



گواهی نامه ثبت اختراع



۰۲۴۵۲۰ الف/۸۹

مشخصات مالک: محمد ابراهیم زینالی اندبیلی ۲۷٪ - حسین عابدینی کارشک ۱۵٪ - امیر سهیل پیرایش فر ۱۴٪ - ملیحه امینی مقدم ۷٪ - محمد دانشگر ۷٪ - پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران ۳۰٪ به نشانی تهران کیلومتر ۱۵ اتوبان تهران کرج شهرک پژوهش و فناوری پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران		
مشخصات مخترع: محمد ابراهیم زینالی اندبیلی - حسین عابدینی کارشک - امیر سهیل پیرایش فر - ملیحه امینی مقدم - محمد دانشگر به نشانی فوق تابعیت جمهوری اسلامی ایران		
عنوان اختراع: طراحی خط تولید دی وینیل بنزن با استفاده از دی اتیل بنزن و کاتالیزور پایه آهن.		
طبقه بندی بین المللی:		
حق تقدم:		
شماره و تاریخ اظهارنامه اصلی:		
عمل ثبت:		
مدت حمایت: ۲۰ سال از تاریخ ۱۳۹۱/۰۶/۲۰ تا ۱۴۱۱/۰۶/۲۰	شماره و تاریخ ثبت اظهارنامه: ۱۳۹۱۵۰۴۰۰۳۰۴۶۹۰ - ۱۳۹۱/۰۶/۲۰	شماره و تاریخ ثبت اختراع: ۷۷۲۳۸ - ۱۳۹۱/۰۷/۲۶
اداره کل مالکیت صنعتی رئیس اداره ثبت اختراعات	مهرداد الیاسی تاریخ: ۱۳۹۱/۰۹/۰۱ امضاء:	

* منام گواهی نامه: توصیف ادعا، خلاصه توصیف و نقشه

* در صورت تعدد مخترعین، مالکین و یا تغییرات براتب شرح مندرج در منام گواهی نامه می باشد.

۵۵۰۰
سال

عنوان اختراع:

طراحی خط تولید دی وینیل بنزن با استفاده از دی اتیل بنزن و کاتالیزور پایه آهن

۱- زمینه فنی

دی وینیل بنزن یک ماده شیمیایی بسیار مهم است که شرکت های محدودی در جهان این ماده را تولید می کنند و در حال حاضر در ایران نیز تولید نمی شود. دی وینیل بنزن بدلیل داشتن ساختار غیر اشباع یک ماده مفید بعنوان عامل پخت در برخی رزین ها می باشد. همچنین از این ماده بعنوان اصلاح کننده خواص سطحی رنگ نیز استفاده می شود.

این ماده محصول واکنش دی هیدروژناسیون دی اتیل بنزن در حضور کاتالیزور و بصورت یک واکنش گرماگیر (اندوترمیک) در دمای بالا می باشد. بطور کلی و با یک شرح مختصر واحد تولید دی وینیل بنزن از بخش های مختلفی تشکیل شده است. در واحد تولید طراحی شده آبی که سختی آن توسط یک سیستم سختی گیر آب (سیستم دی مینرالیزاسیون) گرفته شده است توسط یک مبدل حرارتی تا دمای 104°C پیش گرم شده و پس از تبدیل به بخار در مبدل حرارتی دوم به بخار فوق گرم (سوپرهیت) با دمای 700°C تبدیل می شود. دی اتیل بنزن نیز در مبدل حرارتی سوم به بخار گرم با دمای 160°C تبدیل می شود. سپس بخار دی اتیل بنزن و بخار آب فوق گرم از بالا وارد راکتور لوله ای (توبولار) می شود. دمای راکتور 600°C نگه داشته می شود. پس از واکنش، دی وینیل بنزن بشکل محصول خروجی از کف راکتور خارج می شود.

همانطور که شرح داده شد، واکنش در فاز بخار انجام شده و خنک کردن محصول واکنش و تبدیل آن به فاز مایع مهم بشمار می رود. بدین منظور محصول واکنش که بصورت گاز از راکتور خارج می شود پس از عبور دادن از یک کندانسور و سرد شدن تا دمای 35°C بصورت یک مایع دو فازی متشکل از یک فاز آبی و یک فاز هیدروکربنی (آلی) وارد یک برج خنک کننده و سیستم تفکیک کننده می شود تا نهایتاً دی وینیل بنزن در مخزن مورد نظر بصورت مایع جمع آوری و پس از طی مراحل مقتضی ذخیره سازی شود.

