بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی مکانیک
گروه مهندسی شیمی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

عنوان

بهینه سازی شرایط عملیاتی فرآیند تولید استایرن مونومر در راکتور دو بستری با استفاده از کاتالیست احیا شده ی اکسیداسیون

استاد راهنما
دکتر سید حسین حسینی

اساتید مشاور
دکتر فائزه آقازاده
مهندس بهروز محمدی

پژوهشگر
احسان اسماعیلی

دی ماه ۱۳۹۳

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

آنان که راستی قامتم در شکستگی قامتشان تجلی یافت

بودنشان تاج افتخاریست بر سرم و نفس های گرمشان دلیلیست بر بودنم

تقدیر و تشکر

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از باغ علم و معرفت را روزیمان ساخت.

صد ها فرشته بوسه بر آن دست می زند کز کار خــلق یک گــره بســته وا کند

بدینوسیله از زحمات و راهنمایی های استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر حسینی و خانم دکتر آقازاده که در انجام این طرح بنده را یاری نمودند، کمال تشکر را دارم.

از جناب آقای مهندس محمدی که وجودشان مایه ی دلگرمی حقیر بود و راهنمایی ها و تجربیات ارزنده شان همواره در طول اجرای طرح راهگشا بود، صمیمانه سپاسگزارم.

از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر فرضی که در انجام این طرح از مساعدت ها و راهنمایی های ایشان بهره مند بودم تشکر و قدردانی می نمایم.

از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر کریمی که زحمت داوری پایان نامه ی حاضر را تقبل فرمودند، صمیمانه متشکر و سپاسگزارم.

و از تمامی عزیزانی که در انجام این طرح بنده را یاری نمودند، بالاخص پرسنل محترم مجتمع پتروشیمی تبریز نهایت تشکر را دارم.

نام خانوادگی: اسماعیلی نام: احسان

عنوان پایان‌نامه: بهینه سازی شرایط عملیاتی فرآیند تولید استایرن مونومر در راکتور دو بستری با استفاده از کاتالیست احیا شده ی اکسیداسیون

استاد راهنما: دکتر سید حسین حسینی
اساتید مشاور: دکتر فائزه آقازاده - مهندس بهروز محمدی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته تحصیلی: مهندسی شیمی گرایش: پیشرفته دانشگاه: تبریز
دانشکده: مهندسی مکانیک تاریخ فارغ‌التحصیلی: ۱۳۹۳/۱۰/۱۰ تعداد صفحه: ۷۸

کلید واژه: استایرن، کاتالیست احیاشده، راکتور دوبستری، طراحی‌آزمایش، شبکه عصبی

چکیده:

استایرن یک ترکیب هیدروکربنی آلی از خانواده‌ی آروماتیک‌ها است که در شرایط عادی مایعی سمی، قابل اشتعال، شفاف و بی‌رنگ بوده و دی هیدروژناسیون اتیل بنزن روش مرسوم تولید آن در صنعت می‌باشد. در این طرح از یک راکتور دو بستری که در آن بستر اکسیداسیون بلافاصله پس از بستر دی هیدروژناسیون تعبیه شده است، استفاده می‌شود. در بستر اکسیداسیون این راکتور از کاتالیست‌های احیا شده که از احیای حرارتی کاتالیست‌های مستعمل واحد استایرن مجتمع پتروشیمی تبریز به دست آمد، استفاده شد. در این پروژه تاثیر سه پارامتر دمای واکنش، فشار جریان بخار آب ورودی و فشار جریان اکسیژن ورودی روی فرآیند تولید استایرن دنبال شد و برهمکنش‌های این پارامترها نسبت به هم و شرایط بهینه ای از پارامترهای یاد شده در محدوده‌ی معین طی فرآیند مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمایشات نشان می‌دهد که با افزایش دما تا میزان $^{\circ}C$ ۶۲۰ راندمان تولید استایرن روند صعودی داشته و تا حدود % ۴۰ افزایش می‌یابد. همچنین دو پارامتر فشار جریان بخار آب ورودی و فشار جریان اکسیژن نیز به ترتیب دارای مقادیر بهینه ی bar ۰/۸ و bar ۰/۹ می‌باشند. در این پروژه جهت صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌ها، جلوگیری از انحراف در هدف و تحلیل‌های دقیق‌تر از نرم افزار MiniTab برای طراحی آزمایشات استفاده شد و به منظور ارزیابی نتایج تجربی کار، داده‌های آزمایشگاهی حاصل، هم با مدل به دست آمده از نرم‌افزار MiniTab و هم با مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی مقایسه و بررسی گردید، تحلیل‌های صورت گرفته از تطابق بسیار خوب (بالاتر از % ۹۷) نتایج تجربی و نتایج حاصل از مدل‌های استفاده شده در طرح حکایت دارد. همچنین هر دو مدل به کار گرفته شده و نیز آزمایشات تجربی، اهمیت بالای دمای واکنش را در قیاس با فشار جریان بخار آب ورودی و فشار جریان اکسیژن طی فرآیند تأیید می‌کنند.

