریک نسبت به آنهایی که از اسیدمالئیک ساخته شده اند تمایل به سختی بیشتر دارند . با جایگزینی اسید آلیفاتیک نظیر اسید آدیپیک برای بعضی از اسیدهای ایزوفتالیک انعطاف پذیری ایجاد

می شود. در بعضی موارد، رزین ها با استفاده از مواد اپوکسی بجای قسمتی از جزء دیول ساخته می شوند.

پلی استرهای اصلاح نشده با پلیمریزاسیون رادیکال آزاد در محل پیوند دوگانه گیرش پیدا می کنند. استفاده از پروکسیدهایی نظیر پروکسیدبنزوئیل یا پروکسیدمتیل اتیل کتون همراه با تسریع کننده هایی نظیر نفتنات کبالت برای شروع و کاتالیز واکنش رادیکال آزاد متداول است. استایرن حلال خوبی برای پلی استر است. بواسطه پیوند دوگانه، با آن واکنش می دهد در نتیجه پوشش را قادر می سازد که تا VOC حدود صفر، ساخته شود.

اکسیژن می تواند با واکنش با رادیکال و «درپوش گذاری» واکنش، مانع از واکنش رادیکال آزاد شود. این «ممانعت کننده هوایی» در سطح پوششها اتفاق می افتد بنابراین آنها چسبناک می نماید. یک روش غلبه براین مشکل ساخت، قرار دادن کمی واکس در فرمول پوشش است. واکس به سطح نفوذ و به صورت جزئی آنرا نسبت به اکسیژن آب بندی می نماید. افزودنیهای دیگر نیز می توانند برای کاهش ممانعت هوایی استفاده شوند.

پلی استرهای اشباع نشده در صنعت فایبر گلاس خیلی متداولتر از صنعت پوشش هستند. مشابه پوششها، اینها اغلب برای سیستم های گیرش در اثر تابش که لامپهای ماوراءبنفش یا منبع پرتوالکترونی، پروکسید را به عنوان آغاز کننده رادیکال آزاد جایگزین می نماید همچنین به عنوان آستری در تماس با محیط شیمیایی سخت نظیر سطح داخلی ظروف نگهداری مواد شیمیایی استفاده می شوند. در این کاربردها اغلب با

دستگاه اسپری Plural اعمال می شوند . زیرا وقتی کاتالیزه شدند عمر پس از مخلوط بسیار کمی دارند . الیاف (بریده های) فایبرگلاس نیز ممکن است یکی از اجزاء این پوشش باشد . فایبرگلاس باعث استحکام بهتر ، نفوذ پذیری کمتر و اجازه کاربردهای high build را می دهد .

وینیل استرها که شاید مناسبتر باشد بعنوان اکریلیک در نظر گرفته شوند با پلی استرهای اشباع نشده در ارتباط هستند وینیل استرها معمولاً با واکنش اسید اکریلیک یا اسید متاکریلیک با اپوکسی ایجاد می شود . ساختار کلی آن در شکل 5-33 آمده است. تنها گروههای استری روی این رزینها در انتها قرار دارند بنابراین پایداری هیدرولیز بهتری نسبت به پوششهای پلی استر اشباع نشده متداول ایجاد می نماید . مشابه پلی استرهای اشباع نشده ، اینها نیز با پلیمریزاسیون رادیکال آزاد که توسط کاتالیست های پروکسید آغاز شده گیرش می یابند . همچنین دارای استایرن به عنوان رقیق کننده واکنش پذیر می باشد . وینیل استرها و پلی استرهای اشباع نشده معمولاً باعث تنش انقباضی قابل ملاحظه می شوند و بسیار سفت هستند پس تمیز کاری و ریزی سطحی در بدست آوردن چسبندگی خوب بسیار مهم هستند .

5. 9 پلی یورتانها :

پلی یورتانها یکی از مهمترین پوششهای چندکاره است که از پوششهای لعاب مانند نسبتاً ساده تا پوششهای با کیفیت بالای اتومبیل را می پوشاند . این پوششها معمولاً با واکنش الکل (R-OH) با ایزوسیانات (R-NCO) برای ایجاد یورتان یا کربامات که ساختار آن در شکل 5-34 نشان داده شده است ایجاد می شوند .

مشابه اپوکسی ها ، پلی یورتانها معمولاً دارای دو جزء هستند که بایستی قبل از زدن با هم مخلوط شوند . یک جزء معمولاً دارای پولیول است در حالیکه دیگری دارای ایزوسیانات است . گروه ایزوسیانات معمولاً بسیار فعال و دارای دو یا چند گروه عامل برای پیوند عرضی هر تعداد رزین که گروههای عامل دارای هیدروژنهای فعال دارد استفاده می شود . هر چند رزین های دارای گروه هیدروکسیل ، پای ثابت صنعت هستند ایزوسیانات ها می توانند با آمین های اولیه آروماتیک و آلیفاتیک اسیدهای کربوکسیلیک و آمین های ثانویه اوره و آب واکنش دهند . تمام این واکنشها منجر به ایجاد اتصال یورتان نمی شود پس این پوششها از نظر تکنولوژی ، یورتان نیست . مثال کلاسیک این فهرست گیج کننده ، «یورتان گیرش یافته با رطوبت» است که در حالت کلی یک یورتان نیست بلکه در واقع پلی اوره است . وقتی دیول بادی- ایزوسیانات واکنش و هر یک پلیمر خطی روی شاخه اصلی اتصال یورتان ایجاد می شود . اگر آب موجود باشد می تواند با ایزوسیانات برای تشکیل اسید کربامیک واکنش دهد (شکل 5-35) . اسید کربامیک پایدار نیست و براحتی تجزیه می شود تا آمین و دی اکسید کربن ایجاد نماید . چون آمین ها نسبت به گروههای ایزوسیانات بسیار فعال هستند با آنها واکنش می دهند تا اوره پراکنده (متفرق) ایجاد نماید (شکل 5-36) .

هر چند واکنش ایزوسیانات با آب کندتر از واکنش ایزوسیانات با گروه هیدروکسیل اولیه است سرعت واکنش ایزوسیانات با گروه هیدروکسیل اولیه بیشتر از واکنش ایزوسیانات - هیدروکسیل اولیه است . با اینحال سرعت نسبی واکنش با تغییر غلظت ،

دما و کاتالیست تغییر خواهد کرد که مطالعه این پوشش را پیچیده تر (و جذابتر) می نماید .

وقتی اوره جانشینی تشکیل شد ممکن است گوناگونی زیاد شود همچنین اوره ممکن است با ایزوسیانات واکنش بدهد تا بی اورت تولید نماید (شکل 5-37) .

همه واکنشهای بالا در دمای اطاق اتفاق می افتند و با استفاده از کاتالیستهایی نظیر آمین های سه تایی و ترکیبات آلی (بویژه دی بوتیل بتن دیلاورت) تسریع می شوند . ایزوسیانات در دمای بالا با اسید کربوکسیلیک واکنش می دهند تا آمید ایجاد نمایند . ایزوسیاناتهای استفاده شده در پوششها معمولاً به دو نوع آروماتیک و آلیفاتیک تقسیم بندی می شوند . متداولترین ایزوسیاناتهای استفاده شده در جدول 5-5 نشان داده شده است .

