

شیرابه، توده شدن، لخته شدن، کشش سطحی

۱/۳

لاتکس پلیمر پراکنده‌ی کلونیدی مواد لاستیکی یا پلاستیکی در یک محیط آبی است. مواد پلیمری می‌تواند ترکیبات آلی کوچک و منفرد غیراثراتیلنی و یا کوپلیمرهای دو یا بیشتر هر ترکیب باشند. لاتکس موارد مصرف به‌شمار می‌آید در صنعت مدرن ایفا می‌کند. این مقاله بطور مفصل به خصوصیات لاتکس طبیعی و تکنولوژی و کاربردهای آن می‌پردازد.



Latex Technology

تألیف: دکتر فرامرز افشار طارمی

پیش از این کلمه لاتکس به محلولهای امولسیون آبی اطلاق می‌شد که بیشتر منشأ گیاهی داشتند و شبیه شیر بودند. امروزه این کلمه برای تمام موارد پراکنده پایدار یک پلی‌مر (طبیعی یا مصنوعی) در محلولهای آبی به کار برده می‌شود.

تعریف لاتکس: به سیستمهای ناهمگنی لاتکس می‌گوئیم که در آنها فاز جامد نایبوسته‌ای از ذرات پلی‌مر با اندازه حدود $0.15 - 0.5 \mu m$ در فاز پیوسته‌ای (آب) پراکنده شده باشند. بنابراین لاتکسها طبقه خاصی از هیدروسل‌ها را تشکیل می‌دهند و دارای خواص فیزیکی و کلوئیدی مشترکی هستند.

در محدوده الاستومرها اولین لاتکس مورد استفاده لاتکس طبیعی است که از شیر درخت هوا (Hévéa) بدست می‌آید. امروزه تقریباً تمامی خانواده‌های الاستومرها حتی آنهائیکه غیر صنعتی‌اند لاتکس مخصوص به خود را دارند.

صنعت لاتکس تنها چند درصد بازار لاستیک را تشکیل می‌دهد ولی از اهمیت زیادی برخوردار است. این صنعت محصولاتی نظیر دستکشهای لاستیکی گوناگون، ابرهای اسفنجی (تسک، تخت، مبل، اتومبیل)، قطعات مختلف مصرفی در وسائل بهداشتی و پزشکی، پوشش پشت پارچه‌های پرزدار (مخمل، موکت، فرش ماشینی و غیره) کش برای مصارف بسته‌بندی و غیره را به خود اختصاص داده است.

لاتکس طبیعی

لاتکس طبیعی شیر درخت هوا است که در مناطقی از کره زمین می‌روید که آب و هوای مرطوب دارند و از طریق تیغ زدن به بدنه این درخت، جمع‌آوری می‌گردد. لاتکس، مایع سفید رنگ و غلیظی است و برای شناخت آن می‌توان مقداری از آن را بین دو انگشت دست گذاشت و چرخاند، پس از مدتی ذرات جامد الاستومر در بین انگشتان ایجاد می‌گردد.



Key Words:

Latex, Concentration, Coagulation, Surface Tension

و یا اینکه میتوان چند قطره از لاتکس را روی سطح صافسی مثل شیشه ریخت تا خشک شود. پس از خشک شدن فیلم بی رنگ شفافی که دارای خاصیت الاستیکی است بدست میآید. چنانچه لاتکس را در زیر میکروسکوپ قرار دهیم مشاهده میکنیم که ذرات لاتکس با انرژی زیادی حرکت می کنند. حرکت ذرات لاتکس مربوط به حرکت مولکولهای آب است و درحقیقت این حرکات همان حرکات براونین (Brownien) است. ذرات لاتکس دارای بار منفی هستند و یک دیگر را دفع می کنند در نتیجه به یک دیگر نمی چسبند (همین مسئله باعث کاهش ویسکوزیته لاتکسها در مقایسه با محلول پلی مرها با غلظت برابر می گردد).

کشت لاتکس طبیعی

گیاهان مختلفی وجود دارند که می توانند لاتکس تولید کنند. مهمترین این گیاهان عبارت اند از فیکوس الاستیکا (Ficus elastica) که در اثر برش ساقه درصد کمی لاتکس تولید می شود. پیسانلیت (Pissenlits) و از همه معروفتر هوآ (Hévéa) یا هوآی برزیلی (Hévéa Brasiliens) است که تنها نوع کشت صنعتی لاتکس است. این گیاه تنها نوعی است که از نظر اقتصادی با صرفه است و لاتکس با درصد الاستومر کافی تولید می کند. در لاتکس این درخت ۳۰ تا ۳۵ درصد لاستیک وجود دارد که ۹۰ تا ۹۵ درصد جامد بدون آب آن الاستومر خالص است.

بقیه گیاهان پیش گفته مواد شیمیائی دیگری به غیر از آب به همراه دارند. هوآی برزیلی درختی است به ارتفاع ۲۰ متر که در مناطق گرم و مرطوب رشد میکند و در کشورهای ویتنام، کامبوج، مالزی، اندونزی و سیلان می روید. در افریقا در ساحل عاج و نیجریه نیز رشد می کند و هفت سال پس از نهال کاری بهره برداری از آن شروع می شود و به مدت ۲۵ سال قابل بهره برداری است برای استخراج لاتکس شکافهائی در تنه درخت ایجاد میکنند و هر دو یا ۳ روز یک بار سطل حاوی شیر ترش شده را جمع آوری می کنند.

لاتکس جمع آوری شده به کارخانه حمل و در آنجا تصفیه می گردد، زیرا گرد و غبار، برگ و غیره باید از آن جدا شوند. سپس با ۰/۵ تا ۱ درصد آمونیاک می افزایند تا محیط آن قلیائی شده و پایدار گردد، در غیر اینصورت منعقد می گردد. سپس با عمل سانتریفوژ مقداری از آب آن را می گیرند تا غلظت لاستیک آن به ۴۰ درصد برسد چون آب اضافی همراه آن باعث افزایش کرایه حمل و نقل می گردد. پس از آن لاتکس به کشورهای صنعتی صادر می شود. فرمول لاتکس صادراتی به شرح زیر است.

ماده جامد	۶۲ درصد
لاستیک خالص	۶۰ درصد
آب	۴۰ درصد
آمونیاک	۰/۷ درصد
PH	۱۰/۵
چگالی gr/cc	۰/۹۵

اختلاف بین مقدار ماده جامد و ماده لاستیکی حدود ۲ درصد است که این اختلاف ناشی از موادی نظیر مواد معدنی و سایر مواد به ویژه پروتئین است که در پایداری لاتکس نقش اصلی دارد. با وجود این برای پایداری بیشتر لاتکس به آن آمونیاک می افزایند. برای کنترل پایداری لاتکس همیشه PH آنرا اندازه می گیرند.

لاتکس سنتزی

انواع گوناگونی از لاتکسها را می توان به روشهای صنعتی نیز تولید کرد که مهمترین آنها لاتکس (SBR) کوپلی مر استیرن - بوتادی ان، (CR) پلی کلروپرن و (NBR) کوپلی مر بوتادی ان و اکریلونیتریل هستند. لاتکسهای سنتزی تفاوت زیادی با لاتکس طبیعی دارند و برای پایداری آنها آمونیاک به کار برده نمی شود بلکه از محلول صابونها و یا عوامل دیگری نظیر الکلهای سولفونه استفاده می گردد. قطر ذرات لاتکسهای سنتزی بسیار کوچکتر از لاتکس طبیعی است (۰/۲ میکرون در برابر ۱ میکرون برای لاتکس طبیعی).

مزایا و معایب استفاده از لاتکس

مزایا: احتیاج به دستگاههای مکانیکی مورد نیاز در صنعت لاستیک ندارد. فرمولبندی آن احتیاج به انرژی زیاد ندارد و قالبهای گران قیمت در تکنولوژی آن بکار برده نمی شود. حلالهای گران قیمت و سمی مورد نیاز نیستند و می توان به سادگی از آن ابرهای اسفنجی و کش تولید کرد.

معایب: به علت همراه داشتن ۴۰ درصد آب ماده اولیه گرانتر می شود، از ضایعات آن نمی توان مجدداً استفاده نمود مدت زمان خشک شدن آن طولانی است.