۲- مشکلات فنی و بیان اهداف

از جمله مشکلات فنی در طراحی خط تولید این ماده که باعث می شود طراحی این خط تولید با مشکل مواجه شود، طراحی مبدل های حرارتی و بخصوص سیستم کندانسور است. دی وینیل بنزن یک ماده بسیار فعال شیمیایی بوده و شدت میل به پلیمریزاسیون دارد. بنابراین خنک کردن محصول واکنش دی هیدروژناسیون دی اتیل بنزن و آب در کندانسور، بدون اینکه دی وینیل بنزن در کندانسور طی فرآیند خنک شدن پلیمریزه شود فرآیند مهمی است که طراحی کندانسور را مشکل می کند. قابل توجه است که این مشکل در یک خط تولید بزرگ و با مقیاس صنعتی برای طولانی مدت جدی تر می شود. بدین صورت که دی وینیل بنزن پلیمریزه شده به سطح انتقال حرارت روی دیواره داخلی کندانسور چسبیده و به مرور زمان موجب گرفتگی لوله های کندانسور می شود. از طرفی چنانچه چنین حالتی پیش آید، بسختی می توان با استفاده از یک حلال مناسب پلیمر چسبیده روی دیواره داخلی کندانسور و سایر مبدل های حرارتی را پاک کرد و سیستم به مرور زمان کارایی خود را از دست می دهد. برای حل این مشکل استفاده از مواد بازدارنده غیر فعال شیمیایی طی انجام واکنش پیشنهاد شده است و مسلماً استفاده از این مواد خلوص محصول بدست آمده در انتهای خط تولید را کاهش می دهد. بنابراین یکی از اهداف این اختراع طراحی مناسب و اصلاح سیستم کندانسور و ترتیب عملیات حرارتی روی خوراک و محصول واکنش دی هیدروژناسیون نیز بوده است تا بتوان بدون استفاده از مواد بازدارنده به محصولی با خلوص بالا دست یافت.

یکی دیگر از مشکلات فنی موجود در طراحی این خط تولید، خود انفجاری دی اتیل بنزن می باشد. بخار و مایع دی اتیل بنزن به شدت اشتعال پذیر بوده و بخارات آن در دمای بالا میکدا در حضور هوا یک ماده منفجره تشکیل می دهد و بمحض رسیدن به شعله یا جرقه مشتعل می شود. لازم به ذکر است بخار دی اتیل بنزن از هوا سنگین تر بوده و تنها در محیط باز که اختلاط آن با هوا آسان تر باشد امکان تشکیل یک مخلوط منفجره وجود دارد. از طرفی در محیط بسته و در صورت رقیق تر بودن هوا تنها زمانی احتمال تشکیل مخلوط منفجره وجود دارد که دما بالا باشد. دمای اشتعال خودبخودی نیز برای دی اتیل بنزن 430°C (806°F) گزارش شده است. این مشکل فنی برای جلوگیری از تشکیل یک مخلوط منفجره در سیستم طی طراحی خط در نظر گرفته شده است. از آنجاییکه جریان دی اتیل بنزن بعد از مبدل حرارتی در فاز گازی در سیستم جریان می یابد، طبیعتاً سیستم باید نسبت به هرگونه نشتی عایق باشد و در نتیجه نفوذ هوا به جریان بخار دی اتیل بنزن حتی در راکتور ممکن نمی باشد. از طرفی باید متذکر شد برای خارج کردن هوای داخل راکتور نیز ابتدا جریان پرچ نیتروژن در داخل سیستم برقرار شده تا نیتروژن هرگونه هوای باقیمانده در سیستم و بخصوص راکتور را خارج کند. همچنین مبدل حرارتی، دمای دی اتیل بنزن را تا خیلی پایین تر از دمای اشتعال خودبخودی بخار دی اتیل بنزن که قبلاً به آن اشاره شد افزایش می دهد (160°C) و در نتیجه بخار دی اتیل بنزن در

سیستم به هیچ عنوان امکان اشتعال نخواهد داشت. بهر حال در طراحی با توجه به نکات ایمنی مطرح شده در MSDS دی اتیل بنزن فاصله مخزن دی اتیل بنزن (خوراک) تا مبدل حرارتی، بسته بودن و عایق بودن مخزن نسبت به حرارت و سایر نکات ایمنی نیز در نظر گرفته شده است.