دو عیب مهم ایزوسیاناتها ، سمی بودن و فراریت آنها است . معمولاً از ایزوسیاناتهای با وزن ملکولی بیشتر استفاده می نمایند . بنابراین هم 2 ، 4- تولوئن دی ایزوسیانات (TDI) و هم 1 ، 6- هگزا متیلن دی ایزوسیانات (HDI) بعنوان trimer آنها متداول هستند که ایزوسیاناتااورات ها نامیده می شوند . راه دیگر کاهش مشکل ، استفاده از «پلیمرهای اولیه» ایزوسیانات که بواسطه واکنش ایزوسیانات اضافه با ترکیب پلی هیدروکسی ساخته می شود می باشد . بسته به پولیول استفاده شده ، پلی یورتانهای پایه ایزوسیانات آروماتیک نظیر TDI و MDI ساخته می شود که پوشش سخت با مقاومت شیمیایی و حرارتی عالی تولید می نماید . متأسفانه ضعف پلی یورتانهای پایه

ایزوسیانات آروماتیک ، تمایل آنها به بی رنگ شدن و گچی شدن در اثر تماس با نور خورشید است .

پلی یورتانهای پایه ایزوسیانات آلیفاتیک نظیر HDI و ایزوفوران دی ایزوسیانات (IPDI) تا حد زیادی نسبت به آروماتیک ها از نظر مقاومت در برابر اتمسفر بهترند . همچنین مقاومت شیمیایی عالی دارند . با اینحال گاهی نسبت به آروماتیک ها سرعت گیرش پایینتر و قیمت بالاتری دارند .

5.9.1 پوششهای دو جزئی پلی ایزوسیانات / پولیول :

متداولترین نوع پوشش یورتان ، انواع Solvent-borne دو جزئی است که یک جزء شامل پلی ایزوسیانات و دیگری پولیول می باشد . جزء رنگدانه معمولاً دارای پولیول است در حالیکه مقادیر رطوبت ناشی از رنگدانه ها اثری بر عمر انباری آن ندارد . هم ایزوسیاناتهای آلیفاتیک و هم آروماتیک استفاده می شوند که اولی دارای بقای رنگ و مقاومت اتمسفری بسیار بهتر دارد . متداولترین نوع پولیول ها ، اکریلیک های با گروه عامل هیدروکسیل ، پلی استرها و پلی اترها هستند .

گروه عامل هیدروکسیل معمولاً با ترکیب مقدار خاصی 2- هیدروکسیل متاکریلیک (HEMA) به مخلوط مونومر به اکریلیک تبدیل می شود .

HGM گروههای هیدروکسیل اولیه برای اتصال عرضی با ایزوسیانات فراهم می نماید . معمولاً 2- هیدروکسیل متاکریلات استفاده می شود . گروه عامل هیدروکسیل ثانویه دارای نقص سرعت واکنش کمتر با ایزوسیانات ولی دارای این مزیت است که عمر پس از مخلوط بیشتری دارد . وزن ملکولی رزین های اکریلیک استفاده شده در پوششهای

یورتان معمولاً پایین شاید در مرتبه 25000 می باشد که در مقایسه با لعاب اکریلیک متداول Single – pack کاملاً پایین است ولی وزن ملکولی فیلم پیوند عرضی نهایی کاملاً بالا است . وزن ملکولی پایین رزین اکریلیک و ایزوسیانات اجازه ساخت پوشش با درصد بالای جامد دارای وسیکوزیته متوسط تا پایین را امکانپذیر می نماید . چنانکه در قسمت 5-7 توضیح داده شد تنوع مونومرها محدوده گسترده ای در طراحی ملکولی رزین های اکریلیک را اجازه می دهد . مونومرهای مشابهی برای پلی یورتانهای اکریلیک «tailor making» با خواص متنوع وجود دارد . با این حال یک عامل بحرانی ، Tg پوشش نهایی است . مطلوبست که Tg پوشش کاملاً گیرش یافته ، کمی پایینتر از دمای گیرش (که عمدتاً دمای اطاق است) باشد . Tg پوشش با افزایش مقدار گیرش زیاد می شود . وقتی Tg پوشش جزئی گیرش یافته برابر یا بیشتر از دمای گیرش پوشش می شود زیاد می شود وقتی Tg پوشش جزئی گیرش یافته برابر یا بیشتر از دمای گیرش پوشش می شود کاهش سریع در حجم آزاد اتفاق می افتد . زنجیره های پلیمری جای بسیار کمتری برای جابجایی خواهند داشت و جابجایی ، کاهش و نهایتاً متوقف و واکنش به صورت کامل انجام نخواهد شد . یک روش برای حذف این مشکل ، گیرش دادن پوشش در دمای بالا است ولی این کار برای پوششهای صنعتی امکان پذیر نیست .

پلی استرهای دارای گروه عامل هیدروکسیل ، کاربرد عمده ای در ساخت پلی یورتانهای دو جزئی دارند . شیمی و خواص پلی استرهای دارای گروه عامل هیدروکسیل در قسمت 5-8 توضیح داده شده است . همانند اکریلیک های دارای گروه

عامل هیدروکسیل ، پلی استرهای استفاده شده برای ساخت پلی یورتانها دارای وزن ملکولی نسبتاً پایین هستند . این کار باعث ایجاد پوششهای با درصد بالای جامد و VOC پایین می شود . همان ملاحظات Tg که برای پلی یورتانهای پلی استر اشاره شد برای پلی یورتانهای اکریلیک نیز به کار می رود . پلی یورتانهای اکریلیک نیز به کار می رود . پلی یورتانهای پلی استری در مقایسه با اکریلیک ها تمایل به ایجاد پوششهای دارای جامد بالاتر و چسبندگی تا حدی بهتر به فلزات دارند . اکریلیک ها معمولاً ارزانتر ، دارای دوام اتمسفری و مقاومت به هیدرولیز بهتری هستند .

پلی استرهای دارای گروه عامل هیدروکسیل نیز برای ساخت پلی یورتانهای دو جزئی استفاده می شوند . چون اتصال اتری نسبت به بسیاری از دیگر گروههای کاری از جهت چرخش ملکولی محدودیت بسیار کمتری دارند و چون تمایل به گروههای bulky side ندارند پلی یورتانهای پلی اتری بسیار انعطاف پذیرتر و با مقاومت ضربه بسیار بهتر نسبت به پلی یورتانهای اکریلیک و پلی استر که بسیار سخت تر هستند می باشند . بواسطه نرمی برای بسیاری کاربردها نامناسبند با اینحال تشکیل lining (آستره) و پوشش الاستومری high build عالی می دهند و در محیط های نسبتاً خشن می توانند دوام بیاورند .