خواص فیزیکی و شیمی فیزیکی لاتکسها

چگالی

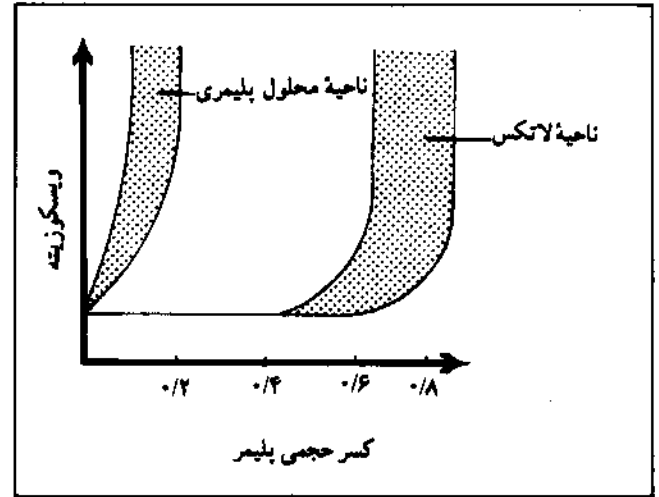
با توجه به اینکه لاتکس در واقع پراکنندگی الاستومر در محلول آبی است چگالی آن تقریباً نزدیک به ۱ است با وجود این اختلاف اندکی بین چگالی فاز پراکنده و فاز پراکنده کننده وجود دارد (به عنوان مثال چگالی 0.904 gr/cm^3 و 1.024 gr/cm^3 به ترتیب برای لاستیک طبیعی و سرم آن مشاهده می گردد). زمانی که لاتکس آسوده است تمایل به کرم شدن دارد و به همین دلیل است که لاتکس را باید در دماهای بین 5°C تا 35°C در انبار نگهداری کرد و مرتباً و به آرامی آن را بهم زد.

ویسکوزیته (گرانروی)

تقریباً تمامی لاتکسها به جز موارد کاملاً استثنائی (لاتکس SBR با درصد بالا استیرن و غلظت پائین) مایعات غیر نیوتونی (Thixotropes)

هستند که ویسکوزیته ظاهری آنها در اثر افزایش سرعت حرکت قیچی مانند (Cisaillage) کاهش می‌یابد.

از سوی دیگر برخلاف محلول پلی‌مرها که معمولاً و حتی در غلظت‌های ضعیف دارای گر انروی بسیار زیادی هستند، محلول‌های لاتکس حتی در غلظت‌های نسبتاً بالا به صورت سیال باقی می‌مانند (شکل ۱) زیرا ویسکوزیته آنها مستقل از مشخصات شیمی فیزیکی لاستیکهائی است که در آن وجود دارند. برعکس رابطه تنگاتنگی با اندازه ذرات الاستومر دارد.



شکل ۱ - اثر غلظت پلیمرها بر ویسکوزیته محلول‌های لاتکس

در غلظت‌های مساوی یک لاتکس SBR که اندازه متوسط ذرات آن در حدود $0.5 \mu m$ است دارای ویسکوزیته‌ای تقریباً ۲۰ برابر لاتکس طبیعی است که اندازه ذرات آن ۴ تا ۵ برابر بزرگتر است و به همین دلیل لازم است که در موقع تغلیظ لاتکس‌های سنتزی قبلاً از طریق ایجاد تجمع جزئی، اندازه ذرات لاتکس را افزایش دهیم تا با ویسکوزیته بسیار بالا مواجه نشویم.

کشش سطحی

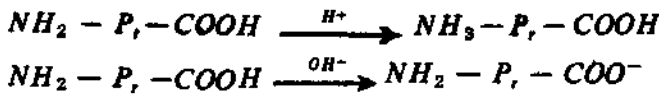
فاز آبی لاتکس همیشه دارای مقداری مواد فعال سطحی (Tensio active) است که در لاتکس‌های طبیعی این مواد می‌توانند صابون‌های تشکیل شده از اسیدهای چرب (فاز لیپیدی) چربی و نمک‌های معدنی (منیزیم، سدیم و غیره) باشند. صابون‌های افزوده شده به لاتکس‌های سنتزی و یا مصنوعی جهت ایجاد پایداری آنهاست. کشش سطحی لاتکس‌ها در اغلب موارد در حدود $4 \times 10^{-2} N/m$ است و از غلظت الاستومر موجود در لاتکس مستقل است. از طرف دیگر چون کشش سطحی لاتکس وابستگی تنگاتنگ به پایداری آن دارد مقدار کم کشش سطحی در واقع نشان دهنده پایداری بسیار خوب آن است. ولی از نقطه نظر صنعتی در مواردی که از لاتکس در تکنیک غوطه‌وری استفاده می‌گردد، این مسئله ممکن است باعث کف کردن لاتکس گردد. در نتیجه مقادیر

کشش سطحی باید همواره در حثی باشد که پایداری و کاربرد خوب آنرا تضمین نماید. کشش سطحی در تکنیک آغشته‌سازی پشت پارچه‌های پرزدار نیز اهمیت بسیار زیادی دارد.

خواص کلونیدی

پایداری لاتکسها؛ ذرات الاستومر ضد آب است پس یک لاتکس را باید بصورت یک سیستم دوتائی ماکروسکوپی که ظاهراً همگن است در نظر بگیریم ولی از لحاظ دینامیکی ناپایدار است. پس تحول عادی آن در طول زمان منجر به جدائی برگشت‌ناپذیر دو فاز می‌گردد. این به هم خوردن تعادل را توده شدن می‌گویند.

در مورد لاتکس طبیعی بحث شد که این لاتکس از ذرات الاستومر پراکنده در یک محیط آبی (Serum) در حالت کلونیدی تشکیل می‌شود که شامل تعداد زیادی از ترکیبات نظیر پروتید، آمینو اسید، لیپید، آنزیم و غیره است. پس ذرات الاستومر توسط قشری از پروتید (یا آمینو اسید) احاطه شده است که در لایه بین آب و ذرات الاستومر جذب شده‌اند. این پروتیدها الکترولیت‌های آمفوتری هستند که می‌توان تغییر ساختمان آنها را نسبت به PH به صورت زیر نشان داد.



نقطه هم ارزی (equivalence) (یا نقطه ایزوالکتریک) بین شکل وابسته به طبیعت پروتید یا آمینو اسید است ولی میتوان مقدار متوسطی برابر ۴/۴ تا ۴/۶ برای مجموع پروتیدها و آمینو اسیدهای حاضر در لاتکس طبیعی پذیرفت. چون این لاتکس در موقع ترشح خنثی است، ذرات بار منفی دارند و این مسئله تا زمانیکه PH پایدار بماند پایداری لاتکس را تأمین می‌کند.

باید اضافه کنیم که چون پروتیدها هم آب دوست هستند، ذرات الاستومر و قشر پرتیدشان در پوششی از مولکول‌های آب قرار گرفته‌اند که این موضوع برخورد بین ذرات را مشکل‌تر می‌سازد. واضح است که برخلاف موارد پیش گفته نیروهای جاذبه دیگری بین ذرات وجود دارند که مخالف، نیروهای دافعه‌اند. پس پایداری لاتکس وابسته به تعادل و یا عدم تعادل بین ضرایب گوناگون است. اُوربیک Overbeck و وروی Verwey نشان داده‌اند که اگر انرژی پستانیل (ψ) لازم برای توده شدن (Coacervation) دو ذره (محاصره شده توسط قشرهای با جذب سطحی (adsorption)) را نسبت به فاصله جدائی آنها (r) توسط دو قشر (بادو مولکول آب) و جاذبه واندروالس (ψ_a) رسم شود به صورت شکل ۲ خواهد بود.

همان‌طور که در تصویر مشاهده می‌شود این انرژی از ماکزیمی عبور می‌کند که مطابق با فاصله r_0 است که پائین‌تر از آن توده شدن اتفاق می‌افتد.

انعقاد لاتکس

لاتکس تحت اثر عوامل مختلف می‌تواند از حالت پایدار خود به حالت ناپایدار برسد این عوامل عبارت‌اند از:

- ۱ - افزودن یک اسید که باعث انعقاد لاتکس می‌شود.
- ۲ - یک کار مکانیکی که به ذرات لاتکس انرژی می‌دهد. این مقدار انرژی بالاتر از انرژی دافعه ذرات لاتکس است و باعث انعقاد آن می‌شود.

- ۳ - املاح فلزات دو ظرفیتی نظیر املاح فلزات کلسیم (Ca) و روی (Zn)، که فلز این املاح می‌تواند با عامل اسیدی لاتکس ترکیب شده و در نتیجه باعث اتصال ذرات شود. تمام عواملی که باعث ناپایداری لاتکس می‌شوند نظیر عامل نم‌گیر (خشک کننده) اجسام متخلخل و غیره می‌توانند در تکنولوژی تولید محصول از لاتکس دخالت داشته باشند. پدیده انعقاد لاتکس که با تجمع ذرات الاستومر حاصل می‌شود می‌تواند ۳ شکل فیزیکی مختلف داشته باشد: ژل، لخته، فلوکولا (Floculat).

