

بررسی پخت تایر به روش ترکیبی بخار اشباع و گاز نیتروژن

صفیه انجم شعاع*، عباس نورالدینی، امیرارسلان ابراهیمی، محمدنبی طباخ زاده

گروه صنعتی بارز، اداره تحقیقات و توسعه

عهده دار مکاتبات:

Safie.anjomshoa.88@gmail.com

چکیده

پخت تایر به معنی تشکیل پیوندهای شیمیایی عرضی رابر و عامل پخت بوده، که نتیجه آن ایجاد یک الاستومر می باشد. نتیجه این واکنش وابسته به مقدار و خلوص مواد خام اولیه می باشد. دما بالای 200 درجه سانتیگراد و فشار بالای 30 بار و رنج زمان سیکل پخت از چند دقیقه تا چندین ساعت، منجر به ایجاد ویژگی های منحصر بفرد محصول نهایی رابر خواهد شد. دما و فشار مورد نیاز جهت پخت معمولاً به شکل بخار آب وارد فرآیند پخت خواهد شد. این روش، هر چند دارای فواید بسیاری است، ولی انرژی بخار دارای قیمت بالایی بوده و کنترل آن مشکل می باشد. فعالیت های نگهداشت برای تولید بخار ممکن است منجر به توقف های طولانی مدت شود. جهت محافظت بلادر از زوال زودرس نیاز به اضافه نمودن ضد اکسید کننده ها به بلادر می باشد. همچنین، بخار کندانس شده منجر به بیش از حد گرم شدن موضعی تایر شده و می تواند اثرات منفی بروی کیفیت تایر داشته باشد. جهت کاهش مضرات مرسوم فرآیند، نیتروژن می تواند به عنوان یک گاز بی اثر و انعطاف پذیر جهت پخت تایر تقریباً در نیمی از زمان پخت تایر مورد استفاده قرار گیرد و باعث کاهش هزینه بخار و افزایش کیفیت تایر گردد.

Www.eximcoiran.ir

واژگان کلیدی: پخت تایر، پخت نیتروژنی، نمودار دما-زمان، پخت مرحله ای.

محمور مقاله: ماشین آلات و تجهیزات برای تولید تایر های نسل جدید

مقدمه

در مرحله پخت تایر، گرین تایر هایی که در قسمت تایر سازی تهیه شده اند باید جهت بدست آوردن استحکام لازم به اصطلاح پخت شوند. در ابتدا تایر خام که از قسمت تایر سازی آورده شده اند از داخل با رنگ سیلیکون پوشش داده می شود. بعد از قرار گرفتن تایر در جای خود، پرس که پترن یا طرح گل تایر (آجهای تایر) روی آن حک شده است روی تایر فرود آمده و در همین حال بلادر با فشار از بخار آب پر و سپس باز می شود و تحت فشار پرس نیز قرار می گیرد که در نهایت شکل درونی تایر درون پرس بصورت شکل نهایی آن در می آید. عمل پخت از خارج تایر توسط جریان بخاری که در پلاتن بالا و پایین جریان دارد صورت می گیرد. پس از آنکه مدت زمان فوق سپری شد درب پرس باز شده، بالا رفته و بلادر جمع شده و درب پرس باز می شود. واضح است که با افزایش دمای پخت می توان مدت پخت را کاهش داد زیرا افزایش سرعت پخت گوگردی با افزایش دمای ولکانیزاسیون تحقق خواهد یافت چرا که طبق نظریه آرنیوس با افزایش هر ده درجه افزایش دما سرعت پخت تقریباً دو برابر می شود. ولی با افزایش دما، کاهش در خواص فیزیکی محصول به علت پدیده پخت معکوس اتفاق می افتد. این در حالیست که در سیستم ایده آل پخت نیتروژنی، فشار و دمای پخت می تواند مستقل از هم انتخاب شوند بدین صورت که در سیستم بخار آب، با افزایش فشار بخار آب، دما نیز افزایش می یابد باشد ولی در سیستم نیتروژن می توان فشار را افزایش داد بدون اینکه دما بیش از حد بالا رود [2].

