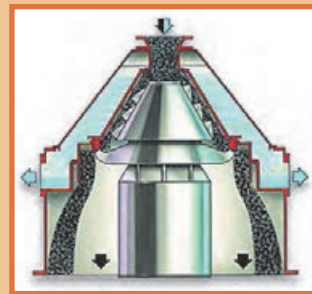


فصل ۳

دستگاه‌های دوار



انواع دستگاه‌های دوار کاربرد گسترده‌ای در صنایع شیمیایی دارند؛ پمپ‌ها، مخلوط‌کننده‌ها، سانتریفیوژها و دستگاه‌های کاهش اندازه مواد در فرآیندهای مختلف استفاده می‌شوند؛ بنابراین آگاهی از انواع آنها و اصول عملکرد آن لازم است.

واحد یادگیری ۳

دستگاه‌های دوار

مقدمه

دستگاه و تجهیزات دوار، وسایلی هستند که انرژی جنبشی را به یک فرایند اضافه می‌کنند به نحوی که باعث انتقال مواد و یا تغییر شکل در مواد می‌گردند. از تجهیزات دواری که در صنایع شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌توان به پمپ‌ها، مخلوط‌کن‌ها و سانتریفوژها اشاره کرد. پمپ‌ها برای افزایش فشار مایعات استفاده می‌شوند و دارای کاربرد وسیعی در صنایع شیمیایی، صنایع غذایی، منازل و ... هستند. در این بخش انواع پمپ‌ها و ساختار هر یک از آنها و انواع پروانه که در پمپ استفاده می‌شوند و انجام محاسبات پمپ‌ها مطرح می‌شود. مخلوط‌کن‌ها برای هم‌زدن دو یا چند ماده مورد استفاده قرار می‌گیرند و در این بخش به انواع عملیات اختلاط و همچنین مخلوط‌کن‌ها پرداخته می‌شود و انواع پره‌ها، که از مشخصه‌های مهم مخلوط‌کن‌ها هستند، معرفی خواهند شد. سانتریفوژها از دیگر دستگاه‌های دواری هستند که از نیروی گریز از مرکز برای جداسازی مواد بهره می‌گیرند و اجزای تشکیل دهنده آن، کاربردهای آزمایشگاهی و کاربردهای صنعتی آن معرفی خواهند شد. استفاده از دستگاه‌های کاهش اندازه ذرات در صنعت از اهمیت بالایی برخوردار است. در صنایع مختلف از قبیل صنایع معدن، داروسازی، غذایی، بازیافت مواد و اندازه... جامدات را به روش‌های مختلف و برای اهداف مختلف کاهش می‌دهند. انواع دستگاه‌های کاهش اندازه و نحوه عملکرد آنها نیز در انتهای بخش ارائه گردیده است.

استاندارد عملکرد

کار با پمپ‌ها، مخلوط‌کن‌ها و سانتریفوژها و دستگاه‌های کاهش اندازه مطابق با دستورالعمل

شایستگی‌های غیر فنی:

- ۱- اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و وقت شناسی، انجام وظایف و کارهای محوله، پیروی از قوانین؛
- ۲- مدیریت منابع: شروع به کار به موقع، مدیریت مؤثر زمان، استفاده از مواد و تجهیزات؛
- ۳- کار گروهی: حضوری فعال در فعالیتهای گروهی - انجام کارها و وظایف محوله؛
- ۴- مستندسازی: گزارش نویسی فعالیتهای آزمایشگاهی؛

۵- محاسبه و کاربست ریاضی.

شایستگی‌های فنی:

- ۱- کار با پمپ‌ها؛
- ۲- کار با مخلوط‌کن‌ها؛
- ۳- کار با سانتریفوژها؛
- ۴- کار با دستگاه‌های کاهش اندازه.

تصاویر زیر نشان دهنده چه نیازی در زندگی و راههای برطرف کردن آن است؟

بحث



نیاز انسان به آب و لزوم جابه‌جایی آن از نقطه‌ای به نقطه دیگر، همیشه به‌عنوان یک موضوع حیاتی در زندگی بشر مطرح بوده‌است. اهمیت این موضوع سبب شد که به فکر اختراع دستگاهی برای رفع این مشکل باشد. اولین نمونه پمپها با نیروی محرکه انسان یا حیوان در ۱۷ قرن پیش از میلاد مسیح توسط مصریان ساخته شده‌است. امروزه پمپها یکی از پرکاربردترین و حیاتی‌ترین تجهیزات در صنعت و زندگی روزمره ما هستند.

