خانه مهندسی شیمی ایران

www.icheh.com

خشک کن

تنظیم : حسین چوبدار

www.icheh.com

مقدمه :

عبارت خشک کردن معمولا به خارج کردن رطوبت از یک جسم اطلاق می گردد. بطور مثال ، یک جامد مرطوب مثل چوب و پارچه را می توان با تبخیر رطوبت به وسیله جریان گاز یا حتی بدون وجود گازخشک کرد .ولی همین جداسازی به روش مکانیکی مثل فشردن یا سانتریفوژ را نمی توان خشک کردن به حساب آورد .

یک محلول را می توان با پخش آن به صورت ذرات ریز در گاز داغ وخشک ، خشک و مایع آنرا تبخیر کرد . ولی تبخیر یک محلول با جوشاندن آن در محیطی که فاقد گاز حامل رطوبت است ، جزءِ عملیات خشک کردن محسوب نمی شود.

رطوبت موجود در یک محلول مایع یا جامد مرطوب فشار بخاری اعمال می کند که به طبیعت رطوبت ، جسم جامد و درجه حرارت بستگی دارد . بنابراین اگر یک جامد مرطوب در معرض یک جریان تازه گاز، که حاوی بخار با فشار جزیی P است قرار بگیرد، جسم تا جایی رطوبت خودرا با تبخیر از دست می دهد و یا رطوبت می گیرد که فشار بخار رطوبت جسم به p برسد .بعد از آن گاز و جامد در حال تعادل خواهند بود و به مقدار رطوبت جسم در آن حالت رطوبت تعادلی می گویند .

عملیات خشک کردن می تواند بر حسب عملکرد فرایند به صورت مداوم یا ناپیوسته باشد. این عبارات از جهت ماده ایست که باید خشک گردد.بنابر این عملیاتی که در آن خشک کردن ناپیوسته اطلاق می گردد در حقیقت یک فرآیند نیمه پیوسته است که در آن مقدار ماده ای که باید خشک گردد در مسیر جریان مداومی از هوا قرار می گیرد تا رطوبت تبخیر گردد.

در عملیات مداوم ، ماده خشک شونده هم مانند جریان گاز به طور مداوم از دستگاه عبور می کند .اکثر عملیات ها بر اساس تماس مداوم گاز و جسم خشک شونده اند و معمولا روشهای مرحله ای به کار نمی روند.

عملیات خشک کردن نیزمی تواند بر حسب روش اعمال حرارت مورد نیاز برای تبخیر رطوبت به صورت مستقیم یا غیرمستقیم باشد.

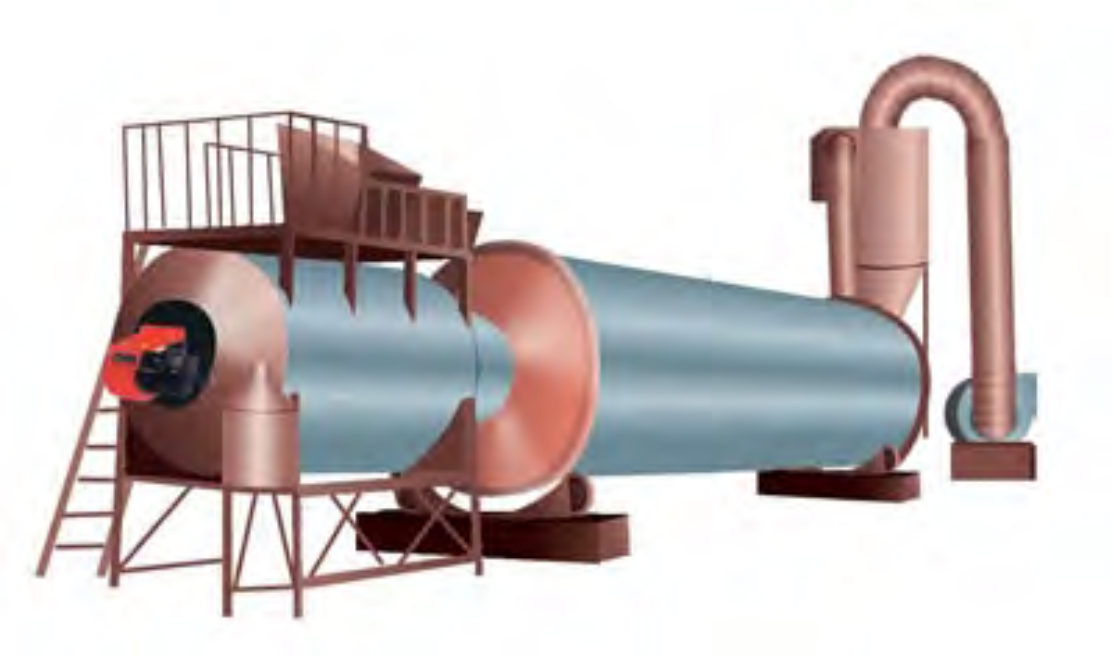
www.icheh.com

انواع خشک کن ها

www.icheh.com

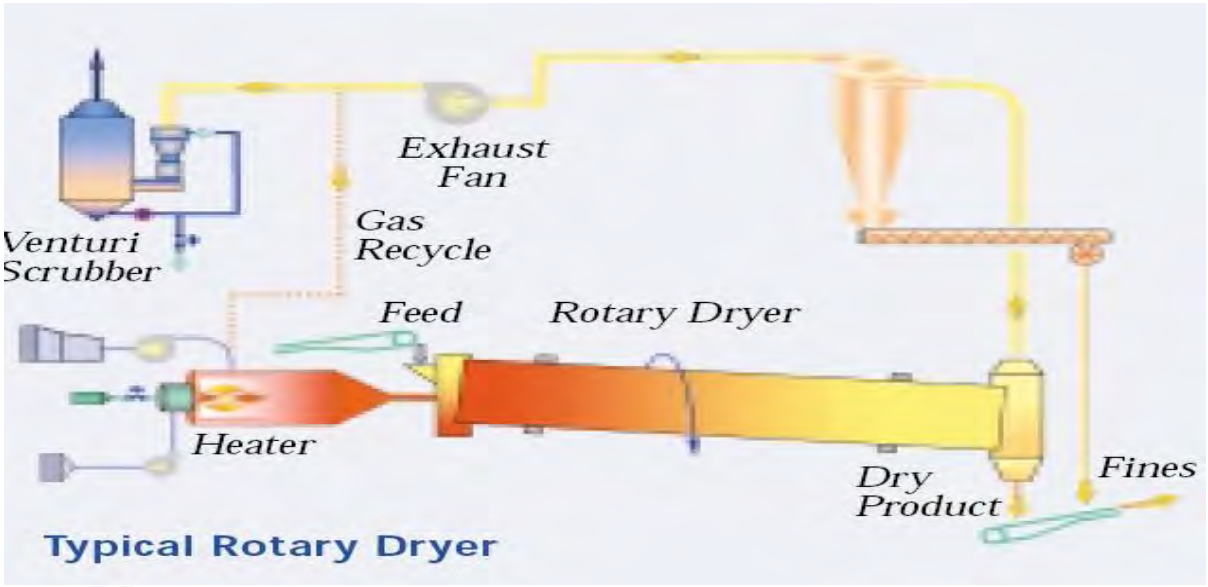
۱. خشک کن دوار rotary dryer:

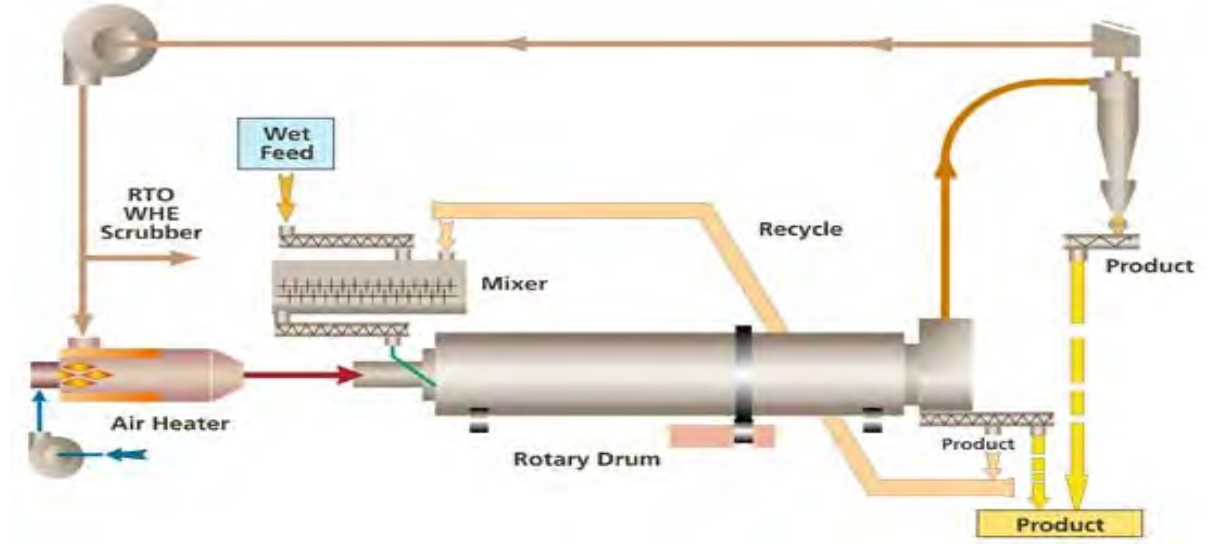
آخرین بخش خط تولید در بسیاری ازصنایع شیمیایی و معدنی فرایند خشک کردن می باشد. در مواردی که خشک کردن حجم زیادی از یک ماد ه به طور پیوسته مد نظر باشد، استفاده از خشک کن های دوار غالبا بهترین گزینه ممکن می باشند. طرز عملکرد خشک کن های دوار مداوم بدین صورت است که با چرخش مداوم، هوا مرطوب در خشک کن جابجا شده و در تماس با جریان هوا که از داخل خشک کن عبور میکند، قرار می گیرد. از آنجا که خشک کن ها دارای مصرف انرژی بالایی می باشند، شبیه سازی آنها چه به منظور بهینه سازی شرایط علمیاتی و جه به منظور استفاده در روشهای نوین کنترل حائز اهمیت می باشد. یک مدل دینامیک که توسط دیگر محققین برای شبیه سازی فرایند خشک کردن ضایعات سبزیجات در خشک کن دوار مورد استفاده قرار گرفته است اصلاح شده است. در مدل های جدید با استفاده از داده های تجربی موجود در متون علمی برای این گونه مواد مورد ارزیابی قرار گرفته است. معادلات مدل در محیط MATLAB بصورت عددی حل گردیده . مقایسه نتایج بدست آمده از مدل با نتایج تجربی نشان می دهد این مدل توانایی پیش بینی دما و رطوبت خروجی محصول و هوا را داشته و نحوه وابستگی این متغیرها را با شرایط عملیاتی و آزمایشگاهی نشان می دهد. خطای متوسط این مدل حدود 3/5 درصد می باشد.

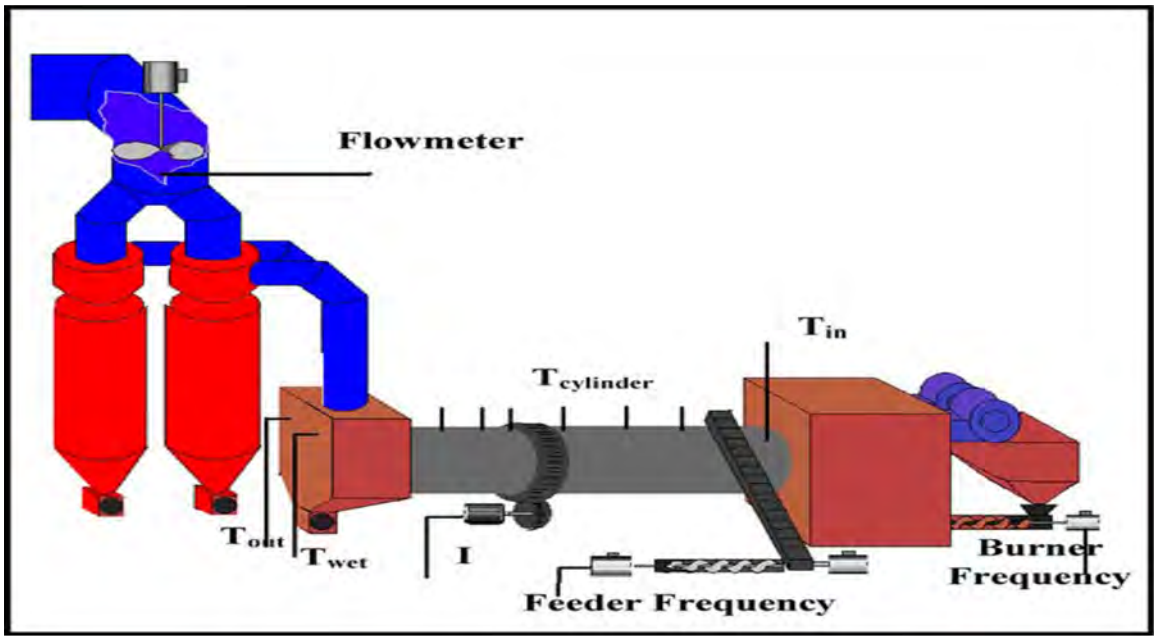


ساختمان شماتیک یک خشک‌کن دوار

یک خشک‌کن دوار شامل یک پوسته استوانه‌ای چرخنده به صورت افقی و با کمی شیب به سمت قسمت خروجی خوراک می‌باشد. خوراک مرطوب از یک انتهای استوانه وارد و از انتهای دیگر محصول خشک شده خارج می‌شود، هنگامیکه استوانه می‌چرخد پرده‌های بالا برنده مواد جامد را بالا می‌برند و به داخل هوای داغ در حال جریان می‌پاشند و درنتیجه سطح مواد جامد به طور کامل در معرض هوای داغ قرار گرفته و عمل خشک شدن به طور مؤثرتری انجام میگیرد. در محل ورود خوراک چند پره مارپیچی قرار دارد که به جلو راندن خوراک کمک می‌کند تا به پرده‌های اصلی برسد. در محیط‌های مرطوب لازم است که هوای خنک ورودی تا حدی رطوبت زدایی شود که این کار را می‌توان توسط برج جذب و درمجاورت کلسیم کلراید انجام داد. دستگاه-های فرعی این خشک کن عبارتند از: گرم کن هوا با شعله مستقیم و یا غیرمستقیم، کانال تنظیم کردن مقدار هوا، دستگاه جمع‌آوری غبارات و فن‌ها، همچنین یک سیستم نوار نقاله برای انتقال ذرات ورودی و خروجی در بعضی موارد به یک سیستم اتوماتیک چکشی نیاز است تا موادی را که روی بالا برنده به صورت کیک قرار می‌گیرند خرد کند.


Exhaust Fan
Venturi Scrubber
Gas Recycle
Feed
Rotary Dryer
Heater
Dry Product
Fines
Typical Rotary Dryer


Wet Feed
RTO WHE Scrubber
Recycle
Mixer
Product
Air Heater
Rotary Drum
Product
Product


Flowmeter
Tin
Tcylinder
Tout
Twet
I
Burner Frequency
Feeder Frequency

اگر انتقال حرارت مستقیماً از فاز گاز به فاز جامد صورت گیرد آن را از نوع حرارت مستقیم و اگر انتقال حرارت از لوله‌های بخار به مواد جامد انجام گیرد آنرا از نوع حرارت غیرمستقیم گویند. در صورتی که جهت جریان فاز گاز و فاز جامد هم جهت لاشند آنرا فواری واگر مخالف جهت هم باشند آنرامتقابل گویند. براین اساس خشک-کن‌های دوار به چهار گروه زیر تقسیم می‌شوند.