شکل فیزیکی

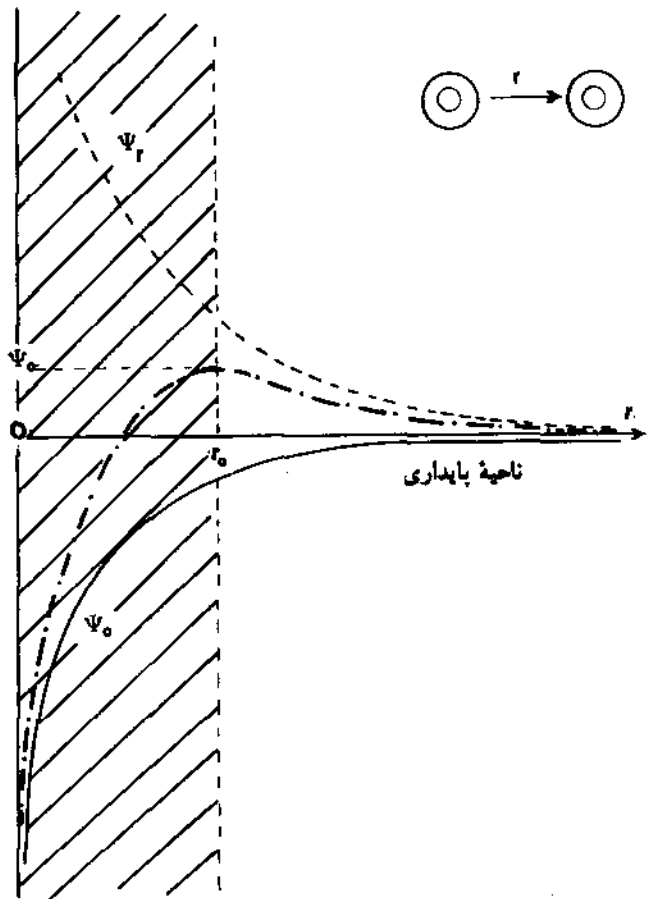
در فرایند ژله شدن لاتکس به تدریج به یک ژل پایدار و نیمه سخت تبدیل می‌شود و شکل ظرفی را می‌گیرد که در آن قرار دارد. عمل ژله‌ای شدن معمولاً با انقباض ژل و با تراوش حجمی از سرم مساوی با انقباض همراه است. این فرایند در اکثر کاربردهای مستقیم لاتکس مورد استفاده قرار می‌گیرد. برعکس در طول پدیده لخته شدن ذرات الاستومر به سرعت و به صورت برگشت ناپذیر از سرم جدا می‌شوند و الاستومرهای خشک را به وجود می‌آورند. این فرایند در صنعت برای تولید الاستومر خالص به کار برده می‌شود. سرانجام فلوکوله شدن (Floculation) معمولاً پدیده‌ای اتفاقی است که منجر به میکروفلوکوله شدن یعنی تجمع جزئی ذرات می‌گردد.

عوامل منعقد کننده مستقیم لاتکس

این مواد به خصوص برای تجمع لاتکس به کار می‌روند و عمل آنها خنثی سازی بار منفی ذرات و یا تخریب قشر ترکنده آنهاست. عوامل اصل منعقد کننده، اسیدها و نمکها هستند و باید یادآوری کنیم که در اغلب موارد انعقاد کنترل شده لاتکسها در مراکز تولیدی توسط استیک اسید صورت می‌گیرد. برعکس انعقاد لاتکسهای سنتزی که از پلی مر شدن امولسیون به دست می‌آیند به توسط مخلوطی از اسید و نمک انجام می‌گیرد. چون این لاتکسها بدلیل کاربرد پایدار کننده‌های یونی پایداری الکترواستاتیک بالایی دارند. همچنین می‌توان از حلالهای آلی نظیر الکل یا استون بدون آب استفاده کرد ولی عمل آنها محدود به لاتکس طبیعی است که پایداری کمتری دارد.

منعقد کننده‌های حساس گرمایی

این منعقد کننده‌ها را معمولاً در مواردی به کار می‌برند که از لاتکس به طور مستقیم استفاده می‌کنند، نظیر قالب‌ریزی و یا تولید مواد اسفنجی.



شکل ۲ - منحنی انرژی پتانسیل دو ذره نسبت به فاصله‌ای که آنها را جدا می‌سازد.

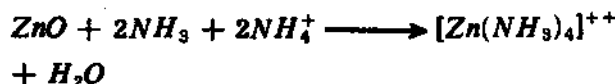
سرانجام بعد ذرات نیز در پدیده توده شدن دخالت دارد هر چه ذرات کوچکتر باشند میزان فصل مشترک سطوح آنها (برای یک حجم داده شده) بیشتر است و پراکندگی آنها پایدارتر. این مطلب در مورد اغلب لاتکسهای سنتزی نسبت به لاتکس طبیعی صادق است.

در صنعت پایداری لاتکس را از طریق کنترل PH آن اندازه گیری می‌کنند و بهترین نوع محیط لاتکس محیط قلیائی با PH بین ۹ تا ۱۱ است و لاتکس در این محیط پایدار می‌ماند.

توده شدن لاتکسها

چنانچه مقداری H^+ به لاتکس بیافزاییم ذرات الاستومر لاتکس به هم می‌چسبند و منعقد می‌گردند. برای رفتن از محیط قلیائی به محیط اسیدی باید از محیط خنثی عبور کرد که در همین مرحله لاتکس منعقد می‌گردد. با روش ساده‌ای می‌توانیم وجود پارالکتریکی در لاتکس را اثبات کنیم. برای این کار مقداری لاتکس را با آب رقیق می‌کنیم و در زیر میکروسکوپ قرار می‌دهیم، سپس جریانی از الکتریسیته را از آن عبور می‌دهیم مشاهده می‌کنیم که لاتکس در محیط قلیائی (بار منفی) به طرف قطب مثبت و در محیط اسیدی به طرف قطب منفی می‌رود.

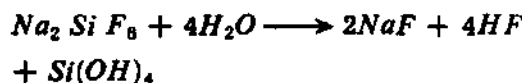
در صنعت بیش از همه از سیستم روی - آمین استفاده می‌شود که مکانیسم عمل بر اساس Zn^{++} است. با وجود اینکه مخلوطهای پایه لاتکس همه دارای اکسیدروی بعنوان فعال کننده عمل شبکه‌ای شدن هستند ولی به علت انحلال ناپذیری اکسیدروی در آب هیچ اثری در تخریب پایداری ندارند. به همین دلیل به لاتکس یک نمک آمونیوم (اغلب مواقع آمونیوم نترات) اضافه می‌کنند که در حضور آمونیاک (همیشه در لاتکس موجود است) اکسیدروی را حل می‌کند و یون کمپلکس روی تتر آمین تشکیل می‌دهد این یون در دمای محیط پایدار است.



اگر این مخلوط را تا $70^\circ C$ گرمادهم کمپلکس تشکیل شده به آسانی تجزیه شده و یونهای Zn^{++} تولید می‌کند که از طرفی با اسیدهای چرب موجود در لاتکس ترکیب می‌شود و آنها را تبدیل به صابونهای نامحلول روی می‌کند و از طرف دیگر باعث خنثی شدن جزئی بار الکتریکی ذرات شده و عمل شبکه‌ای شدن را انجام می‌دهد.

منعقدکننده‌های تأخیری

شناخته شده‌ترین ترکیب از این نوع سیلیکوفلوئورید سدیم است که در فرایند دنلپ (Dunlop) برای تولید مواد اسفنجی به کار برده می‌شود. شبکه‌ای شدن لاتکس در نتیجه هیدرولیز سیلیکوفلوئورید براساس واکنش زیر صورت می‌گیرد.



طبق این واکنش نه تنها PH تنزل می‌کند بلکه سیلیس کلوتیدی تشکیل شده پایدار کننده‌ها را جذب می‌کند و باعث رسوب کردن ذرات الاستومر می‌گردد. زمان لازم برای زله شدن وابسته به سه ضریب است یعنی مقدار سیلیکوفلوئورید، PH اولیه و دما.