پمپ دستگاهی است که انرژی مکانیکی را از یک منبع خارجی گرفته و به سیالی انتقال می‌دهد که از آن عبور می‌کند. در نتیجه انرژی سیال بعد از خروج از پمپ افزایش می‌یابد. از این وسیله برای انتقال سیال به یک ارتفاع معین یا حرکت سیال سیستم‌های لوله‌کشی و به‌طور کلی انتقال سیال از یک نقطه به نقطه دیگر استفاده می‌گردد.

فکر کنید



چند نمونه از کاربردهای پمپها را در زندگی نام ببرید؟



آیا با عملکرد پمپ کولرهای آبی آشنایی دارید؟ در مورد کاربری و نحوه عملکرد آنها بحث کنید؟



۲-۳- تقسیم‌بندی پمپ‌ها

متداول‌ترین روش تقسیم‌بندی پمپ‌ها، بر مبنای نحوه انتقال انرژی به سیال است. با این دیدگاه پمپ‌ها را به دو گروه تقسیم‌بندی می‌کنند.

۱- پمپ‌های دینامیکی

اساس کار این نوع پمپ‌ها، انتقال انرژی به سیال و افزایش انرژی جنبشی آن است، این افزایش انرژی جنبشی با سرعت بخشیدن به سیال از طریق چرخش پروانه پمپ صورت می‌گیرد و در نتیجه توانایی تولید فشار پمپ تابعی از سرعت دوران پروانه است. در این پمپ‌ها انتقال انرژی به سیال به صورت دائمی انجام می‌شود. این پمپ‌ها، سیال را با دبی زیاد و فشار کم انتقال می‌دهند و در حین انتقال سیال قسمت ورودی و خروجی پمپ با هم در ارتباط هستند. معروف‌ترین پمپ دینامیکی پمپ‌های سانتریفوژ است.

۲- پمپ‌های جابه‌جایی مثبت

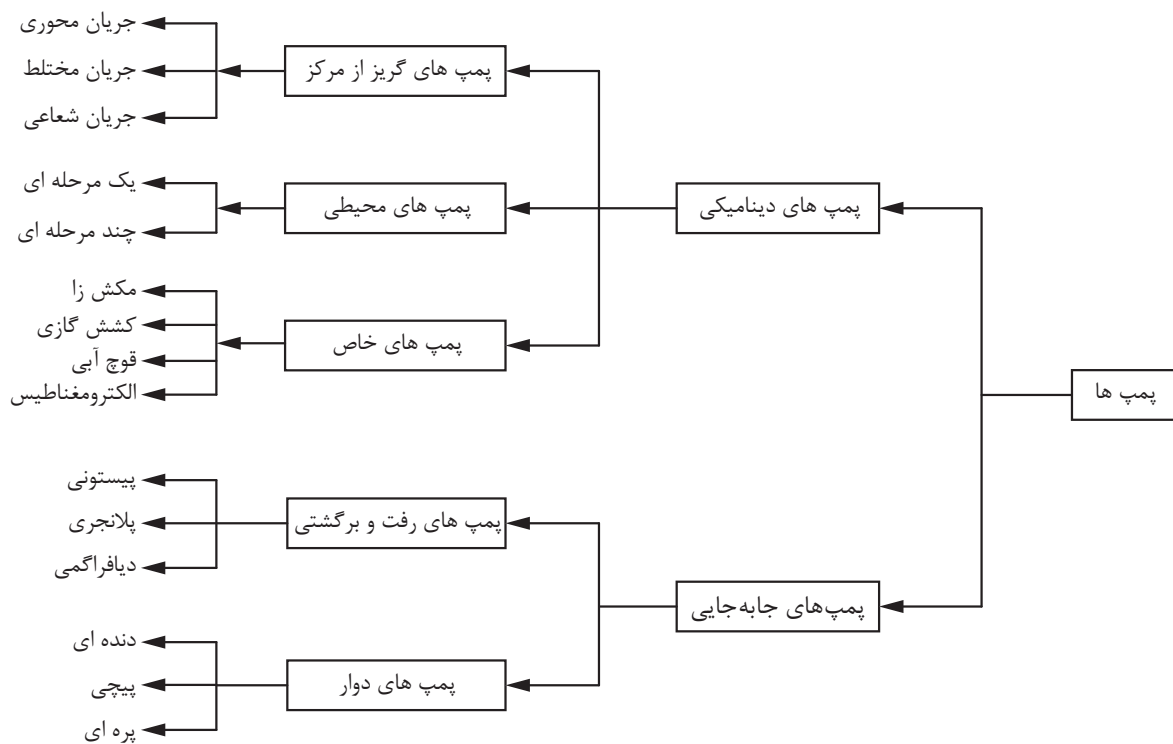
پمپ‌هایی را که در آن انتقال انرژی به سیال به صورت متناوب است پمپ‌های جابه‌جایی مثبت می‌نامند. پمپ‌های پیستونی از انواع پمپ‌های جابه‌جایی مثبت هستند. شکل ۱-۳ تقسیم‌بندی این دو نوع پمپ را به صورت کلی نمایش می‌دهد.