هر چنر اکریلیک ها ، پلی استرها و پلی اترها متداولترین رزینهای دارای گروه عامل هیدروکسیل هستند که در یورتانهای دو جزئی استفاده می شوند ولی رزینهای استفاده شده منحصر به اینها نیست . چون رزینهای الکیدی گروههای هیدروکسیل واکنش

نداده دارند با ایزوسیاناتها نیز می توانند پیوند عرضی بدهند همچنانکه رزین های اپوکسی با گروه هیدروکسیل ثانویه خود می توانند .

یورتانهای دو جزئی پایه حلالی شاید اولین سیستم پوشش در کاربردهایی که نیاز به بقای رنگ عالی و براقیت و مقاومت شیمیایی خوب دارند باشند . براساس توضیحات بالا ، واضح است که با انتخاب وسیع پولیولها و پلی ایزوسیاناتهای در دسترس ، متخصص شیمی پلیمر ، پوشهای یورتانی تولید می نماید که دارای محدوده وسیعی از خواص فیزیکی و شیمیایی باشد . برخلاف تنوع ، مشخصات ویژه ای بین یورتانهای مختلف از نظر نوع شکست وجود دارد . این مطلب بویژه با در نظر گرفتن رفتار آنها در آب صحیح است .

ایزوسیاناتها بسیار فعالند و با آب برای تشکیل اوره متفرق (پراکنده) واکنش می دهد . محصول این واکنش ، دی اکسید کربن است که در دمای اطاق ، گاز است . واکنش با آب نه فقط مسیر گیرش طراحی شده پوشش را قطع می نماید که منجر به خواص فیزیکی و شیمیایی غیر منتظره و اغلب نامطلوب می شود بلکه CO₂ حبس شده باعث ایجاد حفره های بیشمار در داخل پوشش گیرش یافته می شود . این اثر

«پنیرسویسی» نتایج جدی بر نفوذپذیری و استحکام مکانیکی پوشش دارد آب ممکن است از منابع مختلف فراهم شود از جمله اگر پس از اعمال رنگ باران ببارد ، رنگ زدن حین دوره های بسیار مطلوب سال ، استفاده از حلالهای غیر یورتانی که دارای مقدار کمی رطوبت هستند . زنگ در خطوط رنگ و عدم آب بندی صحیح مخازن پس از بازکردن اگر آب در نتیجه رسیدن به نقطه شبنم روی زیر لایه موجود است نه فقط

منجر به ایجاد حفره می شود بلکه باعث چسبندگی ضعیف نیز خواهد شد . برای کمک به حفاظت در برابر امکان خسارت ناشی از رطوبت بر پوشش گیرش یافته ، یورتانهای زیادی با مقدار کمی اضافه ایزوسیانات ساخته می شوند . نسبت ایزوسیانات به هیدروکسیل 1:1 تا 1:0 متداول است . در صنعت رنگ شنیده نشده است که مقاطعه کار ، پوشش را با حلال اشتباه رقیق نماید . اغلب این کار ، اثرات کمی دارد با این حال اگر یورتان دو جزئی با حلال دارای الکل رقیق شود الکل دارای یک گروه عامل با ایزوسیانات واکنش و فرایند پیوند عرضی را متوقف خواهد نمود . این اثرات بستگی دارد به اینکه چه مقدار الکل استفاده شده ولی می تواند فاجعه آمیز باشد . همانند هر پوشش دو جزئی ، همواره احتمال نسبت مخلوط کردن اشتباه وجود دارد . بخاطر پیچیدگی واکنشهای مختلف که در یورتان گیرش یافته انجام می شود همیشه نمی توان مشخص کرد که دقیقاً چه مقدار خطا در نسبت مخلوط بر خواص پوشش اثر می گذارد با اینحال اضافه پولیول تقریباً همیشه منجر به ایجاد پوشش نرمتر خواهد شد چون هیچ واکنش جنبی وجود ندارد که پولیول در آن شرکت نماید . در نتیجه پولیول به عنوان نرم کننده عمل خواهد کرد .

در کاربردهای صنعتی ، یورتانهای دو جزئی ، اغلب به عنوان پوشش نهایی روی لایه های میانی اپوکسی زده می شوند در حالیکه وقتی پوشش ، فقط یورتان باشد مشکلی ایجاد نمی شود یورتان (و دیگر پوششها) حتی نسبت به مقادیر کم پوشش گچی روی سطح اپوکسی بسیار حساس هستند . در بعضی موارد ، این لایه بینهایت نازک اپوکسی

گچی شده که گاهی فقط یک یا دو هفته ایجاد می شود باعث جدایش لایه یورتان از اپوکسی می شود .

5.9.2 پورالکیدها :

پورالکیدها که گاهی الکیدهای یورتانی نیز نامیده می شوند نایستی با یورتانهای دو جزئی که بواسطه واکنش بین ایزوسیانات و گروههای هیدروکسیل یک رزین اکریلیک اتفاق می افتد اشتباه شود در عوض ، اینها عمدتاً الکیدهای اصلاح شده هستند که مقداری از انیدریدفتالیک آنها با ایزوسیاناتی نظیر TDI جایگزین شده است .

پورالکیدها پوششهای تک جزئی هستند که معمولاً سریعتر از الکیدهای معمولی خشک و از آنها سخت تر می شوند . همچنین آنها دارای مقاومت سایشی و مقاومت در برابر هیدرولیز بهبود یافته هستند متأسفانه آنها گرانتتر و بخاطر استفاده از TDI آروماتیک ، بقای رنگ ضعیفتری دارند . مشکل بقای رنگ می تواند با استفاده از ایزوسیاناتهای آلیفاتیک بهبود یابد ولی هزینه بالاتر می رود . این رنگها توسط فرایندی مشابه رزینهای الکیدی گیرش می یابند بنابراین بایستی دارای خشک کن هایی مشابه انواعی که در الکیدها استفاده می شوند باشند .

پورالکیدها به طور عمده بعنوان جلا استفاده می شوند هر چند که از نظر فنی جلا واقعی نیستند . پورالکیدها در مواردی که سختی و مقاومت سایشی خوب باشد بعنوان جلا شفاف روی چوب استفاده می شوند .

5.9.3 پلی یورتانهای گیرش یافته با رطوبت :

ODDLY ENOUGH هر چند رطوبت در یورتانهای دو جزئی معمولاً آلوده کننده محسوب می شوند در پلی یورتانهای گیرش یافته با رطوبت ، همراه با ایزوسیاناتها عامل اولیه پیوند عرضی هستند .

منبع آب ، رطوبت اتمسفر است و پلیمر ایجاد شده پلی یورتان نیست بلکه پلی اوره است .

در مورد یورتان دو جزئی اکریلیک یا پلی استر ، عمده فیلم گیرش یافته نهایی از موارد STATING اکریلیک یا پلی استر ساخته شده که در ابتدا وزن ملکولی 25000- 15000 داشته اند . با این حال آنالوگ هیدروکسیل به پلی استر یا اکریلیک آب است . که دارای وزن ملکولی 18 می باشد بنابراین پوششهای VIABLE نمی تواند بسادگی توسط واکنش آب با ایزوسیاناتهای دارای وزن ملکولی نسبتاً پایین که در پوششهای TWO – PACK متداول استفاده می شوند ساخته شود .