مقایسه و تحلیل نتایج حاصل از فرآیند با کاتالیست‌های احیا شده‌ی اکسیداسیون و نتایج حاصل از فرآیند با کاتالیست‌های تازه‌ی اکسیداسیون در شرایط تقریبا یکسان فرآیندی نشان از کارایی و بازده بسیار خوب کاتالیست‌های احیا شده (بازدهی بین % ۶۰ تا % ۸۰ کاتالیست‌های تازه) دارد که در شرایط کنونی تحریم، حاکی از مناسب بودن و مقرون به صرفه بودن روش احیای یاد شده برای کاتالیست‌های اکسیداسیون است.

فهرست مطالب

عنوان.....صفحه

فصل اول: مقدمه

۱-۱ هدف از انجام پایان‌نامه ۲

۱-۲ اهداف پایان‌نامه ۴

۱-۳ ساختار پایان‌نامه ۴

فصل دوم: مروری بر تحقیقات گذشته

۲-۱ مقدمه ۷

۲-۲ خواص فیزیکی استایرن ۸

۲-۳ خواص شیمیایی استایرن ۹

۲-۴ تاریخچه فرآیند تولید استایرن ۱۱

۲-۵ روش‌های تولید استایرن ۱۲

۲-۵-۱ هیدروژن‌زدایی اتیل‌بنزن و اکسیداسیون هیدروژن ۱۴

۲-۶ کاتالیست ۱۵

۲-۶-۱ غیرفعال شدن کاتالیست‌ها ۱۶

۲-۶-۲ واکنش‌های کاتالیستی جامد ۱۶

۲-۶-۳ مشخصات اصلی کاتالیست‌ها ۱۸

فهرست مطالب

۲-۶-۴ بررسی احیای کاتالیست به روش TPR ۱۹

۲-۷ هیدروژن زدایی اکسایشی اتیل بنزن ۲۱

۲-۸ شیمی فرآیند ۲۳

۲-۹ کاتالیست فرآیند ۲۵

۲-۹-۱ نقش تقویت کننده بر روی عملکرد کاتالیستی اکسید آهن ۲۶

۲-۹-۲ فاز فعال ۳۱

۲-۹-۳ پدیده‌ی غیرفعال شدن و عوامل آن در کاتالیست تجاری استایرن ۳۴

۲-۹-۴ تشکیل کک ۳۵

۲-۱۰ انواع فرآیندهای صنعتی و روش‌های تولید استایرن ۳۶

۲-۱۰-۱ فرآیند SMART ۳۹

۲-۱۱ شرح فرآیند واحد استایرن پتروشیمی تبریز ۴۰

فصل سوم: مواد، تجهیزات و روش‌ها

۳-۱ مقدمه ۴۳

۳-۲ مواد ۴۳

۳-۲-۱ آماده سازی خوراک ورودی ۴۳

۳-۲-۲ کاتالیست‌های مورد استفاده ۴۳

۳-۳ تجهیزات مورد استفاده ۴۵

۳-۴ روش احیای کاتالیست‌های اکسیداسیون مستعمل در راکتور کاتاتست ۴۶

فهرست مطالب

۳-۵ نحوه‌ی انجام آزمایشات ۴۷

۳-۶ طراحی آزمایش ۴۸

۳-۶-۱ ترسیم منحنی‌های اثر به صورت تابعی از مقدار متوسط پاسخ ۵۲

۳-۷ مدلسازی با شبکه‌ی عصبی مصنوعی ۵۲

۳-۸ روش‌های آنالیز ۵۶

۳-۸-۱ روش اندازه‌گیری استاین ۵۶

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱ مقدمه ۵۸

۴-۲ نتایج ۵۸

۴-۲-۱ بهینه‌سازی و مدلسازی فرآیندتبدیل از لحاظ راندمان تولید استاین بااستفاده از روش‌رویه پاسخ ۵۸

