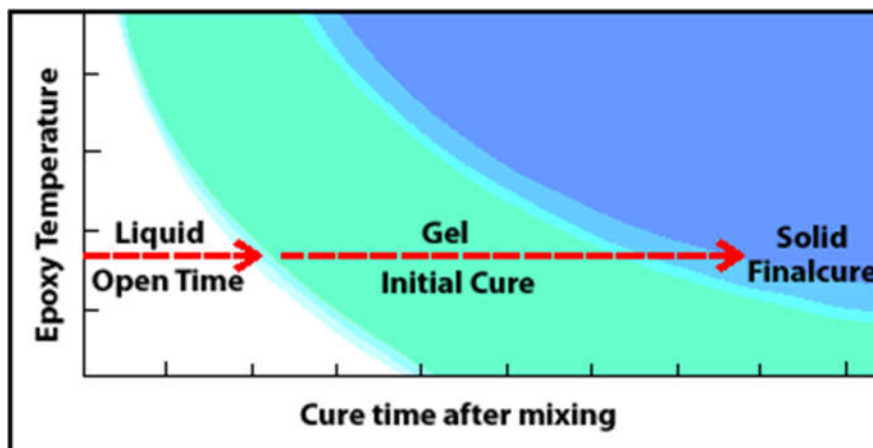


شیمی اپوکسی

مراحل پخت (سخت شدن) اپوکسی

اختلاط هاردنر و رزین اپوکسی آغاز یک واکنش شیمیایی است که آن را از حالت مایع به جامد تبدیل می‌کند. کل این زمان واکنش شیمیایی را **curing time** یا زمان سخت (پخت) شدن می‌گویند. وضعیت ژل شدن نیز حالتی است که در حد فاصل بین حالت مایع و سخت شدن اتفاق می‌افتد و مطابق شکل ۱ می‌باشد. پخت اپوکسی در سه مرحله زیر خلاصه می‌شود:



شکل ۱- مراحل پخت رزین اپوکسی مخلوط شده با هاردنر و تاثیر دما بر آن

۱- زمان قابل اعمال (حالت مایع)

به مدت زمانی گفته میشود که مخلوط رزین اپوکسی و هاردنر همچنان مایع بوده و ویسکوزیته آن افزایش نیافته است و قابلیت اعمال در محل کار را داراست و به شکل ظرف و قالب در می‌آید. کلیه فرایندهای اعمال می‌بایست در همین بازه زمانی انجام شود تا در انتهای کار، یک پیوند پلیمری مستحکم بدست آید.

۲- پخت اولیه (حالت ژل)

در این مرحله، مخلوط رزین اپوکسی و هاردنر شروع به سفت شدن می‌کند و قابلیت کار کردن و اعمال را از دست می‌دهد بطوریکه حالت چسبناکی پیدا کرده و دیگر بخود شکل نمی‌گیرد. اگر نیاز به اعمال لایه دوم و بیشتر باشد بطوریکه بصورت شیمیایی به لایه اول بچسبد، می‌بایست در همین مرحله اعمال گردد چون هنوز واکنش شیمیایی مخلوط اپوکسی به پایان نرسیده است.

۳- پخت نهایی (حالت جامد)

در این حالت مخلوط اپوکسی بصورت جامد درآمده است و قابلیت شکل دهی و ساب پذیری را دارد. در این مرحله سطح کار با ناخن انگشت فرو نمی‌رود و مخلوط اپوکسی پس از هفت روز به ۹۵ درصد مقاومت نهایی خود رسیده است، لذا در این مرحله میتوان کلیه گیره‌ها و فیکسچرها را جدا کرد. پنج درصد باقی مانده از استحکام نیز بعد از هفت روز استحصال می‌گردد. باید توجه داشت اگر در این مرحله نیاز به لایه دوم و بیشتر باشد، مخلوط جدید اپوکسی دیگر بصورت شیمیایی به لایه اول نخواهد چسبید و می‌بایست ابتدا کلیه مراحل آماده سازی سطح و تمیز کردن آن بر روی سطح اول انجام شده و سپس اقدام کرد (جهت آشنایی با فرایند آن، بخش آماده سازی سطح را مطالعه کنید).

مفهوم زمان پخت (Curing time)

عمده زمان کار با اپوکسی شامل زمان اعمال و سخت شدن آن می‌شود. زمان اعمال، مدت زمان در دسترس جهت اختلاط، اعمال، هموارسازی (Leveling)، شکل دهی، مونتاژ و تثبیت می‌باشد. زمان سخت شدن یک اپوکسی از آنجایی اهمیت دارد که تعیین کننده موارد ذیل خواهد بود:

- مدت زمان انتظار جهت باز کردن بست‌ها و فیکسچرها
- مدت زمان انتظار جهت ساب زدن و سمباده زنی و اعمال سطح جدید یا مرحله بعدی فرایند

دو عامل تعیین کننده و بسیار مهم در زمان کار با مخلوط اپوکسی و پخت آن، سرعت پخت کنندگی هاردنر و دمای اپوکسی می‌باشد:

سرعت (پخت کنندگی) هاردنر

هر هاردنری دارای یک دمای ایده‌آل سخت کنندگی می‌باشد. تقریباً در گستره دمایی ۱۵+ همه مخلوط هاردنر و اپوکسی فرایند فوق‌الذکر را طی خواهند کرد اما سرعت واکنش آن‌ها بشدت وابسته به دمای محیط می‌باشد. اهمیت انتخاب درست نوع هاردنر با توجه به وضعیت و دمای کار و همچنین نوع کار، میتواند زمان اعمال مناسبی را در اختیار قرار دهد. معمولاً این اطلاعات بر روی لیبل و برگه اطلاعات محصول درج شده‌اند و در قسمت Pot life می‌توانید آن را بیابید.