ایزوسیاناتهای به کار رفته در یورتانهای گیرش یافته با رطوبت ، رزین هایی هستند که در هر ملکول ، دو یا بیشتر گروه ایزوسیانات دارند . آنها معمولاً از پلی استرهای منتهی به هیدروکسیل که با اضافه ایزوسیاناتهای “متداول” نظیر TDI یا MDI یا اگر بقای رنگ مهم است با ایزوسیانات آلیفاتیک واکنش می دهند ساخته می شوند . همچنین ایجاد تعدا خاصی اتصال یورتان اجتناب ناپذیر است . این پوششها محصولات تک جزئی هستند و وقتی زده شوند بواسطه واکنش با رطوبت هوا گیرش می یابند سرعت گیرش بستگی به رطوبت دارد . زیر رطوبت نسبی حدود 30 درصد ، گیرش نسبتاً کند است و

بالتر از 80 درصد ، سرعت خروج دی اکسید کربن از واکنش گیرش بحدی زیاد است که در پوشش ، حباب ایجاد می نماید ، بنابراین رطوبت بین 30-80٪ ترجیح داده می شود .

یکی از مهمترین مزایای یورتانهای گیرش یافته با آب ، این واقعیت است که آنها تک جزئی هستند . این کار باعث حفظ زمان برای مقاطعه کار و جلوگیری از نسبت مخلوط نادرست که ممکن است عامل شکست باشد می گردد . دیگر مزایا شامل توانایی اعمال این محصولات بر روی سطوح مرطوب ، گیرش سریع و پوشش نهایی سخت ، TOUGH و تا حدی انعطاف پذیر و چسبندگی خوب به فلزات و مقاومت شیمیایی خوب می باشد . پایداری آنها در برابر نور متغیر است که بستگی زیادی به ایزوسیانات استفاده شده در آنها دارد .

یکی از بارزترین معایب یورتانهای گیرش یافته با رطوبت ، حساسیت آنها به رطوبت است . آنها اغلب تحت BLANKET نیتروژن بسته بندی می شوند و پس از باز شدن بایستی طی چند روز مصرف شوند تا ژله ای نشوند .

همچنین در انتخاب و جابجائی رنگدانه ها بایستی دقت زیادی شود چرا که بسیاری از رنگدانه ها دارای ردپایی از رطوبت هستند که روی پایداری حین نگهداری در انبار ، اثر مخرب دارد .

دیگرعیب احتمالی یورتانهای گیرش یافته با رطوبت ، ایجاد حباب بواسطه تولید سریع CO2 در شرایط بسیار مرطوب است . این مشکل در Highpilm build ها ،

exacerbated است اگر high film build مطلوبست گاهی لازم است چندین لایه نازک زد .

همانند یورتانهای دو جزئی معمولی ، الکل نبایستی در این پوششها وارد شود . اگر از این رقیق کننده استفاده شود الکل با گروه ایزوسیانات واکنش داده و در واکنش گیرش، به شدت مزاحمت ایجاد خواهد کرد .

5 . 9 . 4 لعابها و dispersion های پلی یورتان :

لعابهای پلی یورتان پایه حلالی تک جزئی و dispersion های پلی یورتان تک جزئی در آب نیز موجودند . این لعابها به سادگی پلیمرهای خطی ترموپلاستیک دارای وزن ملکولی بالا هستند که توسط واکنش دیواره با دی ایزوسیاناتها ساخته می شوند . اینها پوشش های دارای جامد کم می باشند که بواسطه تبخیر حلال ، خشک و روی زمینه های انعطاف پذیر مثل fabric ها و leather زده می شوند .

dispersion های پلی یورتان در اصل یورتانهای latex هستند و در ساخت آنها از روشهای مختلفی استفاده می شود . گیرش آنها مشابه اکریلیک های latex براساس تبخیر آب و تجمع (coalescence) می باشد

5 . 9 . 5 پلی یورتانهای دو جزئی water – borne :

بخاطر قوانین روزافزون محدود کننده voc ، اخیراً پلی یورتانهای water – borne تولید شده اند .

مشکلات ساخت این پوششها آشکار است چون حلالها (در این حالت آب) با جزء ایزوسیانات می تواند واکنش بدهد . چند روش استفاده می شود . از جمله استفاده از

ایزوسیاناتهای blocked و آماده سازی پولیول پلی یورتان که یا با استفاده از سورفسانتها در آب امولسیون شده یا اینکه در آبواسطه واکنش مقداری گروه عامل اسیدکربوکسیلیک به پلیمر و ایجاد نمک از طریق افزودن آمین فرار reducible می شوند.

قبل از زدن ، جزء پولیول water – borne با ایزوسیانات سازگار که water – borne نیست مخلوط می شود . سپس ایزوسیانات به فاز پولیول که عمدتاً توسط پولیول امولسیون می شود و بعداً با آن پیوند عرضی ایجاد می نماید نفوذ می نماید . هر چند ایزوسیانات پولیول سریعتر از فاز آب واکنش می دهد واضح است که آب می بایست حداقل مقداری از آنرا مصرف نماید . بنابراین نسبت $2:1$ NCO : OH اغلب برای ساخت آن به کار می رود . سرعت نسبی واکنشهای مختلف در کنار عوامل دیگر به دما و رطوبت نسبی در زمان اعمال رنگ بستگی دارد . اگر دما بالا و رطوبت پایین باشد برای واکنش پولیول – ایزوسیانات بسیار مطلوب خواهد بود اگر دما پایین و رطوبت نسبی بالا باشد واکنش آب – ایزوسیانات خیلی راحت ادامه می یابد . به وضوح ممکن است بعضی پوششهای استفاده شده در همان محل خواص کاملاً متفاوتی براساس آب و هوای زمان رنگ زنی یا اگر سیستم پخت شده است خواص آن به طور عمده تحت تأثیر شرایط آن قرار خواهد گرفت .

5 - 10 وینیل ها:

از نظر تئوری ، هر پوشش تکیل شده از پلیمریزاسیون افزایش مونومروینیل یا ترکیبی از مونومرهای وینیل باشد می تواند وینیل در نظر گرفته شود مونومر وینیل هر ملکولی است که دارای ساختار زیر باشد :



بر این اساس مشخص می تواند استدلال نماید که پلی(متیل متاکریلات) هم یک وینیل است . با این حال در صنعت پوشش پذیرفته شده که لغت «وینیل» به گروه نسبتاً کوچکی از مونومرها عمدتاً دارای وینیل استات ، وینیل کلراید ، وینیلیدین فلوراید و وینیل بوتیرال اطلاق می شود .

5 . 10 . 1 وینیل های محلولی :

وینیل های محلولی معمولاً براساس کوپلیمرهای وینیل کلراید (VC) و وینیل استات (VA) ایجاد می شوند . کوپلیمر PVC-PVA حاصل که حدود 14% وینیل استات است دارای وزن ملکولی 70000 یا بالاتر است و بسادگی با تبخیر حلال خشک می شود . در نتیجه پوشش تولید شده از آنها دارای جامد بسیار کمی است که با شدید شدن روز افزون قوانین VOC هر روز کمتر از قبل استفاده می شوند .