۴-۲-۲ نتایج حاصل از مدلسازی فرآیند تبدیل از لحاظ راندمان تولید استاین با استفاده از روش شبکه‌ی عصبی ۷۱

۴-۲-۲-۱ میزان خطا بر حسب نرون‌های داخلی ۷۱

۴-۳ نتیجه‌گیری ۷۴

۴-۴ پیشنهادات ۷۵

منابع ۷۶

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل.....صفحه

شکل ۲-۱ نمای ساده ای از فرآیند SMART..... ۲۱

شکل ۲-۲ نمای راکتور در فرآیند SMART..... ۲۲

شکل ۲-۳ گزینش پذیری کاتالیست اکسید آهن با تقویت کننده‌های مختلف قلیایی و قلیایی خاکی نسبت به استایرن..... ۳۰

شکل ۲-۴ راکتورهای واحد مونومر استایرن مجتمع پتروشیمی تبریز..... ۴۱

شکل ۳-۱ پایلوت کاتاتست پتروشیمی تبریز..... ۴۵

شکل ۳-۲ شکل شماتیک کاتاتست پتروشیمی تبریز..... ۴۶

شکل ۳-۳ راکتور کاتاتست..... ۴۶

شکل ۳-۴ نمونه‌ای از ساختار شبکه‌ی عصبی مصنوعی با یک لایه‌ی مخفی..... ۵۳

شکل ۳-۵ دستگاه آنالیز GC پتروشیمی تبریز..... ۵۶

شکل ۴-۱ منحنی توزیع نرمال و مقادیر باقیمانده..... ۶۰

شکل ۴-۲ منحنی اثرهای اصلی برای درصد تولید استایرن بر اساس مقدار متوسط..... ۶۳

شکل ۴-۳ منحنی اثرهای برهمکنش بر روی درصد تولید استایرن بر اساس مقدار متوسط..... ۶۳

شکل ۴-۴ منحنی ناحیه‌ی بهینه برای درصد تولید استایرن بر اساس مقدار متوسط..... ۶۴

شکل ۴-۵ نمودارهای دو بعدی و سه بعدی راندمان تولید استایرن بر حسب دمای راکتور و فشار بخار ورودی..... ۶۶

فهرست شکل‌ها

شکل ۴-۶ نمودارهای دو بعدی و سه بعدی راندمان تولید استایرن بر حسب دمای راکتور و فشار اکسیژن..... ۶۸

شکل ۴-۷ نمودارهای دو بعدی و سه بعدی راندمان تولید استایرن بر حسب فشار بخار ورودی و فشار اکسیژن..... ۷۰

شکل ۴-۸ نمودار میزان خطا برحسب نرون‌های داخلی..... ۷۱

شکل ۴-۹ نمودار درصد تولید استایرن تجربی بر حسب درصد تولید استایرن پیش بینی شده توسط شبکه‌ی عصبی..... ۷۳

شکل ۴-۱۰ نمودار میزان اهمیت پارامترهای بررسی شده بر روی میزان تولید استایرن..... ۷۳

فهرست جداول

عنوان جدول.....صفحه

جدول ۲-۱ ویژگی‌های فیزیکی استایرن..... ۱۰

جدول ۲-۲ خواص کاتالیست تجاری شل ۱۰۵ ..... ۲۵

جدول ۲-۳ مساحت سطح ویژه‌ی کاتالیست مدل به صورت تابعی از غلظت تقویت کننده..... ۲۶

جدول ۲-۴ توزیع محصولات در دمای واکنش $600^{\circ}C$ به صورت تابعی از غلظت تقویت کننده‌ی پتاسیم .. ۲۹

جدول ۳-۱ نوع کاتالیست، مقدار و محل مصرف آن در واحد استایرن مونومر مجتمع پتروشیمی تبریز ۴۴