نگهداری لاتکس در بشکه یا مخزن

مخازن نگهداری لاتکس استوانه‌ای و از جنس فولاداند که سطوح داخلی آن پوشش ضدزنگ دارد. استوانه مخزن را باید به حالت افقی قرار داد چون اگر عمودی باشد فشار در قسمت پایین استوانه بیشتر می‌شود و باعث انعقاد لاتکس می‌گردد. پوشش داخل مخزن باید از پلی اتیلن یا پلی وینیل کلرید و یا رنگهای پلی کلروپرن باشد. قبل از اینکه لاتکس را از مخزن خارج کنند لاتکس باید به صورت همگن در آید، زیرا در شرایط آسایش و سکون لاتکس تمایل به گرم شدن دارد و غلیظ می‌گردد. برای جلوگیری از گرم شدن باید لاتکس را مرتباً و به آرامی به هم زد به همین

دلیل مخزن لاتکس را به یک هم‌زن مجهز می‌کنند. دما باید بین ۵ تا ۲۵ درجه سانتیگراد باشد. اگر دما پایینتر از صفر باشد لاتکس به صورت زله در می‌آید و چنانچه زله شدن کوتاه مدت باشد و بیش از چند ساعت طول نکشد در اثر گرم کردن لاتکس دوباره مایع می‌شود ولی چنانچه زله شدن چند روز طول بکشد لاتکس منعقد شده و از بین می‌رود. بالاتر از ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتیگراد لاتکس به صورت کیرم در می‌آید (درست مثل سرشیر و خامه) چون در این دما آمونیاک آن تبخیر می‌گردد. هر بار که لاتکس وارد کارخانه می‌شود چنانچه آن را در بشکه انبار کنند باید تاریخ ورود آن روی بشکه قید گردد. در صنایع کوچک که نصب مخزن مجهز اقتصادی نیست لاتکس را در بشکه‌ها نگهداری می‌کنند؛ بشکه‌های لاتکس را باید در محل خشک کارگاه نگهداری کرد و قبل از استفاده باید آن را همگن ساخت، این کار به وسیله بهم زدن آهسته صورت می‌گیرد و یا بشکه‌های لاتکس در بسته را روی زمین می‌چرخانند و به جای دریاچه پلاستیکی شیر مخصوص خروج هوا روی آن نصب می‌کنند و دریاچه هوای آن را باز می‌کنند. انبار کردن لاتکس در مخزن فولادی در شرایطی مقرون به صرفه است که مصرف ماهانه بین ۵ تا ۱۰ تن باشد، ولی باید دقت کرد که جداره داخلی و لوله‌های این مخازن حداقل یک الی دو بار در سال تمیز شوند.

مشخصات عمومی در کاربرد لاتکس

بعضی از مشخصات لاتکس در صنعت بسیار مهم اند که عبارت انداز: ویسکوزیته

در تولید محصول توسط فرایندهای غوطه‌ورسازی (Dipping) و یا قالب‌گیری احتیاج به لاتکس با ویسکوزیته بالا داریم ولی چنانچه بخواهیم سطوح پشت پارچه، موکت و یا فرش را به لاتکس آغشته کنیم بساید از لاتکس رقیق استفاده کنیم که قدرت نفوذ بیشتری به داخل پارچه دارد، غلظت لاتکس بستگی به مواد افزودنی آن و درصد آب همراهش دارد. لاتکس را همیشه می‌توان با آب رقیق کرد و نیز می‌توان با افزودن بعضی مواد ضخیم کننده، ویسکوزیته آن را افزایش داد. که درباره این مواد و طرز استفاده از آنها در بخشهای بعد بحث خواهد شد. برای تعیین ویسکوزیته لاتکس از ویسکومتر هوپلر (Hoeppler) استفاده می‌کنیم مکانیسم عمل آن بدین ترتیب است که یک گلوله فلزی را در داخل لاتکس می‌اندازیم و سرعت پایین رفتن آن را در لاتکس اندازه گیری می‌کنیم. روش دیگر روش ASTM است که سرعت جریان لاتکس را در یک لوله اندازه گیری می‌کند. ویسکوزیته را باید در دمای ثابت اندازه گیری کرد.

انعقاد لاتکس

انعقاد لاتکس از مسائل مهم صنعت لاتکس است مشروط بر اینکه در موقع مناسب صورت گیرد، که لاتکس شکل قالب را به خود به گیرد. چنانچه انعقاد لاتکس قبل از موقع انجام گیرد لاتکس از بین رفته است.

پایداری لاتکس

برای تعیین پایداری لاتکس از روش زیر استفاده می‌کنیم: حجم مشخصی از لاتکس را در داخل یک بشر می‌ریزم و داخل

مواد ضخیم کننده

این مواد باعث تغلیظ لاتکس می‌شوند و از رسوب کردن مواد افزودنی دیگر در لاتکس جلوگیری می‌کنند. این مواد عبارت‌اند از صمغ آدرآگانت، آزریناتهای سدیم و یا آمونیوم و کربوکسی متیل سلولز.

مواد ژله کننده

این مواد لاتکس را در حضور اکسید روی (ZnO) به صورت ژله در می‌آورند که سرعت ژله شدن بستگی به دما و مقدار درصد استفاده از مواد ژله کننده دارد. از مهمترین این مواد سدیم فلوئوسیلیکات (Sodium Fluosilicate) است که ماده‌ای برای ژله کردن لاتکس است و در سرما از آن استفاده می‌شود و برای تولید اسفنجهای لاتکس با روش دنلوب (Dunlop) به کار برده می‌شود. موادی دیگر نظیر نمکهای آمونیوم استات، آمونیوم نترات، آمونیوم کلرید، آمونیوم سولفات و یا املاح روی آمونیاکی این خاصیت را دارند.

مواد منعقد کننده

در گذشته برای اینکه ضخامت لاتکس را از طریق غوطه‌وری افزایش دهند مجبور بودند که قالب را چند بار و هر بار پس از خشک شدن فیلم قبلی در لاتکس غوطه‌ور سازند و این عمل وقت زیادی می‌گرفت ولی امروزه در تکنیک غوطه‌وری از کلسیم کلرید و یا کلسین نترات در محلول الکلی بعنوان انعقاد کننده خارجی استفاده می‌کنند.

مواد افزودنی که خاصیت لاتکس را تغییر می‌دهند

تنوع مواد افزودنی مصرفی در صنعت لاتکس نسبت به صنعت لاستیک‌سازی کمتر است زیرا در لاتکس موادی نظیر استتاریک اسید و یا مواد تقویت کننده مصرف ندارد و به ندرت از مواد نرم کننده استفاده می‌شود.

گوگرد: گوگرد به مقدار ۰/۵ تا ۳ درصد نسبت به مقدار لاستیک خشک در لاتکس مصرف می‌شود و مقدار مصرف آن بستگی به سرعت پخت و مقاومت محصول تولیدی دارد (درصد افزایش، مشخصات فیزیکی و مکانیکی). چنانچه بیش از ۳ درصد گوگرد افزوده شود از مقاومت محصول در مقابل فرسودگی کاسته می‌شود. گوگرد یکی از موادی است که مخلوط شدن آن با لاتکس احتیاج به زمان زیادی دارد. چنانچه نوع محصول شفاف باشد باید از مقادیر کمتر گوگرد استفاده کرد.

اکسیدروی فعال کننده گوگرد در عمل شبکه‌ای کردن است و چنانچه ژله شدن نیز مورد نظر باشد این عمل را نیز تسریع می‌کند. مقدار مصرف آن بین ۰/۲ تا ۳ درصد نسبت به مقدار لاستیک جامد و مدول محصول است. (منظور از مدول، مدول کشسانی است که نسبت بین نیروی لازم برای شکستن لاستیک یا هر نوع پلاستیک به مقدار افزایش طول است).

آن همزن قرار می‌دهیم که در انتهای آن یک صفحه دایره‌ای شکل به طور عمودی قرار دارد. سرعت همزن باید ۱۴۰۰۰ دور در دقیقه باشد. پس از مدتی لاتکس به آرامی شروع به انعقاد می‌کند و در این شرایط می‌توانیم دو زمان را در نظر بگیریم: یا طول زمانی که در آن لاتکس شروع به انعقاد می‌کند یا کل زمانی که طی آن لاتکس منعقد می‌گردد. این دو روش هر دو نسبی هستند.

پایداری در مقابل گرما

برای اندازه‌گیری پایداری در مقابل گرما لاتکس را در حمامهای آب با دماهای مختلف قرار می‌دهیم و زمان انعقاد آن را در دماهای مختلف به دست می‌آوریم.

