به نام خدا

راهنمای اسپارک پلاسما

زینترینگ

SPS

مدل Nanozint 10

فهرست:

مقدمه ۳

مبانی تئوری فیزیک شیمی دستگاه..... ۴

کاربردهای دستگاه ۵

عملکرد دستگاه بصورت اجمالی..... ۶

بخشهای مختلف دستگاه..... ۷

راه اندازی دستگاه ۸

مقدمه:

فرایند SPS یک روش آسان و مقرون به صرفه ایست که استفاده از آن نیازمند هیچگونه تجربه خاص و یا مهارت در زمینه زینترینگ نمی باشد. امکان استفاده از مواد گوناگون ، در برگرفتن دامنه وسیعی از مواد و سرعت بالای فرایند امکان ساخت مواد و قطعاتی از فلز ها ، سرامیک ها ، پلیمرها و کامپوزیتها تا FGM های بسیار پیشرفته و نیمه رساناهای ترموالکتریکی را فراهم می کند.

ویژگی افزایش سریع دما بوسیله خودگرمایی این امکان را می دهد که فرایند فشرده سازی و ساخت قطعه بدون از دست دادن ویژگی های اصلی ماده اتفاق بیفتاد، که در زینترینگ همرفتی به سختی امکان پذیر می باشد.

سیستم SPS مزیت های بسیاری نسبت به سیستم های همرفتی مانند زینترینگ توسط پرس داغ یا پرس همگن داغ (HIP) یا کوره های خلاء دارد که از آن جمله می توان از راحتی در استفاده ، کنترل دقیق میزان انرژی زینترینگ، قابلیت تولید مجدد مواد، سرعت بالای زینترینگ ، ایمنی و قابلیت اطمینان را نام برد. همچنین مصرف انرژی در این روش نسبت به روش پرس داغ همرفتی ۲۰-۳۰٪ کاهش پیدا می کند.

SPS در زمینه ترکیب محدوده وسیعی از مواد سرامیکی ، فلز – سرامیک و فلزی و همچنین در زینترینگ موادی چون آمورف ها و مواد سازنده قطعات الکترونیکی که به آسانی در دماهای بالا تنزل خواص پیدا می کنند به نتاج مطلوبی دست یافته است. فلزات بسیار فعال مثل تیتانیوم و آلومینیم، FRC(fiber reinforced ceramics) های مختلف مانند زیرکونیا و آلومینا که شامل الیاف و whisker ها هستند سوپر هادی ها و FRM(fiber reinforced materials) های فلزی ، مواد مغناطیسی، آلیاژ های سخت و دیگر مواد پیشرفته نیز فرایندهای موفقیت آمیزی را در SPS سپری کرده اند.

SPS با تجربه سنتز FGM(Functionally graded materials) ها، مواد شبه فلزی و اتصال ذوبی مواد غیر مشابه مانند فلز و شیشه به شهرت بسیار خوبی دست یافته است. SPS همچنین در زمینه پیمانه بندی بیسموت تلوراید (BiTe) برای ماژول پلتیر و تراشه های نیمه هادی ترموالکتریکی سیبک و همچنن سیلیکون-ژرمانیم (SiGe)، آهن - سیلیکون (FeSi) و منگنز – سیلیکون (MnSi) موفق بوده است.

SPS همچنین در زینترینگ ویکپارچه سازی سریع AlSi پودر های آلومینیومی که به خاطر میکرو استراکچر نرمشان در سطح نانوماتریک سخت زینتر می شوند نیز موفق بوده است.با SPS فشرده سازی اینگونه مواد ورسیدن به چگالی تقریبا 100% از فاز پودری ودر عین حال حفظ استراکچر نانو متریک در چند دقیقه امکان

پذیر است وموقعی که پس این فرم دهی اولیه به سرعت فورج شود خاصیت سوپر پلاستیسیته آن ۱۰۰ بار سریع تر از سرعت هایی است که قبلا به دست آمده و بنابراین این روش برای تولید حجم هایی با اجزای سه -بعدی مناسب می باشد.

SPS همچنین در کامپوزیتهای ماتریسی فلزی Metal Matrix Composites (MMC) و مواد نانو کریستالی که زینترینگ آنها در روشهای همرفتی سخت است ، بسیار مورد استفاده قرار می گیرد.

تکنولوژی SPS به دلیل موثر بودن در بسیاری از نوآوری ها در زمینه توسعه مواد جدید و همچنین عاملیت در پیشرفت های عمده در زمینه عمل آوری مواد توجه زیادی را به خود جلب کرده است.

مبانی تئوری فیزیک شیمی دستگاه

SPS یک فرایند جدید برای ساخت و عمل آوری مواد است که زینتر کردن و ذوب های اتصالی را در دمای پایین و زمان کوتاه به وسیله پرکردن فواصل بین ذرات پودرها با انرژی الکتریکی و ایجاد پلاسمای جرقه ای با دمای بالا به طور لحظه ای امکان پذیر می سازد.