فیلم آموزشی عملکرد پمپ‌های دینامیکی و جابه‌جایی مثبت را مشاهده نمایید.





با توجه به فیلم، در خصوص تفاوت‌های عملکردی و ساختاری دو نوع پمپ اشاره شده، بحث نمایید.



شکل ۱-۳- نمودار تقسیم بندی پمپ ها^۱

۳-۳- پمپ‌های گریز از مرکز (سانتریفوژ)

ساختمان پمپ‌های گریز از مرکز

شکل‌های (۲-۳)، (۳-۳)، شماره ۱ و ۲ ساختمان و بخش‌های مختلف پمپ گریز از مرکز را به صورت شماتیک نشان می‌دهند. اجزای اصلی یک پمپ گریز از مرکز عبارتند از:

۱- محور پمپ؛

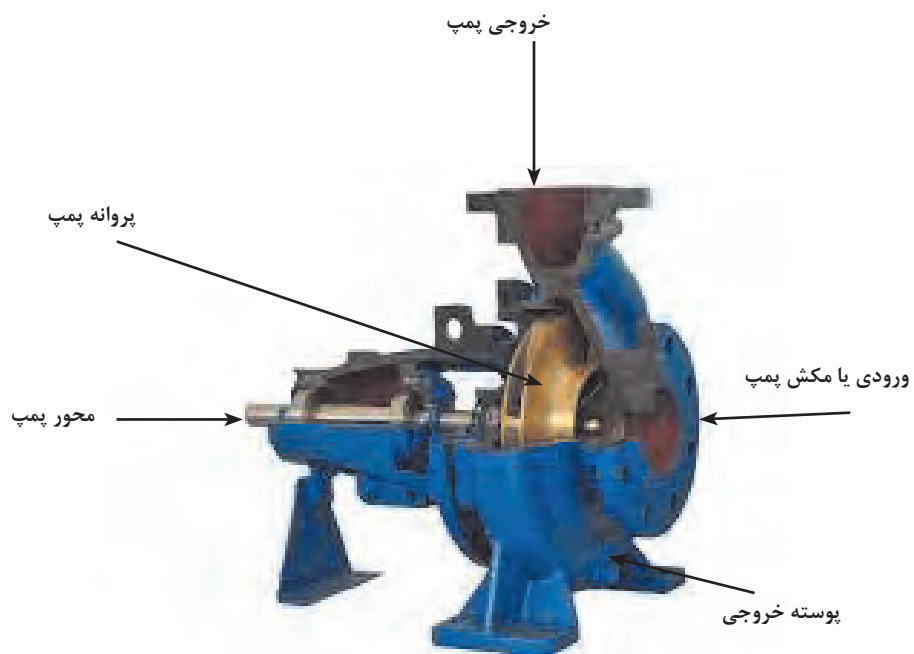
۲- پروانه؛

۳- پوسته حلزونی پمپ؛

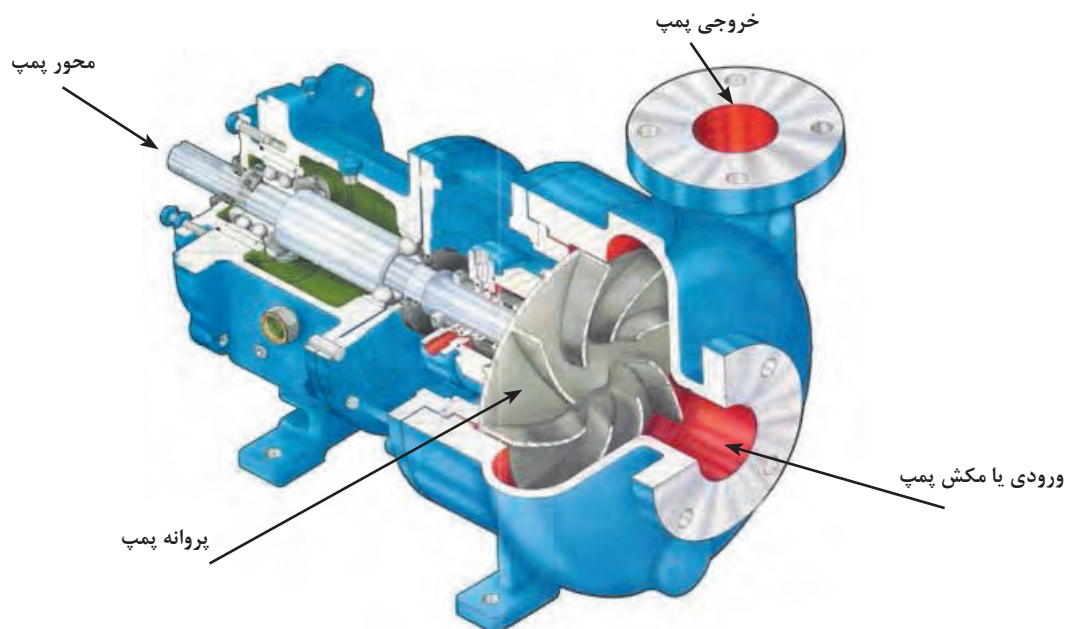
۴- خروجی پمپ؛

۵- ورودی پمپ.

۱- نمودار داده شده برای آگاهی است و نیازی به حفظ کردن آن نیست.



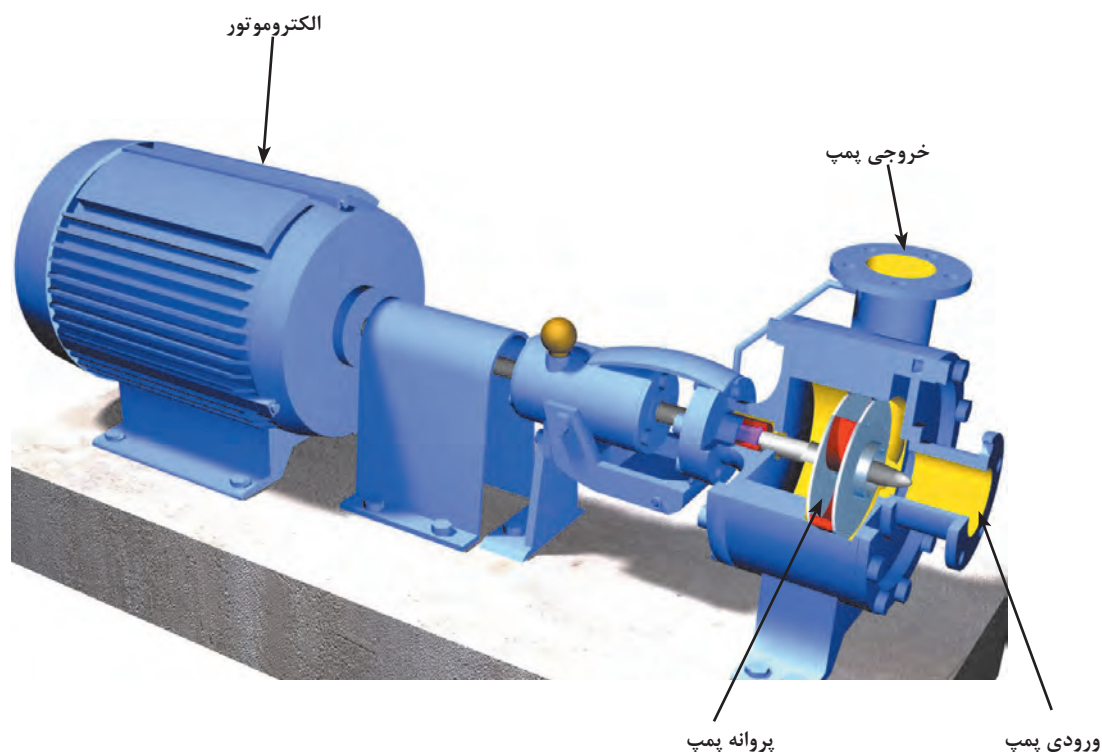
شکل ۲-۳- نمایی از ساختمان پمپ گریز از مرکز