1.حرارت مستقیم، جریان متقابل:

برای موادی که باید تا دمای بالاتر گرم شوند مانند مواد معدنی، شن، سنگ آهک، خاک رس و غیره از جریان مستقیم گاز داغ استفاده می‌شود .برای موادی که نباید تا دمای خیلی بالاتری گرم شوند مانند سولفات آلومینوم و شکر و محصولات کریستالی مواد شیمیایی، از هوای گرم استفاده می‌شود.

2.حرارت مستقیم- جریان فواری :

مواد جامدی که از آلوده شدن آن با گاز احتراق نگران نیستیم ولی باید تا دمای بالا گرم نشوند مانند سولفید آهن، سنگ گچ و مواد آلی مانند ذغال سنگ احیا نشده و مواد کشاورزی، باید در خشک‌کن موازی خنک شوند.

3.حرارت غیرمستقیم- جریان متقابل:

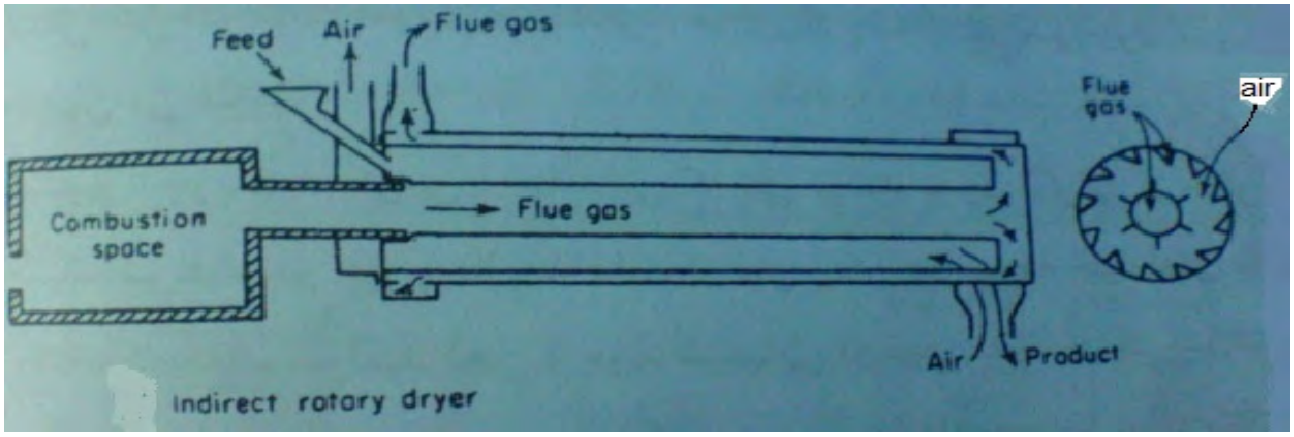
موادی نظیر پیگمانهای سفید که باید تا درجه حرارت بالا گرم شوند ولی در تماس با گاز نیابد باشند. ممکن است ساختمان خشک‌کن انتخاب شده از آجر نسوز ساخته شده باشد و به وسیله بخار داغ کاملاً احاطه شده باشد. در این حالت دبی جریان هوا را در مینیمم مقدار خود نگه می‌داریم زیرا در این حالت حرارت بوسیلهٔ هدایت از پوسته و یا لوله‌های مرکزی اعمل می‌شود.

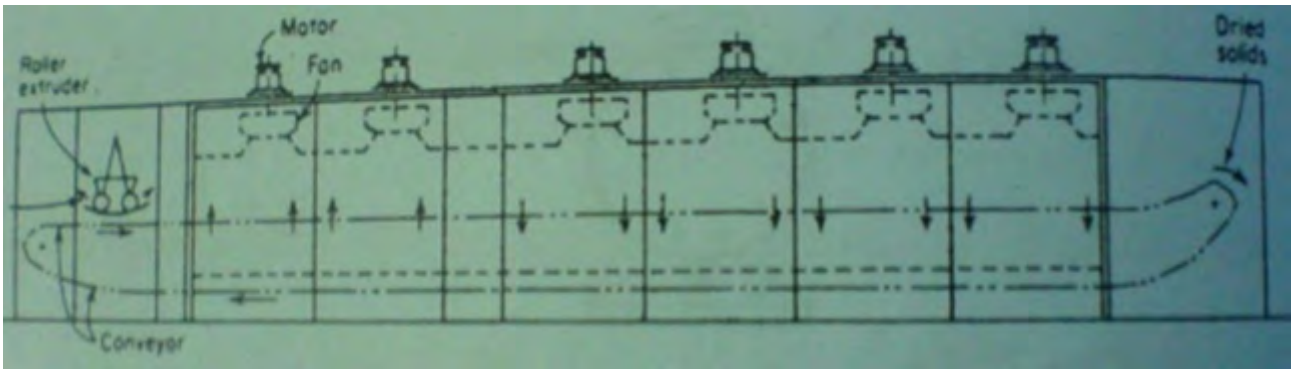
www.icheh.com

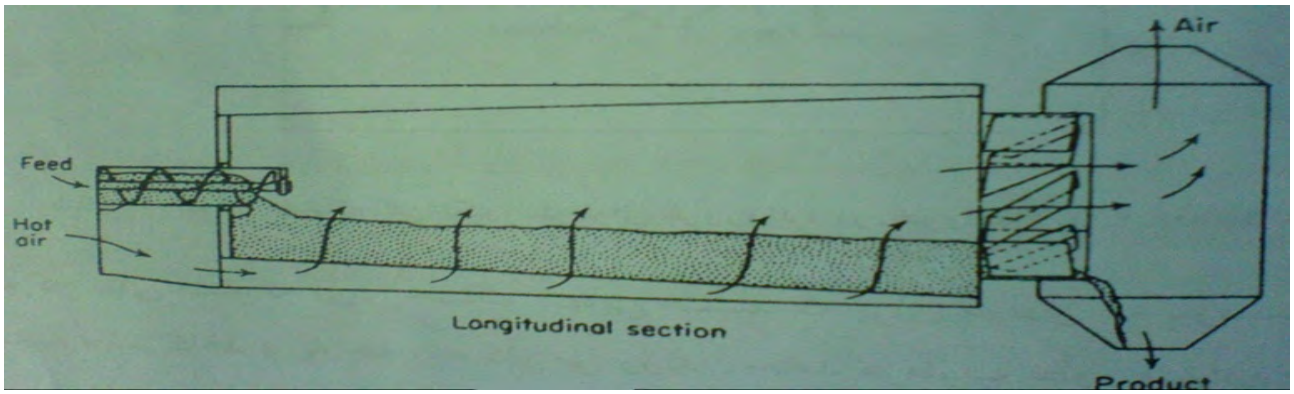
4. نوع مستقیم –غیرمستقیم:

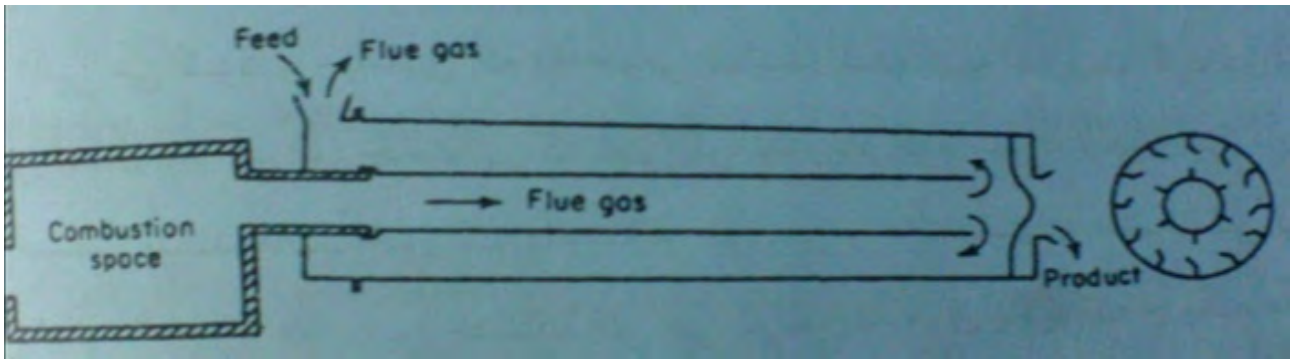
این خشک کن اقتصادی تر از خشک کن مستقیم می‌باشد و ممکن است برای موادی که در درجه حرارت بالا خشک می شوند با استفاده از لوله بخار بکار گرفته شوند .به عنوان مثال هوای داغ با درجه حرارت 1200 تا 1400 of آنرا ترک کرده و وارد فضای حلقه مانند شده و در تماس با ماده جامد قرار می‌گیرد . در دمای 140 تا 170fo آنرا ترک می‌کنند. زغال سنگ خام کلاً به این روش خشک می‌شوند بدون آنکه مشتعل شوند و یا گرد و غبار آنها محترق شوند. قطر تقریبی این خشک کن تنها از 3 الی 10 (فوت) و طول آنها از 2 الی 100 فوت تغییر می‌کند.

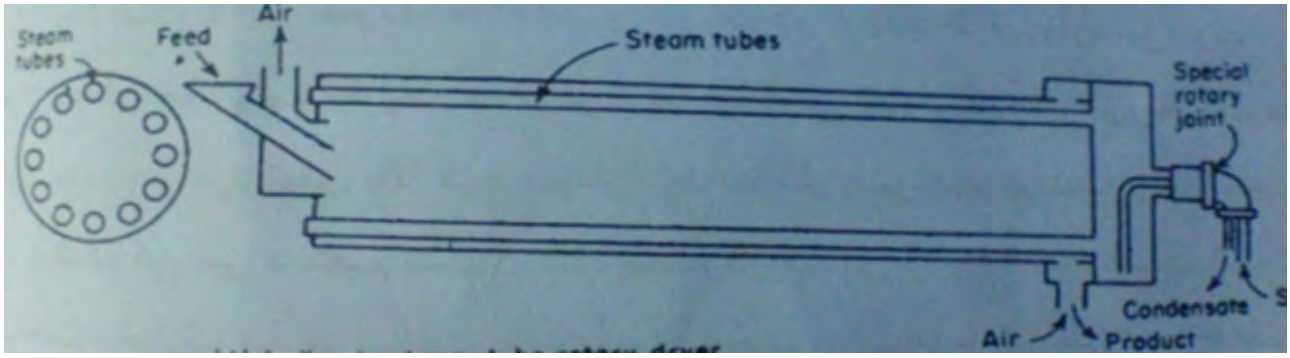
نوعی دیگر از خشک کن های دوار;خشک کن های دوار با جریان سراسری هستند.در اینجا پاشیدگی جامد به جریان گاز وجود ندارد و در نتیجه حداقل آشفتگی را دارد.این سیستم برای خشک کردن در درجه حرارت بالا و پایین ، برای موادی که معمولا در خشک کن دوار خشک می شوند مناسب است .











خشک‌کن دوار مستقیم:

این نوع خشک کن معمولاً شامل یک استوانه فلزی ساده بود و برای درجه حرارتهای پایین و یا متوسط مناسب می‌باشد. برای درجه حرارتهای عملیاتی که در حد پایین می-باشد از فلزات با خواص مناسب آن را ساخته‌اند.

خشک‌کن لوله بخار غیرمستقیم :

این نوع خشک‌کن شامل یک استوانه ساده است که مجهز به یک، دو و یا سه ردیف لوله می‌باشد ودر هنگام عملیات حاوی سیال حرارتی است و در داخل استوانه به صورت طولی نصب شده‌اند. این نوع برای خشک‌کن‌هایی که دارای درجه حرارت بخار (سیال

حرارتی) هستند مناسب می‌باشد و برای خشک کردن موادی که به آلودگی حساس هستند و نباید در تماس با گاز احتراق باشند کاربرد دارد.

خشک‌کن کرکره‌ای:

در این خشک‌کن گاز در داخل بسته سیر لوله می‌شود و مانند خشک‌کن‌های دوار مستقیم برای درجه حرارتهای پایین و متوسط مناسب است.

خشک‌کن مستقیم کرکره‌ای:

هوای داغ (یا هوای سرد) ازمیان کرکره‌ها به داخل استوانه دوار دو جداره دویده می-شوند و از لای کرکره‌ها عبور کرده و به داخل بستر مواد جامد دمیده می‌شود و در این حال استوانه یا شل می‌چرخد وجود پره‌های کرکره‌ای مانند باعث می‌شود که هوای داغ به صورت یکنواخت به بستر مواد جامد رسیده و عمل انتقال حرارت و جرم بهتر صورت گیرد.

خشک‌کن دوار غیرمستقیم لوله بخار:

لوله‌های بخار گرم کننده به صورت قرینه‌وار و متحدالمرکز در یک دو و یا سه ردیف نصب شده‌اند و همراه استوانه خشک کن می‌چرخند این لوله‌های بخارممکن است از نوع لولهٔ ساده باشند که بخار در طول آن ضمن حرارت دادن کندانس شده و این آب کندانس شده از طریق تله بخار دفع می‌شود.(تله بخار دارای این خاصیت هست که به مایع اجازه می‌دهد که از آن عبور کرده و خارج شود ولی از خارج شدن فاز گازی ممانعت می‌کند.) هوایی که از خشک کن خارج می‌شود خارج می‌شود تقریباً نزدیک به اشباع است زیرا مقدار هوایی که در این خشک کن لازم است، معمولاً خیلی کمتر از مقدار هوای مصرفی در خشک‌کن‌های نوع مستقیم است.

بخار داغ وارد لوله‌ها شده و پس از کندانس شدن از آن خارج می‌شود. جسم خشک شده از درون روزنه‌هایی که در شل قرار دارند خارج می‌شود. این روزنه‌ها دارای دیواره‌هایی هستند که باعث می‌شود عمق بستر در داخل شل همیشه به اندازه کافی باقی بماند. این خشک‌کن‌ها به ویژه برای خشک کردن موادی مناسب است که زمان

خشک کردن با شدت نزولی انها طولانی بوده و بتوان آنها را در زمانی نسبتاً طولانی در یک دمای ثابت نگه داشت .دوران شل در ضمن اینکه موجب هم زدن مواد بستر شده و از ایجاد کیک جلوگیری می‌کند، باعث سهولت جریان بخار آب نیز خواهند شد و به دلیل اتلاف حرارتی پایین جریان هوای خروجی، راندمان بالاست این خشک‌کن برای موادی که نسبت به حرارت حساس هستند مناسب است. زیرا که درجه حرارت ماکزیمم دقیقاً قابل کنترل می‌باشد و این دما توسط دمای عامل گرم کننده (بخار) کنترل می‌شود.

در این نوع خشک‌کن‌ها معمولاً خوراک مرطوب از طریق انتقال دهنده مارپیچی و یا ریزشی به داخل خشک‌کن وارد می‌شود و در خشک‌کن‌های معمولی، محصول خشک شده در انتهای استوانه از لابه لای لوله های بخار به بیرون ریخته می‌شود .بااین کار همچنین هوای استفاده شده جهت خشک کردن و دیگر گازهای موجود ازداخل خشک-کن خارج می‌شود. به دلایل زیاد جهت جریان کاز و مواد جامد متقابل می‌باشد.