جدول ۳-۲ مشخصات شیمیایی و فیزیکی کاتالیست‌های هیدروژن گیری..... ۴۴

جدول ۳-۳ مشخصات شیمیایی و فیزیکی کاتالیست‌های اکسیداسیون..... ۴۵

جدول ۳-۴ فاکتورهای درنظر گرفته شده، تعداد سطوح و مقادیر آن‌ها جهت طراحی آزمایش..... ۴۹

جدول ۳-۵ طراحی آزمایش برای انجام تحقیق..... ۵۰

جدول ۴-۱ نتایج تجربی و نتایج حاصل از مدل رویه پاسخ..... ۵۹

جدول ۴-۲ محاسبه‌ی درجه‌ی آزادی برای هر اثر..... ۶۱

جدول ۴-۳ محاسبه‌ی مجموع مربعات و میانگین مربعات برای هر اثر..... ۶۱

جدول ۴-۴ آنالیز واریانس برای درصد تولید استایرن..... ۶۲

جدول ۴-۵ وزن‌ها و بایاس‌های نرون داخلی بهینه..... ۷۲

اختصارات :

ST	Styrene monomer
TPR	احیا به روش برنامه ریزی دمایی
ρ_c	چگالی توده‌ی کاتالیست
ISS	Ion Scattering Spectroscopy
GC	Gas Chromatography
CCD	Central Composite Design
ANN	Artificial Neural Network

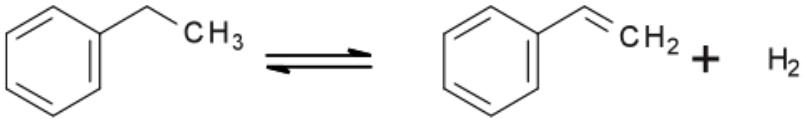
۱

فصل اول

مقدمه

۱–۱ هدف از انجام پایان‌نامه

استایرن (فنیل اتیلن، ونیل‌بنزن، استایرل، سینامین[۱])، نام رایجی برای ساده‌ترین و البته یک عضو بسیار مهم از مونومرهای آروماتیک غیراشباع است. روش مرسوم و صنعتی تولید استایرن در حال حاضر، فرآیند دی-هیدروژناسیون اتیل بنزن و مطابق واکنش ذیل می باشد[۱]:



بر طبق داده های ترمودینامیکی، تمایل این واکنش بیشتر به سمت تولید اتیل بنزن می باشد، طبق اصل لوشاتلیه، مصرف گاز هیدروژن یا کاهش فشار واکنش منجر به افزایش تولید استایرن خواهد شد. تولید هیدروژن در دمای عملیاتی خطر انفجار در راکتور را به همراه دارد[۱]. به دلیل بالا بودن سرعت واکنش اکسیداسیون هیدروژن در حضور کاتالیست پلاتین دار بر پایه ی آلومینا در دمای عملیاتی، از این واکنش جهت حذف هیدروژن از واکنش دی هیدروژناسیون اتیل بنزن و بالا بردن نرخ تولید استایرن استفاده می شود. چون در این فرآیند از یک راکتور دو بستری استفاده می شود، بنابراین حضـور گاز اکسیژن در راکتور، یک حالت دوگانه ایجاد می کند، بدین گونه که از طرفی حضور هر چه بیشتر اکسیژن سبب حذف بیشتر گاز هیدروژن و بالا بردن نرخ تولید استایرن شده و از طرف دیگر حضور گاز اکسیژن سبب افزایش فشار داخل راکتور و کاهش تولید استایرن می شود. بدین منظور با توجه به رفتار دوگانه ی گاز اکسیژن بایستی یک حالت بهینه برای فشار ورودی آن و میزان حضور آن در داخل راکتور در نظر گرفته شود[۱].

[۱] Cinnamene

بخار استفاده شده در این طرح به منظور تامین حرارت لازم و جبران افت دمایی حاصل از واکنش دی هیدروژناسیون و نیز جلوگیری از کک گرفتگی کاتالیست های مورد استفاده در واکنش به کار گرفته می‌شود. طی فرآیند تولید استایرن توسط واکنش دی هیدروژناسیون اتیل بنزن، صدها واکنش جانبی دیگر نیز به وقوع می‌پیوندند که عمده ترین این واکنش ها به شرح ذیل است[۲]:

$$C_6H_5C_2H_5(EB) \leftrightarrow C_6H_5C_2H_3(ST) + H_2 \quad (۱-۱)$$

$$C_6H_5C_2H_5(EB) \rightarrow C_6H_6(BZ) + C_2H_4 \quad (۲-۱)$$

$$C_6H_5C_2H_5(EB) + H_2 \rightarrow C_6H_5CH_3(Tol) + CH_4 \quad (۳-۱)$$

$$H_2O + \frac{1}{2}C_2H_4 \rightarrow CO + 2H_2 \quad (۴-۱)$$

$$H_2O + CH_4 \rightarrow CO + 3H_2 \quad (۵-۱)$$

$$H_2O + CO \rightarrow CO_2 + H_2 \quad (۶-۱)$$

در طی این فرآیندها کاتالیست‌ها مسموم شده و فعالیت آنها افت می‌کند. در فرآیندهای پالایشی تولید ناخواسته کک و رسوب آن روی سطح کاتالیست، عامل اصلی مسمومیت کاتالیست ها می‌باشد. در روش های معمول برای احیای کاتالیست‌ها و زدودن کک از احیای حرارتی کاتالیست استفاده می‌شود و با بالا بردن دما و دمیدن هوا کک را می‌سوزانند. افزایش بیش از حد دما باعث تخریب و کاهش عمر مفید کاتالیست ها می‌گردد، به همین دلیل کنترل دما یکی از مسائل مهم در این روش می‌باشد[۲].

در این پژوهش، احیای کاتالیست ها به کمک سیال فوق بحرانی مورد بررسی قرار گرفته است. استفاده از سیال فوق بحرانی برای احیای کاتالیست، این امکان را ایجاد می‌کند که فرآیند احیا در دمای پایین تری انجام شود و باعث پایداری و افزایش عمر مفید کاتالیست گردد[۱].

۱-۲ اهداف پایان‌نامه

با توجه به مطالب ذکر شده، در این طرح تلاش می‌شود تا یک شرایط بهینه متناسب با کاتالیست های احیا شده مورد استفاده در بسترهای دی‌هیدروژناسیون و اکسیداسیون جهت بالا بردن نرخ تولید استایرن حاصل گردد. شرایط بهینه ای که در آن پارامتر های متغیر مدنظر قرار گرفته شده به نحوی با هزینه های عملیاتی نیز در ارتباطند. امید است طرح حاضر راه را برای مطالعات بیشتر و بررسی‌های جامع‌تر هموار ساخته و بتواند ایده‌های جدیدتری را در زمینه‌های روش‌های احیای کاتالیست نتیجه نماید.

هدف از اجرای طرح حاضر، بهینه سازی پارامتر های دما، فشار بخار ورودی و فشار هوای ورودی به راکتور دو بستری طراحی شده با استفاده از کاتالیست های احیاشده واکنش اکسیداسیون می‌باشد.

۱-۳ ساختار پایان‌نامه

این پایان‌نامه شامل چهار فصل مقدمه، مروری بر تحقیقات گذشته، مواد، تجهیزات و روش‌ها و در نهایت نتایج و بحث و جمع‌بندی است. فصل اول و دوم یک دید کلی در مورد روش‌های تولید وکاربرد استایرن مونومر و کاتالیست مورد استفاده برای تولید استایرن ارائه می‌کند. فصل سوم شامل کارهای آزمایشگاهی، مواد و تجهیزات و روش‌های به کار رفته جهت آنالیز میزان تولید استایرن می‌باشد. در فصل چهارم تأثیر انواع

پارامترها به صورت مجزا بر روی درصد تولید استایرن مورد بررسی قرار گرفته و سپس نتایج به دست آمده در فصول قبلی جمع‌بندی شده و ایده‌های لازم جهت کارهای آتی پیشنهاد گردیده است.