شکل ۳-۳- نمایی از ساختمان پمپ گریز از مرکز



قطعات یک پمپ گریز از مرکز را باز کرده، آن را شناسایی کنید.



شکل ۴-۳- پمپ گریز از مرکز

اصول و عملکرد پمپ‌های گریز از مرکز

در این نوع پمپ‌ها چرخش قطعه‌ای داخل پوسته پمپ، موجب گردش سیال می‌گردد. در نتیجه این عمل، سیال تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز واقع شده و از مجرای خروجی خارج می‌گردد. این قطعه پروانه پمپ نامیده می‌شود.

مجرای ورودی یا مکش سیال در مرکز پروانه قرار داشته و مجرای خروجی در اطراف بدنه واقع شده‌است. در پمپ‌های سانتریفوژ سیال در اثر نیروی مکش از مرکز پروانه وارد شده و در اثر چرخش پروانه سیال تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز پروانه را ترک کرده و از مجرای خروجی خارج می‌گردد.



شکل ۵-۳ مسیر حرکت سیال در پمپ گریز از مرکز

انواع پروانه‌ها

پروانه پمپ‌ها را از نظر ساختمان مکانیکی پروانه و جهت جریان مایع می‌توان تقسیم‌بندی نمود.

۱- **ساختمان مکانیکی:** پروانه پمپ از نظر ساختمان به سه دسته تقسیم شده و بر اساس نوع و گرانروی^۱ سیال پروانه مناسب انتخاب می‌گردد؛

پروانه بسته: این نوع پروانه برای انتقال مایعاتی که گرانروی آنها کم است استفاده می‌شود. در این نوع پروانه‌ها، پره‌های پروانه بین دو صفحه به نام لفافه^۲ پروانه قرار می‌گیرند.

پروانه نیمه‌باز: این نوع پروانه برای انتقال سیالات با گرانروی بالا مانند فاضلاب، خمیر کاغذ، محلول شکر و مانند آن به کار می‌روند. برای به حداقل رساندن انسداد پروانه تعداد پره‌ها کم و طول آنها بلند انتخاب می‌شود. در این نوع پروانه‌ها، پره‌ها از یک طرف به وسیله صفحه لفافه بسته شده‌است.

پروانه باز: این نوع پروانه دارای صفحه لفافه نیست و برای پمپاژ سیالاتی با رسوبات و ذرات معلق بالا استفاده می‌شود.



باز



نیمه باز



بسته

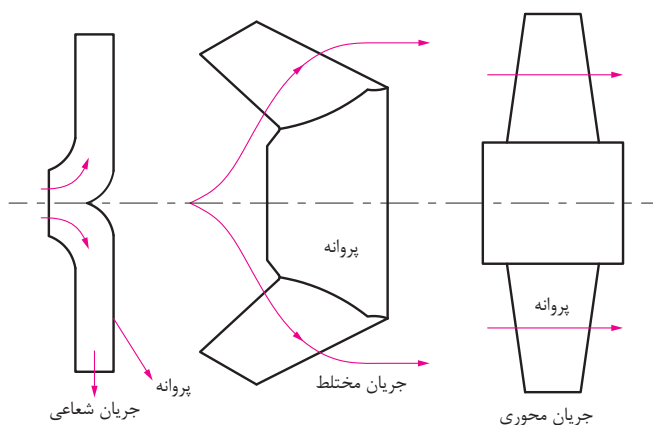
شکل ۶-۳ انواع پروانه‌ها

۱- یک مشخصه فیزیکی است که مقاومت سیال را در برابر جاری شدن نشان می‌دهد.



