معرفی رزین پی وی سی (PVC)

پلی وینیل کلراید با نام اختصاری PVC نوعی پلیمرترموپلاستیک است که بطور گسترده در جهان شناخته شده است. این پلیمر سالیانه در حدود ۴۵ میلیون تن در جهان تولید می شود. این پلیمر پر مصرف در دسته پلیمرهای ترموپلاستیک یا گرمانرم طبقه بندی می شود. رزین پی وی سی از پلیمریزاسیون منومروینیل کلراید تولید می شود. مواد اولیه تولید وینیل کلراید در پتروشیمی ها نمک و گاز طبیعی است .

این رزین از 43 درصد گاز طبیعی و 57 درصد نمک تولید می شود.(برخلاف بیشتر ترموپلاستیک ها که بطور کامل از منابع فسیلی مشتق می شوند) .پی وی سی دارای بهترین خواص زیست محیطی در میان تمام پلیمرهاست(بدلیل وابستگی کمتر به مواد اولیه فسیلی ،مصرف انرژی کمتر برای تولید ، بازیافت پذیری صد در صد و تولید گاز های گلخانه ای کمتر).

خواص (PVC):

پی‌وی‌سی به علت خواص و ویژگی های مناسب نظیر وزن کم، سازگاری مطلوب با تعداد قابل توجهی از افزودنی ها و قیمت پایین، در کاربردهای بسیار متنوعی مورد استفاده قرار گرفته است. پر مصرف ترین محصولات پی‌وی‌سی، لوله و قطعات ساختمانی هستند. همانطور که مشاهده می شود میزان مصرف لوله های پی‌وی‌سی بسیار زیاد است که این امر بدلیل تعادل خوب بین سفتی و چقرمگی این لوله ها بوده و در ضمن در مقابل کلر موجود در آب مقاومت خوبی دارند. پی‌وی‌سی مقاومت خوبی در مقابل شعله وری داشته و به همین علت در محصولات صنایع الکترونیکی، از قبیل قطعات وسایل الکتریکی و روکش سیم و کابل مورد استفاده قرار می گیرد.

دمای نرم شدگی پلی وینیل کلراید ترموپلاستیک تقریبا ۸۰ درجه سانتیگراد است. این ماده سبک، مقاوم در برابر شعله، قوی و بادوام، دارای نفوذپذیری پایین به گاز و هوادهی خوب است و این ویژگی های فیزیکی آن را برای بسیاری از کاربردهای مختلف ایده آل می کند.همچنین بدلیل مقاومت خوبی که در برابر جذب رطوبت دارد در لوله های آبرسانی مورد استفاده قرار می گیرد.

وجود اتم کلر در ساختار مولکولی پی‌وی‌سی سبب می شود این پلیمر هنگام تخریب HCl آزاد نماید و زنجیرهای پلیمری آن بصورت شبکه ای به یکدیگر متصل شوند. به همین دلیل تخریب پی‌وی‌سی برخلاف برخی از پلیمرها نظیر پلی پروپیلن، با کاهش شدید استحکام همراه نیست. از سوی دیگر وجود کلر در مولکول پی‌وی‌سی به حفاظت این پلیمر در مقابل عوامل محیطی نظیر مایعات هیدروکربنی کمک زیادی می کند.

در ضمن پی‌وی‌سی تورم حدیده کمی داشته و در نتیجه ماده مناسبی برای روش شکل دهی اکستروژن است.

خلاصه خواص پی وی سی:

– ارزان
- استحکام بالا
- خود اطفاء
– مقاوم در برابر شرایط آب و هوایی نا مناسب
- دمای کاربردی پایدار حدود 80–60 درجه سانتیگراد
- چگالی 8/0 تا 1/47 (g/cm3)
- غیر محلول در الکلها ، هیدروکربن ها ، استون
- قابل استفاده مداوم در 60 درجه سانتیگراد
- محلول در متیل کتون ، تولوئن ، نیتروبنزن
- مقاوم در برابر مواد شیمیایی ، روغنها ، اسیدهای ضعیف
- خواص الکتریکی عالی

انواع پی وی سی

پلی وینیل کلراید در سه فرم سخت (UPVC) و انعطاف پذیر نرم(PVC) ، و پلی وینیل کلراید آرایش یافته (OPVC) تولید می شود .