هر چند کاربرد وینیل های محلولی در حال افول است دارای چندین خاصیت مطلوب از جمله مقاومت خوب در برابر اسیدها ، بازها و آب و انعطاف پذیری و مقاومت ضربه خوب می باشد . زمانی این پوششها کاربرد گسترده ای در صنعت آب و فاضلاب ، در سیستم های شیمیایی و کاغذ و ساختمانهای غوطه ور نظیر سدها و بندها داشتند .

وینیل های محلولی علاوه بر مقاومت حلالی بسیار ضعیف ، چسبندگی نسبتاً ضعیفی نیز دارند . به منظور بهبود چسبندگی آنها به فلزات ، مقدار کمی اسید مالئیک یا وینیل الکل با وینیل استات / وینیل کلراید کوپلیمریزه شود . ساختار قطبی تر این گروه به صورت عمده چسبندگی را بهبود می بخشد .

5 . 10 . 2 پلاستیسولها و ارگانوسولها :

پلی (وینیل کلراید) (PVC) به تنهایی رزین مناسبی برای پوشش نیست چون ترد ، دارای مشکل انحلال و چسبندگی ضعیف می باشد . با اینحال در صنعت پلاستیک ، ذرات PVC داغ دارای وزن ملکولی بالا در نرم کننده که به پلاستیول معروف است پراکنده می شوند و کاربردهای متنوعی دارند . هر چند route مناسبی برای رنگ یا پوشش نیست وقتی این پلاستیسولها با حلال رقیق شدند ارگانوسولهای حاصل ، کاربرد قابل ملاحظه ای برای پوشش دهی کلافها جهت استفاده در سقف و دیوارها دارند . پس از اعمال ، این پوششها پخت می شوند تا ذرات پلیمری ویژه در فیلم پیوسته ذوب شوند .

ارگانوسولهای گیرش یافته دارای خواص مطلوب بسیاری که در قسمت قبل برای وینیل های محلولی توضیح داده شد می باشند . با اینحال آنها دارای مشکلات احتمالی خاص خود هستند . بارزترین مشکل آنها چسبندگی ضعیف است چون سیستم رزین ، هنوز PVC بسیار غیر قطبی است بنابراین استفاده از آستری بعنوان پوشش واسطه برای بهبود چسبندگی سیستم پوشش به فلز و / یا استفاده از پوشش تبدیلی روی فولاد برای بهبود چسبندگی متداول است .

دیگر مشکل احتمالی ارگانوسولها تبخیر نرم کننده است هر چند این کار می تواند با انتخاب مواد صحیح کاهش یا حذف گردد در صورتیکه نرم کننده اشتباه در محیط بسیار گرم جنوبی استفاده شود تردی پوشش طی یک دوره زمانی بتدریج اتفاق می افتد .

مشکل احتمالی سوم ارگانوسولها این واقعیت است که PVC تحت تأثیر تخریب بواسطه تماس با حرارت و نور قرار دارد . PVC می تواند در اثر آزاد کردن اسید هیدروکلریک و تولید پیوندهای دو گانه در شاخه اصلی وینیلی دی هیدروکلرینه شود . نه فقط اسید هیدروکلریک آزاد شده اثر مخربی بر رنگدانه ها و نرم کننده های پوشش دارد بلکه سیستم گسترده ایجاد شده ممکن است باعث بی رنگ شدن شدید پوشش شود . بعلاوه با گذشت زمان ، پلیمر در اینحالت بواسطه فرایند اکسیداسیون خودبخود مشابه الکیدها شروع به پیوند عرضی می نماید بنابراین منجر به دانسیته پیوند عرضی بیشتر و تردی ناشی از آن می شود . این مشکل با استفاده از عوامل تثبیت کننده مناسب به صورت عمده تسکین می یابد .

5 . 10 . 3 وینیل فلورایدها :

پوششها می تواند از پلیمرهای وینیل فلوراید ساخته شوند که مهمترین آنها پلی (وینیلیدین فلوراید) (PVDF) است پلیمر در متداولترین محلولهای آبی به راحتی حل نمی شود بنابراین به صورت یک پراکندگی شبه پلاستیسول در محلول رزین اکریلیک استفاده می شود .

پوششهای پایه PVDF دارای مقاومت شیمیایی ، مقاومت در برابر حلال ، مقاومت حرارتی و اتمسفری عالی می باشد همچنین نسبتاً انعطاف پذیر هستند بخاطر دمای بالای 204-206 درجه سانتیگراد لازم برای ذوب ذرات PVDF بصورت پوشش چسبنده منسجم ، اینها بصورت عمده به عنوان پوشش های با کارایی بالا در COIL STOCK که برای ساختمانهای تجاری به کار می روند استفاده می شوند . انعطاف پذیری ، اجازه خم شدن و شکل گرفتن بدون ترک برداشتن را به آنها می دهد . این پوششها معمولاً به روش غلطکی معکوس به ضخامت 1/5MIL یا کمتر زده می شوند.

4. 10. 5 پلی (وینیل بوتیرال)

پلی(وینیل بوتیرال) ابتدا با هیدرولیز جزئی پلی(وینیل استات) برای تولید کوپلیمر وینیل استات و وینیل الکل تهیه می شود . سپس این کوپلیمر با بوتیرالدئید برای تولید پلی (وینیل بوتیرال) واکنش می دهد .

دیگر پلی(وینیل استات) ها با استفاده از الدئیدی غیر از بوتیرالدئید ساخته می شوند . این پوششها دارای وزن ملکولی بالا و جامد کم می باشند . بنابراین با مقادیر بسیار کمتر از آنچه بوده اند استفاده می شوند . چون دارای تعداد خاصی گروه هیدروکسیل ثانویه هستند با مقداری از رزینهای دیگر در دمای بالا واکنش می دهند تا خواص خود را اصلاح نمایند . مثلاً وقتی با فنلیکها و اپوکسیها واکنش دهند شکل پذیری آستره های ظرف(CAN) را زیاد می نمایند {2}

در صنعت نگهداری پوشش ، پلی (وینیل بوتیرال) ها به عنوان آسترهای «WASH» معروفند که پوششهای TWO-package دارای رنگدانه کرومات که یک جزء دارای

مقدار زیادی اسید سولفوریک است می باشند . وقتی به عنوان پیش عملیات روی سطح فلز استفاده شوند تشکیل پیوندهای شیمیایی اولیه با فلزی می دهند و در نتیجه چسبندگی پوششهای خاص بعدی نظیر وینیل های اصلاح شده با اسید مالئیک ، الکیدها و اپوکسی ها را بهبود می بخشند . این محصول به خطای ساخت حساس است بایستی با ضخامت بسیار کم (3mil - 1) اعمال شود و رنگ نهایی طی یک روز یا گاهی فقط پس از چند ساعت اعمال می شود .