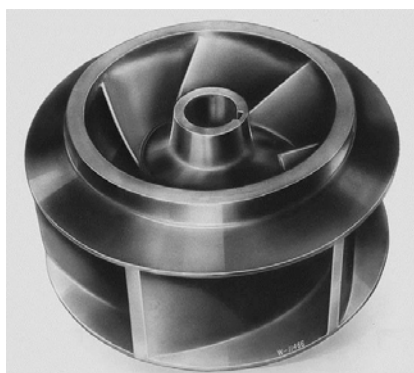
کاربرد انواع پروانه‌ها را در صنایع شیمیایی ایران بیان کنید.

- ۲- جهت جریان مایع: از نظر جریان مایع پروانه‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند؛
- الف: پروانه با جریان شعاعی؛
 - ب: پروانه با جریان مختلط؛
 - ج: پروانه با جریان محوری.



شکل ۷-۳- جهت جریان مایع در انواع پروانه‌ها

پروانه با جریان شعاعی: در این نوع پروانه‌ها، مایع در جهت محور پمپ به پره‌ها وارد و در جهت شعاعی از آن خارج می‌گردد. در این نوع پروانه‌ها عمل گریز از مرکز کامل‌تر از انواع دیگر صورت می‌گیرد. هد^۱ در این پمپ‌ها زیاد و دبی آنها کم است.



شکل ۸-۳ پروانه با جریان شعاعی

۱- میزان افزایش فشاری که پمپ به سیال می‌دهد، هد پمپ نامیده می‌شود.

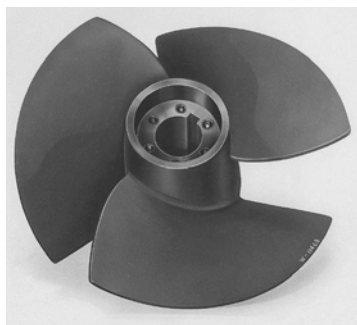
پروانه با جریان مختلط: در این نوع پروانه، مایع موازی با محور وارد پروانه شده و به‌طور مایل نسبت به محور از آن خارج می‌گردد. در نتیجه قسمتی از تبدیل انرژی به‌وسیله عمل گریز از مرکز و قسمتی به‌وسیله انتقال سیال انجام می‌گیرد. قطر طرف خروجی پره‌ها بزرگ‌تر از قطر طرف ورودی آنهاست.



شکل ۹-۳ پروانه با جریان مختلط

پروانه نوع مختلط در واقع یک نوع پروانه شعاعی است که پره‌های آن تغییر یافته‌اند و از آنها بیشتر در مواقعی استفاده می‌شود که فشار و دبی متوسط نیاز داریم. بعضی از این پروانه‌ها پیچی شکل هستند و پروانه پیچی نامیده می‌شوند.

پروانه با جریان محوری: در این نوع پروانه مایع موازی با محور وارد پروانه می‌شود و موازی با آن نیز خارج می‌گردد. در این پروانه‌ها نیروی گریز از مرکز برای تولید فشار دخالتی ندارد و بدین دلیل پمپ با جریان محوری را، در بعضی از تقسیم بندی‌ها، جدای از پمپ‌های گریز از مرکز تقسیم بندی می‌کنند. این پروانه‌ها را برای دبی زیاد و ارتفاع کم به کار می‌برند.



شکل ۱۰-۳ پروانه با جریان محوری

جنس پروانه: جنس پروانه به نوع کاربرد پمپ و سیال پمپ شونده بستگی دارد. متغیرهای مؤثر در انتخاب جنس آن مقاومت مقابل زنگ‌زدگی و سایش، قابلیت فلزکاری و تراشکاری و قیمت مناسب است.



برای هر یک از پروانه‌ها در صنعت مثالی بیان کنید.