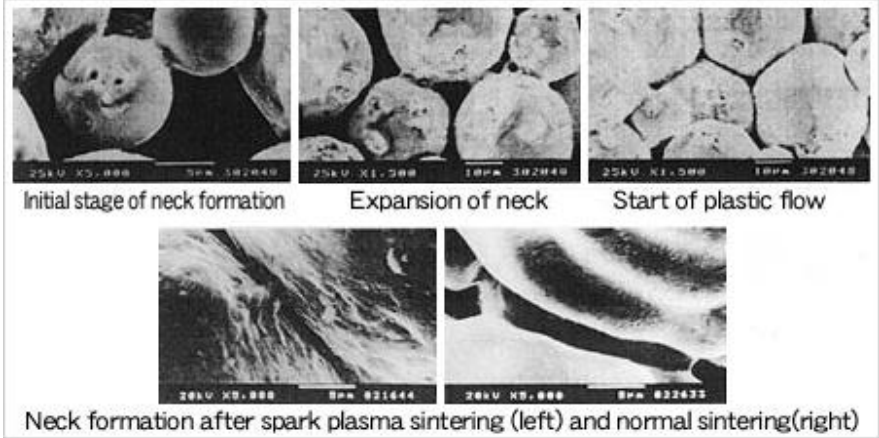
این روش به عنوان یک روش زینترینگ سریع ، با استفاده از عملیات خود گرمایی از درون پودرها مشابه به ترکیب خود پخش شونده با دمای بالا (SHS) و زینترینگ مایکروویو عمل می کند .

فرایند SPS بر پایه پدیده تخلیه جرقه الکتریکی انجام می پذیرد. انرژی بالا و ولتاژ پایین جریان پالسی جرقه ای به صورت لحظه ای یک دمای بالای متمرکز تا ده هزار درجه سانتیگراد بین ذرات ایجاد می کند که منجر به یک گرمایش بهینه و نفوذ الکترولیتی می گردد. محدوده دمای زینتزینگ SPS از کمترین تا بیشترین ۲۰۰۰ درجه سانتیگراد است که ۲۰۰ تا ۵۰۰ درجه سانتیگرادکمتر از زینترینگ همرفتی است.

تبخیر، ذوب و زینترینگ در یک پریود کوتاه ۵ تا ۱۰ دقیقه ای کامل می شود که شامل بالا رفتن دما و تحت فشار قرار گرفتن می باشد.

فرایند SPS که انرژی زیاد پالس ها را در نقطه اتصال دانه ها متمرکز می کند یک پیشرفت در زینترینگ نسبت به پرس داغ همرفتی و HIP محسوب می شود.

حال نگاهی داریم به مکانیزم شکل گیری نخی (neck formation) در فرایند SPS. همانطور که توضیح داده شد هنگامیکه تخیله جرقه ایی بین فواصل موجود میان ذرات مواد در فرایند SPS رخ می دهد در آن محل یک دمای بالا تا ده هزار درجه سانتیگراد به طور لحظه ای ایجاد می شود که باعث تبخیر و جوش خوردن سطح ذرات پودر در فرایند SPS می شود شکل های به هم فشرده یا neck ها به شکل اطراف ناحیه اتصال ذرات در می آیند این neck ها بتدریج پیشرفت میکنند و در طول زینتریگ به حالت پلاستیکی تغییر شکل پیدا می نمایند. در نتیجه ما یک قطعه زینترشده با چگالی بالای ۹۹٪ خواهیم داشت. از آنجاییکه فقط دمای سطح ذرات بوسیله خودگرمایی به سرعت بالا می رود رشد دانه های پودر کنترل می شود. از اینرو در این روش به یک فشرده سازی و زینترینگ صحیح در زمان کوتاهتری دست یافته ایم. به طور همزمان در این روش امکان تولید یک حجم از ذرات با ساختار آمورفی و نانو کریستالی بدون تغییر در خواص خواهیم داشت.



Neck formation after spark plasma sintering (left) and normal sintering(right)

کاربردهای دستگاه :

SPS به پیشرفت های زیادی در زمینه ترکیب و پردازش مواد پیشرفته جدید به ویژه در چهار حوزه زیر دست یافته است:

۱. تکنولوژی زینترینگ با سرعت بالا و کنترل رشد دانه و زینترینگ گرادیان دما (temperature gradient sintering)

۲. تکنولوژی اتصال جهت اتصال موادی از رده های مشابه و غیر مشابه و اتصال جامد به جامد.

۳. تکنولوژی عملیات سطحی جهت بهبود بخشی یا سخت کاری سطوحی که با لایه هایی توسط پلاسما اسپری پوشش داده شده اند.

