

## انواع روش های تولید پلی اتیلن های HDPE و LDPE

### فرآیند تولید LDPE:

فرآیند تولید LDPE در فشار 15000-50000 psi انجام می شود و به همین علت تجهیزات واحد تولید LDPE خیلی گران قیمت هستند، از طرف دیگر واکنش پلیمرازیسیون واکنشی گرمازا است، که خطر بالا رفتن ناگهانی دما و انفجار وجود دارد.

پس از کشف تصادفی LDPE در آزمایشگاه شرکت ICI در انگلستان، این آزمایشگاه به مدت چند سال به دلیل انفجار در هنگام تولید LDPE و تخریب آزمایشگاه این شرکت تعطیل شد.

در این فرآیند اتیلن با درجه پلیمری (خلوص 99/9٪) توسط کمپرسور متراکم می شود، برای رسیدن به فشار مورد نیاز استفاده از کمپرسور چند مرحله ای ضروری است. از طرف دیگر چون اتیلن در دمای بالاتر از 212 درجه فارنهایت با خودش پلیمر می شود، به این دلیل باید با استفاده از خنک کنها که بین دو مرحله تراکم قرار می گیرند، دمای اتیلن را کاهش داد. اتیلن تحت فشار به همراه کاتالیزور به یک راکتور وارد می شود که به آن راکتور اتوکلاو می گویند. اتوکلاو مخزنی است درجه دار که می تواند پس از بستن دریچه آن فشار زیادی را تحمل کند. معمولا برای ایجاد فشار در داخل اتوکلاو، از یک عمل فشارزا استفاده می شود، مثلا یک واکنش شیمیایی. راکتور اتوکلاو طوری طراحی می شود که بتواند فشار و دمای بالا را تحمل کند. در داخل راکتور مقداری اتیلن و پلیمرهای در حال رشد قرار می دهند و چون فرآیند پلیمرازیسیون گرمازا است به این دلیل برای کنترل گرما دائما به داخل آن اتیلن اضافه می کنند، با تنظیم مقدار اتیلن ورودی گرمای فرآیند داخل راکتور را میتوان ثابت نگهداشت. از طرف دیگر از زیر راکتور دائما مقداری پلیمر (پلی اتیلن) استخراج می شود تا موازنه مواد در داخل راکتور برقرار شود. بنابراین فرآیند پلیمرازیسیون اتیلن به پلی اتیلن ضرورتا به صورت آدیاباتیک انجام می شود. به رغم اینها، راکتور مخزنی دو جداره است که از آن

برای خنک کردن استفاده می شود یعنی اگر به طور لحظه ای دما بالا رود حرارت اضافی توسط آب موجود در جداره جذب شده و مانع می شود که کنترل فرآیند از دست برود.

زمان عبور برای این فرآیند به طور متوسط 20-30 ثانیه است. در هر عبور حدود 15-20 درصد اتیلن ورودی به پلیمر تبدیل می شود. مواد خروجی از راکتور به مخازن دیگری هدایت می شوند بدین ترتیب فشار افت کرده و اتیلن موجود در این مواد تبخیر و به راکتور برگشت می شوند. پلیمرها (LDPE) که هنوز در حالت مذاب هستند، سرد شده و پس از اکستروود شدن، به صورت گرانول در می آیند و سپس آنها را خشک کرده و در کیسه می ریزند.

اغلب از روغن با پایه معدنی (Mineral Oil) به عنوان حمال کاتالیزور استفاده می شود و هر دو را در LDPE می گذارند باقی بمانند، روغن معدنی موجود در LDPE بعدها می تواند به عنوان روان ساز در ساخت مصنوعات پلاستیکی عمل کند.

### فرآیندهای تولید HDPE :

در دهه 1950، سه فرآیند مختلف برای تولید HDPE مستقل از یکدیگر معرفی شدند که این سه فرآیند عبارتند از:

- فرآیند جذبی

- فرآیند دوغابی

- فرآیند گازی

### فرآیند جذبی (Solution Process)

در این روش، عمل پلیمر شدن در مخزن انجام می شود، که از یک حلال پر شده است. حلال می تواند سیکلوهاگزان باشد. حلال چندین کار انجام می دهد که عبارت است از:

- محلول واکنش شده را حتی بعد از پلیمر شدن، در خود نگه می دارد.
- چون فرآیند گرمزاست، به عنوان یک جاذب حرارت عمل می کند.
- نرخ مصرف اتیلن را در فرآیند، کنترل می کند.