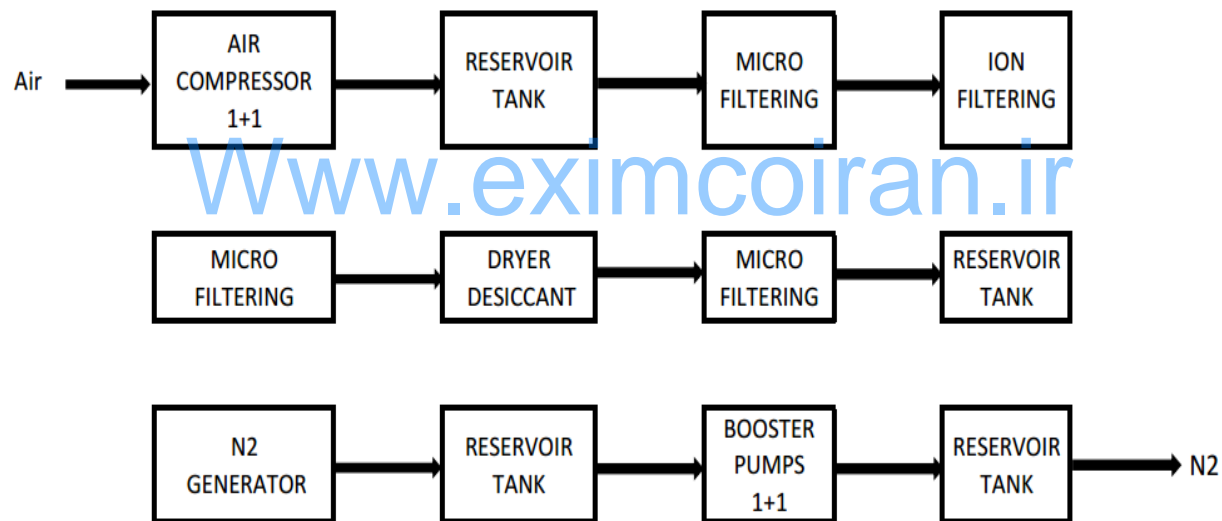
تبدیل سیستم های سیال پخت بخار/آب داغ یا بخار/گاز بی اثر به سیستم های پخت بخار/نیتروژن توسط بیشتر شرکت های تاپر سازی صورت گرفته یا دست کم مورد توجه قرار گرفته است. عامل های مهم شامل محدودیت های سیستم رایج، ضریب اطمینان یا اعتبار سیستم، خلوص سیال پخت، اقتصاد و ایمنی عمل است [1].

بخش تجربی:

روش عمده و مرسوم برای پخت قطعات الاستومری قرار دادن آن درون قالب و اعمال فشار از سمت بلادر پخت به وسیله یک سیال گرم تحت فشار با ظرفیت گرمایی نسبتا بالا (بخار آب با فشار حدود 20 بار) و در ادامه استفاده از یک گاز دیگر با ظرفیت حرارتی نسبتا کم با فشار بالاتر از فشار سیال گرم (نیتروژن با فشار حدود 25 بار) می باشد [3].

تحلیل پخت به روش پخت ترکیبی بخار/نیتروژن

نیتروژن مورد استفاده در سیستم پخت نیتروژنی از نیتروژن موجود در جو خالص سازی و تهیه می شود. در پلت نیتروژن طی چندین مرحله گازها و ذرات جامد موجود در هوا از نیتروژن که حدودا 78 درصد از ترکیب هوای محیط را تشکیل می دهد بصورت شماتیک نشان داده شده در (شکل-1) جداسازی می شوند.



(شکل-1): شماتیک پلنت خالص سازی نیتروژن

جهت رفع نیازهای منحصر به فرد صنعت تاپر، سیستم های تولید و ذخیره نیتروژن ویژه ای برای نصب در کارخانه های تاپر سازی طراحی شده اند. سیستم های نیتروژنی موجود که نیازهای فشار و جریان را برای تاسیسات آزمایشگاهی تا واحدهای صنعتی تاپر در مقیاس کامل تامین می کنند.