در مورد دی وینیل بنزن نیز احتمال اشتعال خودبخودی وجود دارد و دمای اشتعال دی وینیل بنزن ۶۸ تا ۷۰°C و دمای اشتعال خودبخودی آن ۴۷۰ تا ۵۰۰°C گزارش شده است. لذا دمای محصول خروجی از راکتور بمحض خروج توسط سیستم کندانسور تا ۳۵°C خنک شده و سپس وارد یک برج خنک کننده و سیستم تفکیک می شود. همچنین همانطور که قبلاً نیز ذکر شد، سیستم نسبت به هوا و نفوذ آن عایق بوده و امکان اشتعال برای دی وینیل بنزن نیز وجود ندارد و بهر حال چیزی که برای دی وینیل بنزن از اهمیت بیشتری برخوردار است، قابلیت پلیمریزاسیون بالای آن بوده و بنابراین دی وینیل بنزن پس از تفکیک محصول و خروج از برج خنک کننده باید سرعت طبق استاندارد در مخزن ذخیره و در دمای زیر ۲۵°C بدور از نور مستقیم خورشید نگهداری شود. بهر حال نحوه تولید این ماده نیز در اس.آر.آی موجود نیست و با توجه به امکانات موجود در کشور این واحد در مقیاس مورد نظر طراحی شده است.

۳- شرح دانش پیشین

همانطور که مطرح شد، دانش فنی تولید این محصول در اس.آر.آی وجود ندارد و با توجه به تحقیقات انجام شده و کارهای آزمایشگاهی بعمل آمده و نیز با توجه به امکانات آزمایشگاهی موجود در کشور در این اختراع به دانش فنی تولید این محصول دست یافته ایم. قابل ذکر است که مقالات موجود در این زمینه نیز انگشت شمار بوده و در این مقالات تنها سینتیک واکنش دی هیدروژناسیون دی اتیل بنزن و تبدیل آن به دی وینیل بنزن مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. همچنین برای معرفی کاتالیزور مورد استفاده در این فرآیند مرجع معتبری موجود نمی باشد.

۴- ارائه راه حل و شرح فرآیند :

سیستم یک سیستم کاتالیزوری می باشد که کاتالیزور در آن عمر ۲ ساله داشته و می تواند یک بار در راکتور شارژ شود. سایر مراحل که باید برای هر بار شروع بکار سیستم انجام شود بشرح زیر می باشد:

(۴.۱) شارژ مخازن نگهداری مواد اولیه (اجزاء V-۱۰۱ و V-۱۰۲ در شکل شماره ۱) به مقدار مصرف یک روز در دمای محیط.

(۴.۲) ارسال آب توسط دوزینگ (P-۱۰۱ شکل ۱) به مقدار از پیش تعیین شده به مبدل اولیه (E-۱۰۱ شکل ۵).

۴.۳) پیش گرم کردن آب در فشار ۱ تا ۲ بار، از دمای محیط تا 104°C در مبدل اولیه (E-۱۰۱ شکل ۱) توسط هوای گرم شده در کوره هوای گرم (E-۱۰۶ شکل ۱).

۴.۵) گرم کردن آب در فشار ۱ تا ۲ بار، از دمای 104°C تا 700°C در مبدل ثانویه (E-۱۰۲ شکل ۱) توسط هوای گرم شده در کوره هوای گرم (E-۱۰۶ شکل ۱).

۴.۳) ارسال دی اتیل بنزن توسط دوزینگ (P-۱۰۲ شکل ۱) به مقدار از پیش تعیین شده به مبدل اولیه (E-۳۳ شکل ۱).

۴.۴) گرم کردن دی اتیل در فشار ۱ تا ۲ بار، از دمای محیط تا 160°C در مبدل اولیه (E-۳۳ شکل ۱) توسط هوای گرم شده در کوره هوای گرم.