Pot life اصطلاحی است که برای مقایسه سرعت پخت هاردنرهای مختلف از آن استفاده می‌شود. اصطلاحاً واحدی از زمان می‌باشد که مقدار مشخصی از مخلوط اپوکسی (معمولاً ۱۰۰ گرم) در دمای معمول (۲۲ درجه فارنهایت/۲۲ درجه

سانتی‌گراد) بصورت مایع باقی می‌ماند. از آنجایی که در اندازه‌گیری Pot life مقدار و حجم معینی از مخلوط اپوکسی و هاردنر بکار میرود لذا عموماً زمان Pot life از زمان قابل اعمال (که معمولاً بصورت یک فیلم ۲-۴ میلی‌متری است) به مراتب کمتر می‌باشد.

دمای اپوکسی

هرچه دمای مخلوط اپوکسی بیشتر باشد، پخت آن سریعتر خواهد بود (مطابق شکل ۱). دو عامل دمای محیط و گرمایی حاصل از واکنش شیمیایی هاردنر با اپوکسی، بر زمان سخت شدن آن موثر می‌باشند.

منظور از دمای محیط دمای هوا یا موادی است که در ارتباط با اپوکسی قرار دارند. عموماً دمای هوا را همان دمای محیط در نظر می‌گیرند مگر آنکه مخلوط اپوکسی بر روی سطحی با دمای متفاوت با هوا اعمال گردد. بطور کلی هرچه دمای هوا بیشتر باشد اپوکسی نیز سریعتر سخت می‌شود.

همانطور که اشاره شد گرمایی پخت اپوکسی به علت واکنش شیمیایی مولکول‌های هاردنر و اپوکسی است. مقدار این حرارت به ضخامت و یا حجم مخلوط وابسته است. هرچه ضخامت اعمال شده از مخلوط بیشتر باشد دمای بیشتری تولید شده و دمای بیشتر نیز موجب تسریع واکنش مولکول‌ها و آن نیز موجب دمای بیشتر خواهد شد که این سینرژی در نهایت به پخت سریعتر منتهی خواهد شد. شکل ظرف اختلاط اپوکسی و هاردنر و همچنین مقدار مخلوط تاثیر بسزایی بر این واکنش گرمازا خواهند داشت. بطور مثال مخلوط اپوکسی (بمقدار ۲۵۰ گرم یا بیشتر) در یک فنجان پلاستیکی براحتی می‌تواند باعث ذوب شدن فنجان و حتی سوزاندن پوست دست شود درحالی‌که اگر همان مقدار بصورت یک لایه نازک پخش شود، دمای تولید شده حاصل از واکنش بخاطر گسترده بودن سطح به محیط منتقل شده و بدین ترتیب فقط عامل دمای هوا بر سرعت پخت اپوکسی تاثیرگذار خواهد بود.

کنترل زمان پخت

جهت کنترل سرعت پخت در دمای آب و هوایی گرم اقدامات ذیل موثر خواهند بود:

- در صورت امکان از هاردنری با سرعت پخت و یا واکنش پذیری کمتر استفاده شود.
- مخلوط کمتری از اپوکسی تهیه شود تا سریعتر مصرف شود.
- مخلوط اپوکسی در ظرفی با مساحت بیشتر (مانند ظرف رولر نقاشی) ریخته شود تا دمای حاصل از واکنش در محیط پراکنده شده و زمان اعمال بیشتری در دسترس قرار گیرد.

جهت کنترل سرعت پخت در دمای آب و هوایی سرد نیز اقدامات ذیل موثر خواهند بود:

- در صورت امکان از هاردنرهایی با سرعت پخت زیاد یا فعال‌تر استفاده شود.
- با استفاده از وسایل گرمایشی دمای اپوکسی را به بالای حداقل دمای توصیه شده برای هاردنر که شرکت سازنده توصیه کرده است افزایش دهید.
- استفاده از hot air gun، لامپ‌های گرمایی و یا سایر وسایل گرمازا که بتوان قبل از اختلاط اپوکسی و هاردنر آن‌ها را و همچنین سطح مورد اعمال را گرم نمود.

ملاحظات:

گرم کردن اپوکسی که ژل نشده است باعث کاهش ویسکوزیته شده و اجازه خواهد داد که اپوکسی راحت‌تر بر روی سطوح عمودی حرکت بکند. همچنین گرم کردن اپوکسی که بر روی سطوح متخلخل (مانند softwood) اعمال شده باشد می‌تواند موجب تولید گاز و حباب در اپوکسی شود. توجه داشته باشید هیچوقت اپوکسی را بیشتر از ۱۲۰ درجه فارنهایت یا ۴۹ درجه سانتی‌گراد گرم نکنید.