PVCنرم یا قابل انعطاف به علت اضافه کردن نرم کننده هایی مانند فتالات ها(DOP) ، نرمتر و قابل انعطاف تر از UPVCاست .پی وی سی انعطاف پذیر معمولا در ساخت و ساز به عنوان عایق در سیم های برق و یا در کف خانه ها، بیمارستان ها، مدارس، و مناطق دیگر که در آن محیط استریل یک اولویت است، و در بعضی موارد به عنوان جایگزینی برای رابرها استفاده می شود .

پی وی سی سخت، بر خلاف پی وی سی نرم بدلیل عدم استفاده ازنرم کننده ها بسیار سخت و غیرقبل انعطاف می باشد .بنابراین در مقایسه با پلاستیک های دیگر جایگزین مناسبی برای بسیاری از کاربردهای صنعتی مانند لوله، اتصالات و پروفیل های درب و پنجره جهت ساخت و ساز است .

فرم دیگر پلی وینیل کلراید، OPVCیا پی وی سی آرایش یافته است که بدلیل آرایش یافتگی زنجیره های پلیمر در جهت مناسب، خواص فیزیکی و مکانیکی بسیار بالاتری در مقایسه با UPVC و PVCاز خود نشان می دهد. بنابراین با این ساختار، امکان تولید محصولات سبک تر با کیفیت بالاتر وجود دارد.

نکته حایز اهمیت در مورد OPVC ها مکانیزم افزایش خواص می باشد . پی وی سی اساسا پلیمری آمورف است که در آن زنجیره های پلیمر به صورت تصادفی قرار می گیرند. این زنجیرها، تحت شرایط خاصی از فشار، دما و نیروهای برشی وجود دارد. این آرایش یافتگی هم در جهت محور و هم در جهت حلقه، باعث بالا رفتن خواص مکانیکی همچون استحکام ضربه ای می شود. به گونه ای که در مکانیزم شکنندگی لوله های OPVC حالت پوسته پوسته شدن موجود در لوله های UPVCبرطرف می شود.

رزین پی وی سی (PVC) و روشهای تهیه آن

رزین PVCمعمولا" به ۵ روش پلیمریزه می شود . در هر روش نوع بخصوصی از پلیمر با خواص متفاوت تولید می گردد . با تغییر شرایط واکنش و همچنین انتخاب نحوه خشک کردن رزین تولید شده می توان در محصول نهایی تغییراتی بوجود آورد . فرآیندهای مختلف تولید pvc باعث می شوند که محصول حاصله نیز بر شکل و اندازه دانه بندی ، قابلیت جذب روغن های نرم کننده ، ویژگی های نوری ، الکتریکی ، فیزیکی ، میکانیکی و نیز موارد کاربردی ، با یکدیگر متفاوت باشند.

روشهای تولید پی وی سی عبارتند از:

- پلیمریزاسیون به روش سوسپانسیون Suspension Polymerizationکه ۸۰ درصد تولید در دنیا به این روش صورت می پذیرد.
- پلیمریزاسیون به روش امولسیون Polymerization Emulsionکه ۱۰ تا ۱۵ درصد تولید در دنیا به این روش صورت می پذیرد.
- پلیمریزاسیون به روش توده ای Polymerization Bulkکه ۱۰ درصد تولید در دنیا به این روش صورت می پذیرد.
- پلیمریزاسیون به روش محلول Polymerization Solutionکه ۱ تا ۲ درصد تولید در دنیا به این روش صورت می پذیرد.
- پلیمریزاسیون به روش رسوبی Polymerization Precipitatedکه درصد بسیار ناچیزی از تولید در دنیا به این روش صورت می پذیرد.

روش سوسپانسیون تهیه رزین پی وی سی S-PVC

در این روش مونومر وینیل کلراید به صورت دانه های بسیار ریز (حدود ۵۰ تا ۱۵۰ میکرون) در آمده و تحت فشار در آب به صورت معلق بیرون می آید و پخش می گردد ، این ذرات در آب نامحلولند . جهت سهولت در پخش این ذرات و همچنین جلوگیری از چسبیدن آنها به یکدیگر ، از پایدار کننده هایی چون نشاسته و ژلاتین استفاده می شود . عمل پلیمریزاسیون در فشار و درجه حرارت بالا و پس ازاضافه نمودن افزودنی هایی محلول در مونومر (فعال کننده ها) در اتوکلاو انجام می پذیرد . پس از پیشرفت واکنش و تبدیل ۸۰ تا ۹۰ درصد مونومر به پلیمر ، مونومرهای عمل نکرده از اتوکلاو خارج و رزین PVC حاصل بوسیله فیلتر و یا سانتریفیوژ جدا می شود.