اندازه‌گیری مقدار درصد ماده خشک

برای اندازه‌گیری مقدار درصد ماده خشک، مقداری لاتکس را به طور دقیق وزن می‌کنیم و روی سطح صافی می‌ریزیم تا آب آن تبخیر شود و سپس برای مدتی آن را تحت خلاء و گرمای ۵۰°C قرار می‌دهیم تا تمام رطوبت خود را از دست بدهد. پس از خشک شدن دوباره آن را وزن نموده و درصد خشک را محاسبه می‌کنیم.

کشش سطحی

یکی از مسائل مهم تکنولوژی آغشته‌سازی پشت پارچه‌های پُرژدار به لاتکس، کشش سطحی است. در این آزمایش میزان نفوذ یک قطره لاتکس را به درون پارچه در غلظتها و دماهای مختلف بررسی می‌کنند. برای افزایش میزان نفوذ، می‌توان به لاتکس مواد تر کننده اضافه کرد و بدین ترتیب کشش سطحی آن را پایین آورد. مثلاً اگر مقدار کشش سطحی آن ۷۳ dynes/cm² باشد به آن مقدار ۰/۱ درصد ماده تر کننده اضافه کنیم. مشاهده خواهیم کرد که مقدار کشش به ۳۰ dynes/cm² تقلیل می‌یابد و در این شرایط به راحتی در پارچه نفوذ می‌کند. این آزمایش هم در مورد لاتکس طبیعی و هم مصنوعی انجام می‌گیرد.

مواد افزودنی به لاتکس در حالت کلی

مواد پایدار کننده

نقش این مواد پایدار کردن لاتکس در مقابل انعقاد است که این انعقاد به صورت مکانیکی و یا به صورت شیمیایی صورت می‌گیرد. این مواد نباید به مقدار زیاد مصرف شوند زیرا باعث پایداری بسیار بالای لاتکس می‌شود و در نتیجه در موقع کاربرد آن با تأخیر در انعقاد مواجه می‌شویم که در این صورت مجبور به مصرف بیش از اندازه از مواد منعقد کننده خواهیم بود. این مواد عبارت‌اند از کازئین در محلول آمونیاکی، صابونهای اسیدهای چرب نظیر استتاریک اسید، مالتیک اسید، مواد صابونی پاک کننده نظیر الکلهای چرب سولفوناته و موادی که از الیگومر شدن اکسید اتیلن حاصل می‌شوند.

محصولات لاستیکی است. افزایش ماده رنگی به صورت پراکنده در آب یا پخش آن به شکل ذرات ریز در لاتکس صورت می‌گیرد. اگر مواد رنگی به صورت پودر مصرف می‌شوند بهتر است که پودر رنگی در کمی آب حل شود و سپس به لاتکس افزوده گردد.

$$E = \frac{\frac{F_R}{S_0}}{\frac{\Delta L}{L_0}} = \frac{\frac{F_R}{S_0}}{\frac{L - L_0}{L_0}}$$

E = مدول کشسانی

F_R = نیرو در موقع پارگی

$S_0 = L_0 \times e_0$ (طول و e_0 ضخامت) سطح در حالت صفر

L = طول بعد از پارگی

L_0 = طول اولیه.

که این مقدار را با دستگاه دینامومتر (Dynamomètre) اندازه‌گیری می‌کنند.

مواد شتاب‌دهنده

مواد شتاب‌دهنده‌ای که در لاتکس مصرف می‌شوند از انواع واکنش سریع هستند تا بتوان شبکه‌ای شدن را در دماهای کم حدود ۱۰۰ درجه سانتیگراد یا حتی کمتر انجام داد. این مواد عبارتند از: دی اتیل دی تیوکریمات روی

(Diethyl Dithio Carbamate de Zinc)

دی بوتیل دی تیوکریمات روی

(Dibutyl Dithio Carbamate de Zinc)

نمک روی مرکپتو بنزوتیازول

(Selde Zinc du Mercaptobenzo Thiazole)

این مواد در آب نامحلول هستند و باید به صورت محلول آبی در آیند و برای این منظور می‌توان از شتاب‌دهنده‌های محلول در آب استفاده کرد نظیر دی اتیل دی تیو کریمات سدیم

(Diethyl Dithio Carbamate de Sodium)

این مواد باید در موقع انبار کردن در محیط خشک عاری از رطوبت نگهداری شوند.

مواد پرکننده

مواد تقویت‌کننده لاستیک نظیر دوده را به هیچوجه نباید برای لاتکس مصرف کرد زیرا باعث انعقاد لاتکس می‌شوند. چنانچه لازم باشد برای افزایش استحکام و یا پائین آوردن قیمت تمام شده محصول، از پرکننده‌ها استفاده کنیم باید انواعی را به کار برد که خنثی باشند، نظیر گچ، سیلیس و کائولن. ولی در هر حال میزان پرکننده مصرفی به مراتب کمتر از میزانی است که در فرمولبندی لاستیک به کار برده می‌شود زیرا باعث نزول خواص مکانیکی محصول می‌گردد.

رنگها

تولید محصولات سفید و یا رنگی از لاتکس، بحراتب ساده‌تر از

مواد ضدآکنده

با وجود اینکه قطعات تولید شده از لاتکس در برابر فرسودگی مقاومت زیادتری نسبت به لاستیک دارند ولی توصیه می‌شود که مواد ضد آکنده مصرف شوند، خصوصاً در مواردی که محصول تولید شده باید در مقابل نور به کار برده شود. از موادی که به این عنوان مصرف می‌شوند می‌توان از فنیل β نفتیل آمین (Phenyl β Naphthylamine) نامبرد که فقط در مورد قطعاتی که رنگ سیاه دارند مصرف می‌شود زیرا در مقابل نور آفتاب تغییر رنگ داده و سیاه می‌شود. با توجه به اینکه این ماده مشکوک به سرطان‌زایی است توصیه می‌شود که از آن برای مصارف بهداشتی و غیره استفاده نشود. برای محصولات با رنگ روشن ترکیب زیر پیشنهاد می‌گردد:

مرکاپتو بنزیمیدازولات روی

(Mercapto Benzimidazolate de Zinc)

مواد نرم کننده

در برخی موارد مواد نرم‌کننده نظیر روغن‌ها و واکس را به صورت امولسیون به لاتکس اضافه می‌کنند تا نرمی آن را بیشتر کند.

مسائلی که باید در موقع تهیه مخلوطهای لاتکس (فرمولبندی - آمیزه‌سازی) مورد توجه قرار داد عبارتند از:

۱ - تکان خوردن زیاد لاتکس

در موقع فرمولبندی همواره باید دقت کنیم که لاتکس زیاد تکان نخورد مگر اینکه قبلاً به خوبی با مواد پایدار کننده پایدار شده باشد.

۲ - دما

ویسکوزیته لاتکس در سرما افزایش می‌یابد و در حدود ۱۵- درجه سانتیگراد متعقد می‌گردد چنانچه گرمای محیط زیاد باشد در روی سطح آن یک قشر لاتکس خشک تشکیل می‌گردد که علت آن تبخیر سطحی آمونیاک است پس باید کاملاً دقت کرد که در ظرف محتوای لاتکس همیشه بسته باشد.

۳ - مواد شیمیایی

املاح فلزی نظیر املاح روی یا کلسیم، اسیدها، حلالهائی نظیر بنزین، بنزول و عوامل شیمیائی ضد رطوبت و سرد باعث انعقاد لاتکس می‌گردند.

۴ - پودرها

هیچ نوع ماده جامد نباید به صورت مستقیم به لاتکس افزوده شود چون در درون لاتکس بصورت تکه‌تکه درمی‌آید. باید ابتدا پودرها را بطور

کامل به ذرات ریز تبدیل کرد و پس از پراکنده ساختن آنها در آب آرام آرام و در حال به هم زدن به لاتکس اضافه کرد.

تولید محصولات از لاتکس

محدوده‌های مختلف کاربرد لاتکسهای مهم در جدول ۱ آمده است. در این قسمت به مهمترین موارد استفاده آنها اشاره می‌کنیم.