محاسبه قطر خشک‌کن:

بادرنظر گرفتن روش چگونگی عملیات و میزان رطوبت قابل قبول برای محصول و دمای هوای خروجی مقدار هوای لازم و دمای ورودی آن موازنه جرم و حرارت مشخص می‌شود. سرعت هوا نبایستی خیلی زیاد باشد، زیرا در این صورت مواد جامد بیش از اندازه منتقل می‌شوند .برای مواد زبر و درشت (Coarse) تجربیات عملی مشخص کرده سرعت متوسطی برابر 5/2برای هوای خروجی لازم است. برای مواد زیر (پودری) سرعت خیلی کمتری لازم ایت. یک روش تجربی برای محاسبه سرعت هوا، برابر گرفتن آن با نصف سرعت حد سقوط آزاد کوچکترین ذرات موجود در محصول است. سطح مقطع و قطر خشک‌کن را با این فرض که سطح مؤثر برای جریان هوا 85٪ سطح کل است می‌توان محاسبه نمود.

محاسبه طول خشک‌کن:

اگر زمان خشک شدن را به طریقی بتوان تعیین نمود (در یک واحد خشک‌کن موجود و یا در آزمایشگاه در تحت شرایطی که در خشک اصلی موجود است) این زمان برای طراحی مکانیکی خشک کنی که در زمان اقامت مواد درآن، مقدار کمی از زمان خشک شدن بیشتر باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد. رابطه‌ای که می‌توان از آن استفاده نمود قبلاً ذکر شده است. مسئله مهم در ایفا یکسان بودن شرایط در خشک‌کن آزمایشگاهی و خشک‌کن اصلی است و این بدان معنی است که زمان خشک شدن می‌بایستی از روی یک خشک‌کن مقیاس صنعتی و با یک طرح بزرگ نیمه صنعتی تعیین شده باشد.

محاسبه طول خشک‌کن مسئله ای است که تواماً با انتقال جرم و انتقال حرارت مربوط می‌شود. کل تغییرات مقدار زیرطوبت خوراک در خشک‌کن به تعداد مناسبی تقسیم می‌شود. این تقسیمها شامل مراحل پیش گرم نمودن خوراک (که خوراک را به دمای حباب مربوط می‌رساند) و مرحله خشک شدن با شدت ثابت و بقیه تقسیمات (6 تا 10 قسمت)مربوط به مرحله خشک شدن با شدت نزولی می‌شود. اگر محاسبات با استفاده از کامپیوتر انجام شود می‌توان تعداد تقسیمات را زیاد نمود و دقت محاسبات را افزایش نمود. طراح یک خشک‌کن باید هر طراحی را با یک مسئله مجزا و منفرد بداند، طرحهای دیگران تنها می‌تواند، راهنمایی برای طراحی او باشد.

دمای خوراک و دمای هوا و دمای حباب مرطوب معلوم است انگاه طول قسمت پیش گرم نمودن خوراک و رساندن خوراک به دمای حباب و قسمت خشک شدن با شدت

ثابت با استفاده از ضرائب انتقال حرارت محاسبه می‌شود (فرض می‌شود که در قسمت پیش گرم نمودن خوراک، خشک شدن صورت نمی‌گیرد) برای محاسبه طول قسمتی از خشک کن که درآن خشک شدن با شدت نزولی صورت می‌گیرد، ضریب انتقال جرم درواحد طول، بر حسب تابع از مقدار رطوبت لازم است. ضریب انتقال حرارت درسرتاسر خشک‌کن را می‌توانیم ثابت فرض کنیم. شاید بهتر باشد نخست زمان خشک شدن تخمین زده شود و آنگاه طول خشک کن برای تامین زمان فوق محاسبه شود. این روش محاسبه اساساً مشابه روش قبل است با این تفاوت که مراحل محاسباتی آن متفاوت است.

طراحی خشک کن دوار:

برای طراحی یک خشک کن دوار باید موارد زیر را محاسبه کرد:

1.طول و قطر خشک‌کن - 2. شیب خشک‌کن

3.مقدار هوای لازم برای عمل خشک‌کردن - 4. مقدار حرارت لازم

5.جهت جریان - 6. تعداد دور استوانه در واحد زمان

برای بدست آوردن موارد بالا بایستی یک سری معلومات داشته باشیم که عبارتنداز:

1.رطوبت و دمای هوای موجود

2.رطوبت و دمای هوای خروجی از گرمکن

3.رطوبت و دمای هوای خروجی از خشک‌کن

4.رطوبت ماده ورودی

5.مقدار محصول در واحد زمان

6. میزان رطوبت محصول

۲.خشک کن های تونلی:

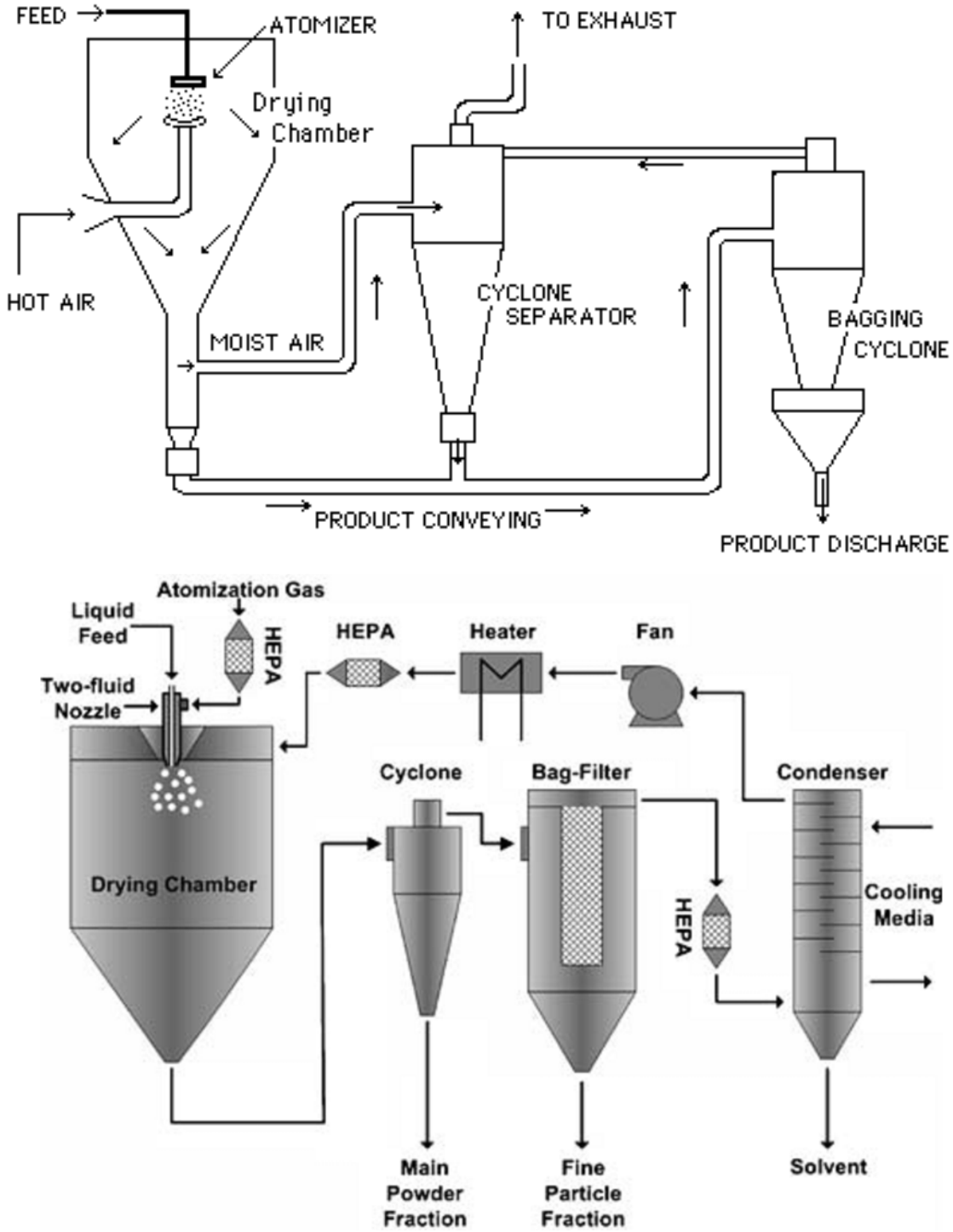
خشک کن های تونلی جهت خشک کردن انواع سبزیجات ، میوه ها ، گیاهان دارویی و ... کاربرد دارند. عملیات خشک کردن با استفاده از هوای گرم فیلتر شده و غیر مستقیم ،

بدون تماس با دود ،غبار و هرگونه ایجاد آلودگی در محصول انجام می پذیرد. در خشک کن های تونلی یک منطقه ای دما در تمام قسمت های تونل یکسان میباشد و تغییرات دما بصورت کلی انجام می گیرد، اما در خشک کن های تونلی چند منطقه ای دما در قسمت های مختلف تونل متفاوت است. این دستگاه توسط کامپیوتر کنترل میشود و نمودار های دما – زمان و رطوبت – زمان در هر لحظه قابل روئیت و ذخیره می باشد.

۳. خشک کن های پاششی spray dryer:

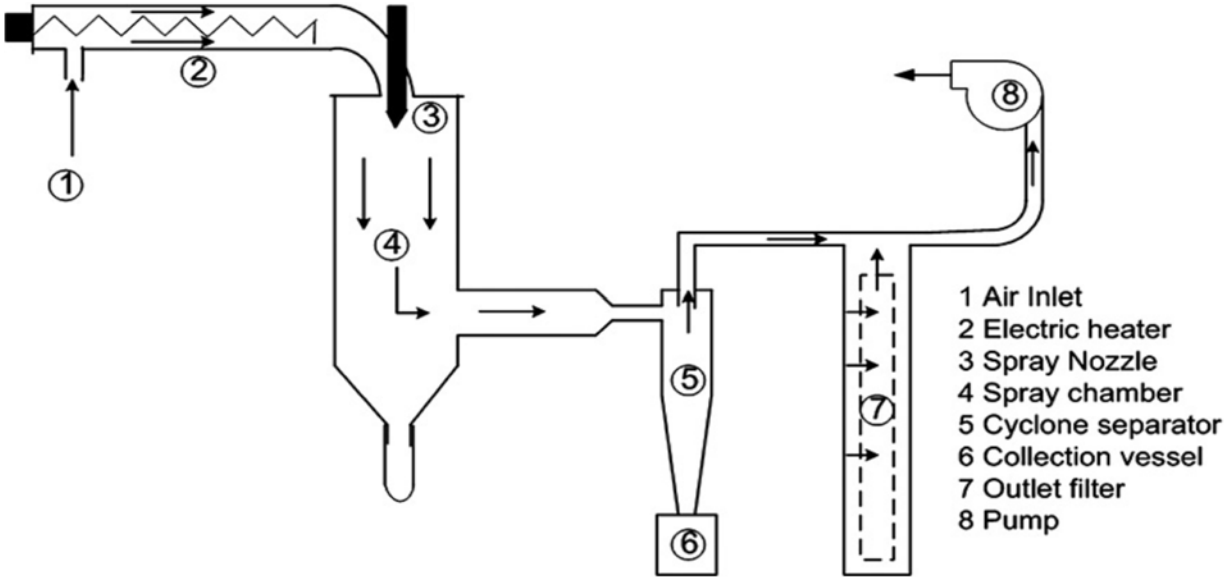
فرآیند خشک کردن یکی از پروسه هایی است که در اکثر مراکز صنعتی به چشم می خورد . این فرآیند به میزان 15 % از کل انرژی مصرفی در صنایع را به خود اختصاص داده است . در میان حدود 400 نوع خشک کن شناخته شده خشک کن پاششی یکی از پر مصرف ترین خشک کن ها در صنایع می باشد . در سال1872 میلادی آقای پِری سیستم پاشش را برای خشک کردن به منظور افزایش سطح تماس خشک شونده وخشک کننده ارائه کرد و از آن پس عملکرد این روش برای پژوهشگران و صنعتگران معرفی و شناخته شده تا آنجا که از اوایل نیمهٔ دوم قرن بیستم، روش پاشش در خشک کردن انواع بسیاری از مواد به کار برده می شود .از آن زمان به بعد تحقیقات بسیاری در این زمینه آغاز گردید .آقای P.V.C خشک کردن و روش تولید اسیدفسفریک با خشک کن پاششی را شرح داده است . در صنایع سرامیک آقای Lanhamبر روی تنظیم

دما و شدت جرمی هوای د اغ در خشک کن های پاششی برای رسیدن به یک Stormرطوبت مطلوب در تولید پودر مرطوب جهت پرس، تحقیقات وسیعی را انجام داده اند و آقایAllen نیز در مورد تولید فریت ها از طریق خشک کن پاششی، نتایج با ارزشی را ارائه کرده اند.

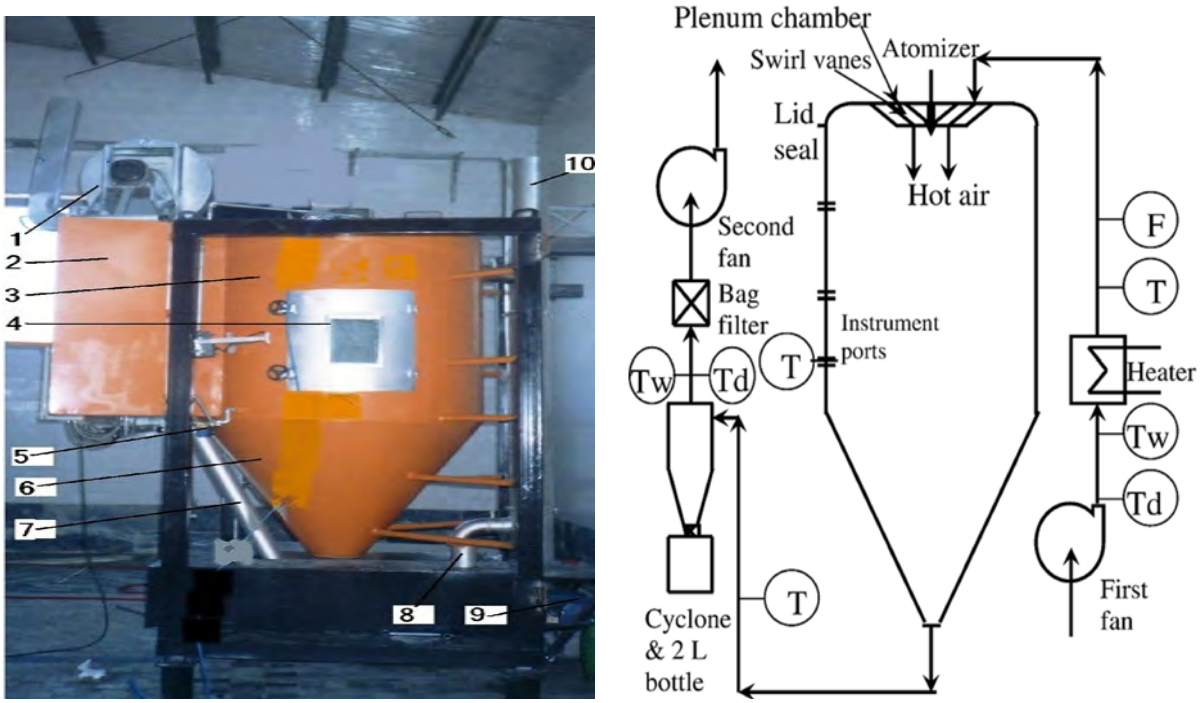


Schematic illustration of the experimental spray drying set-up

این روش برای مواد غذایی مایع مثل شیر ، آبمیوه ، آب گوجه فرنگی و آب پنیر به کار می رود در این روش ماده غذایی در دستگاه تبخیر کننده تغلیظ و سپس توسط یک اتو مایزر به صورت پودر به داخل خشک کن پاشیده می شود و از قسمت پایین هوای گرم با ذرات ماده غذایی برخورد نموده و رطوبت را از ماده غذایی جدا می کند . در این سیستم مایعی که قبلا تا حدودی تغلیظ گردیده است تحت اثر فشار به درون محفظه ای که دارای هوای داغ است به صورت ذرات بسیار ریز پاشیده می شود . درجه حرارت دستگاه معمولا از 300 درجه سانتی گراد تجاوز نمی کند و قطر ذرات نیز ممکن است بین 10 الی 250 میکرون باشد .عمل خشک کردن فقط در چند ثانیه صورت می گیرد . پس آسیب حرارتی نداریم . عمل پودر کردن و تبدیل به ذرات ریز شدن مواد غذایی با استفاده از تجهیزاتی به نام اتو مایزر صورت می گیرد . در spray draer این احتمال وجود دارد که هوایی که از برج خشک کننده خارج می شود حاوی مقداری از مواد غذایی خشک شده باشد پس میتوان آن را وارد سیکلون کرد . ذرات خشک مواد غذایی به دیواره داخلی سیکلون برخورد کرده و انرژی خود را از دست می دهد و در قسمت تحتانی آن جمع می شود .