۴-۳- محاسبات در پمپ

هد پمپ

میزان افزایش فشاری که پمپ به سیال می‌دهد، هد پمپ نامیده می‌شود. این هد می‌تواند به صورت فشاری یا ارتفاع بیان شود. در محاسبات پمپ هد ارتفاع کاربرد بیشتری دارد. علت اینکه به جای فشار، از هد ارتفاع برای قابلیت پمپ استفاده می‌شود، این است که سازندگان بتوانند ویژگی‌های عملکرد پمپ‌ها را فارغ از دانسیته و سایر خواص فیزیکی مایعات معرفی نمایند.

$$P = \rho gh$$

$$h = \frac{P}{\rho g} = \frac{P}{\gamma}$$

نسبت اختلاف فشار مایع در نقطه ورودی به سیستم پمپ و نقطه خروجی از سیستم پمپ بر متغیر گاما ($\gamma = \rho g$) هد فشار گفته می‌شود.

$$\text{هد پمپ} = h = \frac{P_2 - P_1}{\gamma}$$

توان تولیدی یا توان هیدرولیک

میزان انرژی‌ای را که پمپ در واحد زمان به مایع منتقل می‌کند، توان تولیدی یا توان هیدرولیک پمپ نامیده می‌شود و با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$P_O = P_h = \Delta P \times Q$$

در این رابطه:

P_O و P_h توان تولیدی یا هیدرولیک بر حسب وات (**W**)

ΔP اختلاف فشار در دو سر پمپ بر حسب پاسکال (**Pa**)

Q دبی مایع بر حسب متر مکعب بر ثانیه (m^3/s)

توان الکتریکی مصرفی

میزان انرژی الکتریکی مصرف شده برای تأمین نیروی محرکه پمپ را توان الکتریکی مصرفی پمپ می نامند که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$P_i = V \times I$$

در این رابطه:

P_O توان مصرفی بر حسب وات (W)

V اختلاف پتانسیل بر حسب ولت (V)

I شدت جریان بر حسب آمپر (A)

بازده پمپ

بازده پمپ نیز بر اساس نسبت توان تولیدی یا هیدرولیک پمپ به توان مصرفی آن محاسبه می گردد.

$$\eta = \frac{P_O}{P_i} = \frac{\Delta P \times Q}{V \times I}$$

بازده پمپ همواره عددی بین صفر و یک است و بازده درصدی پمپ از ضرب این عدد در ۱۰۰ به دست می آید.

مسئله: برای تأمین نیروی محرکه یک پمپ به ظرفیت ۲/۲ لیتر بر ثانیه، جریان الکتریکی با شدت ۳۰ آمپر و اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت استفاده شده است، در صورتی که اختلاف فشار در دو سر پمپ ۱۰^۶ پاسکال باشد، توان تولیدی، مصرفی و بازده پمپ را محاسبه کنید؟

روش حل:

$$Q = 2/2 \frac{\text{Lit}}{\text{s}} = 2/2 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$P_O = 2/2 \times 10^{-3} \times 10^6 = 2200$$

$$P_i = 30 \times 220 = 6600$$

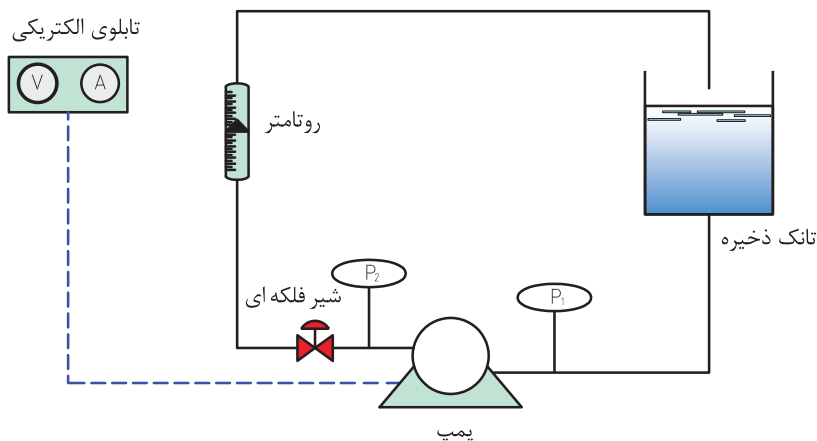
$$\eta = \frac{P_O}{P_i} = \frac{2200}{6600} = 0/33$$

بازده پمپ مورد نظر ۳۳٪ یا ۳۳ درصد است.