نوع کاتالیزور افزوده شده ، کنترل شرایط واکنش مانند درجه حرارت ، فشار و همچنین سرعت هم زدن مواد واکنش گر توسط همزن تاثیر بسیار زیادی در اندازه زنجیره ملکولی ، اندازه ذرات ، نوع ذرات و نحوه توزین ذرات را دارا می باشد . با تغییر شرایط واکنش می توان S-PVC را به شکل ذرات کروی شکل با سطح متخلخل تولید نمود . این نوع PVC قادر به جذب مقادیر بسیار زیادی نرم کننده یا Plasticizerمی باشد بدون آنکه سیالیت آزاد دانه های آن از دست برود . از این نوع رزین معمولا" برای مواقعی که که نیاز به استفاده از پودر برای تغذیه دستگاه اکسترودر می باشد استفاده می شود . از آنجائیکه پایدار کننده های سوسپانسیون در آب محلول می باشند ، این مواد به راحتی از پلیمر تولید شده جدا گردیده و از خود هیچگونه اثری در کیفیت محصول نهایی باقی نمی گذارند . بدین شکل S-PVCدارای خواص خوب مکانیکی و الکتریکی می باشد . از آنجائیکه جذب آب S-PVC بسیار کم می باشد (۵ تا ۱۰ میلی گرم) از آن می توان در تولید محصولات شفاف استفاده نمود . از اشکالات مهم این نوع پلیمر ، حساسیت زیاد آن به حرارت ، نور و اکسیژن در مقایسه با نوع E-PVC می باشد. ذرات سنگین و کروی شکل PVC-S پلیمر مناسبی برای ساخت محصولات الکتریکی و یا مصنوعات شفاف با روش فرآیند های اکستروژنی و تزریقی می باشد . از محاسن این روش سهولت در انتقال گرمای ناشی از واکنش پلیمریزاسیون است که براحتی توسط محیط آبی انجام می گیرد.

روش امولسیون تهیه رزین پی وی سیE-pvc

در این روش مونومر وینیل کلراید تحت فشار و درجه حرارت بالا به مایع تبدیل شده و این مایع در آب به کمک مواد امولسیون کننده Emulsifier به شکل امولسیون می شود و با استفاده از کاتالیزورهای محلول در آب عمل پلیمریزاسیون انجام می پذیرد . چون واکنش در PH خاصی شروع به پیشروی نموده و به جلو می رود بایستی برای تثبیت PH آن از محلول های بافر استفاده نمود . در این حالت وزن ملکولی محصول به دست آمده وابسته به درجه حرارت واکنش می باشد . درجه حرارت بالا تولید پلیمر با وزن ملکولی پایین کرده و بالعکس با کاهش درجه حرارت وزن ملکولی پلیمر نیز افزایش می یابد . در روند تولید رزین PVC بوجود آمده توسط نمک هایی رسوب داده شده و بوسیله خشک کن و خشک کردن به روش اسپری در هوای گرم جدا می گردد.

در دوحالت اخیر ، تمامی افزودنی ها به امولسیون در پلیمر باقی مانده و این مطلب ممکن است خواص مطلوب یا نامطلوبتری را برای پلیمر فراهم سازد .برای مثال وجود امولسیفایر در محصول نهایی به هنگام شکل دادن محصول به روش اکستروژن باعث بهبود کار می گردد . و بالعکس باعث افزایش میزان جذب آب حتی تا ۵۰ میلی گرم نیز شده که در محصول نهایی تولید اشکال می نماید . اگر در این روش رزین PVC به روش رسوبی از محلول جدا گردد و سپس با آب شسته شود ، قسمت اعظم امولسیون کننده ها و سایز افزودنی ها از جمله کاتالیزور و غیره از آن جدا گردیده و میزان جذب آب آن به ۲۰ میلی گرم کاهش می یابد . وجود امولسیفایر در محصول نهایی ، همچنین باعث کاهش شفافیت محصول گردیده و از طرف دیگر میزان جذب نرم کننده را نیز کاهش می دهد که این امر در هنگام تولید شاخه ای از محصولات PVC با نام Plastisols بسیار مهم و ضروری می باشد . چون از جمله خواص رزین مورد استفاده از تولید این نوع محصولات ، توانائی بسیار کم آن در جذب روغن نرم کننده است.