Schematic diagram of the Büchi spray drier



Schematic diagram of the pilot-scale spray dryer

توصیف فرایند ها :

مایع به بالای محفظه خشک توسط یک تلمبه حفره پیش برنده ، تلمبه زده می شود . که یک جریان خیلی آهسته و جریان ثابتی را فراهم می کند . این جریان توسط دو افشانک سیال اسپری می شود و به یک محفظه خشک وارد می شود هوای داغ به داخل حفره ها

به سوی محفظه ها وزیده می شود که باعث تبخیر از رطوبت سطح می شود . رطوبت لازم در ذره ها در زمان تبخیر شده است ذره به نقطه تخلیه در پایه مخروط می افتد . در این ترکیب ، دما هرگز از دمای ترموتر هوای اگزوز فراتر نخواهد رفت زیرا یک هواکش در مرکز گریز ، کنترل را بروی شاخابه جریان هوا انجام می دهدو دمای شاخابه به وسیله استفاده از یک کنترل کننده در سه دوره تلفیق با یک گرم کن الکتریکی تنظیم می شود .

یک هواکش سریع متغیر ، هوا را از محفظه توسط یک جدا کننده گرد بار بیرون می کشد این سیستم هواکش فشاری کششی ،یک انعطاف پذیری را جهت عملکرد محفظه در فشار های متغیر با زمان فراهم می نماید . جمع آوری دو پودر یکی در پایین محفظه اصلی و دیگری روی جدا کننده گرد بار جمع می شود . این خصوصیات به اجزا در سایز های مختلف این اجازه را می دهد که هم زمان با هم و جداگانه عمل جمع آوری را انجام دهند . بیرون آوردن رطوبت نسبی هوا می تواند ارزیابی و کنترل شود بنابراین به سیستم اجازه میدهد که در سطح RH اجرا شود . افشانک یک مخلوط خارجی با دو سیال می باشد . هوای فشرده به سمت جریان روان هدایت می شود . دهانه این نوع از افشانک از نوع تک سیال بزرگتر است بنابراین جهت اسپری کردن محصولات چسبنده تر مناسب است حتی محصولاتی مانند جامدات .

ترکیب اسپری خشک شونده پیشخوان جاری :

اسپری خشک کننده FT8O به عنوان استاندارد با دو افشانک و شیلنگ افشانک یکی برای جاری شرکت و یکی برای جاری پیشخوان تهیه شده است . در ترکیب پیشخوان جاری ، افشانک در پایین محفظه قرار گرفته و به سمت بالا در جریان هوای گرم پاشیده شده است .

ملحقات خنک کننده طبقه سیال :

یک ملحقات اختیاری جهت فراهم کردن خنک کننده نهایی از اسپری پودر خشک شده در یک طبقه سیال استفاده می شود . این مشخصه خصوصا در هنگام خشک کردن پودر ها شامل پودر های بی فایده به عنوان مجموعه سیال مفید می باشند .

ترکیب اسپری سرد کننده :

سرد کردن اسپری برای جریان هوا از هواکش شاخابه به محفظه اسپری به جای گرم شدن سرد شده است . هوا با استفاده از آب سرد خنک شده است .اسید خنک کننده FT81 کاملا با واحد (سرمایش) خودش تهیه شده است . ترکیب پیشخوان جاری به طور عادی برای سرد سازی اسپری به کار برده شده است .

ملحقات کیسه پر کن FT81-70-FT8-70:

ملحقات کیسه پر کن ، برای خوجی هوای اگزوز استفاده شده است و کیسه ها تمامی(محصول)خاک باقی مانده را در جریان هوا خارج می کند در نتیجه هوای تمیز می تواند مستقیما به منطقه کاری ، بدون نیاز به عمل بیشتر یا استخراج هواکش به بیرون رود . این فیلترها جهت استخراج مواد سمی یا مواد پر خطر طراحی نشده است .

کاربرد ها :

- راه حل های سوکروز
- فرمول ها
- نمونه نرم افزار
- پروتئین های آب پنیر
- فرمولهای طعم دهنده میوه

www.icheh.com

- فرایند خنک کننده طبقه سیال

ملحقات گرمایش ردیابی FT81-65:

ملحقات گرمایش ردیابی ، هنگامی که محصول می بایستی بالای کمترین درجه مطمئن به پخش کننده اسپری نگه داشته شود لازم می باشد .

در دستگاه های اسپری یک قسمت گرم کن در بدن قلمه و یک گرم کن در بدنه ظرف (بیشتر پخش کننده های اسپری) طراحی شده است . کنترل گرمایش ، در یک جعبه اصلی جداگانه می تواند روی واحد کنترل اصلی قرار گیرد . دو کنترل دمای مستقل ، برای دمای دیواره ظرف تغذیه و دمای بدنه افشانک به کار برده شده است گرچه در درجه اول برای سرد کردن اسپری نیاز است ولی این ملحقات می تواند با اسپری خشک تر به کار برده شود .

نکته : گرمایش ردیابی برای گرم کردن محصولات و جهت حفظ کردن محصول در یک دما طراحی شده است .

شبیه سازی خشک کن پاششی با استفاده از تکنیکهای CFD:

هدف از این طرح، مدلسازی سه بعدی خشک کن پاششی کارخانه سرامیک الوند (خشک‌کنی ناهمسو، جریان فواره‌ی و33 اتومایزر فشاری) و همچنین تحقیق و مدلسازی دو بعدی الگوی جریانی داخل یک قطره دوغاب (سیال درون قطره در سه دسته نیوتنی، هرشل بالکلی و بینگهام پلاستیک) Clayکه در معرض جریان سیال هوی خارجی قرار گرفته است به کمک تکنیکهی CFD می باشد. ابتدا هندسه میدانهای فیزیکی توسط GAMBITتولید گردیده است و سپس به حل میدانهای جریانی جرمی و حرارتی توسط نرم افزار FLUENTاقدام گردیده است.در زمینه مدلسازی خشک کن پاششی مدل با در نظر گرفتن تئوری اویلری-لاگرانژی بری فاز پیوسته و ناپیوسته به خوبی و با تطابقی عالی توانست دما و رطوبت هوای خروجی و همچنین رطوبت و دمای پودر خروجی را پیش‌بینی نموده و همچنین مسیر ذرات و زمان اقامت آنها را محاسبه و تعیین نماید. در زمینه مدلسازی الگوی جریانی داخل یک قطره دوغاب با

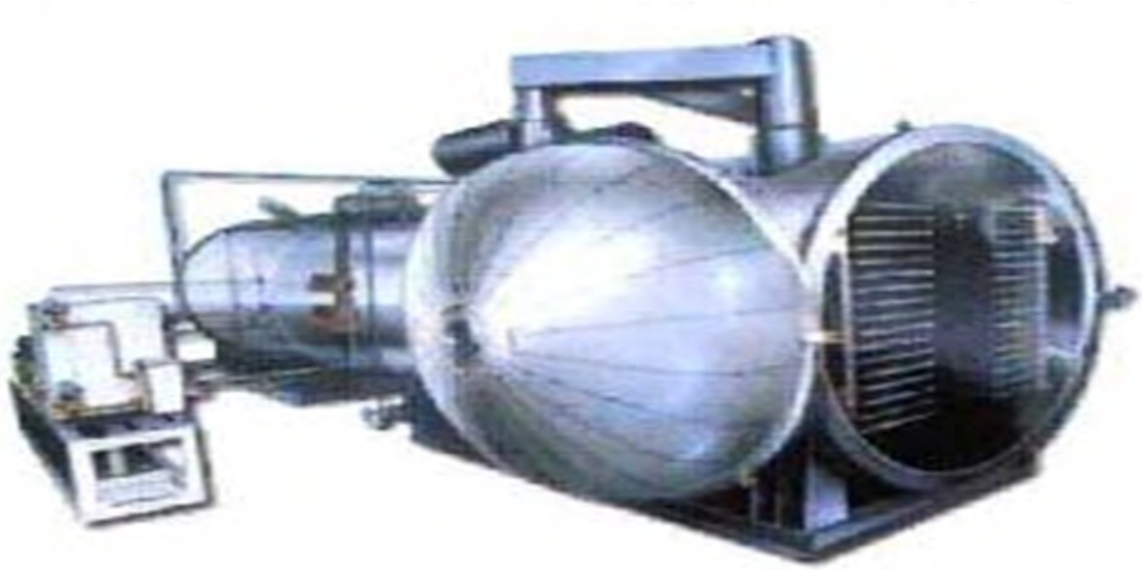
استفاده از نتایج بدست آمده از مدلسازی اثر غلظت و قطر متوسط ذرات توزیع یافته در دوغاب بر میزان سرعتهای بدست آمده در قطره و همچنین ضرایب درگ بررسی گردید. بر این نتایج بدست آمده پس از تعریف عدد بی بعد مناسبی معادلاتی برازش گردید تا اثر خواص رئولوژیکی دوغاب و سیال خارجی و همچنین سرعت گذر سیال خارجی برضریب درگ و نیروی وارد بر قطره با روابط ریاضی قابل درک بهتری باشد.

٤. خشک کن های نواری تحت خلاءِ VACCUM BELT DRIERS:

به طور طبیعی آب تحت فشار 1 اتمسفر در دمای 100 درجه به جوش می آید. کاهش فشار در سطح آب مطابق با جداول ترمودینامیکی، موجب کاهش دمای جوش آن میشود. این کاهش فشار بر فرآیندی مانند تبخیر سطحی نیز تاثیری مشابه دارد، لذا در خشک کن های تحت خلاءِ کاهش فشار کابین خشک کن منجر به تبخیر آب موجود در مواد، در دمای پایین تر خواهد شد که این خشک شدن در دمای پایین تر موجب افزایش کیفیت محصول نهایی میگردد. منطق عملکرد خشک کن های تحت خلاءِ بر اساس اصل فوق میباشد.

از این سیستم برای خشک کردن مایعات ، مایعات غلیظ شده و مواد دوغاب مانند غذایی استفاده می کنند . سیستم از یک نوار فولادی ضد زنگ تشکیل شده که مسیری را در دور دو استوانه تو خالی طی می کند . یک استوانه حاوی بخار و دیگری دارای جریان آب سرد است . از قسمت پایین ماده مورد نظر به شکل مناسبی (مثلا با استفاده از یک غلتک گردان) روی نوار پخش می شود . در فاصله میان دیوار محفظه سیستم و بالا و پایین نوار وسیله تولید تابش مادون قرمز قرار دارد که به صورت تابشی ماده را حرارت می دهد در حالیکه در قسمت استوانه حرارت به شکل هدایتی منتقل می گردد . میزان خلاءِ در سیستم زیاد و حدود 2 میلی متر جیوه است رطوبت ماده تحت اثر حرارت و خلاءِ به حدود 2 درصد کاهش می یابد و بعد از استوانه سرد لایه خشک شده توسط تیغه ای تراشیده می گردد. ماده خشک شده در این سیستم به میزان کمی حالت پف کردگی دارد . برای ایجاد حالت پف کردگی بیشتر می توان در مایع مربوطه (مثل شیر) گاز نیتروژن دمید و آن را با شیر مخلوط کرد .

این گاز در شرایط خلاءِ زیاد موجود در سیستم ، با شدت خارج می شود و حالت پف کردگی بیشتر می گردد . این پف کردگی که به دلیل خلل و فرج زیاد است ،کار خشک کردن در مراحل آخر و همین طور عمل جذب آب توسط ماده خشک شده را تسریع می کند . این سیستم برای خشک کردن موادی نظیر : عصاره میوه ها ، عصاره قهوه ، سفیده و زرده تخم مرغ قابل استفاده است .



کار اصلی خشک کن های نواری تحت خلاءِ:

فرض کنید که این نوارهای خشک کن قادر به تلمبه زدن می باشند و به طور مساوی برای نوارها به وسیله افشانک ها (یکی برای هر نوار) در یک دمای ثابت و تغلیظ به کار می رود . خلاءِ در جائیکه این خمیر به حرکت افشانک می انجامد تاثیر مطلوبی برای یک واحد گاز دار دارد ، در حالیکه به عنوان یک لایه نسبتا بالاتر بروی نوار گذاشته شده است .این شرایط مطلوبی را برای حرارت وانتقال مواد جهت خشک کردن مواد و شکل دادن یک انتقال راحت فراهم می نماید . نوار بروی گرمایش حرکت کرده و به مناطق گرمایش شخصی پخش می شود . آخرین منطقه به طور عادی جهت خنک نمودن محصول استفاده می شود .

www.icheh.com

ویژگی خشک کن ها تحت خلاءِ:

در بین نیاز های شخصی متعدد از تنوع وسیع مناطق کاربردی در خشک کن تحت خلاءِ چهار مورد مطلوب ترین هستند :

- بارگیری کارآمد محصول
- اجرای نوار راست (بدون انحراف)
- فرایند خشک کن مناسب
- ویژگی های نوار خشک کن و عملکرد طولانی مدت

در عوامل زیر که این طبقه ها را تحت تاثیر قرار می دهند موارد ذیل توصیف شده اند :

- بارگیری کافی محصولات برای بارگیری مناسب
- جهت بارگیری مناسب محصولات می بایستی :
- به یک اندازه در تمامی نوارها توزیع شود .
- تمالمی پهنای نوار می بایستی استفاده شود .فرایند ها

کار اصلی نوار خشک کن تحت خلاءِ:

همانگونه که افشانک ها ، لایه را به بالای 10 نوار در زمان مشابه به کار می برند ، (عکس را مشاهده کنید) ، نوارها می بایستی در تمامی دوره ها دقیقا یکی بالای دیگری قرار بگیرند . اگر یک نوار به یک طرف حرکت کند زاویه گردان کاربر می بایستی کاهش یابد که منجر به کاهش در کارایی بالا به چندین درصد میگردد . انتخابات با دقت در مورد ماده خام ، تجهیزات و تولید ، بافت ساختار نوار ، همگی تاثیر سرنوشت سازی را در بارگیری محصول دارند .

بنابراین نوارها می بایستی موارد ذیل را داشته باشند :

- خصوصیات مواد همیشگی
- ساختار مناسب بافت
- تنظیم کردن خصوصیات و ویژگی ها عمدتا تاثیر گرفته ، به وسیله ساختار بافت

www.icheh.com

- منحرف کردن (تاب برداشتن) از خط موازی ساختار و در زاویه قائمه به طول نوار :
- بستن دقیق نوارها نصب شده (زیاد شده)
- تنظیم نوار خشک کن . که این موارد امنیت سیستم را افزایش می دهد .