فرایند غوطه‌ور سازی

مهمترین محصولی که از این طریق به دست می‌آید دستکش است که از غوطه‌ورسازی قالب (در اغلب مواقع چینی) در یک حمام لاتکس دارای مواد ضروری به دست می‌آید. با خارج کردن آهسته قالب از حمام یک فیلم مایع پرروی آن قرار می‌گیرد که آن را قبل از شبکه‌ای شدن خشک می‌کنند (بر روی همان قالب) در این فرایند، که آن را غوطه‌ورسازی ساده می‌نامند نمی‌توان ضخامت بیش از ۰/۸ میلیمتر به دست آورد و برای ساخت محصولات ضخیم‌تر قالب را قبل از ورود به حمام لاتکس در حمام مواد لخته‌ساز (نمک کلسیم در محیط آب و الکترولیت) فرو می‌بریم و بعد از خشک کردن، در حمام لاتکس غوطه‌ور می‌سازند، در

این شرایط لاتکس بیشتری بر روی قالب جمع می‌شود و بدین ترتیب برای هر بار عملیات می‌توان ضخامت‌هایی تا چنددهم میلیمتر تولید کرد. با احتساب آسانی روش و سرمایه‌گذاری نسبتاً کم (نسبت به تعداد قطعات تولیدی) تکنیک غوطه‌ورسازی تنها تکنیکی است که تولید محصولات الاستومری با اشکال هندسی پیچیده و ضخامت ناپیچ را امکان‌پذیر می‌سازد.

فرایند بستن و اندود کردن

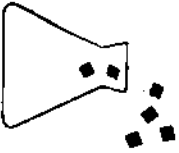
فرایند بستن برای مستحکم ساختن پارچه‌های بافته نشده و سوزنی کاربرد زیاد دارد. این فرایند عبارت است از غوطه‌ور کردن پارچه در حمام لاتکس و سپس فشردن آن تا حدی که وزن دلخواه لاتکس در پارچه باقی بماند و برای این کار از لاتکس SBR کربوکسیله (CSBR) استفاده می‌شود که از پیوند زدن حدوداً ۵ درصد کربوکسیلیک اسید الفینی بر روی انواع SBR حاصل می‌گردد. لاتکس پیوندی مزیت خود شبکه‌ای شدن را دارد. در فرایند اندود کردن که در مورد پارچه‌های پرزدار (مخمل و موکت) مورد استفاده قرار می‌گیرد تنها سطح پشتی پارچه را به لاتکس آغشته می‌کنند آنگاه ضخامت آن توسط یک تیغه تنظیم می‌شود.

جدول ۱ - محدوده کاربردهای لاتکس‌های اصلی

ACM	CR	NBR	BR	CSBR	SBR	NR	کاربرد لاتکسها
				●	●		قالی موکت (ابر - بستن)
				●	●		صنعت کاغذ
●							رنگها
●	●	●		●	●	●	نساچی
					●	●	ایرسازی
	●	●				●	محصولات حاصل از غوطه‌وری
						●	کنس
●	●	●			●	●	چسبها
					●	●	سیمان‌ها
	●	●			●	●	مستفرقه (جوهر - واکس و غیره)
			●				تولید ABS

REFERENCES:

- [1] *Polymer Lattices & Their Applications* K.O. Kalvert ISBN 0.85334 975 - 4 1982.
- [2] *N. R. Technical Bulletin, An Introduction to Latex, Foam Manufacture. The Natural Rubber Producer's Research Association*
- [3] *Les Latex synthétiques, Par Jean Claude Daniel Pour la science Mars 1988.*
- [4] *Synthèse, Propriétés et technologie des Elastomeres. Institute National de Formation et D'enseignement Professionnel du catouy chonc.*
- [5] *Dacteur khallipour, Communication privée.*



نخهای کنسان (کش)

فرایند تولید کش تشابه بسیار زیادی به فرایند اکستروژن دارد. در اصل بعد از صاف کردن، مخلوطی از لاتکس را در محلی که دارای مجموعه‌ای از لوله‌های شیشه‌ای کاملاً درجه‌بندی شده است، وارد محلولی از استیک اسید رقیق می‌کنند. به محض تماس با اسید، لاتکس منعقد شده و نخهای مداوم تولید می‌کند سپس این نخها شسته شده و خشک می‌گردند و در اتوو توسط هوای گرم آن را شبکه‌دار می‌کنند.

مواد اسفنجی

تولید مواد اسفنجی که اغلب با نام تجاری دنلوپیلو (Dunlopillo) از آنها یاد می‌شود با استفاده از لاتکس طبیعی و SBR و سیلیکوفلوئورور سدیم به دست می‌آیند با هم‌زدن سریع لاتکس (۲۰۰ تا ۱۰۰۰ دور بر ثانیه) در حضور مادهٔ امولسیون کننده لاتکس به شدت کف می‌کند. در این حالت مواد افزودنی به صورت پراکنده در آب بدان اضافه می‌شود و بعد مقداری سدیم سیلیکوفلوئورید (بنا بر مورد مصرف) به آن اضافه می‌گردد به دنبال آن کف لاتکس را به قالب تشک یا بالش و یا بر روی پشت پارچه و یا موکت منتقل می‌کنند سرانجام آن را شبکه‌دار می‌سازند.

محصولاتی که از لاتکس تولید میشوند

انواع توپهای ورزشی، انواع بادکنک‌ها و بان‌های هواشناسی، دستکشهای جراحی، وسایل جلوگیری از حاملگی، دستکشهای رنگی برای ظرف شویی، دستکشهای صنعتی، پستانک بچه، لوله‌ها و وسایل مختلف برای کمک در جراحی، سوئند قلبی، کفش حمام، کلاه شنا، شورت بچه‌گانه نوزاد، مخزن جوهر خودنویس، کش، وسایل و لباس غواصی و انواع اسباب بازی کودکان.

در خاتمه فرمولاسیون برای تولید دستکش ظرفشویی ارائه می‌گردد.

دستکش ظرفشویی

(۱) ۱۰۰ قسمت وزنی لاستیک جامد طبیعی که برابر ۱۶۷ قسمت

وزنی لاتکس ۶۰ درصد است.