در روش خشک کردن به وسیله اسپری در هوای گرم ، میزان سختی ذرات به دست آمده نیز دارای اهمیت فراوان است . هرچه ذرات سخت تر باشد ، جذب روغن نرم کننده در آن بصورت تدریجی انجام پذیرفته و برای استفاده به منظور Plastisols مناسب تر می باشد . هرچه حرارت محیط اسپری بالاتر باشد ذرات سخت تر می شوند . در این روش می توان با تغییر شرایط واکنش حتی ذرات رزین با سطح متخلخل نیز تولید نمود . در هرحال با توجه به وجود ناخالصی های بیشتر باقیمانده در PVC نوع E ، خواص مکانیکی و الکتریکی آن نسبت به نوع S پایین تر است. وجود ماده امولسیونی در Pvc اصطکاک بین پلیمر و قسمت های فلزی ماشین آلات فرآیند را کاهش داده و باعث سهولت در امر تولید می گردد. در مقابل وجود همین عامل باعث افت ویژگی های الکتریکی ، تمایل به گرفتن بار الکتریسیته و کدری رنگ محصول می گردد . شکل و بزرگی دانه های PVC در این روش تابعی از شرایط خشک کن ها ، ذرات جدا شده pvc از فاز آبی بوده که با تغییر تنظیمات خشک کن اندازه ذرات از ۲ تا ۶۰ میکرون قابل تغییر می باشد.

از E- PVC بیشتر جهت تولید چرم مصنوعی ، کاغذ دیواری ، دستکش استفاده می شود.

روش توده ای تهیه رزین پی وی سیM -pvc

در این روش مونومر وینیل کلراید با کاتالیزور بسیار کمی مخلوط گردیده و تحت فشار به پلیمر PVC تبدیل می گردد . سپس PVC به دست آمده که در مونومر نامحلول است در کف تانک رسوب کرده و خارج می گردد . کنترل شرایط در این روش بسیار مشکل بوده و امکان برهم خوردن شرایط فرآیند بعید به نظر نمی رسد . طی این روش می توان نوع خاصی از رزین PVC که دارای شاخص گرانروی K-Value حوالی عدد ۶۰ را به دست آرود . این روش مشابهت زیادی با نوع S-PVC داشته و در برخی موارد خواص آن نسبت به نوع S برتری نیز دارد.

روش محلول تهیه رزین پی وی سی

در این روش مونومر وینیل کلراید در یک حلال آلی حل شده که این حلال خود پلیمر تولید شده را نیز در خود حل می نماید . انتخاب نوع حلال در کیفیت محصول به دست آمده و اندازه ذرات آن تاثیر بسزایی دارد . محصول به دست آمده معمولا" در پوشش کاری ها کاربرد دارد.

روش رسوبی تهیه رزین پی وی سی

این روش مشابهت زیادی با روش محلول دارد با این تفاوت که پلیمر در حلال آلی حل نمی شود و در پایان واکنش ، رزین PVC در انتهای ظرف واکنش گر رسوب کرده و از رآکتور خارج می شود . در تمامی حالت ها پلیمر به دست آمده بی شکل بوده و کریستال خاصی در آن شکل نمی گیرد .در حال حاضر این روش به دلیل هزینه های بالای آن اقتصادی و مقرون به صرفه نمی باشد.

مفهوم: K-Value

هر تولید کننده پی وی سی بسته به مصرف نهایی ، نوع خاصی از پلیمر را تولید می نماید که از نظر مورفولوژی و جرم مولکولی با هم متفاوت می باشند.در صنعت ، K-Value یا عدد ویسکوزیته به عنوان نمایانگر وزن مولکولی پی وی سی به کار می رود.

به منظور اندازه گیری این شاخص ، ویسکوزیته محلول PVC تعیین می گردد. هر چه میزان این شاخص بالاتر باشد نشاندهنده وزن مولکولی بالاتر پی وی سی است.

محدوده K-Value معمولا بین ۳۵ تا ۸۰ می باشد.

مصارف مختلف PVC برحسب: K-Value

K-Value بین ۵۵ تا ۶۰ مناسب جهت تزریق

K-Value بین ۶۶ تا ۶۸ مناسب جهت اکستروژن دیوارپوش ، پروفیل ، لوله و...

K-Value بین ۶۵ تا ۷۱ مناسب جهت تولید قطعات منعطف ، روکش کابل و...