علی رغم انتخاب خوب مواد و تولید امکان تاثیر ان از تولید بر گرمایش و همچنین وسایلی که نوارها را نگه می دارند ، دارند .

تاثیر منفی نوار بر اجرای طولانی مدتش در خشک کن انجام می شود . ساختار بافت نوار ، عامل برجسته تعریفی این خصوصیات اجرایی می باشد .

روشهای خشک کن مناسب :

یک فرایند خشک کن مناسب ساختار تعادل با دقت بین کارایی و حفاظت مرغوبیت محصول می باشد . تنظیم برنامه و همچنین انتخاب نوار بر کیفیت فرایند خشک کن تاثیر می گذارد . مشخصه های محصولاتی که به صورت قوی خشک می شضوند بر انتخاب نوار تاثیر می گذارند . نکات زیر در مورد توجه در هنگام عملکرد خشک کن شده اند :

- محصول ویسکوزیته
- انتقال محصول در انتهای نوار
- انتقال خوب حرارت به محصول

محصولات ویسکوزیته پایین می تواند به آسانی توسط نوارهای توری باز جاری شوند .(نوار های بافته)و روی گرم کن قرار گیرند . انتقال محصول در انتهای نوار هم مشکل می شود . این بدان معناست که این محصولات نیاز به نوار خشک کن در یک سطح غیر متخلخل را دارند . همان طور که محصولات بسیاری شاملر شکر و این گونه محصولات چسبناک می شوند ، اغلب نوار ها با یونیت اوپریشن مخصوص استفاده می شوند .

www.icheh.com

۵. خشک کن کابینتی CABINET DRAIER:

جهت خشک کردن سبزی ها و میوه ها بکار می رود .موتد غذایی مورد نظر را روی سینی های استیل یا چوبی پخش کرده و سینی ها را روی واگن قرار داده ، سپس وارد خشک کن می شود . هوای بیرون با رطوبت کم از طریق ذریچه ای به داخل خشک کن کشیده می شود و از صفحات رادیاتوری که توسط بخار گرم می شوند گذشته و سپس هوای گرم شده از طریق پنکه روی سینی ها هدایت می شوند و مواد غذایی خشک می شوند .

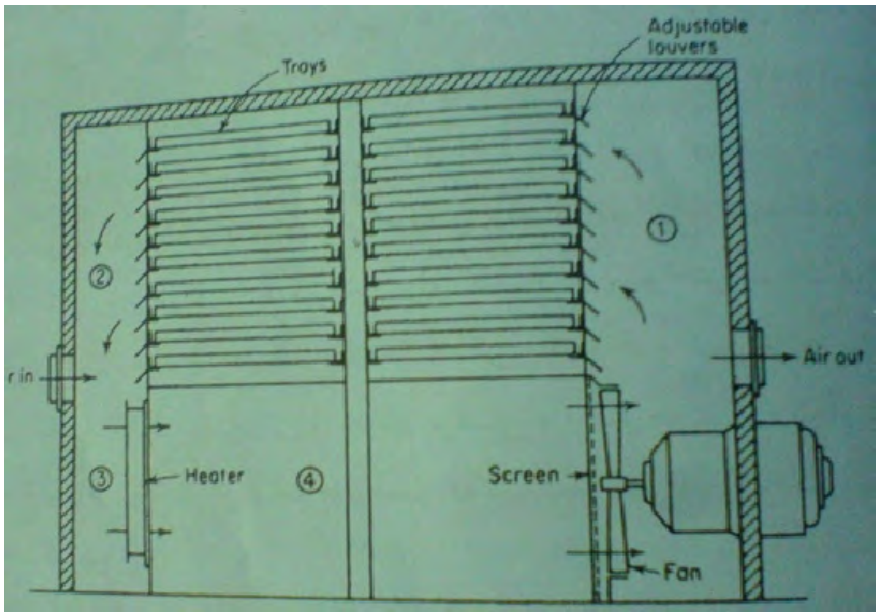
عملکرد :

باید یک دستگاه تهویه در مواقع لازم روغن کاری شده و گرم کن مرتبا تمیز شود .این دستگاه خشک کن می تواند بصورت یک روش پیوسته ویک دست عمل کند .

در این روش دستگاه خشک کن ، با یک مقدار معینی از مواد غذایی ، بارگیری شده است . ترموستات گرم کن را به درجه حرارت مطلوب خشک کن تنظیم می کند . ترموستات نصب ایمنی را به بالای 5 تا 10 درجه و پایین 120 درجه فارنهایت (50 درجه سانتی گراد) تنظیم می کند . بخاری (گرم کن) تا زمانی که به نقطه دما برسد اجرا خواهد شد که رطوبت کابینت را منتقل کرده و آنرا به رطوبت نسبی مطلوب می رساند . هواکش اگزوز عمل خواهد کرد تا رطوبت نسبی به نقطه تنظیم پایین بیاید . تا زمانی که هواکش عمل می کند هوای تازه بیرون به هوای عقب خشک کن به وسیله یک حائل ورودی هوا ، منتقل می شود .

حائل ورودی با استفاده ار یک موتور حائل (کرکره)یا توسط یک گرانش کرکره ، باز و بسته می شود . نظارت دما و رطوبت نسبی در جریان تهویه هوا مابین گرم کن (بخاری) بسیار مهم است و مواد بایستی خشک شود و هوای خشک کن باید گرم و خشک باشد . در صورتی که خشک کن با مواد مرطوب و به سختی پر شده باشد ،گرم کن شاید به صورت اضافه بارگیری شود و قادر به بالا بردن دما به نقطه تنظیم نباشد در حالیکه در همان زمان گرمایش کافی ، هوای تازه بیرون را به رطوبت نسبی در خشک کن پایین می برد . در این وضعیت یک مصالحه مابین دمای مطلوب و رطوبت نسبی یا کاهش نرخ بارگیری بوجود می آید .

www.icheh.com

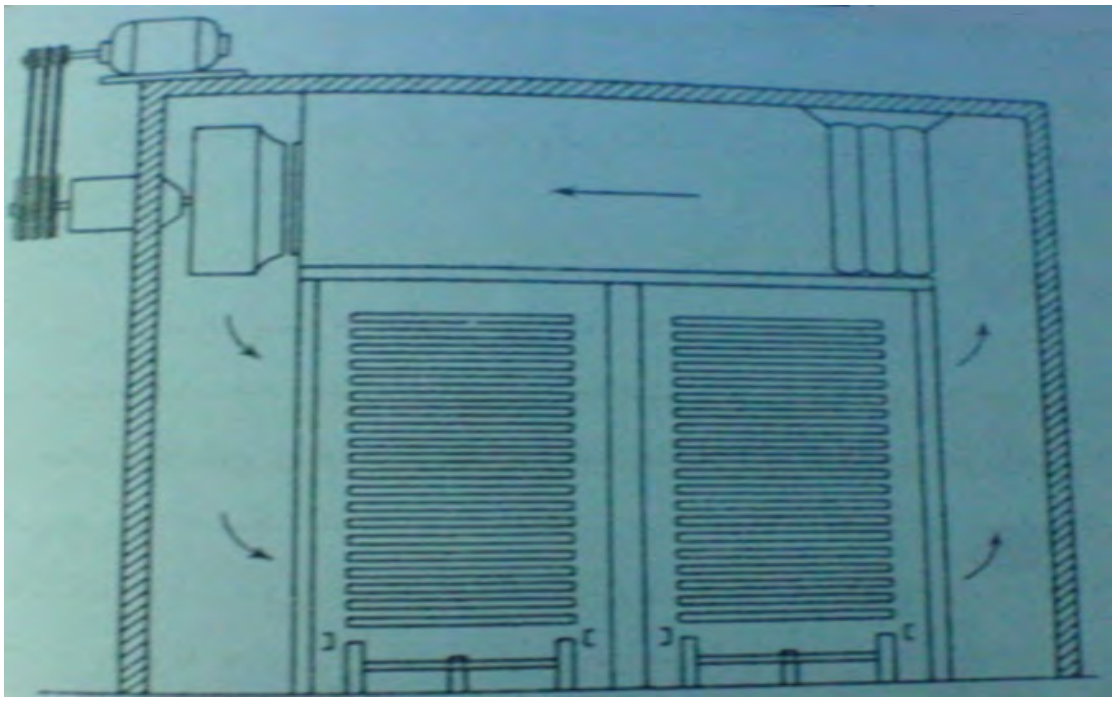


همچنین تنظیم دمای بالا ممکن است به محصول آسیب وارد کند و تنظیم دمای پایین ممکن است قبل از اینکه مواد خشک شده باشد به دلیل زمان طولانی خشک شدن فاسد گردد . رطوبت نسبی بالا مواد را از خشک شدن تحت میزان رطوبت باز خواهد داشت (برای رطوبت نسبی). این به عنوان محتوای تعادل رطوبت شناخته شده است و وابسته به رطوبت نسبی هوا می باشد . استفاده دمای بالا و رطوبت نسبی پایین سرعت خشک کردن را افزایش می دهد . به هرحال باید کنترل شود که به دستگاه آسیب وارد نشود و به خشک شدن بیش از حد مواد نیانجامد .

در روش انباشته ، گرم کن هنگامی که مواد مرطوب وهمچنین هنگامی که مواغد خشک باشد ، به طور پیوسته در آغاز یک دست کار خواهد کرد .

اگر خشک کن بتدریج بارگیری شده باشد ، یک سینی در یک زمان از پایین به بالا می رود و هنگامی که خشک کن کامل باشد اولین سطح سینی بارگیری شده ، خشک می باشد (سطح پایینی) . سپس یک نمونه بارگیری پیوسته برقرار خواهد شد . یک بار کامل ، اولین سطح ، هنگامی که خشک شود برداشته خواهد شد و سینی های باقیمانده یک سطح را پایین آورده و سطح بالایی با سینی های مواد تازه پر شده است . بنابراین آب مواد تازه باعث لکه کردن مواد در قسمت پایین خشک کن نمی شود . هوای خشک کن در پایین گرم خواهد شد و خنک کننده در بالای خشک کن به عنوان انتخاب کننده رطوبت از محصول می باشد که در جریان این سطح انتقال می یابد .

هنگامی که سینی ها به سطح بعدی پایین می آیند ، انتهای چرخش سطح پایین می یاید . خشک کردن در تمام خشک کن ها همشکل هستند . عمل چرخاندن سینی ها حتی به خارج از سرعت خشک کن منجر می شود و آن در صورتی است که جریان هوا به طور مساوی با خشک کن توزیع نشده است و هم شکل نیستند . این روش بارگیری یک جریان خشک کن را تولید می کند به طور دائم در روش بارگیری جریان هوای گرم کن به صورت پیوسته در تمام دوره خشک کردن کار خواهد کرد . گرم کن قادر به کنترل میزان بارگیری اضافی در خشک کن و کنترل دما خواهد بود و رطوبت نسبی در نقاط به آسانی تنظیم می شود . به هرحال ، جریان بارگیری هوا به طور پیوسته نیاز به کنترل بیشتر سطوح و خشک کردن یک دست دارد کنترل یک دست محصولات مانند ریشه های سنگ ینی (نوعی محصول) که دو هفته به طول میانجامد ، منجر به خشک کردن آن می شود . بارگیری پیوسته بار کار را در طول زمان به صورت زیاد تری پخش می کند . بیش از انتخاب بارگیری یک دست (تمامی سطح در یک لحظه) یا خشک کردن دائمی (یک یا دو سطح در زمان) می توان یک سیستم بارگیری تعدیل شده را انتخاب کرد مثل نیمه بارگیری سینی ها در شروع و سپس تیمه ای دیگر از سینی های خشک کننده .



مواد در ابتدا نیمه خشک هستند که بطور متناوب یک سوم مواد می تواند در یک روش مشابه برای بارگیری دائمی استفاده شود سیستم بارگیری ممکن است به سیستم های بارگیری دائمی ترجیح داده شود . هنگام بارگیری خشک کن ، مواد به یک عمق هم شکل در هر سطح پخش شده است . مواد در سینی ها به طور متراکم به هوا جهت جریان دادن آزادانه در اطراف تمامی سطح ، بسته بندی نخواهد شد . هنگام خشک کردن هر ماده برای اولین بار ، آنرا بصرت لایه های نازک استفاده می کنند . با تجربه لازم قادر به استفاده میزان بارگری سنگین تری می شویم و زمان طولانی ای را برای خشک کردن خواهیم یافت . اگر تمامی مواد در یک سطح خشک شود ، ممکن است سینی را برداشته وچندین ریشه را که هنوز خشک نیستند، در سطح دیگر جایگزین کنیم تا اینکه آنها خشک شوند زیرا مواد مرطوب نسبت به آن سطح خیلی سریع شروع به فساد می کنند . مواد مانده در سینی خشک شده و فضای زیادی از سینی را خالی می گذارند .

www.icheh.com

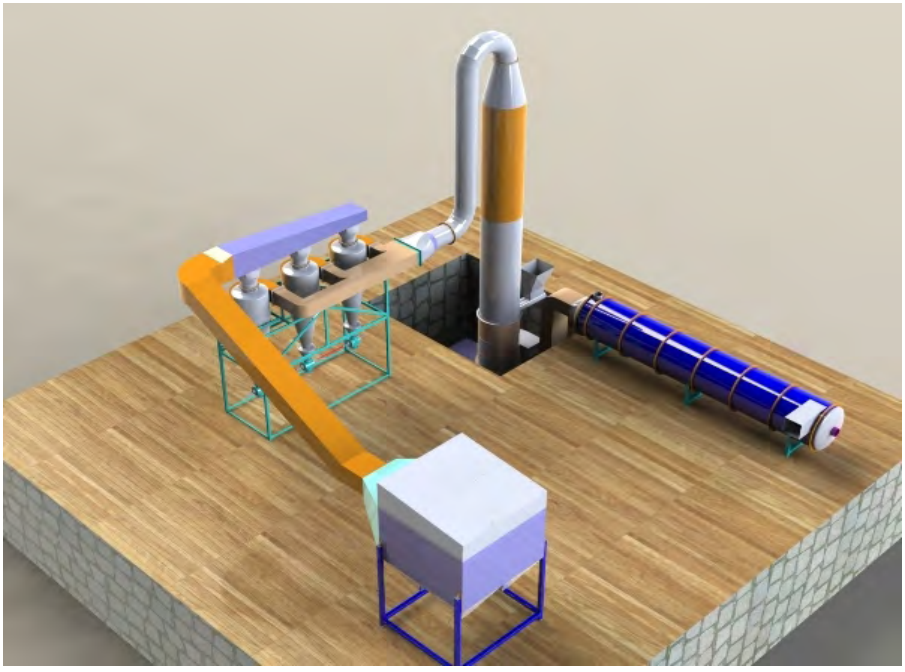
مشخصات فنی خشک کن های کامپی

مدل دستگاه	ACD40	ACD 80	ACD160	ACD320
طول	1.6m	2.6m	2.6m	4.5m
عرض	1m	1m	1.8m	1.8m
ارتفاع	2.4m	2.4m	2.4m	2.4m
تعداد سینی	40	80	160	320
وزن دستگاه	400kg	650kg	1100kg	1700kg
سوخت	گاز-گازوئیل-دوگانه	گاز-گازوئیل-دوگانه	گاز-گازوئیل-دوگانه	گاز-گازوئیل-دوگانه
مصرف گازوئیل	2.5L/h	4L/h	6.5L/h	9L/h
مصرف گاز	$7m^3/h$	$11m^3/h$	$17m^3/h$	$25m^3/h$
کنترل	تمام اتومات-کامپیوتری	تمام اتومات-کامپیوتری	تمام اتومات-کامپیوتری	تمام اتومات-کامپیوتری
برق مصرفی	2Kw/h	3Kw/h	4.5 kw/h	7Kw/h
نوع برق	تکفاز	تکفاز	تکفاز-سه فاز	تکفاز-سه فاز
تعداد کالسکه	-	2	4	8
جنس بدنه داخلی	استیل	استیل	استیل	استیل
جنس بدنه خارجی	استیل	استیل	استیل	استیل
جنس سینی ها	دیواره استیل-کف توری	دیواره استیل-کف توری	دیواره استیل-کف توری	دیواره استیل-کف توری
کاربرد	سبزیجات، میوه، گیاهان دارویی	سبزیجات، میوه، گیاهان دارویی	سبزیجات، میوه، گیاهان دارویی	سبزیجات، میوه، گیاهان دارویی
ظرفیت	200kg/24h	400kg/24h	800kg/24h	1600kg/24h
ابعاد سینی	84x42 cm	84x42cm	84x42 cm	84x42 cm
صفحه نمایش	15Touch	17Touch	17Touch	17Touch

توضیحات: لازم به ذکر است که اطلاعات فنی و دقیق مربوط به هر مدل بنا به سفارش مشتری قابل تغییر می باشد.