۲

فصل دوم

مروری بر

تحقیقات گذشته

۲-۱ مقدمه

استایرن با فرمول شیمیایی $C_6H_5CH=CH_2$، یکی از مهمترین مواد شیمیایی صنعتی برای تولید محصولات متنوع پلیمری است. استایرن از یک حلقه بنزنی و یک گروه وینیل (بنیان اتیلن) متصل به آن تشکیل شده است. این هیدروکربن آروماتیک، مایعی روغنی و بی‌رنگ است که به سرعت بخار می‌شود و دارای بوی مطبوعی است. استایرن ماده اولیه تولید پلی استایرن و بسیاری از کوپلیمرها است[۳]. نام استایرن از استراکس[۱] که درختی دارای شیره است، گرفته شده است. مقدار کم استایرن در مواد طبیعی و گیاهان (سبزیجات، میوه‌ها، دانه‌ها و غیره) موجود است. استایرن به طور مستقیم مصرف نمی‌شود، بلکه به عنوان یک ماده میانی به کار می‌رود[۳]. تقریباً تمام استایرن تولید شده در صنایع پلاستیک و لاستیک کاربرد دارد. فرآیند تولید استایرن در دهه ۱۹۳۰ به طور مستقل و همزمان توسط BASF در آلمان و داو کمیکال[۲] در آمریکا توسعه پیدا کرد و از سال ۱۹٤۰ در امریکا به اوج رسید. این ماده یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های شیمیایی است که در مقادیر زیاد در جهان صنعتی مبادله می‌شود. استایرن به صورت محصول نهایی استفاده چندانی ندارد، مگر به عنوان حلال صنعتی مورد استفاده قرار گیرد[٤]. کاربرد عمده این ماده در تولید پلی-استایرن بلوری[۳]، پلی‌استایرن، لاستیک بهبود یافته فشرده پلی‌استایرن[٤]، اکریل‌نیتریل‌بوتادی‌ان‌استایرن(ABS)، استایرن–اکریلونیتریل پلیمر(SAN)، لاستیک استایرن–بوتادی‌ان[٥](SBR) می‌باشد. اتیل‌بنزن تقریباً به طور کامل با آلکیلاسیون بنزن به دست می‌آید. بیش از ۹۹٪ اتیل‌بنزنی که تولید می‌شود، در صنعت استایرن استفاده می‌شود. بیش از ٦۰ درصد تمام استایرن تولیدی در تهیه پلی‌استایرن به کار می‌رود. ٤۰ درصد بقیه

[۱] Styrax
[۲] Dow chemical
[۳] Crystalline polystyrene
[٤] Rubber-modified impact polystyrene
[٥] Styrene-butadiene rubber

برای تولید محدوده وسیعی از کوپلیمرهای مایع و جامد مثل اکریلونیتریل، ABS، لاتکس SB و SBR استفاده می‌شود[۵].

استایرن مهار نشده ماده ناپایداری بوده و در مجاورت نور، هوا و در دمای اتاق خطر پلیمریزاسیون دارد. استایرن در صورت تجزیه شدن تولید مواد خطرناک دی‌اکسیدکربن، مونواکسیدکربن، آلدهیدها و پراکسیدها می‌کند. استایرن از طریق تماس پوستی، جذب پوستی، تنفس کوتاه و بلندمدت، تماس چشمی و گوارشی می‌تواند وارد بدن گردد و در صورت ورود موجب سردرد، سرگیجه، تهوع، تحریک پوستی، تحرک چشم، ذات‌الریه شیمیایی و درد شکم می‌گردد. همچنین در اثر تماس بلندمدت موجب التهاب پوست، آسم، اثر در سیستم عصبی مرکزی و سرطان می‌گردد[۵].

شرایط محل مناسب برای نگهداری این ماده عبارت است از: محل خنک، خشک، با تهویه مناسب، دور از نور مستقیم آفتاب، مقاوم در برابر حریق، تنظیم دمایی کمتر از ۳۱ درجه سانتی‌گراد. استایرن نباید بیش از ۳ ماه انبار شود[۵].

۲-۲ خواص فیزیکی استایرن

استایرن مایعی بی‌رنگ با بوی خاص شیرین است. مهمترین خواص فیزیکی مونومر استایرن در جدول ۱-۱ نشان داده شده‌است. به علت تفاوت در روش‌های اندازه‌گیری و خلوص مونومر، داده‌های گزارش شده در مقالات مختلف همیشه یکسان نیستند. پلیمریزاسیون یا کوپلیمریزاسیون تنها واکنش‌های مهم استایرن هستند که از لحاظ تجاری اهمیت دارند[٦]. مونومر استایرن از طریق تمام روش‌های رایجی که در تکنولوژی پلاستیک‌ها استفاده می‌شود، می‌تواند پلیمری شود. روش‌های تعلیق[۱]، محلول و پلیمری‌کردن امولسیون[۲] از

[۱] Suspension
[۲] Emulsion polymerization