توضیح: مبدل های حرارتی مذکور از نوع الکتریکی نیز می توانند باشند که توان لازم برای کارکرد درست خط برای مبدل ها محاسبه شده و مبدل های الکتریکی نیز بدین منظور طراحی شده اند.

۴.۵) اختلاط بخار آب و دی اتیل بنزن پس از خروج از مبدلهای حرارتی و ارسال آنها به درون راکتور.

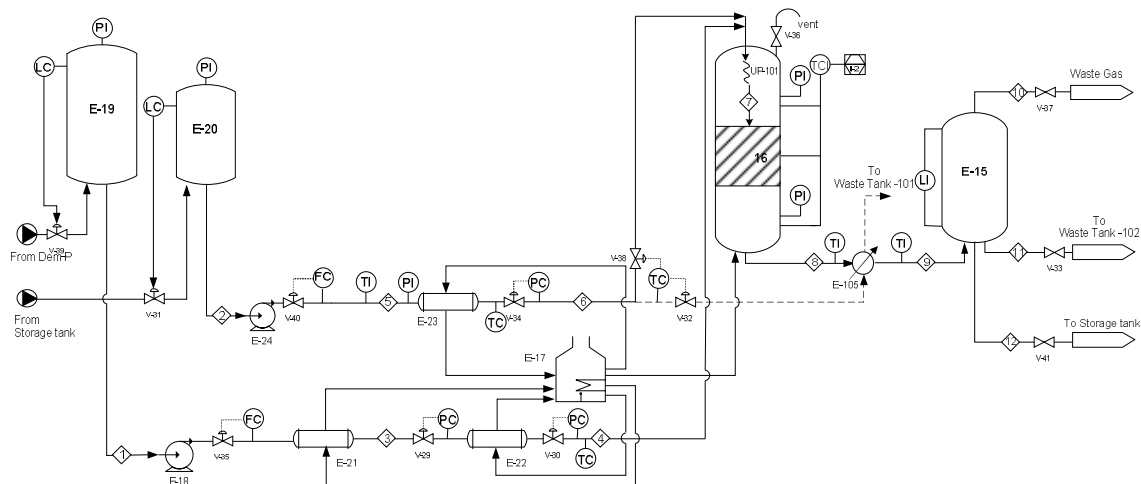
۴.۶) گرم شدن مخلوط مواد اولیه در فشار ۱ تا ۲ بار، تا 600°C .

۴.۷) تمامی متغیرهای فرآیند از قبیل دما و فشار در پنل کنترل نشان داده شده و دبی مواد اولیه ورودی به دوزینگ پمپها و هوای گرم توسط شیرها و بصورت دستی قابل تنظیم می باشند.

۵- توضیحات مربوطه در مورد سیستم های کنترل فرآیند:

کنترل فرآیند و پارامتر ها، به دو روش اتوماتیک و دستی قابل انجام می باشد. در این روش تنظیم متغیرهای فرآیند (به استثناء دمای خروجی کوره هوای گرم) شامل موارد ذیل می باشند که با تنظیم دستی شیرآلات مربوطه انجام می شود. باید متذکر شد سیستم نسبت به دما حساسیت بیشتری داشته و از تجهیزات کنترل فشار در آن استفاده شده است و این تجهیزات تنها نقش قرائت فشار های ورودی و خروجی را به عهده دارند و هیچ کنترلی روی سیستم عملا ندارند.

- دبی آب توسط دوزینگ پمپ
- دبی دی اتیل بنزن توسط دوزینگ پمپ
- دمای خروجی مبدل های اولیه با تنظیم دبی هوای گرم ورودی به آنها توسط شیرهای مربوطه
- دمای خروجی مبدل ثانویه با تنظیم دبی هوای گرم ورودی به آنها توسط شیر مربوطه
- دبی هوای ورودی به کوره هوای گرم توسط شیر مربوطه



شکل ۱. شماتیک جریان فرآیند

سیستم لوله کشی:

▪ سایز لوله و اتصالات:

لوله کشی و اتصالات مسیر آب در قسمتهای مختلف لوله یک دوم تا ۲ اینچ می باشد.