۶. خشک کن های فلش:

سیستم خشک کن های فلش شباهت زیادی به خشک کن های بسترسیال دارند. این خشک کن ها بیشتر برای مواد چسبنده و خمیری شکل مورد استفاده قرار می گیرند. مواد از قسمت فیدر وارد دستگاه شده و توسط آسیاب به ذرات کوچکتر تقسیم می شوند. هوای گرمی که از قسمت پایین دستگاه، دمیده می شود باعث کاهش رطوبت مواد شده و ذراتی که نیروی ثقلی کمتری نسبت به نیروی مقاومت هوا دارند را از دستگاه خارج و به طرف سیکلونها هدایت می کند. در آنجا هوا از قسمت بالا خارج و مواد معلق در هوا،ته نشین شده و توسط باررریز خارج می شوند

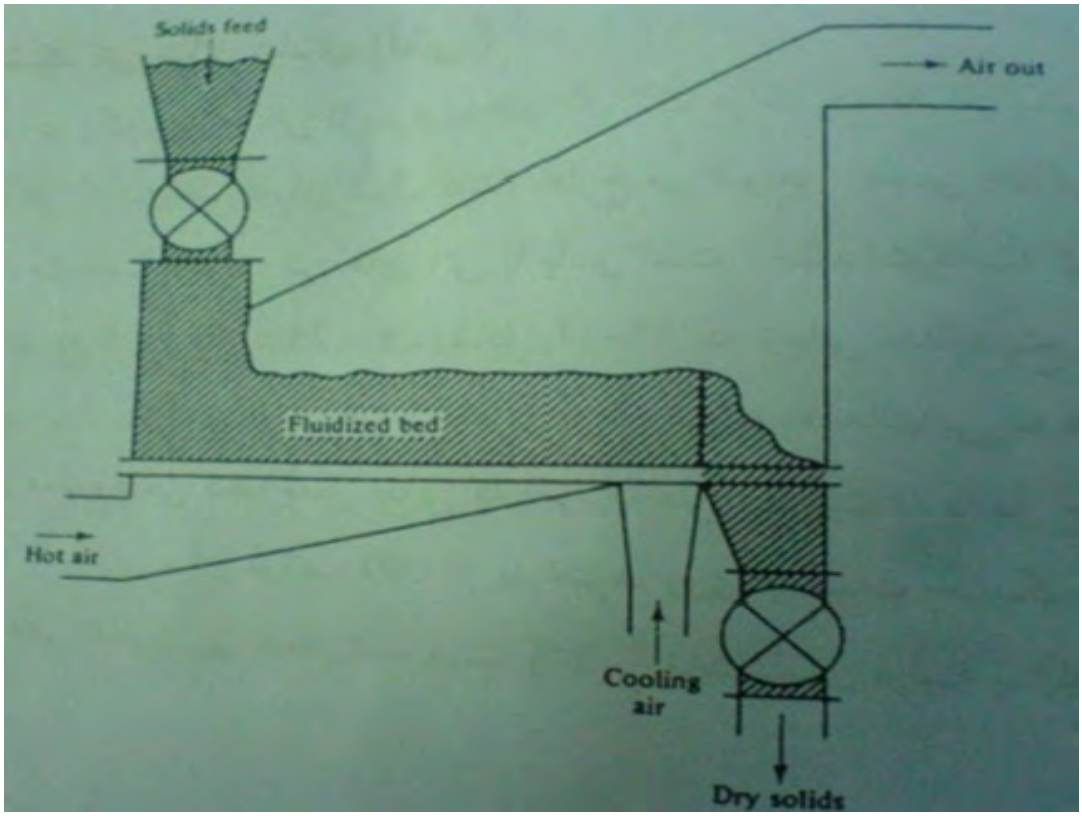


۷. خشک کن بستر سیال:

در فرآیند تبخیر سطحی، سرعت جریان و دمای سیال عبوری و سطح تبادل حرارت، عواملی تعیین کننده در سرعت و کیفیت رطوبت زدایی هستند. خشک کن بستر سیال به منظور رطوبت زدایی از ذرات مواد جامد به طور انباشته، به کار میرود. در این فرآیند با رها شدن ذرات از بالا و دمش هوای خشک از پایین نیروی ثقلی ذرات با نیروی

www.icheh.com

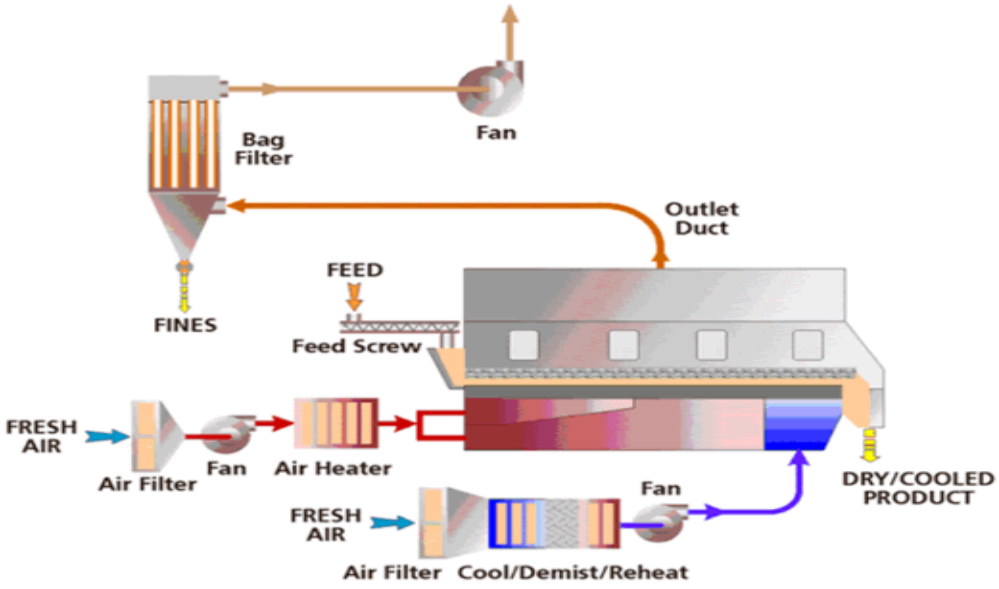
مقاومت هوا(درگ) خنثی میگردد و این ذرات به طور معلق بر بستر سیال شناور باقی میمانند. با توجه به کاهش سرعت هوا با حرکت به سمت بالا نیروی مقاوم در قسمت های بالاتر کمتر از قسمت های پایین خواهد بود لذا ذرات سنگین تر در سطحی پایین تر نسبت به ذرات سبک تر قرار میگیرند. از این رفتار به عنوان یک تکنیک جداسازی ثقلی نیز استفاده میشود.



شبیه سازی خشک کن بستر سیال PVCسوسپانسیونی با استفاده از تکنیک هی CFD:

مدلهای CFDبسیار پیچیده و حل آنها معمولا بسیار وقت گیر است. لاکن با استفاده از آن، بهینه سازی فرآیند و Scalingآن بدون نیاز به آزمایشات هزینه بر و وقت گیر، امکان پذیر است. از خصوصیات یک بستر سیال، جریان ناهمگن گاز- ذره می باشد. در این جریان ذرات با هم برخورد خواهند کرد. تا کنون موارد مختلفی از استفاده از تکنیک هی CFDدر شبیه سازی بستر سیال گزارش شده است که عبارتند از:

- مشاهدهٔ تخلخل بستر، پروفایل دما در بستر، الگوی جریان ذرات جامد، سرعت جریان جامد، پروفایل فشار در بستر، رطوبت ذرات در نقاط مختلف بستر، پروفایل غلظت ذرات در بستر نسبت به زمان ...
- مشاهدهٔ اثر پارامترهی مختلف هیدرودینامیکی و انواع طراحی خشک کن بر روی تخلخل بستر و توزیع سرعت در خشک کن بستر سیال
- مطالعهٔ اثر جریان و اندازه ذرات، دمی بستر و سرعت گاز ورودی بر خواص حرارتی



حدود 75٪ از آب همراه با PVCتوسط سانتریفیوژ و 25٪ بقیه توسط خشک کن بستر سیال جدا می شود. کیک مرطوب PVCخارج شده از سانتریفیوژ خردشده و سپس وارد خشک کن می شود. خشک کن شامل دو بخش است. در قسمت اول، بیشتر انرژی مورد نیاز خشک کردن بوسیلهٔ صفحات گرم کن (هدایتی) که در آنها آب داغ در گردش است، تأمین می شود. پودر PVCخروجی از این قسمت بوسیله یک بافل وارد بخش دوم می شود . در این قسمت پودر مجدداً سیال شده و در نهایت بوسیله هوی گرم خشک می شود. همانطوریکه ذکر شد با استفاده از تکنیک های CFDامکان بررسی رفتار هیدرودینامیکی و حرارتی بستر سیال وجود دارد و میتوان بعنوان یک ابزار جهت Troubleshooting، افزایش کیفیت یا کمیت محصول از آن کمک گرفت.

این درایر نیز دارای دو مخزن است که در شکل 4 با حروف A و B نشان داده شده اند. هر مخزن توان جذب رطوبت به مدت 4 ساعت را دارد، در حالیکه مخزن مجاور آن ظرف مدت دو و نیم ساعت احیاء می‌شود و در یک ساعت و نیم باقیمانده ماده جاذب رطوبت خنک می‌شود. پس از گذشت مدت زمان چهار ساعت سیستم سوئیچ می‌کند، به عنوان مثال در شکل 4 مخزن A به مدت چهار ساعت در حال جذب رطوبت است که در همین زمان مخزن B در حال احیا است پس از این زمان سیستم سوئیچ کرده و مخزن B شروع به جذب رطوبت کرده و مخزن A احیاء می‌شود.

سیکل احیاء شامل دو مرحله گرمایش و سرمایش است که به شرح زیر است :
الف .زمانی از کارکرد درایر است که در آن مخزن A در حا ل جذب رطوبت و مخزن B در پروسه گرمایش سیکل احیاء است. هوای خروجی کمپرسور وارد شیر چهار طرفه V2 شده و از طریق آن به شیرV1 هدایت می‌شود. از طریق این شیر هوای فشرده مستقیما به داخل مخزن B تزریق می‌شود و از آنجا که دمای هوا فشرده موجود در محفظه reciprocating کمپرسور حدود 135 سانتیگراد است در اثر عبور هوا از مخزن B سیکل گرمایش مخزن B آغاز می‌شود. این هوا پس از عبور از مخزن B از طریق شیرهای چهارطرفـــــه V3به شیر V2 منتقل شده و پس از آن وارد After Cooler اولیه می‌شود.

در اثر عبور هوای فشرده از آن درصدی از رطوبتی که در اثر حرارت هوای فشرده ورودی به مخزن B از Dessicant به هوای فشرده منتقل شده بود گرفته می‌شود. مجددا از طریق شیرهای چهار طرفه V3 هوای فشرده وارد مخزن A می‌شود و باقیمانده رطوبت موجود در هوا توسط Dessicant مخزن A جذب شده و عاقبت این هوا از طریق شیر چهار طرفه V1 به After Cooler ثانویه وارد و هوای فشرده در آن تا دمای 40-35 درجه سانتیگراد خنک می‌شود. در انتهای مسیر نیز توسط After Filter هوای خروجی فیلتر شد ه و هوای فشرده با نقطه شبنم 40- درجه سانتیگراد آماده استفاده است. سیکل گرمایش احیاءِ حدود 30 : 2 ساعت به طول می‌انجامد.

سیکل سرمایش احیاءِ بدین صورت است که هوای خروجی کمپرسور از طریق شیر چهار طرفه V2 وارد After Cooler اولیه شده و دمای آن کاهش می‌یابد و به علاوه درصدی از رطوبت موجود در هوا گرفته می‌شود سپس از طریق شیر چهار طرفه V3 این هوا وارد مخزن B می‌شود و پروسه سرمایش Dessicant آغاز می‌شود. نکته حائز توجه آن است که به دلیل اینکه دمای Dessicant موجود در مخزن B بیشتر از دمای هوای ورودی به این مخزن است رطوبت موجود در این هوا هیچ‌گونه تاثیری به لحاظ افت خاصیت جذب رطوبت در Dessicant نخواهد داشت و تنها آن را خنک می‌کند. هوای خروجی از مخزن B از طریق شیرهای چهار طرفه V1 و V2 و V3 به مخزن A انتقال می‌یابد. در این مخزن رطوبت موجود در هوا گرفته می‌شود و پس از خروج از این مخزن از طریق شیر چهار طرفه V1 وارد After Cooler ثانویه می‌شود و در آن دمای هوا تا 40-35 درجه سانتی گراد کاهش می‌یابد. این هوای خشک شده با نقطه شبنم اتمسفریک 40- درجه سانتیگراد پس از گذر از After Filter آماده مصرف است. پروسه سرمایش سیکل احیاءِ حدود یک ساعت و نیم به طول می‌انجامد.

۸. خشک کن های تبریدی :

این سیستم یک مبدل حرارتی ثانویه جهت خنک کردن ابتدایی هوای فشرده ورودی در

نظر گرفته شده است. با این سیستم دستیابی به نقطه شبنم اتمسفریک تا 20 درجه سانتیگراد امکان‌پذیر است.

۹. خشک کن های نوع جذبی:

روش جذبی کاراترین روش حذف رطوبت از هوای فشرده است. هنگامی که هوا از توده ای از مواد جاذب Dessicant " " عبور می‌کند، رطوبت موجود در هوا توسط این توده جذب می‌شود.