5.10.5 : وینیل های latex :

شاید بیشترین کاربرد انحصاری پوششهای وینیلی ، رنگهای ساختمانی پایه و نیلی لاتکس است . وزن ملکولی بالای رزین وینیلی ، مشکل ساز نیست چون پوشش ، و سیکوزیته فاز پیوسته که در اینحالت آب است را take on می نماید . tg پلی دونییل استات خالص بزرگترند آن است که در دمای اطاق ، همبستگی خوبی ایجاد شود . هر چند یک روش حل این مشکل ، استفاده از نرم کننده است پلیمریزاسیون مونومرونییل استات با مونواکریلیک دارای tg پایین متداولتر است که منجر به تولید وینیل های لاتکس اصلاح شده با اکریلیک می شود .

وینیل ها و وینیل های اصلاح شده با اکریلیک نسبت به اکریلیک های لاتکس 100% هم از نظر اتمسفر هم هیدرولیز ، به وضوح ضعیف است بنابراین به صورت عمده به عنوان پوششهای داخلی استفاده میشوند . بیشتر رنگهای مسطح جداره های داخلی ، وینیل لاتکس ها هستند . همچنین در پرکننده های بلوک ، کاربرد لاتکس ها که پوشش های دارای رنگدانه زیاد هستند متداول است که عمدتاً بعنوان آستری برای پر

کردن نقایص دیواره های زبر معماری قبل از اعمال رنگ نهایی براقتر و هموارتر به کار می روند. هر چند پوشش های وینیل لاتکس در کاربردهای خارجی نسبت به اکریلیک ها ضعف هستند این ضعف مانع از کاربرد آنها در این قسمت نیست ، بعلاوه اگر به عنوان پرکننده بلوک داخلی استفاده شوند در صورتیکه نفوذ آب از میان جداره خارجی اتفاق بیفتد یا اگر دارای نقص ساخت باشند یا اگر در جای اشتباه نظیر تجهیزاتی که زیر باران قرار دارند ممکن است دچار شکست زودرس شوند .

شکست در این پوششها معمولاً زمانی که با پوششهای پایه حلالی دارای تنش بالا نظیر اپوکسی های دو جزئی پوشانیده شوند اتفاق می افتد . حلال اپوکسی ، وینیل حساس به حلال را نرم و تنش انقباض اپوکسی در حال گیرش برای ایجاد شکست پیوستگی در وینیل ضعیف شده کافی است .

چنین شکستهایی در اثر ضخامت بالاتر وینیل یا اپوکسی و با دمای گیرش پایین وینیل پرکننده بلوک که اغلب ممکن است حین ساخت جدید اتفاق بیفتد exacerbated می شود .

5. 11 پوششهای قیری :

عبارت ” پوشش قیری “ در اصل به دلیل ماهیت نامشخص موادی که از آنها ساخته می شود باعث گیجی می شود . در اصل ، منشاء پوشش قیری آسفالت یا قطران است هر چند این گروه دارای رزین های coumaron idene (که از کوره های کک سازی بدست می آید) و رزین های هیدروکربنی برپایه هیدروکربنهای با وزن ملکولی کم اشباع نشده که از محصولات نفت (gasoline) بدست می آید نیز می باشد . تاکنون

بیشترین مقدار این پوششها، قطران ها و آسفالتها بوده است . هر دو عمدتاً بخاطر معلق بودن ذرات ریز کربن عنصری سیاه یا قهوه ای سیاه می باشند .

آسفالت یا از منابع طبیعی یا بصورت باقیمانده تقطیر انواع خاصی از روغنهای نفت خام می باشد . آسفالت در اصل مخلوط نیم جاری از هیدروکربنهای بیشمار است که بیشتر آنها ماهیت آلیفاتیک دارند . وقتی آسفالت از منابع طبیعی بدست آید با مقادیر مختلفی مواد معدنی ارتباط دارد . آسفالت حاصل از ترینیداد از نظر مقدار مواد معدنی در سطح بالایی قرار دارد و عمدتاً برای فرش کردن جاده ها استفاده می شود در عوض GILSONITE که در آمریکای جنوبی از رسوبات بدست می آید جامد ترد Jet black با مقدار مواد آلی بسیار کم است و برای پوشش های آسفالتی مناسب است . این ماده در حلالهای کربنی حل شده ، با بسیاری از روغنها ورزین ها سازگار است . در جلاهای آسفالتی بسیار براق تا حدی از این ماده استفاده می شود .

انواع خاصی از روغنهای گیرش یافته نظیر wyoming-sour خام ، بیش از 40% آسفالت دارند . آسفالت از باقیمانده فرایند تقطیر بدست می آید . آسفالت حاصل از نفت خام ، معمولاً به صورت پوشش ترجیح داده می شوند چون دارای ترکیب یکنواخت تر و ناخالصی معدنی کمتری می باشند .

پوشش های آسفالتی نسبتاً خنثی و دارای مقاومت شیمیایی و مقاومت در برابر آب عالی هستند همچنین ارزان می باشند . علاوه بر کاربرد شناخته شده آنها در سقف ساختمانها ، بعنوان پوشش برای فولاد Buried و ساختمانهای بتونی استفاده می شود .

قطران ترکیب پیچیده ای از هیدروکربنهای ، عمدتاً آروماتیک است که قسمت اصلی مایع تراکم حاصل از تقطیر زغال سنگ یا کک را تشکیل می دهد در نتیجه تولید قطران رابطه نزدیکی با تولید فولاد دارد . هر چند تولید فولاد به صورت یکنواخت افزایش پیدا کرده تولید قطران اینگونه نبوده ات چون کوره های بلند با بازدهی بیشتر نیاز به کک کمتری دارند . هر چند نفتالین عمده ترین ترکیب قطران است . فقط در حد 6-10% در آن وجود دارد . تخمین زده می شود که قطران دارای 5000-10000 ترکیب مختلف باشد که فقط 300 تا از آنها شناخته شده است { 3 } . این ترکیبات از مواد دارای وزن ملکولی کم تا اجزاء دارای وزن ملکولی بالا مثل قیر قطران می باشد .

قطران در پوششهای ضخیم گرم برای تانکها و خطوط لوله استفاده می شود و در پوششهای دمای اطاق با مقدار جامد پانیتز برای فولادی که در آن غوطه ور می گردد استفاده می شود اغلب در صنع فاضلاب از آن استفاده می شود . مشابه آسفالت ، دارای مقاومت شیمیایی خوب و مقاومت عالی در برابر رطوبت ، ارزان و بصورت پوششهای مانعی ضخیم استفاده می شود . پوششهای آسفالتی و قطران بخاطر ساختار هیدروکربنی ساده ، مقاومت شیمیایی بسیارخوب و مقاومت در برابر آب عالی دارند . همچنین دارای نواقصی هستند که جنبه های زیبایی کوچکتزین آنهاست . علاوه بر اینکه فقط پوششهای قطران فقط به یک رنگ ظاهر می شوند . در برابر نور پایداری کمی دارند که شاید نتیجه این مطلب است که عمدتاً آروماتیک هستند .