لوله کشی و اتصالات مسیر دی اتیل بنزن در قسمتهای مختلف لوله یک دوم اینچ می باشد.

و لوله کشی هوای گرم در قسمتهای مختلف لوله ۲ الی ۶ اینچ می باشد.

▪ اتصالات و اجزاء سیستم لوله کشی:

تعیین دقیق سیستم لوله کشی، اتصالات و اجزاء آن پس از تعیین محل نصب تجهیزات مشخص می شود.

مشخصات فنی مخازن:

برای عملیات پر یا خالی کردن در مخازن دریچه های مختلفی در نظر گرفته شده است که اصطلاحاً نازل های ورودی یا خروجی نامیده می شوند. این نازل ها به طور معمول در پایین مخازن تعبیه می شوند. در صورت یالا قرار گرفتن این نازلها، در هنگام تزریق سیال به مخزن، پاشیدن سیال از بالا بر روی مایع باعث ایجاد الکتریسیته ساکن می شود، لذا تا حد امکان نازل ها را در پایین و نزدیک به کف تعبیه می شود.

نازلهای خروجی نیز به جهت تسهیل در امر تخلیه در پایین مخازن تعبیه می شوند.

معمولاً در مخازن چهار نازل اصلی دیده می شود که عبارتند از:

۱. ورودی اصلی یا Run Down به مخزن که برای پر نمودن مخزن استفاده می شود.

۲. خروجی اصلی مخزن که Loading نامیده می شود.

۳. خروجی کنارگذر یا By pass که در برخی از مخازن سقف ثابت یا سقف شناور از آن استفاده می شود.

۴. یک خط از پمپی که برای تخلیه مخزن مورد استفاده قرار می گیرد، به مخزن دوباره برمی گردد که اصطلاحاً خط برگشتی یا Return Line یا Minimum Flow نامیده می شود. این خط در مواردی که خروجی پمپ تخلیه بسته می گردد به جهت آسیب دیدن پمپ از آن استفاده می گردد و گذشته از آن سبب گردش مواد در مخزن شده و به عنوان یک همزن نیز عمل می کند. در مواردی خاص ممکن است نازل ها در دیواره بالایی مخازن نیز نصب گردند که در این صورت با استفاده از لوله ای مایعات ورودی را تا نزدیک کف مخزن های می کنند. این لوله ها در دیواره دارای سوراخهایی هستند که سبب خروج مواد از آنها و اختلاط در مخزن می گردند.

ابزارهای کنترلی و اندازه گیری مختلفی بر روی مخزن به منظور ثبت کنترل پارامترها وجود دارد که از میان آنها می توان به ابزارهای ثبت کنترل دمای مخزن و فشار و سطح سیال اشاره کرد.

سطح مایع در مخازن به روش های مختلفی انجام می شود که از جمله آنها می توان به فلوترهای عقربه ای و خط کشی، اندازه گیریهای شیشه ای و در نوع جدیدتر از اندازه گیریهای راداری که به صورت دیجیتالی سطح مایع را نشان می دهند اشاره نمود. اندازه گیری دما با استفاده از ترموول صورت می گیرد. بدین منظور در دیواره مخزن و در ارتفاع حدود ۱ متر از کف مخزن سوراخی کوچک برای نصب ترموول وجود دارد که به اندازه ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر به درون مخزن وارد می گردد. اندازه گیریهای فشار نیز در سقف مخزن تعبیه می شوند.

این کابلها الکتریسیته ساکن ایجاد شده در مخازن را دفع می نماید. الکتریسیته ساکن می تواند باعث بروز آتش سوزی در مخازن گردد. بنابر استاندارد برای مخازن تا قطر ۳۰ متر تعداد کابلهای اتصال به زمین حداقل باید دو عدد و برای قطرهای بیشتر این تعداد حداقل سه عدد باشد. این کابلها خطر برق گرفتگی ندارند ولی در صورت تماس احتمال ایجاد شوک برای شخص وجود دارد.