(۲) ۵ قسمت وزنی کازئین

(۳) ۵ قسمت وزنی اکسید روی فعال

(۴) ۱۰ قسمت وزنی کائولن

(۵) ۵ قسمت وزنی اکسید تیتان

(۶) ۰/۶ قسمت وزنی bleu vulkenosol SG

(۷) ۲/۵ قسمت وزنی گوگرد کلونیدی ۳۸ درصد

(۸) ۰/۸ قسمت وزنی Vulkolit CPA

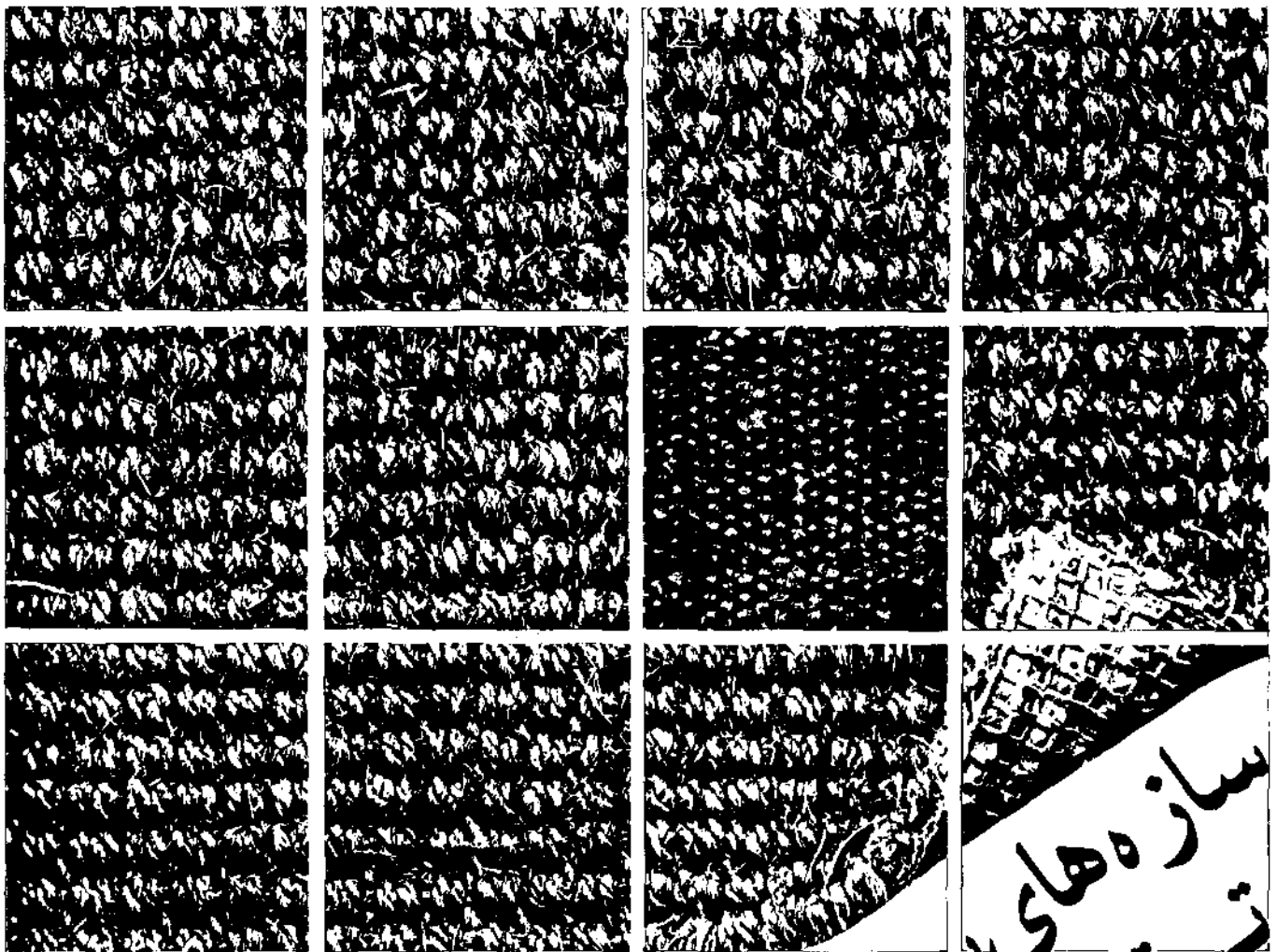
(۹) ۰/۸ قسمت وزنی DOP ضد اکسنده

(۱۰) ۰/۲ قسمت وزنی DNP ضد اکسنده

ردیف ۴ تا ۱۰ باید در ۲۵ قسمت وزنی یک محلول آبی ۵٪

Vultamol پراکنده شوند.





تقویت پلی استر سازه های پلی استر

واژه های کلیدی:

پلی استر تقویت شده، کف، اثر اعمال بار، فرورگنده، بهبود خواص مکانیکی

چکیده

لوله ها و سازه های قطور از رزین پلی استر تقویت شده با انباف کف تولید می شوند. برلی این منظور از دستگاه رشته پیچی استفاده می شود که برای کشیدن پارچه کف روی قالب دوار طراحی شده است که در پایان قالب مذکور از سازه جدا می گردد. تأثیر فشردگی، پرکننده ها و پلی (وینیل استات) بر پارچه تقویت کننده و نتیجه این اثرات بر خواص مکانیکی نهایی کامپوزیت مورد ارزیابی قرار گرفته است. همچنین تأثیر بار در حین پخت پلی استر و اثرات ناشی از آن بر استحکام سازه مذکور گزارش شده است. این نتایج می تواند در تولید سازه های قطور با خواص مکانیکی بهبود یافته مورد استفاده قرار گیرد.

تحقیق: دکتر محمدعلی سمسارزاده
مهندس حمید میرزاده
مهندس عبدالرضا لطفعلی

Key Words:

Reinforced Polyester, Jute, The Effect of Load, The Effect of Filler, Improved Mechanical Properties

نمونه‌های پارچه کتف مورد استفاده، از انواع تجاری قابل دسترس بود. رزین پلی استر با یک درصد شتابدهنده کبالت نفتنات (Cobalt Naphthenate) و دو درصد کاتالیزور MEKP تحت بار ثابت معینی پخت شد. سازه مورد آزمایش شامل لایه‌هایی از پارچه کتف به ابعاد ۱۵ × ۱۵ سانتی متر مربع بود. پارچه کتفی به طور یکنواختی در بستری از رزین قرار داده شد. حباب‌های هوا توسط غلطک زدوده شدند. سلوفان (Cellophane) به عنوان جداکننده مورد استفاده قرار گرفت و این سازه به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق پخت گردید.

عملیات مقدماتی روی پارچه کتفی عبارت بود از غوطه‌وری پارچه مذکور در محلول ۲۵ درصد پلی (وینیل استات) (Poly Vinyl Acetate) تجاری رقیق شده با آب و سپس پارچه خشک شد تا وقتی که به وزن ثابتی برسد. نمونه‌هایی طبق استانداردهای DIN 790-71, ASTM D638, ASTM D5343 جهت آزمایش آماده گردید. آزمایش‌های اندازه‌گیری مقاومت کششی، پیچشی و ضربه‌پذیری انجام گرفت و مقدار متوسط حداقل با سه بار آزمایش، تکرار شده است.

نتایج و بحث
اثر لایه‌های کتف

خواص ضربه‌پذیری رزین پلی استر تقویت شده با کتف در جدول ۲ نشان داده شده است. در هر سازه به ازای هر صد قسمت رزین، لایه‌های متفاوتی از پارچه کتف مورد استفاده قرار گرفت. خاصیت ضربه‌پذیری رزین تقویت شده به ازای هر لایه، هنگامی که بیش از سه لایه مصرف شد، کاهش یافت. این امر بیشتر به دلیل خیس شدن ناقص پارچه کتف، در نسبت‌های بالای کتف به رزین بود.

جدول ۲ - اثر تعداد لایه‌های کتف بر انرژی ضربه‌پذیری رزین پلی استر تقویت شده با کتف

۱/۱۹	۱۷/۱۵	۲
۲/۶۸	۲۳/۶	۳
۳/۹۰	۳۲/۲	۴
۴/۶۰	۳۵/۰	۵

اثر عملیات مقدماتی

طبق نظر بارکاکاتی (Barkakaty) [۵] عمل‌آوری شیمیایی الیاف بلند گیاهی بسته به شرایط و نوع لیف، روی ترکیب شیمیایی و مورفولوژی (Morphology) بلوری آنها اثر دارد. وقتی که مواد کتفی در محلول گرم تتراهیدروفوران (THF) روغن زدایی می‌شوند، ۱/۵ درصد

از الیاف سخت مانند کتف برای تقویت رزین‌های پلی استر استفاده می‌شود. دانسیته و قیمت کم این الیاف از جمله عواملی است که آنها را به تقویت‌کننده‌های جایگزین شونده مؤثرتری تبدیل کرده است. به عقیده فیلیپس (Philips) [۱]، مزایای اقتصادی تقویت پلی استر اشباع نشده با پارچه کتف، آشکارا بر سایر روش‌های تقویت بستر رزین برتری دارد. طبق نظر وینفیلد (Winfield) [۲]، این گونه تقویت‌کننده به عنوان ساده ساختاری بالقوه، مورد توجه کشورهای در حال توسعه، که در آن کشورها نیاز زیادی به لوله‌ها و سازه‌های دیگر وجود دارد، قرار گرفته است. اخیراً توسط بیلمرز و همکارانش (Billmaresetal) [۳]، کسار مشابهی روی الیاف نخل و سیسال (Sisal) به عنوان تقویت‌کننده‌های رزین پلی استر انجام شده است.

ما در این تحقیقات به طور همزمان پارامترهای مختلف مؤثر بر خواص مکانیکی رزین پلی استر تقویت شده با پارچه کتف را مورد بررسی قرار دادیم. هدف تحقیقات، بهینه‌سازی خواص و فرآیند رزین تقویت شده در حدی است که به راحتی در کشورهای در حال توسعه که در آنها پارچه‌های کتفی و پرکننده‌های ارزان قیمت و فراوان در دسترس هستند، قابل استفاده باشد. در این مقاله، اثر عملیات مقدماتی روی پارچه کتف و اعمال بار در طول پخت رزین در تولید لوله‌های قطور گزارش می‌شود.

پخت

رزین پلی استر تجاری با مصارف عمومی: رزین پلی استر تولیدی شرکت ایران کتون که مورد استفاده قرار گرفت، یک رزین پسلی استر اشباع نشده، حاوی ۳۰ درصد مونومر استیرن بود. ویژگی‌های بحرانی رزین با مقادیر متفاوتی از کاتالیزور متیل اتیل کتون پراکسید (MEKP) و شتابدهنده کبالت نفتنات (Cobalt Naphthenate) طبق روش SPI [۴]، مورد آزمایش دقیق قرار گرفتند.

جدول ۱ زمان ژله‌ای شدن و پخت را به همراه حداکثر دمای گرمادهی رزین نشان می‌دهد که با استفاده از منحنی‌های درجه حرارت - گرمایی / فعالیت (Reactivity/Exothermic Temperature) اندازه‌گیری شده است.