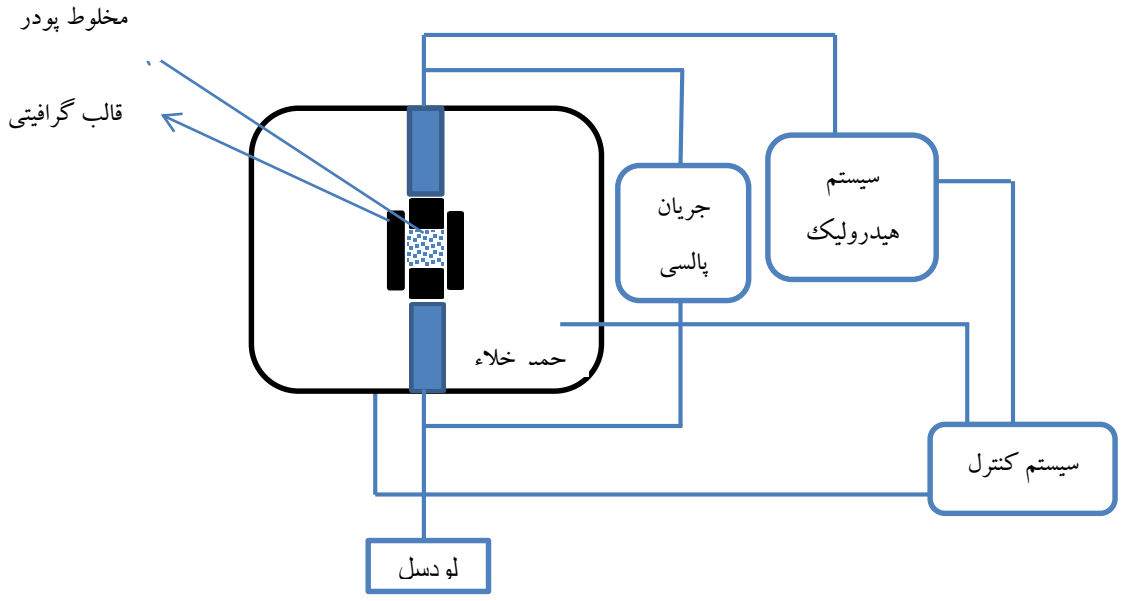
۴. تکنولوژی ترکیب و ساخت جهت یکپارچه سازی پلیمرها، رشد کریستالهای تک، ساخت مواد اوتکتیک و دیگر پردازش ها .

SPS همچنین مزایایی در زمینه تکنولوژی تولید برای کاربردهای بیشماری علاوه بر ترکیب مواد ارائه می نماید.

عملکرد دستگاه بصورت اجمالی:

در این دستگاه مخلوط پودر در یک قالب گرافیتی قرارداده میشود و طی یک سیکل زینتر تحت فشار قرار می گیرد با توجه به آنکه کل فرایند در خلاء انجام میگیرد ، امکان ترکیب مواد با گازهای فعال در هوا وجود نداشته و خلوص قطعه بسیار بالا می رود. گرمایش از طریق جریان بالای پالسی که از قالب عبور می کند تامین می شود

با توجه به وجود منبع تغذیه توان دستگاه دارای نرخ حرارت دهی بالایی می باشد ب.در ایت سیستم . کلیه پارامترهای دستگاه از قبیل مقدار فشار هیدرولیک ، دما ، زمان ،ابعاد قالب و مقدار چگالی در سیستم کنترل دستگاه قابل تنظیم و اندازه گیری می باشد و کل فرایند می تواند به صورت خودکار انجام پشود.



بخشهای مختلف دستگاه:

دستگاه از قسمت های مختلف زیر تشکیل شده است :

۱. سیستم خلاء سازی و ورود گاز
۲. سیستم هیدرولیک
۳. سیستم جراین بالای پالسی
۴. سیستم گرمایش القایی
۵. سیستم خنک سازی
۶. سیستم کنترل ، فرمان و مانیتورینگ

راه اندازی دستگاه :

جهت را ه اندازی دستگاه باید موارد زیر به ترتیب انجام پذیرد:

۱. سیم ورودی دستگاه به برق سه فاز ۳۸۰ ولت و نول متصل گردد. آمپر ۱۲۰ برای رسیدن به حداکثر توان دستگاه مورد نیاز می باشد. برق دستگاه با توجه به اهمیت ترتیب فازها حتماً باید توسط شرکت سازنده نصب گردد.
۲. ارت دستگاه به ارت استانداد در محل نصب دستگاه متصل شود.
۳. ورودی و خروجی کلکتور آب توسط شیلنگ به برج خنک کن و پمپ متصل شود.
۴. آب شهر به وروی برج خنک کن متصل شود.

پس از انجام موارد فوق دستگاه آماده روشن شدن می باشد .

روشن کردن دستگاه :

جهت روشن کردن دستگاه ابتدا کلید اتوماتیک اصلی داخل کابین کنترل و سپس کلید اتوماتیک روی منبع تغذیه را روی ON بگذاریم سپس باید بازبینی کنیم تا تمام فیوز های اتوماتیک بر روی ON باشند (این فیوز ها همگی در کابین کنترل می باشند). در مرحله بعد کلید پمپ آب روشن گردد تا آب در کلکتورها و مسیرها به جریان در آید.

با روشن شدن کلید اصلی دستگاه صفحه نمایشگر لمسی روشن می گردد.

چنانچه پمپ آب به هر دلیلی روشن نگردد یا نقصی در سیستم گردش آب وجود داشته باشد درصفحه نخست نمایشگر با این پیغام ظاهر می گردد.

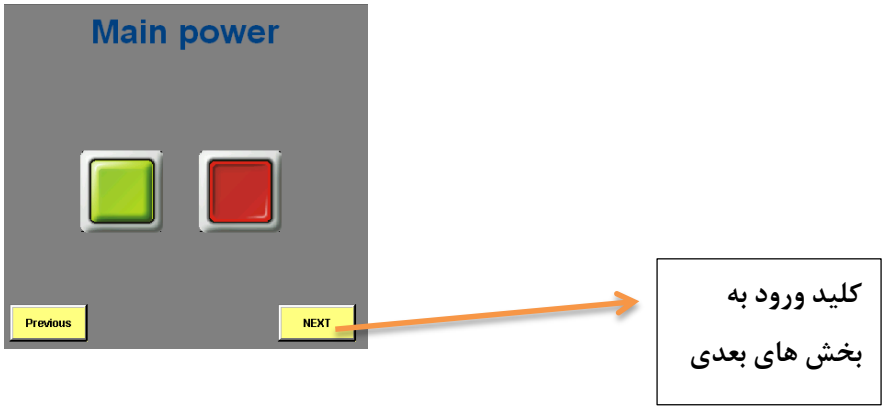
با مشاهده پیغام فوق ابتدا موارد زیر را بازبینی شود.