دو منبع گرما در سیستم پخت وجود دارند که عبارتند از: دمای خارجی و دمای داخلی قالب. دمای خارجی قالب به وسیله جریان بخار به داخل حفره های قالب صفحه ای در بالا و پایین تاپر در دمای حدودا 175 درجه سلسیوس نگه داشته می شود. دمای داخلی قالب با ترکیب صحیحی از بخار، آب داغ یا گاز تولید می شود، که به داخل بلادر پخت تاپر جریان می یابند، تا معادل پخت

های صحیحی را ایجاد کنند. بیشینه دمای پخت، با توجه به خواص لایه های نخ و نقطه نیمسوزی لاستیک تایر، تنظیم می شود. فشار پخت تا آن اندازه مهم و لازم است که تسمه ها و لایه های تایر بتوانند بطور یکنواخت شکل قالب را بگیرند. سیکل پخت تایر تحت کنترل نمودار تغییرات دما برحسب زمان است، که پخت معادل نامیده می شود. اگر کوچکترین واحد زمانی ممکن را در محور زمان در نظر بگیریم، پیشرفت حالت پخت در این بازه زمانی با دمای میانگین معادل با همان پیشرفت پخت در دمای مرجع و شرایط ایزوترمال را زمان معادل و این میزان پخت را پخت معادل می نامند [6].

پخت کامل تایر به وسیله بخار اشباع پر هزینه است زیرا تامین انرژی تولید بخار اشباع در تاسیسات بخار بسیار هزینه بر می باشد. همانطور که قبلا نیز بیان شد قطعه الاستومری تنها در زمان اولیه پخت خود که در حال جریان یابی در قالب است نیاز به دمای بالا (پخت با بخار اشباع گرم با ظرفیت حرارتی بالا) دارد اما پس از اتمام حالت نرمی تایر دیگر نیازی به اعمال گرما نیست و سیال نیتروژن که ظرفیت حرارتی پایین تری دارد می تواند با فشار بالاتر (بالاتر از فشار بخار اشباع گرم اولیه) وارد بلادر شود.

مراحل پخت به روش ترکیبی بخار/نیتروژن به ترتیب زیر می باشند:

1. تقریباً 30 تا 50 درصد از زمان پخت به وسیله بخار (سیال گرم با ظرفیت حرارتی نسبتاً بالا و تحت فشار) انجام می شود.
2. در ادامه از نیتروژن (سیال گازی تحت فشار ولی با دمای محیط یا دمای نزدیک آن) که فشار بالاتری نسبت به بخار دارد استفاده می شود.

در این روش، از آنجا که در 50 تا 70 درصد از زمان پخت نیازی به تزریق بخار به داخل بلادر نیست در هزینه های مربوط به تولید بخار به میزان 70 درصد صرفه جویی می شود، علاوه بر این توانایی اعمال فشار بالاتر نسبت به پخت با بخار به علت بهبود شکل گیری تایر می توان مشخصات ابعادی و عملکردی بهتری از تایر انتظار داشت. به طور کلی از مزایای پخت نیتروژنی می توان به بهبود پایداری فشار و سطح فشار مستقل، افزایش طول عمر بلادر، نهایت کیفیت و انعطاف پذیری فرآیند به جهت قابل کنترل بودن مقدار فشار و دما بصورت مجزا، کاهش خوردگی خط لوله، تضمین پاکی و خلوص بالا (نبودن زوائد اضافی) اشاره کرد.