برای کاستن از تبادل حرارتی مخازن با محیط بیرون نیز از عایق های حرارتی استفاده می شود. غالباً ضخامت عایق مورد نیاز کمتر از ۳۰ سانتیمتر می باشد که در صورت نیاز افزایش پیدا می کند. در مخازن از لوله هایی استفاده می گردد که در صورت افزایش بیش از حد دما در مخزن، جریانی از آب بر روی مخزن و یا دیواره های آن می ریزند که سبب خنک شدن و کاستن از دمای مخزن می گردد. این لوله ها بطور ردیف دور مخازن را گرفته و در هنگام آتش سوزی نیز از آن استفاده می گردد. در مخازن آب برای جلوگیری از خوردگی و انسداد درجه های ورودی و خروجی و یا حتی وارد آمدن آسیب های محتمل اینچنینی به خطوط انتقال از آبی با سختی کم باید استفاده شود و بنابراین در خط حاضر از یک پکیج برای کاهش سختی آب استفاده می شود.

مشخصات فنی مخزن ذخیره آب:

(۱) تماماً از جنس استیل ضد زنگ AISI ۳۰۴

(۲) حجم مفید ۱۰۰ Lit

(۳) فشار اتمسفریک

مشخصات فنی مخزن ذخیره دی اتیل بنزن:

(۱) تماماً از جنس استیل ضد زنگ AISI ۳۰۴

(۲) حجم مفید ۳۰ Lit

(۳) فشار اتمسفریک

مشخصات فنی پمپ های دوزینگ:

(۱) ظرفیت تزریق ۲۰ Lit/h با فشار ۵ bar

(۲) هد مکش ۲m

(۳) تعداد ۱۶۰ تزریق در دقیقه و حجم هر تزریق ۲۰ ml

(۴) دیافراگم از جنس PTFE، هد PP، بدنه آلومینیوم با پوشش رنگ اپوکسی.

(۵) برق ورودی تکفاز ۵۰ Hz، ۲۳۰ V

(۶) دارای سوپاپ مکش فیلتر دار، سوپاپ تزریق، شلنگ مکش و تزریق.

مشخصات فنی کوره هوای گرم:

(۱) تماماً از جنس استیل ضد زنگ AISI ۳۲۱

(۲) ظرفیت مشعل با ظرفیت حرارتی ۲۰۰,۰۰۰ Kcal/h

(۳) ظرفیت هوادهی ۲۵۰ kg/h

(۴) فشار هوای خروجی ۰/۰۵ bar

(۵) حداکثر دمای هوای خروجی ۷۰۰°C

(۶) نوع سوخت مشعل بسته به امکانات خرید، گازوییل یا گاز.

(۷) مجهز به دریچه ی تنظیم مقدار هوای ورودی.

مشخصات فنی تابلوی برق:

عملکرد تابلوی برق شامل نمایش دما و فشارهای سیستم و ارسال فرمانهای روشن و خاموش نمودن کوره هوای گرم و پمپهای دوزینگ می باشد.

(۱) سلول تابلو از جنس استیل ضد زنگ AISI ۳۰۴

(۲) مدار قدرت برای روشن و خاموش نمودن کوره ی هوای گرم و پمپ های دوزینگ.

(۳) مدار کنترل دمای هوای خروجی کوره ی هوای گرم.

۴) نمایش دما ها و فشار سیال ها در طی فرآیند.

۵) مجهز به آلامر جهت اعلام کاهش دمای سیال ها.

مشخصات فنی مبدل ها

مبدل های حرارتی همانطور که قبلاً ذکر شد، همگی از نوع پوسته-لوله بوده اند ولی برای این سیستم و با این ظرفیت تولید از مبدل های نوع الکتریکی نیز می توان استفاده کرد.

مشخصات فنی راکتور

راکتور تماماً از جنس استیل ضد زنگ AISI ۳۰۴ می باشد که توسط یک پوسته حرارتی بصورت ساندویچ محاط می شود و حرارت راکتور با دمیدن هوای گرم به داخل این پوسته تامین می شود. پوسته حرارتی دور دیواره راکتور مجهز به سیستم تخلیه گاز (ونتیلایسیون) برای خروج هوای گرم می باشد و برای کنترل دما و فشار راکتور با استفاده از ابزار دقیق مربوطه دما در سه نقطه (شکل ۲) شامل ورودی راکتور، بخش پک شده با کاتالیزور و خروجی راکتور و نیز فشار در دونقطه شامل ورودی و خروجی راکتور اندازه گیری و کنترل می شود.