۱. پمپ آب
۲. سطح آب در برج خنک کن
۳. فشار سنج آب

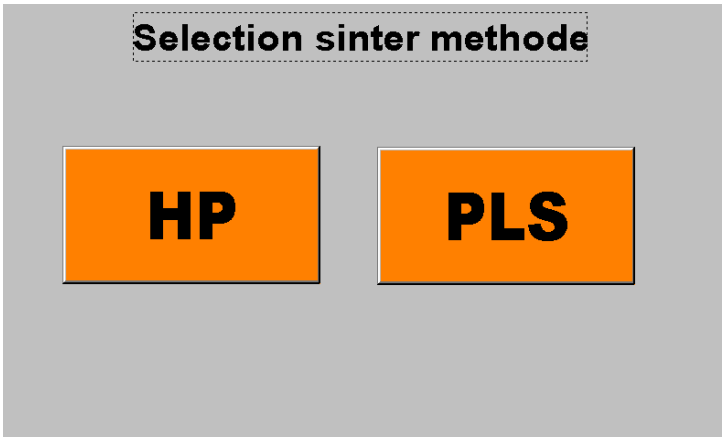
با ناپدید شدن پیغام این اطمینان حاصل می گردد که سیستم گردش آب صحیح عمل مینماید.

جهت ورود به بخش های بعدی نمایشگر کلید قرمز رنگ پایین صفحه را لمس نمایید.

با لمس کلید ورود وارد پنجره Main power میشویم در این قسمت با لمس کلید سبز سیستمهای قدرت امکان روشن شدن پیدا مینمایند در ضمن با با لمس این کلید امکان رفتن به مرحله بعد و با زدن کلید Next امکان پذیر می گردد.



در صفحه بعد روش زینتر انتخاب میگردد .



HP روش زینتر تحت فشار

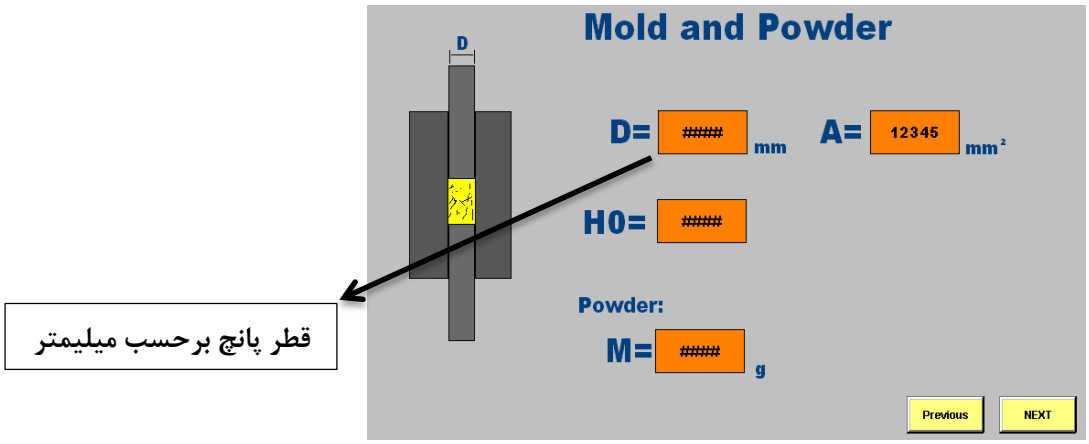
PLS روش زینتر بدون فشار

با لمس هرکدام از کلید های فوق میتوان روش زینتر مورد نظر را انتخاب نمود

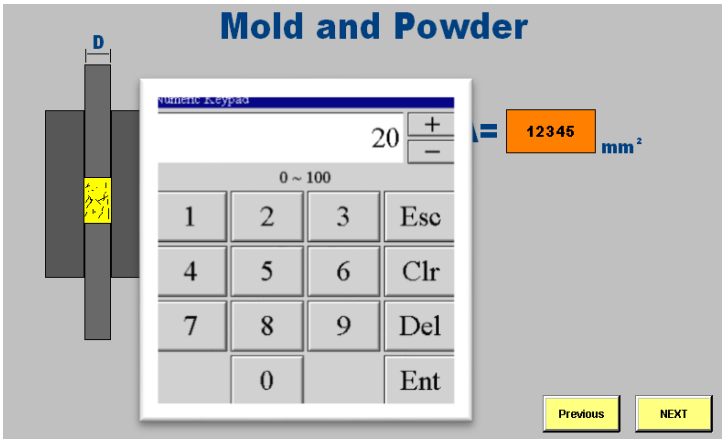
ابتدا روش زیتنر تحت فشار بررسی می گردد.

با لمس کلید HP وارد مرحله بعد می شویم.