بخاطر عدم اشباع نسبتاً زیاد ، سطح بالایی پوششهای قیری تماس به اکسید شدن و تردی دارند . بنا براین ممکن است ترک خورده یا موج بردارد . بعلاوه بخاطر مقاومت

ضعیف در برابر حلال ، کاربردهای خاصی وجود دارد که این پوششها در انجا کاربرد ندارد . نه فقط حلالهای یک محیط صنعتی می تواند.

به آنها خسارت بزند بلکه عموماً نبایستی روی آنها پوششهای پایه حلالی «متداول» زده شود چون bleed through سیاه‌رنگ ممکن است ایجاد شود .

شاید مهمترین گروه پوشش های قیری ، اپوکسی قطران باشد . برخلاف پوشش آسفالت و قطران ، این پوششها موارد دو جزئی ترموست می باشند . اپوکسی و شیمی پیوند عرضی مشابه مطالبی است که در قسمت 3-5 گفته شد ولی هر دو جزء با مقدار زیادی قطران اصلاح شده اند چون علائمی وجود دارد که اجزاء قطران به آهستگی با رزین های اپوکسی واکنش می دهند بسیاری از فرمول رنگها دارای جزء قطران همراه با جزء مبدل می باشند . قطران بخاطر مقاومت شیمیایی و مقاومت در برابر آب بهتر ، بجای آسفالت استفاده می شود .

قطران واکنش شیمیایی کمی با سیستم اپوکسی / مبدل می دهد ولی از نظر مقاومت شیمیایی و مقاومت در برابر آب ، پوشش را بهبود می بخشد همچنین خواص high-buid را . همانگونه که قطران خواص مطلوب خود را با اپوکسی به شراکت می گذارد اپوکسی نیز از جمله مقاومت به حلال ، استحکام همبستگی بالا ، سختی ، مقاومت در برابر سایش و ضربه را . هر چند اپوکسی ها از نظر مقاوت در برابر نور خورشید ، معروف نیستند ولی اپوکسی های قطران نسبت به قطران نسبت به قطرانها مقاومت آب و هوایی بهتر دارند . با اینحال در ظاهر سطحی آنها ایرادی به نام برنزه شدن اتفاق می افتد .

اپوکسی های قطران ، پوشش بسیار قوی غیر قابل نفوذ با مقاومت شیمیایی عالی ایجاد می نمایند .

بهمین دلیل بصورت گسترده در صنایع دریایی ، صنعت آب و فاضلاب استفاده می شود .

علاوه بر برنزه شدن سطح اپوکسی قطران ، نواقص دیگر ، شامل مشکلات اعمال و پوشش دهی مجدد است . این پوششها دو جزئی و بسیار وسیعوز هستند و همیشه احتمال مخلوط کردن ناصحیح وجود دارد . شبیه دیگر موارد دو جزئی ، اعمال آنها در نزدیکی انتهای عمر پس از مخلوط آنها ممکن است مشکلات خیس کردن و کاهش چسبندگی ایجاد نماید ، بعلاوه این پوششها ، سریع گیرش پیدا می کنند و پرداخت نسبتاً صاف ، سخت و دنس ایجاد می نمایند که زمان رنگ زنی مجدد آنها کوتاه (یک یا دو روز) خواهد بود . برای جلوگیری از جدایش میان لایه ای اغلب مطلوبست که آنها را به صورت یک لایه اعمال نمائیم .

5- 12 پوششهای غیر آلی و سیلیکونی اصلاح شده :

5. 12. 1 پوششهای سیلیکونی :

تمام انواع پوششهای که تاکنون توضیح داده شده اند براساس چسب های آلی (پایه کربنی) ساخته می شوند یا اینحال ، رزین های غیر آلی پایه سیلیکونی و سیلیکاتی نیز نقش مهمی در صنعت پوشش دارند .

سیلیکونها که پلی سیلوکسانها نیز نامیده می شوند دارای ساختار عمومی شکل 5 -

38 می باشند . مونومرهای استفاده شده برای تهیه این رزینها ، کلروسیلانهای نظیر

تری متیل کلروسیلان و دی فنیل دی کلروسیلان هستند . کلروسیلانها با آب واکنش می دهند تا سیلانول تولید نمایند که با حذف رطوبت متراکم و تولید رزین سیلیکونی (یا پلی سیلوکسان) می نماید.

اگر از کلروسیلانها استفاده شود پلی سیلوکسان ، خطی خواهد بود . اگر مقداری تری کلروسیلان هم استفاده شود ساختار شاخه ای سه بعدی بدست می آید . وجود مونوکلروسیلانها منجر به termination زنجیره و تولید مواد الیگومری با وزن ملکولی پایین می شود . این الیگومرها همانهایی هستند که به عنوان سیالات یا روغنهای سیلیکونی معروفند .

رزین های سیلیکونی که برای پوشش استفاه می شوند عمدتاً بر پایه دی کلروسیلانها هستند ولی مقدار خاصی مونومر دارای سه گروه عامل لازم است تا زنجیره به شاخه ای شدن و پیوند عرضی کافی برسد.

این رزینها معمولاً دارای وزن ملکولی پایین هستند و وقتی اعمال شوند بایستی پخت شوند تا به گیرش کامل و در نتیجه خواصی که از آنها انتظار می رود برسند . این واکنش ترموست ، سریع نیست و ممکن است در دمای 204-232c یک ساعت طول بکشد . از کاتالیست های خاصی برای پایین آوردن زمان یا دما می توان استفاه نمود . بیشترین رزین های سیلیکونی بر پایه متیل یا فنیل کلروسیلان یا ترکیبی از هر دو می باشد . تمام آنها دارای مقاومت در برابر اتمسفر و تخریب ماوراءبنفش عالی هستند و بقای رنگ و براقیت عالی دارند . همچنین در برابر حرارت ، بسیار مقاومند. مقاومت شیمیایی آنها بهتر از الکیدها است ولی نه به خوبی بعضی پوششهای آلی ترموست با

کیفیت بالا . همانطور که انتظار می رود سیلیکونهای با نسبت متیل به فنیل بالا دارای براقیت و پایداری رنگ بیشتری نسبت به گروههایی که فنیل بیشتر دارند می باشند و همچنین انعطاف پذیرترند . آنهایی که بیشتر گروه فنیل دارند تا متیل ، در برابر دما مقاومترند . در دماهای بسیار بالا ، هر جزء آلی که در پوشش وجود داشته باشد خواهد سوخت و سیلیکون ، پیوند عرضی را ادامه می دهد تا دی اکسید سیلیکون (در اصل ، شیشه) که دارای وزن ملکولی بالایی است ایجاد نماید . رنگ دودکش دارای رنگدانه پولکی آلومینیوم ، سالهاست که براساس این مکانیزم استفاده می شود . تا زمانی که پوشش ترد شیشه مانند ، تخریب نشده است در دمای بالا حفاظت دراز مدت ایجاد خواهد نمود .

پوشش های سیلیکون خالص عمدتاً در جاهایی که مقاومت دمایی ارجح است به کار می روند .