واکنش در یک راکتور اتوکلاو و در دمای 350-375 درجه فارنهایت و فشار 300-450 psi انجام می شود، زمان توقف در راکتور حدود 90 دقیقه است یعنی فرآیند خیلی کند انجام می شود. از آنجا که برای این فرآیند مقدار کمی کاتالیزور لازم است به این دلیل کاتالیزور ها را بازیابی نمی کنند.

مواد خروجی از راکتور پس از استخراج، تفکیک، برگشت، پالایش و خالص می شوند و در نهایت ذرات پلیمر به صورت خاکه (Crumb) به دست می آیند که آنها را خشک، اکستروود و گرانول سازی می کنند.

کاتالیزورهای مورد استفاده در این فرآیند، اکسید کروم، اکسید مولیبدون یا تری الکیل آلومینیوم / تیتانیوم، تتراکلراید، همگی نسبت به مواد پالاینده مثل آب، اکسیژن یا استیلن حساسیت دارند. به همین دلیل اتیلن مصرفی باید خیلی خالص باشد (99/9 درصد). جریان مواد برگشتی به ویژه حلال سیکلوهگزان که توسط بخار شسته می شوند، قبل از برگشت کاملاً باید خشک شوند در غیر این صورت حتی وجود مقدار کمی ناخالصی و رطوبت، سبب غیر فعال شدن کاتالیزور می شود.

#### فرآیند دوغابی (Particle form Process):

در این فرآیند نیز واکنش پلیمرزایسیون در یک حلال، معمولاً هگزان نرمال، انجام می شود. در نتیجه می توان مخلوط اتیلن و حلال را به صورت دوغاب پمپ کرد، در حالی که عمل پلیمر شدن در حال انجام می باشد.

مواد ورودی شامل هگزان نرمال، کامانومر (در صورت لزوم)، اتیلن و کاتالیزور در داخل پیچکها به جریان درآمده و پلیمرازیسیون به صورت پیوسته انجام می شود و یک دوغاب HDPE در هگزان و در لوله های عمودی راکتور پیچکی به وجود می آید که به صورت پیوسته می توان آنها را استخراج کرد.

پیچکهای راکتور از لوله هایی به قطر 20-10 اینچ تشکیل شده اند و ارتفاع آنها حدود 50 فوت است، طول کلی حلقه ها به 300-250 فوت می باشد. این لوله ها حدود 600 فوت مکعب دوغاب را در خود جا داده و برای کنترل دما باید دو جداره باشند. دمای واکنش در این فرآیند کمتر از 212 درجه فارنهایت است و فشار حدود چند صد psi است. بنابراین از نظر مصرف انرژی این فرآیند اقتصادی تر است. به علت بالا بودن زمان توقف در راکتور، پلی اتیلن تولیدی با این روش وزن مولکولی و دمای ذوب بالایی را دارد.

#### فرآیند گازی (Gas Phase Process):

در این فرآیند از حلال استفاده نمی شود. گاز اتیلن به همراه کاتالیزور خیلی فعال (کاتالیزور بتا پایه کروم که توسط سیلیکا نگهداری می شود) به داخل یک راکتور خیلی مرتفع وزیده می شوند.

در این حالت اتیلن و کامانومر (اگر وجود داشته باشد) پلیمر می شوند و سقوط می کنند. سپس پلیمر را از انتهای راکتور و اتیلن فرآیند نشده را از بالای راکتور استخراج می کنند. در این فرآیند پالایش و خالص سازی HDPE نسبتا ساده است زیرا تنها اتیلنهای باقیمانده در پلیمر باید از آن جدا شوند. از طرف دیگر این فرآیند در دمای پایین 212-185 درجه فارنهایت و فشار 325 psi انجام می شود. در نتیجه هزینه این فرآیند نسبتا کم است.

گردآورنده: آرمین جوادزاده-مسئول کنترل کیفیت و سرپرست واحد R&D شرکت مهرآوند

منبع:

PETROCHEMICALS IN NONTECHNICAL LANGUAGE (SECOND EDITION)

AUTHORS: DONALD L. BURDICK , WILLIAM L. LEFFLER