در این صفحه تنظیمات مربوط به قالب انجام می شود.با



با لمس مقدار D قطر پانچ به میلیمتر وارد شود.



با وارد کردن مقدار قطر پانچ سطح مقطع A به صورت اتوماتیک محاسبه می گردد.از این مقدار مساحت مقطع پانچ دستگاه جهت محاسبه میزان فشار وارد بر پانچ استفاده می نماید.

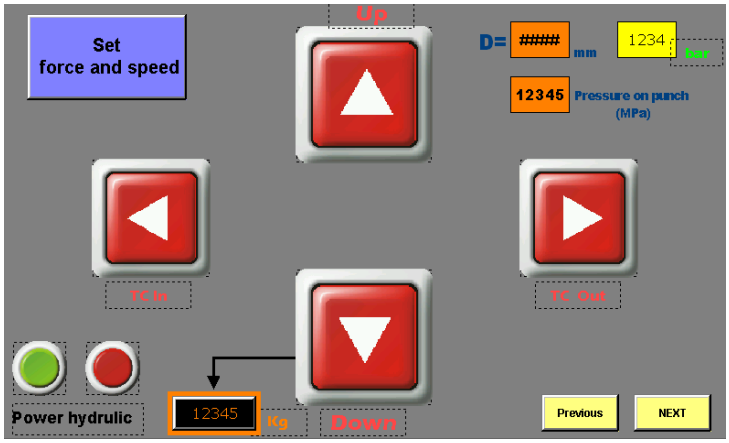
پس از این تنظیمات دکمه Next لمس گردد تا وارد صفحه بعد شوید.

در این صفحه تنظیمات مربوط به فک متحرک و حرکت آن به بالا و پایین و همچنین حرکت ترموکوپل به داخل و بیرون قالب می باشد.

در این صفحه ابتدا با لمس دکمه سبز Power hydraulic سیستم هیدرولیک روشن می شود.با روشن شدن سیستم هیدرولیک دکمه آبی رنگ در بالای صفحه (Set force and speed) ظاهر می گردد.

با قراردادن قالب بر روی فک ثابت پایین و با تنظیم مقدار نیرو و سرعت و لمس دکمه های UP و Down قالب را میان فک بالا و پایین و تحت فشار قرار میدهیم.

نشانگر مشکی رنگ پایین صفحه مقدار نیرو بر روی فک پایین که متصل به لودسل می باشد بر حسب کیلوگرم می باشد.با تحت فشار قرار گرفتن قالب بین دو فک با دکمه های TC in و TC out ترموکوپل را به بدنه قالب می چسبانیم .

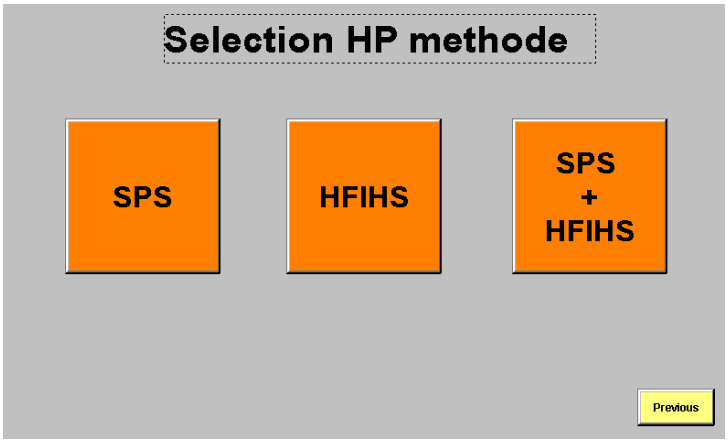


با تنظیم نیرو و مقدار فشار و فشار دکمه Next به صفحه بعد می رویم.

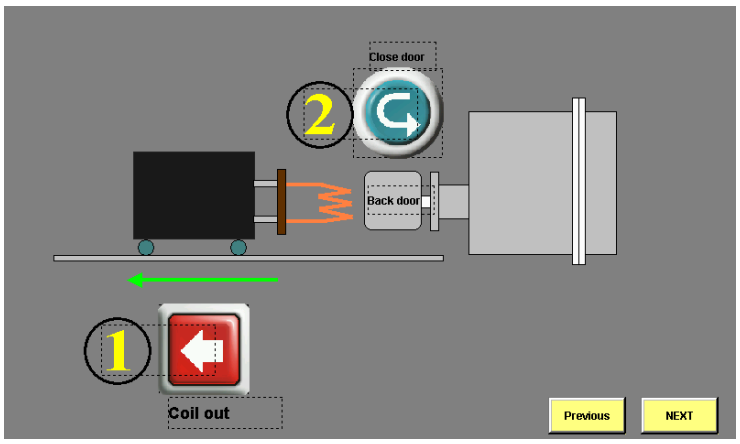
در این صفحه روش زینتر تحت فشار انتخاب میگردد.