تغییرات دمای داخلی بلادر به عنوان منبع اصلی تامین کننده دما در روش پخت نیتروژنی براساس زمان پخت ملاک بررسی عملکرد این روش پخت است [4]. پس از رسم دو نمودار برای بخار و بخار/نیتروژن باید سطح زیر این دو نمودار محاسبه شده و از لحاظ مقداری با هم مقایسه شوند. تفاوت نمودار دما زمان در این دو روش به ترتیب زیر قابل تحلیل می باشد:

1. از آنجا که مساحت های زیر نمودار ها نشان دهنده میزان پخت می باشد، انتظار می رود در زمان پخت مساوی مساحت زیر نمودار دما-زمان برای روش نیتروژنی بیشتر باشد. در نتیجه می توان انتظار داشت که در زمان کوتاه تری به میزان پخت مطلوب برسد.
2. جهت افزایش سطح زیر نمودار دما-زما در پخت نیتروژنی می توان فرمان تخلیه بلادر را به گونه تنظیم کرد که در هنگام تغییر ورودی از بخار گرم به نیتروژن، مقداری بخار گرم درون بلادر باقی بماند تا دمای داخلی بلادر افت شدیدی نداشته باشد. ضمناً باید دقت شود تا میزان این بخار باقیمانده در دو بلادر موجود روی پرس یکسان باشد تا بتوان نمودار دمایی یکسان و همچنین پخت یکسانی برای دو تایر دو طرف پرس انتظار داشت.
3. علاوه بر بررسی تغییرات دمای داخل بلادر باید تغییرات دمایی نقاط داخل تایر را مورد بررسی قرار داد. دما سر بلت ها و دمای اینر لاینر از مهم ترین نقاط جهت بررسی تفاوت روند دمایی بین دو مکانیزم پخت می باشند. از آنجا که در پخت

نیتروژنی ممکن است برای مدت کوتاهی دمای داخل بلادر به بیش از 210 درجه سلسیوس برسد جهت اطمینان باید دمای نقاط ذکر شده به روش سیم گذاری تحت کنترل قرار گیرند.

4. تفاوت فشار داخلی بلادر (و متعاقبا تناژ اعمالی به تایر) در تغییر ضخامت و خواص الکتروگرمایی بلادر بر روی ضریب رسانش بلادر تاثیر گذاشته و در نتیجه روند تغییرات دما را نیز تغییر می دهد.

5. هنگام استفاده از روش پخت نیتروژنی بایستی تناژ اعمالی نیز متناسب با فشار نیتروژن در درون بلادر محاسبه و اعمال گردد.

بحث و نتیجه گیری

پخت نیتروژن به عنوان یک روش پخت ترکیبی توسط بخار آب اشباع و گاز نیتروژن دارای مزایای عمده است که از مهم ترین آن ها می توان به کاهش میزان بخار مصرفی اشاره کرد. عملا در زمانی حدود 30 الی 50 درصد از کل زمان پخت نیاز به استفاده از بخار وجود دارد و بقیه مراحل از نیتروژن خالص سازی شده از جریان هوا استفاده می شود. علاوه بر این، با چیدمان مناسب مراحل استفاده پخت نیتروژنی می توان به نمودار دما-زمان مناسب تر و با مساحت زیر نمودار بیشتر دست یافت. از دیگر مزایای پخت ترکیبی بخار/نیتروژن می توان بهبود پایداری فشار و سطح فشار مستقل، نهایت کیفیت و انعطاف پذیری فرآیند به جهت قابل کنترل بودن مقدار فشار و دما بصورت مجزا، کاهش خوردگی خط لوله، تضمین پاکی و خلوص بالا (نبودن زوائد اضافی) اشاره کرد. علاوه بر این به علت بی اثر بودن گاز نیتروژن درون بلادر خوردگی و پنچری بلادر کاهش یافته و عمر بلادر نیز افزایش می یابد.

منابع

1. R. B. Simpson, "Rubber Basics", John Wiley & Sons, Germany, 1991
- 2.
3. Kathleen A. Kuberka, "Tire curing with steam/nitrogen system reduces costs and enhances reliability", July 1990.
4. Johnston, Jonathan A. (Denver, CO), "Method for curing elastomeric articles" June 7, 1977.
5. Imamura, Ao (Kobe, JP) ,Tsunoda, Masaya (Kobe, JP) ,Kuchiki, Shinji (Kobe, JP) "Tire vulcanizing apparatus" United States Patent 9738043, October 2017

6. "تکنولوژی جامع لاستیک" جلد دوم، هافمن، مریم آبائی، پیمان ابراهیمی، پروین اسلامی، زهرا عابدینی، 1379.