این درایر دو مخزن مملو از Dessicant که دارای خاصیت جذب رطوبت هستند، دارد. هنگامی‌که یک مخزن در حال فعالیت است مواد مخزن دیگر در حال احیاء می‌باشند. فرآیند احیاء شامل گرمایش و سرمایش Dessicant است. مکانیزم احیاء Dessicant به روشهای مختلفی صورت می‌گیرد و بر اساس اینکه از چه روشی احیاء Dessicant انجام انواع مختلف درایرهای جذبی معرفی می‌شود. اصولا درایرهای جذبی مرسوم به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند :

* احیاء کنندگی دمشی Blower reactivated type
* احیاء کنندگی بدون حرارت با تزریق هوای خشک Heatless purge type
* Heat of compression type

درایرهای جذبی از نوع احیاء کنندگی دمشی :

در این سیستم از یک گرم کننده یا Heater خارجی و فن به منظور ایجاد دمای احیاء Dessicant استفاده می‌شود. در این شکل مخزن A در حال فعالیت است و مخزن B در پروسه احیاء قرار دارد. از طریق فن و Heater دمای مناسب جهت احیاء مخزن B ایجاد می‌شود. با افزایش دما در داخل مخزن B رطوبت از Dessicant جدا شده و بوسیله هوای فشرده خشک ترزیقی از طریق خط Purge این رطوبت از مخزن B و سیستم خارج می‌شود. با اتمام خاصیت جذب کنندگی مخزن A هوای فشرده کمپرسور به مخزن B که احیاء شده انتقال پیدا می‌کند و دقیقا همین پروسه جهت احیاء

Dessicant مخزن A انجام می‌گیرد. این درایرها معمولا برای ظرفیتهای بیش از CFM 250 استفاده می‌شود. هزینه راهبری این نوع درایرهای جذبی نسبت به انواع دیگر آن به دلیل وجود Heater و Purge air بیشتر است. مقدار Purge air این سیستم حدود یک تا دو درصد هوای فشرده ورودی به درایر است .

درایر جذبی از نوع احیاءِ کنندگی بدون حرارت با تزریق هوای فشرده خشک:

روش احیاءِ کنندگی این نوع ساده تر از انواع قبلی است و تنها تفاوت آن عدم وجود سیستم گرمایش Dessicant است. در این سیستم تنها هوای فشرده خشک از Dessicant اشباع شده عبور داده می‌شود.

هنگامی که مخزن A فعال است هوای فشرده خشک خروجی در مخزن A از طریق خط purge جهت احیاءِ Dessicant مخزن B به این مخزن تزریق می‌شود. با اتمام خاصیت جذب کنندگی مخزن A هوای فشرده کمپرسور مخزن B که احیاءِ شده انتقال پیدا می‌کند. مقدار air Purge این نوع حدود 12 تا 15 درصد هوای فشرده ورودی به درایر است. این نوع درایرها برای ظرفیتهای کمتر از 250 CFM استفاده می‌شود.

۱۰. خشک کن نوع Heat of compression :

برای احیاءِ Dessicant از دمای 135 درجه سانتیگراد موجود در محفظه reciprocating کمپرسور استفاده می‌شود. در این سیستم هیچ گونه گرم کننده یا اتلاف خروج هوا یا Purge air وجود ندارد. ماده گیرنده رطوبت یا Dessicant این نوع درایرها بسته به نقطه شبنم می‌تواند سیلیکاژل یا Activated Alumina با خشک کن های پاششی یکی از مهمترین ، انواع خشک کن ها می باشند و کاربرد فراوانی در صنایع مختلف از جمله : صنایع غذایی ، دارویی ، و شیمیایی دارند . بنابراین مدل سازی و شبیه سازی این خشک کن ها می تواند گامی مهم در شناخت هرچه بیشتر این فرآیند باشد. هدف اصلی از این تحقیق مدل سازی خشک کردن پاششی دوغاب آبی آلومینا در یک خشک کن همسو می باشد. بدین منظور مدلی جهت پیش بینی دمای محصول خروجی، زمان خشک شدن، وارتفاع خشک کن ارائه شده است که نیز می توان، بوسیله آن عملکرد خشک کن را در

شرایط مختلف عملیاتی پیش بینی نمود . در این مدل سازی معادلات انتقال جرم ، انتقال حرارت و انتقال مومنتم روی قطرات و جریان هوای داغ نوشته شد و سپس این معادلات توسط یک برنامه کامپیوتری بصورت همزمان حل شدند. جهت بررسی صحت مدل، نتایج بدست آمده از مدل با نتایج تجربی حاصل از خشک کن پاششی آزمایشگاهی مقایسه ، و تطبیق خوبی بین نتایج تئوری و تجربی مشاهده شده است. و در نهایت با استفاده از مدل ، تاثیر تغییرات پارامترهای ورودی به خشک کن ، بر مشخصات نهایی محصول مورد بررسی قرار گرفته است.

انتخاب ماده جاذب رطوبت جذب در درایرهای جذبی:

خاصیت جذب در درایرهای جذبی توسط اشکالی از سیلیکا یا دارای آلومینا (شامل هیدروکسید آلومینیم آهندار)، کربن و برخی از سیلیکات ها (Molecular Sieves) ایجاد می‌شود. عمدتا سیلیکا و آلومینا به منظور جداسازی رطوبت و کربن به منظور جذب بخارات ارگانیک استفاده می‌شود. در صورتی که در درایرها از Molecular Sieves استفاده شود می‌توان به نقطه شبنم اتمسفریک پایین در حدود 80- درجه سانتی‌گراد دست یافت. با استفاده از Activated Alumina نقطه شبنم اتمسفریک حدود 40- درجه سانتی‌گراد قابل دستیابی است.

نکته حائز توجه در انتخاب نوع Dessicant سایش ایجاد شده در درایر در اثر فشار هوای اعمالی است. ترد بودن ذرات این مواد و نوسانات فشار هوای تزریقی به مخازن وبروز پدیده خستگی و سایش مکرر این ذرات روی یکدیگر موجب پودر شدن این مواد می‌شود و بر روی کارایی و قدرت جذب درایر تاثیر می‌گذارد. به علاوه پودر ایجاد شده در خط هوای فشرده وجود خواهد شد لذا می‌بایست حتما قبل از استفاده از هوای فشرده فیلترینگ مناسب در نظر گرفته شود و این هوا پس از عبور از این فیلترها که تحت عنوان After Filters معرفی می‌شوند به مصرف برسند.

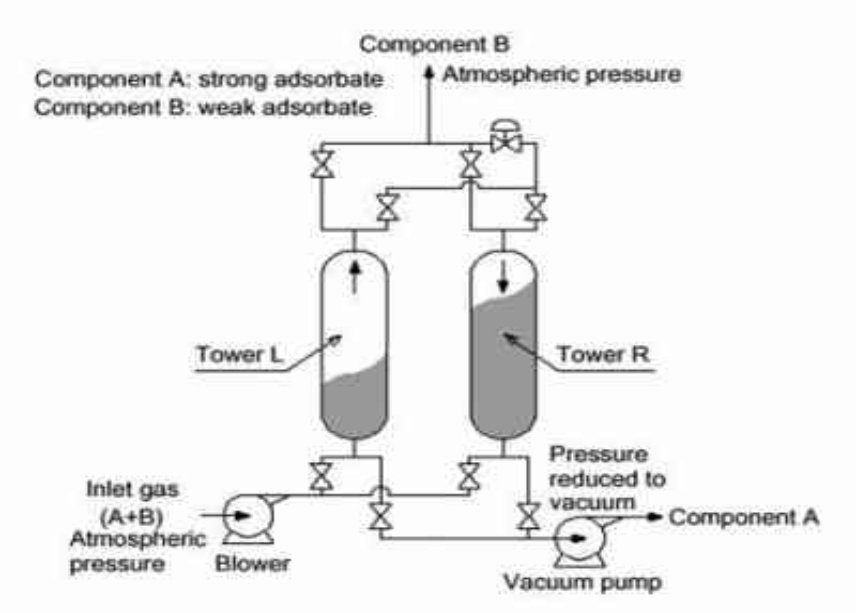
www.icheh.com

۱۱. خشک کن ها در ایستگاههای CNG :

به طورکلی در ایستگاه های CNG از دو نوع خشک کن استفاده می شود. یکی دستگاه های خشک کن PSA که بر اساس تغییرات فشار کار می کنند و دیگری دستگاه های خشک کن TSA می باشند که بر اساس تغییرات دمایی کار می کنند. در هر دو نوع، از یک مادۀ جاذب مانند غربال مولکولی جهت جذب بخار آب از جریان گاز استفاده می شود. مهمترین تفاوت بین دو روش را می توان در نحوۀ دوباره فعال سازی یا خشک کردن، ماده جاذب دانست.

-1.دستگاه خشک کن PSA:

به طورکلی دستگاه های خشک کن PSA به منظور غنی سازی یا تخلیص مادۀ خاص در CNG به کار برده می شوند. در کاربرد خاص می توان از آن به عنوان خشک کن نیز استفاده نمود. در این حالت گاز اشباع شده در فشار کم را می توان به اتمسفر تخلیه نمود یا این که آن را سوزاند. استفاده از سیستم PSA دارای قیمت پایینی می باشد ولی از معایب آن می توان به از دست دادن مقداری گاز و افزایش بار کمپرسور اشاره نمود. شکل 15 جدا شدن مادۀ A را در فشار پایین نشان می دهد.



شکل 15 - خشک کن نوعPSA

www.icheh.com

-2.دستگاه خشک کن TSA:

در این سیستم از یک گرم کن به عنوان بازیابندهٔ غربال مولکولی استفاده می شود. این سیستم معمولاً دارای دو نوع تک برجی (گرم کن خارجی) و دوبرجی می باشد. سیستم از نوع TSA دو برجی می تواند در قسمت خروجی کمپرسور نصب گردد.

--خشک کن نوع TSA تک برجی:

سیستم خشک کن TSA تک برجی ، دارای گرم کن خارجی بوده و هر 1 تا 6 ماه، یک بار احتیاج به بازیابی دارد. در برخی اوقات یک بازیابندهٔ متحرک مورد استفاده قرار می گیرد.سیستم تک برجی دارای امتیازاتی نظیر قیمت پایین، قابلیت اطمینان بالا، هزینهٔ تعمیراتی کم (جدا از هزینهٔ بازیابی) است و بعلاوه تمام امتیارات سیستم دو برجی را نیز دارا می باشد. شکل 17 دو نمونه خشک کن TSA تک برجی را نشان می دهد.

شکل 17 - دو نمونه از خشک کن نوع TSA تک برجی

این سیستم دارای معایبی نظیر هزینهٔ بالای بازیابی و کمبود نیروی متخصص بازیاب در منطقهٔ مشخص، می باشد. همچنین مسائل جوی و شرایط آب وهوایی نیز باید مساعد بازیابی باشند.

--خشک کن نوع TSA دو برجی:

سیستم های خشک کن TSA دوبرجی دارای چندین نوع طراحی می باشند: گرمایش داخلی با پاک کنندهٔ داخلی یا خارجی و سیستم بازیابی حلقه بسته. در طراحی مناسب و درست سیستم خشک کن TSA دو برجی، می توان بدون آن که به سیکل بازیابی نیاز داشته باشیم ماد ۀ جاذب و خشک کن را در حدود 2 تا 3 سال به طور ممتد به کار گرفت. چرخهٔ کاری بلند مدت این سیستم می تواند هزینه های تعمیراتی را بشدت کاهش دهد. همچنین در این سیستم مادهٔ خشک کن بازدهی بیشتری خواهد داشت و برای مدت طولانی تری می تواند به کار گرفته شود.

پیشنهادات

در دبی کم جریان (کمتر از scfm150) ، در حالتی که رطوبت گاز کمتر از 14 پوند در هر میلیون متر مکعب گاز باشد، استفاده از دستگاه های خشک کن TSA تک برجی از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه تر می باشد. در این حالت حتماً باید دقت نمود که امکانات مربوط به سرویس دهی بازیابی و همچنین شرایط جوی مناسب برای آن فراهم باشد. به خصوص در حالتی که در یک منطقهٔ خاص تعداد ایستگاه ها زیاد باشند استفاده از این نوع خشک کن ها توصیه می شود.

در شرایطی غیر از شرایط فوق بهتر است که از سیستم TSA دوبرجی استفاده نمود. در این سیستم، هزینهٔ اولیهٔ مربوط به پاک کنندهٔ خارجی، از پاک کننده های داخلی کمتر می باشد و هر دو نوع، از سیستم حلقه بسته 68 هزینهٔ اولیهٔ کمتری دارند. ولی در حالتی که در کل استفاده از پاک کننده ها بهینه نباشد، بهتر است از سیستم حلقه بسته استفاده شود.

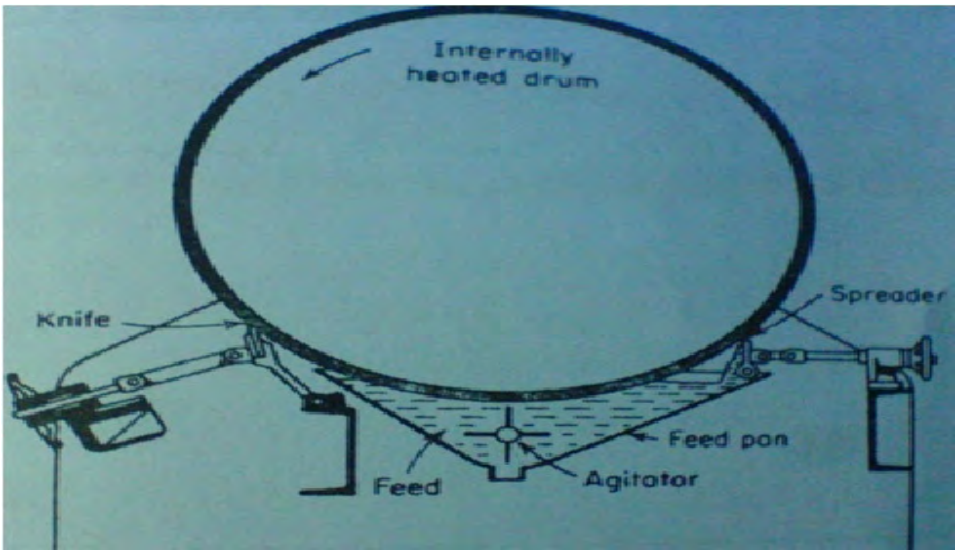
۱۲. خشک کن های انجمادی (Freeze Drying) :

موادی که نمی توانند گرم شوند حتی تا دمای متوسط ، از جمله مواد غذایی یا دارویی ، می توانند با این روش خشک گردند. ماده تر در معرض هوای خیلی سرد قرار گرفته و منجمد می شود و سپس در اتاق خلاءِ قرار گرفته و رطوبت خارج شده توسط پمپ خلاءِ یا اجکتور به بیرون هدایت می شود. برای مواد حساس به دما که حتی در دماهای معمولی نیز خشک نمی شوند

۱۳. خشک کن های بشکه ای (Drum Drier) :

مواد سیال همچون محلول ها ، لجن (Slurries) و خمیرها می توانند روی خشک کن های غیر مستقیمی که به خشک کن های بشکه ای شناخته می شوند به رطوبت مورد نظر برسند. بشکه از داخل توسط بخار گرم شده و قسمتی از آن در حوضچه مواد خشک شونده غوطه ور می باشد. چرخش بشکه باعث ایجاد فیلمی از مواد شده و در چرخش کامل این فیلم خشک شده و از طرف دیگر توسط کاردکی فیلم برداشته می شود .معمولا' مواد خشک شونده واقع در حوضچه را در دمای جوش نگه می دارند تا سرعت تبخیر از روی درام سریعتر گردد.

از این نوع خشک کن می توان برای خشک کردن مواد گوناگون استفاده کرد.لایه نازک از محلول بر روی سطح استوانه دوار می چسبد و استوانه توسط بخار گرم می شود .اعمال خلا با عث تسریع در امر خشک کردن می شود و با تنظیم دور استوانه می توان شرایطی ایجاد کرد مه لایه چسیده به سطح استوانه بعد از زدن یک دور ، رطوبت خود را از دست بدهد و خشک شود.