در این دستگاه سه روش فشردن تحت فشار وجود دارد که عبارتند از:

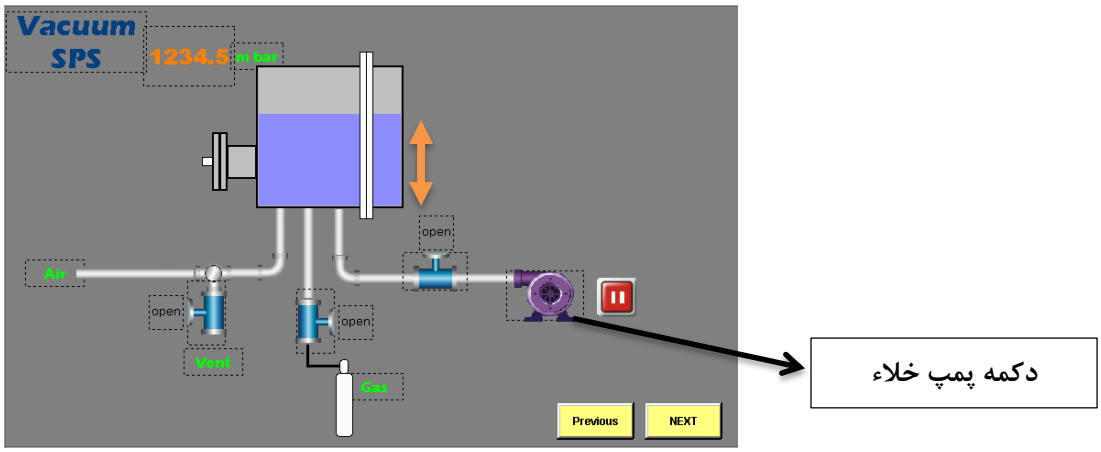
۱. روش اسپارک پلاسما زینترینگ (SPS)
۲. روش گرمایش سریع القایی (HFIHS)
۳. روش ترکیبی اسپارک پلاسما و القایی (SPS+HFIHS)



با لمس دکمه SPS وارد صفحه بعد می شویم.در این صفحه مطابق شماره ابتدا دکمه coil out و سپس دکمه Close door لمس می گردد. بدین ترتیب کویل القایی از سیستم خارج شده و درب پشت بسته می شود.با بسته شدن درب پشت دستگاه آماده بهره برداری به روش SPS می باشد. در دین حالت با لمس دکمه Next وارد مرحله بعد می شویم.



در این مرحله خلاء سازی، ونت و فلوی انواع گاز انجام می شود.در این مرحله ابتدا درب چمبر بسته شده و بست های نارنجی محکم می شوند.با بسته شدن درب و فعال شدن سنسور درب امکان لمس دکمه پمپ خلاء به وجود می آید.



نکته: چنانچه درب بسته نباشد و یا به اندازه کافی محکم نشود سنسور درب فعال نشده در نتیجه دکمه پمپ خلاء عمل نخواهد کرد.

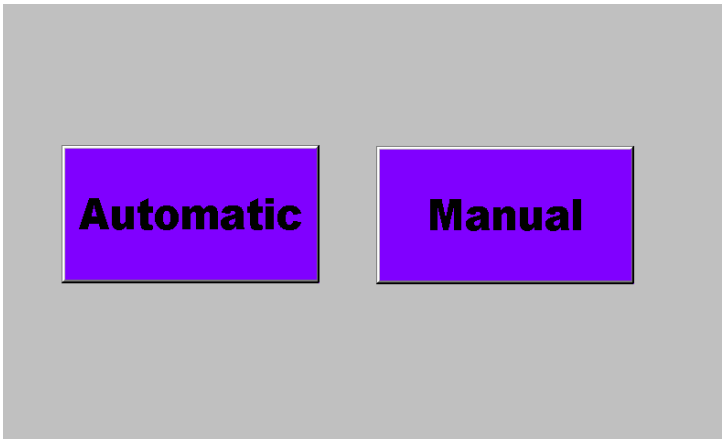
با لمس دکمه خلاء و قرار داشتن دکمه vent و gas در حالت بسته و شیر وکیوم در حالت باز خلاء سازی شروع می شود.

ارتفاع بخش آبی رنگ بیانگر فشار هوای داخل چمبر میباشد که با پمپاژ کم می شود.با رسیدن مقدار فشار در به پایین ترین حد خود و لمس دکمه Next به مرحله بعد وارد می شویم .

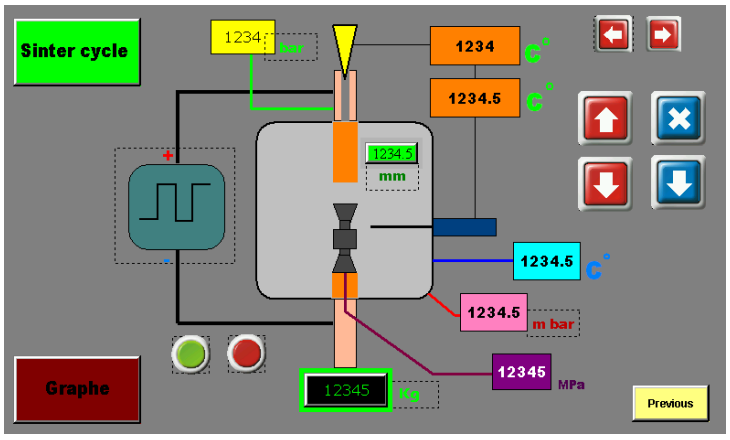
در این صفحه روش اعمال گرمایش به دو صورت خودکار (Automatic) و دستی (Manual) قابل انتخاب است

روش خودکار :