جدول ۱ - اثر کاتالیزور و شتابدهنده بر زمان ژله‌ای شدن و پخت رزین پلی استر اشباع نشده

۱۹۳	۳۹۶	۱۸۰	۱	۱
۱۸۹	۲۵۰	۱۳۰	۰/۵	۲
۱۹۵	۲۸۸	۱۵۶	۱	۲
۱۹۳	۳۷۶	۱۲۰	۱	۳

جدول ۴ - خواص مکانیکی پلی استر تقویت شده با کف به همراه پرکننده

تعداد لایه‌های پارچه کف	انرژی ضربه‌پذیری (Kg. Cm)	استحکام کششی (Kg/Cm ²)	مدول پیچشی (Kg/Cm ²)
۲A	۱/۸۶	۲۲۸	۲۷۸۹۲
۵A	۲/۲۲	۲۶۲	۳۰۰۳۷
۵B	۲/۱۰	۳۳۲	۳۵۱۷۹
۵C	۲/۳۲	۲۰۶	۲۹۵۷۲
۵D	۲/۹۲	۲۸۹	۲۹۳۰۵
۵E	۲/۱۱	۲۶۵	۲۸۳۳۲

A: ۲۰ درصد کلسیم کربنات

B: ۳۰ درصد کلسیم کربنات

C: ۲۰ درصد سیمان پرتلند

D: ۳۰ درصد سیمان پرتلند

E: ۲۰ یا ۵۰ درصد کلسیم کربنات و ۵۰ درصد سیمان پرتلند

اثر بار

به نظر می‌رسد که تقویت موفقیت‌آمیز رزین پلی استر با پارچه کف به تماس کامل و قوی در سطح مشترک بین رزین و الیاف بستگی دارد. این تماس در سطح مشترک ناشی از خیس شدن و چسبندگی بین الیاف کف با رزین است. با وجود این به نظر می‌رسد که این عوامل اکثراً ماهیت فیزیکی دارند، و وقتی چنین تماسهایی با تنظیم مناسب نسبت رزین به کف، و یا اعمال میزان بار لازم، کامل شد، فضاهای خالی و حبابهای هوا کاهش یافت و در نتیجه میزان استحکام رزین افزایش پیدا کرد. در صورتی که در ساخت سازه مذکور پوشش چسبیده یا بار لازم برای فشرده‌سازی به کار گرفته نشود، سطوح کامپوزیت پرزدار گردیده و در نتیجه بعلت عدم تماس مطلوب رزین با الیاف و همچنین جلوگیری از خروج هوا میزان تقویت رزین کاهش یافته و در نهایت باعث شکست زودرس کامپوزیت می‌گردد. جدول ۵ اثر بار و فشرده‌سازی بر خواص مکانیکی پلی استر تقویت شده با کف را نشان میدهد.

جدول ۵ - اثر اعمال بار بر خواص نهایی پلی استر تقویت شده با کف

تعداد لایه‌های پارچه کف	بار (Kg)	انرژی ضربه‌پذیری (Kg. Cm)	استحکام کششی (Kg/Cm ²)	مدول پیچشی (Kg/Cm ²)
۲	-	۱/۶۲	۲۸۸	۲۲۶۱۷
۲	۶	۱/۸۵	۲۷۲	۲۰۷۱۷
۲	۲۰	۲/۳۰	۲۰۳	۳۷۲۱۳
۵	۳	۲/۶۰	۳۱۴	۳۰۲۸۰
۵	۱۵	۲/۸۳	۲۸۳	۲۲۵۸۰
۵B	-	۲/۸۳	۳۷۹	۳۷۸۴۲
۵B	۱۵	۲/۶۷	۲۰۶	۲۷۰۰۲

B: پارچه فشرده شده.

روغن استخراج می‌گردد و پارچه کف خشک شده خاصیت تقویت‌کنندگی خود را در مقابل ضربه‌پذیری در سازه رزین لایه‌ای، از دست می‌دهد. عمل آوری پارچه کف با یک درصد آکریلیک اسید (Acrylic Acid) محتوی کاتالیزور H₂SO₄ در دمای ۳۰°C و به مدت ۶ ساعت، خاصیت تقویت‌کنندگی پارچه کف در رزین را از بین می‌برد. در مقابل هنگامی که مواد با پلی (وینیل استات) بر الیاف کف پاشیده شود، بهبود قابل ملاحظه‌ای در خواص مکانیکی رزین تقویت شده، مشاهده خواهد شد. علاوه بر چنین عمل آوری، فرآیندهای فیزیکی مانند فشردن و اعمال بار، قبل یا در حین پخت رزین به طور قابل ملاحظه‌ای موجب بهبود خواص مکانیکی آن گردید. جدول ۳ نتایج بهبود یافته ناشی از عمل آوری پلی استر تقویت شده با ۲ و ۵ لایه از پارچه کف را نشان میدهد. تحت فشار قرار دادن سازه، خاصیت ضربه‌پذیری، عمل آوری با پلی (وینیل استات) و خواص کششی و پیچشی کامپوزیت را بهبود می‌بخشد. روشهای تلفیقی، خواص ضربه‌پذیری، کششی و پیچشی این کامپوزیتها را بهینه می‌سازد.

جدول ۳ - خواص مکانیکی پارچه کفی عمل‌آوری شده در رزین پلی استر

تعداد لایه‌های پارچه کف	انرژی ضربه‌پذیری (Kg. Cm)	استحکام کششی (Kg/Cm ²)	مدول پیچشی (Kg/Cm ²)
۲A	۱/۸۳	۲۶۷	۲۵۰۹۹
۲B	-	۲۱۲	۳۰۱۹۰
۲C	۱/۷۹	۲۵۲	۲۶۱۱۰
۲B, C	۱/۹۲	۲۷۷	۳۱۳۶۷
۵A	۲/۶۰	۳۱۴	۳۰۲۸۰
۵B	۲/۶۲	۲۰۰	۳۲۸۹۹
۵C	۲/۷۶	۳۳۹	۳۰۹۷۷
۵B, C	۲/۱۲	۴۰۲	۳۹۸۲۶
۲D	۲/۵۰	۸۰۸	۲۷۶۳۳

A: پارچه کفی عمل‌آوری نشده

B: پارچه فشرده شده

C: عمل‌آوری شده با پلی (وینیل استات)

D: نم‌الیاف شیشه

اثر پرکننده‌ها

نتایج قابل مقایسه‌ای با افزودن ۲۰ تا ۳۰ درصد پرکننده‌های سیمان پرتلند یا کلسیم کربنات مشاهده شد. استحکام کششی با اضافه کردن سیمان پرتلند و استحکام پیچشی با افزودن پرکننده کلسیم کربنات، بهبود یافتند. اثر پرکننده‌ها بر پلی استر تقویت شده با کف در جدول ۴ نشان داده شده است.

از این نتایج در تولید لوله‌های قطور به طول ۴۹ سانتی‌متر و ضخامت جدار ۲-۴ میلی‌متر استفاده شد. چون هدف اصلی تولید لوله‌های و سازه‌های کم هزینه، با استفاده از دستگاه رشته پیچی بود، لذا قالب جدا شونده ساده‌ای طراحی گردید. به طوری که پارچه کتف روی قالب گردان، پس از عبور از حمام پلی استر، کشیده شد. کشش پارچه نیز با غلطک تغذیه و قالب دوار تنظیم گردید.

سایر سازه‌های بزرگتر با طراحی مشابه نیز تولید شدند. سهولت به کارگیری این روشها و ارزانی مواد، به همراه خواص مکانیکی بهبود یافته در کامپوزیت حاصل، موجب می‌شود که این روشها در مقایسه با تکنولوژی گراتر پلی استرهای تقویت شده با الیاف شیشه‌ای در وضعیت مطلوبتری قرار گیرند.

توضیح

۱- این مقاله در نشریه Polymer Composites جلد پنجم شماره دوم وابسته به «انجمن مهندسی پلاستیک آمریکا» در آوریل ۱۹۸۴ به چاپ رسیده است.

۲- مرحوم مهندس عبدالرضا لطفعلی در سال ۱۳۶۰ هنگام مراجعت از مأموریت در اثر تصادف دار فانی را وداع گفت. بدینوسیله از خداوند بزرگ برای آن مرحوم آرزوی مغفرت و برای خانواده وی صبر و سلامت آرزومندیم. یادش گرامی باد. مجله علوم و تکنولوژی پلیمر.

REFERENCES:

- [1] A. R. Phillips, *Eng. Mater. Design*, 475, July (1965).
- [2] A. G. Winfield, *Plastics and Rubber International*, 4 (1979).
- [3] H. Belmares, A. Barrera, E. Castello, E. Verheugen, M. Monjaras, G. Patfoort, & M. E. N. Bucquoye, *Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev.*, 20, 551 (1981)
- [4] G. Lubin, «*Handbook of Fiberglass and Advanced Plastics Composites*», Ch. 2, SPE (1969).
- [5] B. C. Barkakaty, *J. Appl. Polym., Sci.*, 20, 2921 (1976).