کاربردهای متداول عبارتند از : staks ، mufflers ، cookware و تجهیزات موتور پوششهای سیلیکونی نسبتاً گران هستند و موارد زیادی وجود دارد که مقاومت حرارتی عالی ، ضروری نیست . در این موارد ، کارآیی پوششهای آلی متداول با اصلاح آنها توسط درصد خاصی از سیلیکون به مقدار زیاد بهبود می یابد .

شاید متداولترین این نوع پوششها ، الکیدهای اصلاح شده با سیلیکون می باشند . در بسیاری از موارد ، این پوشش یک پوشش معمولی است که با سیلیکون به صورت سرد ، همزده یا مخلوط شده است . این کار به منظور بهبود دوام خارجی الکید صورت می گیرد هر چند افزایش مقاومت حرارتی نیز یک اثر جانبی مفید است . افزودن حدود 20

یا 30 درصد سیلیکون ، متداول است خواص این پوشش در صورتیکه سیلیکونی با وزن ملکولی پایین به صورت شیمیایی با اکسید واکنش دهد . بهبود بیشتری می یابد . واکنش معمولاً بین گروه هیدروکسیل الکید و گروه سیلانول سیلیکون اتفاق می افتد. سیلیکونها می توانند برای اصلاح پلی استرها نیز استفاده شوند . این رزین بواسطه واکنش سیلیکون با پلی استر دارای گروه عامل هیدروکسی تهیه می شود . محصول بایستی پس از اعمال پخت و پیوند عرضی بیشتری اغلب با رزین های فرمالدئید ملامین ایجاد نماید .

پلی استرهای اصلاح شده با سیلیکون دارای مجموع ای از خواص عالی نظیر انعطاف پذیری ، سختی ، چسبندگی ، مقاومت حرارتی و اتمسفری دارند . بصورت گسترده در فلزات که پوشش دهی غلطکی می شوند برای پانلهای دیوارها و نیز اجاق گاز ولوازم خانگی استفاده می شوند .

سیلیکونها برای اصلاح اکریلیک ها نیز استفاده می شوند . معمولاً اینها نیز برای پوشش دهی غلطکی استفاده می شوند و پخت و با رزین ملامین ، پیوند عرضی می دهند . این دسته از پوششها ، پرداخت نهایی بسیار عالی ایجاد می کنند .

12.5 . 2 پوششهای سیلیکاتی :

چسب های بر پایه تتر اتیل ارتوسیلیکات (شکل 5-39) بصورت عمده برای ساخت یکی از مهمترین انواع آسترهای صنعتی به نام آسترهای غنی از روی غیر آلی استفاده می شوند . چون معمولاً اجزائی دارای گروههایی غیر از اپوکسی در آنها استفاده می شوند این پوششها گاهی سیلیکاتهای الکیل یا الکوکی نامیده می شوند .

چسب های سیلیکات اتیل توسط محلولی از تترا استیل ارتوسیلیکات که در اتیل الکل حل می شود ایجاد می شود . وقتی مقدار کمی آب به این محلول اضافه شود هیدرولیز جزئی اتفاق می افتد و درصد خاصی از گروههای اپوکسی با گروههای هیدروکسیل جایگزین می شوند که مقداری اتیل الکل (c2h5oh) آزاد می شود . مقداری از تترا اتیل ارتوسیلیکات جزئی هیدرولیز شده برای ایجاد پلیمر الیگو مریک متراکم می شود و در نتیجه و سیکوزیته زیاد می گردد .

چسب های جزئی هیدرولیز شده قبل از اعمال با مقدار زیادی رنگدانه کرد روی فلزی مخلوط می شوند (80٪ وزنی روی متداول است) تا آستری غنی از روی تولید شود .

پس از اعمال آستری ، پلیمر اولیه با رطوبت اتمسفر واکنش و مطابق شکل 5-40 متراکم می شود . لغت شیمیایی برای چسب استفاده شده . اسید پلی سیلیسک است و باور بر این است که تا حدی با مقادیر کم نمکهای روی که به صورت طبیعی در رنگدانه گرد روی فلز موجودند واکنش می دهد . آستری های غنی از روی ، مقاومت خوردگی suorb دارند چون بالاتر از غلظت حجمی بحرانی رنگدانه با رنگدانه (گرد روی) که فعالتر از آهن است ساخته می شوند . وقتی روی با فولاد در تماس الکتریک باشد آنرا به صورت گالوانیک محافظت خواهد کرد . بعلاوه وقتی مقداری از روی شروع به خوردگی نماید محصولات خوردگی تمایل به پر کردن تخلخل پوشش دارای PVC زیاد خواهند نمود بنابراین خاصیت مانعی را بهبود می بخشد . آستری های غنی از روی غیر آلی ، سخت و مقاوم در برابر سایش ، دارای چسبندگی عالی به فولاد درست بلاست شده و

مقاومت بسیار خوب در برابر حلالها و حرارت دارند . آنها در حجم زیاد برای کاربردهای مختلف در فولادهای ساختمانی استفاده می شوند .

با این حال آستری های غنی از روی غیر آلی نقایص خاص خود را دارند . مشابه هر پوشش دیگر که بالاتر از cpvc ساخته شود ترد و استحکام همبستگی ضعیف و مقاومت ضربه پایین دارند . چون واکنش گیرش با رطوبت اتمسفری در سطح آغاز و مسیر خود را به سمت پایین طی می نماید . پوششهای بسیار ضخیمتر از 4mil تمایل به mud – crack دارند . هر چند پوششهای غنی از روی غیر آلی چسبندگی بسیار خوبی به فولاد دارند چسبندگی ضعیفی نسبت به رنگی از جنس خود دارند اگر پوشش اول ، بیش از حد نازک باشد معمولاً نمی توان پوشش دوم اعمال نمود . خوشبختانه پوشش 1/5 یا 2mil حفاظت خوردگی عالی ایجاد می نماید بویژه اگر با میان لایه ای یا لایه نهایی سازگار پوشش داده شود . مشکل دیگر پوششهای غنی از روی ، شکست در معلق نگهداشتن صحیح رنگدانه گرد روی دنس در ظرف ، حین اسپری است اگر پوشش همزده نشود نسبت رنگدانه به چسب ، نامنطبق خواهد شد .

شاید متداولترین مشکل یا شکستی که یک محقق در چنین پوششهایی با آن برخورد می نماید ترک برداشتن آستری در موقع پوشیده شدن با میان لایه ای اپوکسی (سیستمهای روی – اپوکسی – یورتان در شرایط صنعتی ، متداول هستند) می باشد . اغلب این مطلب بواسطه آستری غنی از روی است که در موقع زدن رنگ نهایی ، هنوز گیرش کافی پیدا نکرده است . در نتیجه حلالهای نسبتاً قوی اپوکسی فیلم ضعیف (از نظر پیوستگی) موجود را نرم و ضعیف خواهد نمود و تنش انقباض اپوکسی در حال

گیرش به اندازه کافی است که آستری را از همه جدا نماید . زمان گیرش آستری های
غنی از روی غیر آلی بستگی زیادی به رطوبت دارد ، واقعیتی که در برگه اطلاعات
سازندگان رنگ ، تشخیص داده نمی شود .