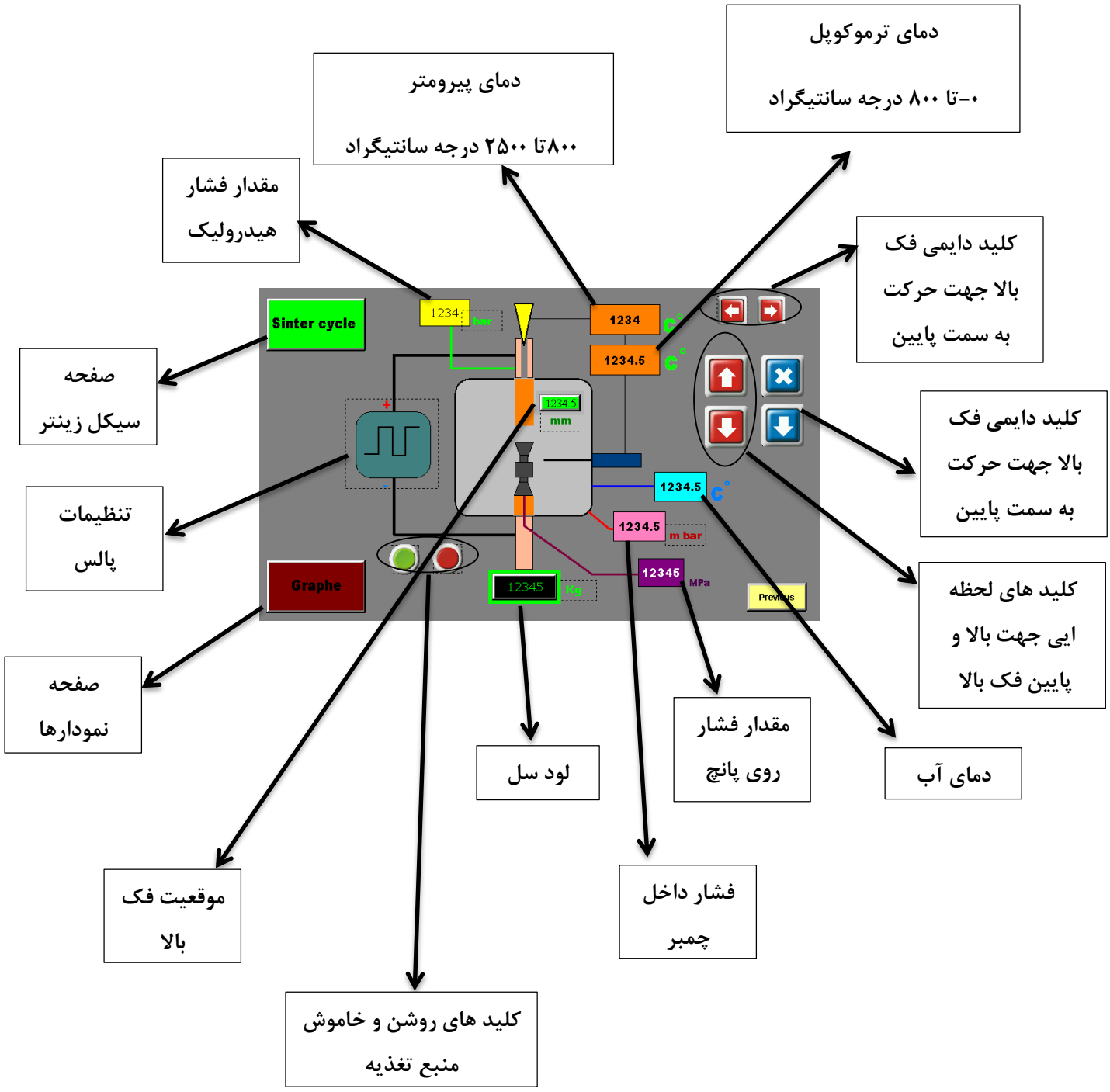
برای اجرای روش خودکار دکمه Automatic را لمس می کنیم .



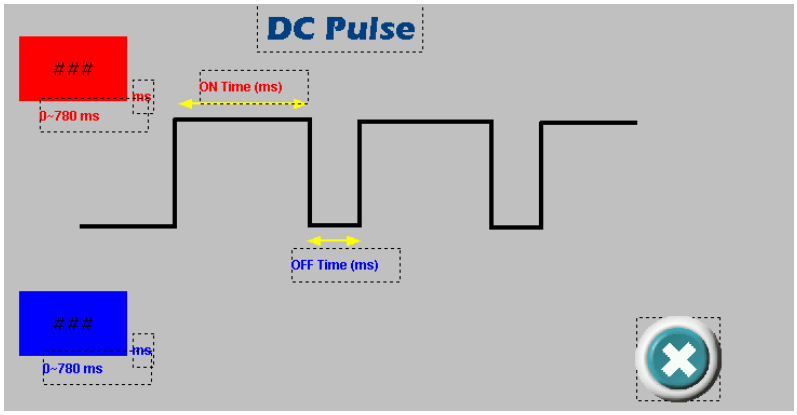
با لمس این دکمه وارد صفحه اصلی روش SPS خودکار می شویم .



این صفحه شامل تمام تنظیمات ، عملگرها و نشانگرهای SPS می باشد. با ورود به این صفحه میتوان فشار و گرما را به قالب وارد نموده و آن را کنترل نمود نشانگرها و دکمه های این صفحه در شکل بعدی نمایش داده شده اند.