۱٤. خشک کن سریع تربوجت:

مهم ترین ویژگی های این دستگاه، سرعت فوق العاده، قیمت کاملا اقتصادی، راندمان بالا، هزینه های تعمیرات و نگهداری بسیار کم و اشغال کمترین فضا نسبت به خشک کن های مرسوم نظیر فلاش درایرها است.

باداشتن حداقل تجهیزات، امکان خشک کردن مواد شیمیایی حساس به دما نظیر مواد دارویی و غذایی را از دیگر قابلیت های این دستگاه عنوان کرد.

چگونگی عملکرد:

عملکرد این خشک کن به گونه ای است که می تواند مواد خمیری شیمیایی ورودی با رطوبت بسیار بالا را به یک پودر خشک چند میکرونی تبدیل کند.

این دستگاه دو فرآیند پر هزینه خشک کردن و آسیاب کاری را به طور همزمان انجام داده که باعث کاهش فزاینده هزینه های خط تولید می گردد.

مواد گرانولی، روی توری هایی به عمق کم ریخته می شوند به طوری که هوا یا گاز دیگر می تواند به آرامی از این بستر عبور کند. بدین طریق سریعتر جامد خشک خواهد شد. نوعی خشک کن که برای این منظور استفاده می شود خشک کن سیرکولاسیونی می باشد.

۱۵. خشک کن Agitated Pan:

این خشک کن ها برای خشک کردن خمیرها و لجن ها از ظروف استوانه ای به قطر 1تا2متر و ارتفاع 30تا60 سانتیمتر که مجهز به همزن می باشند استفاده می شود که داخل کابین خلاءِ قرار می گیرند. این ظروف توسط ژاکت های حرارتی با آب داغ یا بخار گرم می شوند.
این خشک کن هاعمدتا' پرهزینه هستند و تنها در مواردی که می بایست ماده در دمای پایین و در غیاب هوا خشک شود استفاده می گردد. از جمله می توان به مواد دارویی اشاره کرد.

www.icheh.com

مثالهایی از انواع خشک کن های صنعتی

- تولید پودر از مایعات به روش خشک کردن پاششی Spray Dryer در ظرفیتهای مختلف جهت تولید پودر شیرین بیان، تخم مرغ، گوجه فرنگی، عصاره های گیاهی، چسب، سولفات روی، سلنیم و مواد شیمیایی دیگر.

- واحد خشک کن مداوم کیک، دوغاب و یا خمیر به روش شناور شدن در هوای خشک کن (Spin Flash Dryer) برای تولید مواد از جمله بنتونیت، نشاسته، پودر خون و تفاله میوه جات.

- واحد خشک کن مداوم کیک، خمیر یا دوغاب به روش شناور شدن در هوای خشک کن (Spin Flash Dryer) برای تولید مواد مواد از جمله بنتون، نشاسته، پودر خون و تفاله میوه جات .

- خشک کن دوار (Rotary Dryer) جهت خشک کردن مواد خمیری و گرانول شکل مانند کودهای شیمیایی.

- خشک کن دوار (Rotary Dryer) جهت خشک کردن مواد خمیری و گرانول شکل که چسبندگی به دیواره نداشته باشد همانند کودهای شیمیایی، سولفات آلومینیوم، سوپر فسفات

- خشک کن قفسه ای (Cabinet Dryer) جهت خشک کردن مواد حساس به حرارت تحت دمای پایین یا منظورهای خاص همانند پودر مواد دارویی.

- خشک کن قفسه ای (Cabinet Dryer) جهت خشک کردن مواد حساس به حرارت تحت دمای پایین یا منظور های خاص همانند پودر مواد دارویی، CMC، خاک های مولیبیدن

- خشک کن نواری یک یا چند طبقه (Belt Dryer) با نوار از توری استیل یا گالوانیزه.

- خشک کن نواری یک یا چند طبقه (Belt Dryer) با نوار از توری استیل یا گالوانیزه با کوره هوای گرم غیر مستقیم، فن سیرکولاسیون و تخلیه هوای مرطوب (یک دستگاه پنج طبقه جهت خشک کردن CMC .

- دیگ پخت ضایعات پروتئینی به صورت (Vacuum Paddle Dryer) در ظرفیتهای مختلف بصورت سه جداره تماماً استنلس استیل برای کشتارگاه صنعتی .

- خشک کن های ماکرو ویو و U.V

- خشک کن های غلطکی برای خشک کردن کاغذ و پارچه

کاربردهای خشک کن های صنعتی در صنایع غذایی :

1- خشک کن میوه (کیوی ، موز ، زردآلو ، آلو ، ..) درظرفیت های مختلف

2- خشک کن سبزی درظرفیت های 3- خشک کن قارچ

4- خشک کن لواشک به شکل تمام اتوماتیک و پیوسته

5- خشک کن چای

6- خشک کن ماکارونی

7- خشک کن سویا

8- خشک کن خرما

9- خشک کن زعفران

10- خشک کن زرشک

11- خشک کن گیاهان دارویی

12- خشک کن غلات (ذرت ، برنج ،...)

13- خشک کن سیر وپیاز

14- خشک کن کشمش بصورت پیوسته نواری

15- خشک کن برای سریال های صبحانه و انواع اسنک به شکل پیوسته نواری و تمام اتوماتیک

16- خشک کن گوجه فرنگی (بصورت اسلایس و نیمه) به شکل پیوسته نواری تمام اتوماتیک

17- خشک کن سیب زمینی (برای تولید چیپس و خلال سرخ شده ، گرانول و پودر سیب زمینی)

18- خشک کن پسته ، بادام و انواع مغزها

19-خشک کن حبوبات

20- خشک کن کنجد برای استفاده در کارخانجات تولید حلوا شکری ونیز خشک کن برای انواع بذرها نظیر بذر گوجه فرنگی

21- خشک کن پوست پرتقال و سایر مرکبات که کاربرد قابل توجهی در تولید مربا

22- خشک کن ضایعات میوه جات ، خشک کن تفاله گوجه فرنگی ، خشک کن تفاله انگور ، خشک کن تفاله خرما ، خشک کن تفاله انار ، خشک کن تفاله سیب ، ....

برخی کاربردها در صنایع شیمیایی ، معدنی ، دارویی :

1- خشک کن سولفات آهن 2- خشک کن اکسید سرب

3- خشک کن برای انواع سولفات ها ، نیترات ها ، کربنات ها ، فسفات ها و ... از نوع فلش درایر یا خشک کن استوانه ای دوار

4- خشک کن کود شیمیایی

5- خشک کن صابون (کابینی ، تونلی یا پیوسته نواری)

6- خشک کن برای پودر های شوینده (بستر سیال)

7- خشک کن برای مواد سلولزی نظیر مقوا

8- خشک کن برای انواع مواد سرامیکی نظیر فطعات سرامیکی ، چینی مظروف ، کاشی و سرامیک ، قطعات نسوز ، قطعات سرامیکی عایق و....

9- خشک کن برای انواع مواد معدنی نظیر کائولین ، کربنات کلسیم ، فلد اسپات و ترکیبات هسته ای...

10- خشک کن برای انواع پلت ها نظیر پلت کائولین ، پلت های خوراک طیور و خوراک دام و پلت سویا

11- خشک کن قطعات بتونی و سیمانی نظیر لوله های سیمانی و بلوکه های سیمانی ، قطعات بتون سبک و...

12- خشک کن شانه تخم مرغ ، شانه میوه ، گلدان های کاغذی و...

13- خشک کن قطعات ساخته شده از انواع فوم ، پلی استایرن و....

14- خشک کن پلاستیک های بازیافت شده (پرک و قطعات شسته و ضدعفونی شده

پلاستیکی نظیر پلی اتیلن ، پلی پروپیلن ، P.V.C، PET، .)

15- خشک کن کود و فضولات انواع دام و طیور.

16- خشک کن پوست گردو ، خشک کن پوست پسته ، خشک کن پوست انار ،... که کاربرد وسیعی در تولید رنگ های گیاهی جهت رنگ آمیزی فرش و منسوجات دارند.

17- خشک کن انواع قرص و پودر های دارویی

18- خشک کن انواع محصولات بیوتکنولوژیک

19- خشک کن انواع قطعات صنعتی رنگ شده (نظیر قطعات اتومبیل)

20- خشک کن برای انواع فرش ، موکت و قالی شسته شده

21- خشک کن برای انواع موکت و فرش ماشینی تولید شده در کارخانجات (خشک کردن لایه مخصوص پشت موکت و فرش)

22- خشک کردن محصولات کشاورزی از دیرباز مورد توجه کشاورزان و تولید کنندگان قرار گرفته است با خشک کردن محصولات کشاورزی رطوبت آن ها کاسته شده و می تواند در مدت زمان طولانی تر و در شرایط مکانی مختلف مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر آن با خنک کردن محصولات، هزینه های حمل و نقل و ضایعات حاصل از نگهداری موارد تازه، کاهش می یابد.

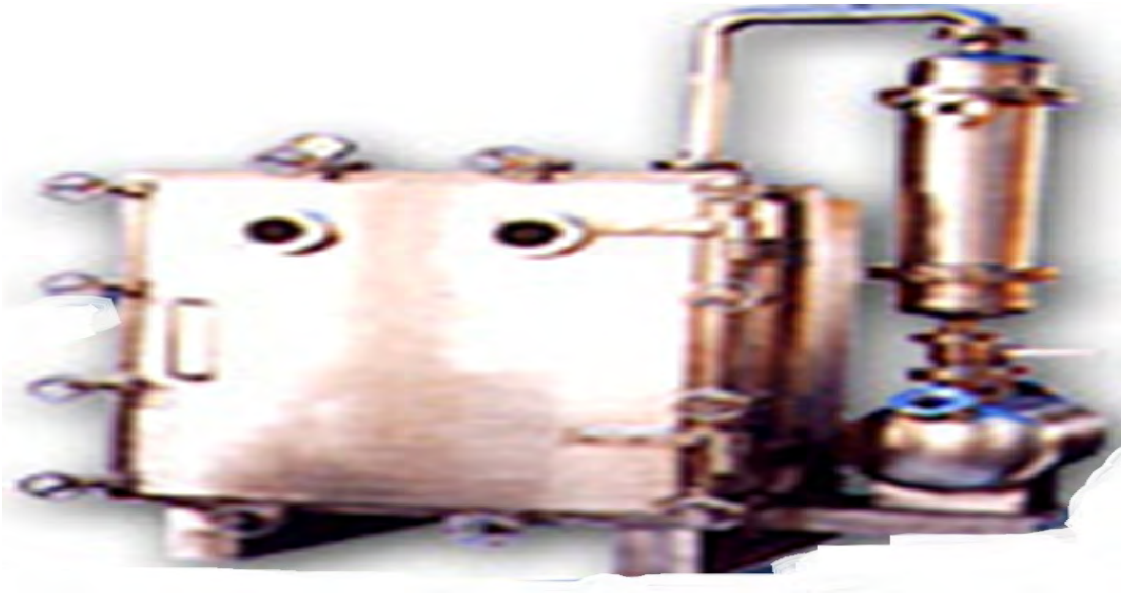
مانند خشک کن های زیر:

- خشک کن خورشیدی مخصوص سبزیجات و میوه جات
- خشک کن پاششی یا Dryer Spray برای تولید پودر انواع موادی که به صورت مایع موجودند.
- خشک کن های Impingment برای تولید نان، پیتزا و ...

عکس هایی از انواع خشک کنها

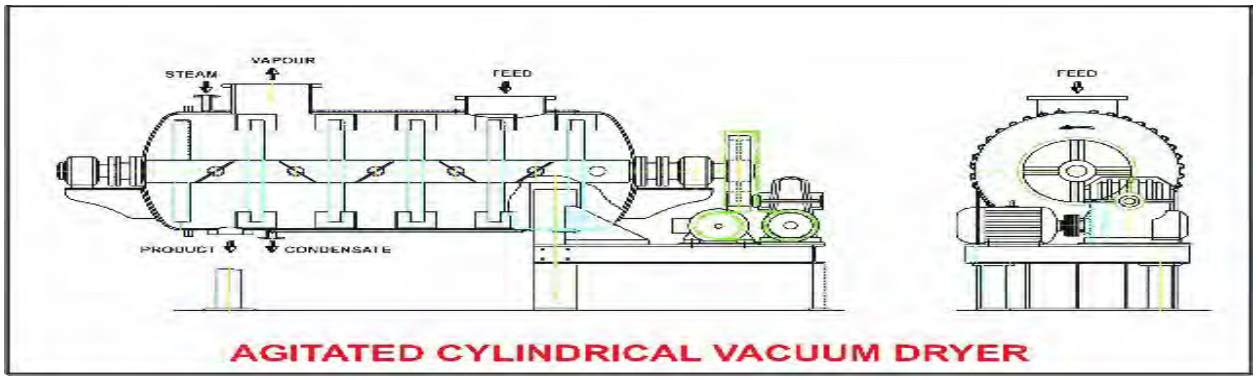
Air Tray Dryers:

Vacuum Tray Dryers:

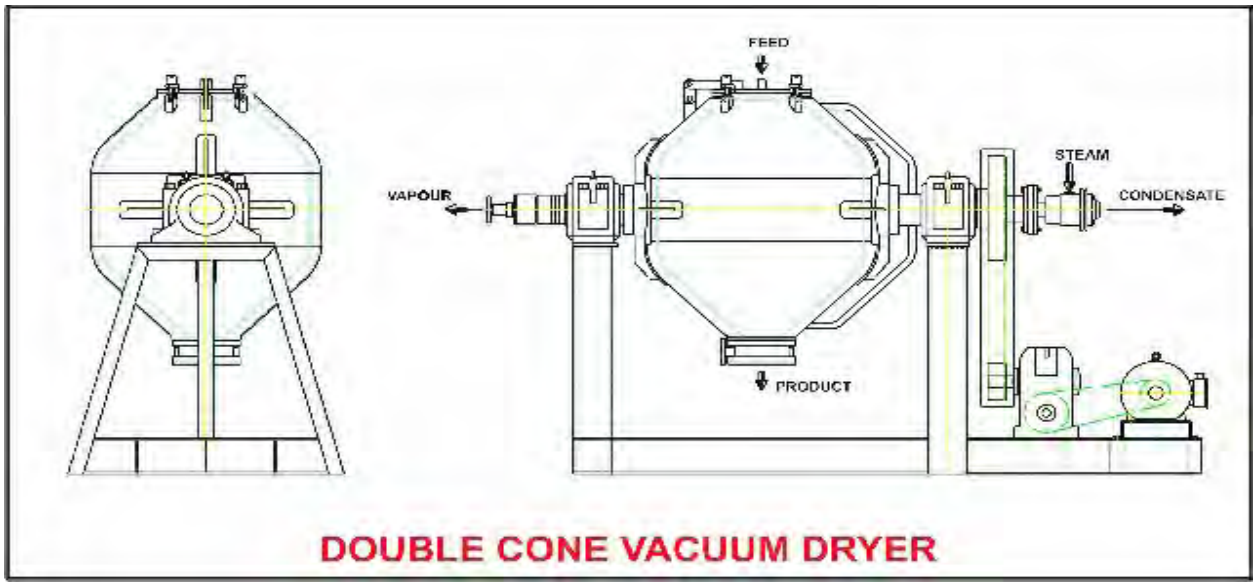


:Agitated vacuum dryer with mechanical rake

:Versatile Fractional Column withVapourization Under Forced Circulation



www.icheh.com



DOUBLE CONE VACUUM DRYER

Column Dryers and Coolers:

Combined fluid bed dryer:

Fluidised Bed Dryers and Coolers:

www.icheh.com

:TRAY DRYER

:Fluid bed cooler for sugarincorporating cooling tubes