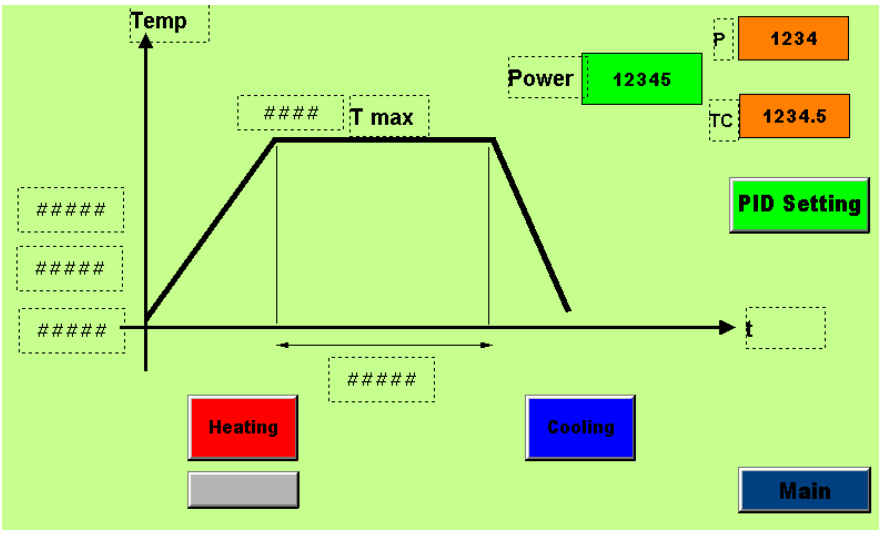

دمای ترموکوپل
۰-تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد
دمای پیرومتر
۸۰۰تا ۲۵۰۰ درجه سانتیگراد
مقدار فشار
هیدرولیک
کلید دایمی فک
بالا جهت حرکت
به سمت پایین
صفحه
سیکل زینتر
کلید دایمی فک
بالا جهت حرکت
به سمت پایین
تنظیمات
پالس
کلید های لحظه
ایی جهت بالا و
پایین فک بالا
صفحه
نمودارها
مقدار فشار
روی پانچ
لود سل
دمای آب
موقعیت فک
بالا
فشار داخل
چمبر
کلید های روشن و خاموش
منبع تغذیه
Sinter cycle
Graphe
1234
1234.5
1234.5
mm
1234.5
m bar
12345
MPa
12345
kg
Previous

در این صفحه ابتدا دکمه تنظیمات پالس را لمس مینماییم.با لمس این دکمه صفحه تنظیمات پالس ظاهر می شود.



دکمه قرمز در بالای صفحه مربوط به زمان پالس روشن بر حسب میلی ثانیه و دکمه آبی در پایین صفحه مربوط به زمان پالس خاموش بر حسب میلی ثانیه می باشد.پس از تنظیم زمان خاموش و روشن پالس دکمه بستن زده شده تا سیستم به صفحه اصلی برگردد.

در این مرحله کلید سیز لمس می شود تا منبع تغذیه پالسی روشن شود. پس از روشن شدن منبع تغذیه با لمس کلید Sinter cycle وارد تنضیمات سیکل زینتر می شویم .

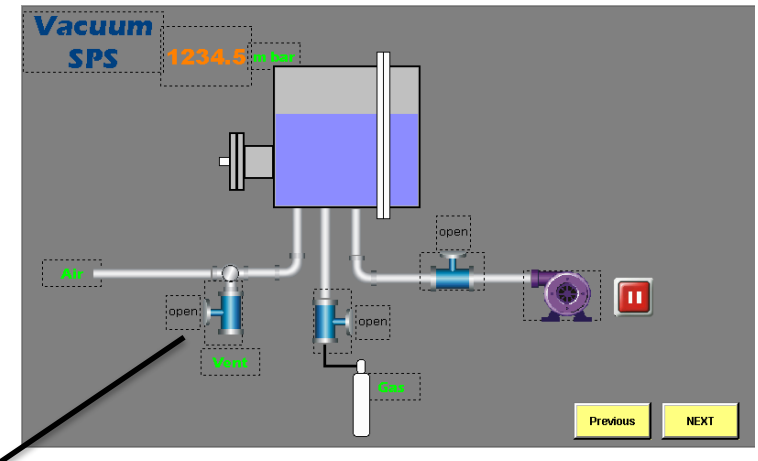


در این صفحه نرخ گرمادهی ، دمای زینتر ، زمان فرایند زبنترینگ و خنک سازی وارد شده و سیستم بصورت خودکار آن را اعمال مینماید.

تذکر: دمای بیشینه ۲۵۰۰ درجه سانتی سانتیگراد می باشد.

پس از تنظیمات این صفحه با بازگشت به صفحه اصلی فشار را بر روی قالب با فشردن کلید فلش آبی فشار مورد نظر را بر روی پانچ اعمال می نماییم.

در این حالت دستگاه به صورت خودکار عملیات را انجام داده و پس از طی سیکل زینتر و خنک سازی با و ورود به صفحه Vacuum SPS کلید Vent را لمس کرده تا خلاء چمبر شکسته شده و درب چمبر باز شود در این حالت فک بالا را به سمت بالا حرکت داده و قالب را از سیستم خارج مینماییم.



کلید های ونت

پایان