مسئله: یک پمپ دارای بازدهی ۶۴ درصد است، اگر ظرفیت پمپ برابر با ۷ لیتر در ثانیه، شدت جریان الکتریکی ۲۶ آمپر و اختلاف پتانسیل الکتریکی ۲۲۰ ولت باشد، این پمپ چه اختلاف فشاری را می تواند تأمین کند؟



از یک پمپ گریز از مرکز در پمپاژ آب از یک تجهیز به تجهیز دیگر استفاده کنید، با راهنمایی مربی پمپ را راهاندازی نموده و توان تولیدی و مصرفی و بازدهی آن را محاسبه نمایید؟
راهنمایی: برای آشنایی با عملکرد پمپ و محاسبات مربوط به آن یک نمونه شکل و روش کار ارائه می‌شود.



روش کار

- ۱- با تنظیم شیر دبی‌های مختلفی را اندازه‌گیری کنید؛
- ۲- در هر دبی ایجاد شده فشارهای ورودی و خروجی را بخوانید و اختلاف فشار برای هر شدت جریان را محاسبه نمایید؛
- ۳- در هر دبی ایجاد شده ولتاژ و آمپر را بخوانید و توان الکتریکی را محاسبه نمایید؛
- ۴- توان تولیدی را محاسبه نموده؛ سپس بازده را به دست آورید؛
- ۵- ارتفاع آب‌دهی (هد دهی) را برحسب دبی رسم کنید؛
- ۶- بازده را برحسب دبی رسم کنید؛
- ۷- با استفاده از نمودارها، نتیجه بگیرید در کدام دبی، پمپ بیشترین بازده را دارد.

نکته ایمنی



نکات ایمنی در هنگام راه‌اندازی پمپ:
هنگام راه‌اندازی پمپ چه نکاتی را باید مد نظر قرار داد؟
اطمینان از نصب صافی در لوله مکش پمپ؛
اطمینان از بسته نبودن شیر تخلیه؛
باز کردن کامل شیر مکش پمپ؛
حصول اطمینان از نبود نشتی غیر عادی سیستم آب‌بندی؛
هرگز پمپ را در دبی‌های زیر دبی مینیمم یا با وجود مسیرهای مکش و تخلیه بسته راه‌اندازی نکنید.
این امر ممکن است موجب صدمات فیزیکی به دستگاه شود.

مزایا و معایب استفاده از پمپ‌های سانتریفوژ چیست؟

تحقیق کنید



۵-۳- پمپ‌های جابه‌جایی مثبت

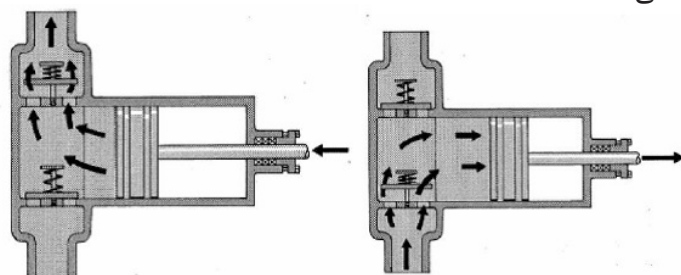


پمپ‌های جابه‌جایی مثبت به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- ۱- پمپ‌های رفت و برگشتی^۱
- ۲- پمپ‌های دوار^۲

پمپ‌های رفت و برگشتی

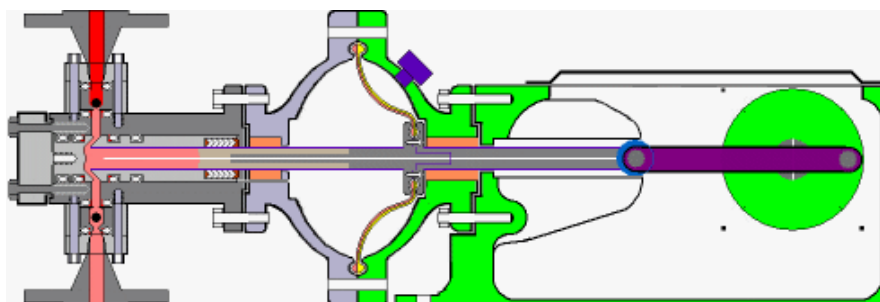
در این پمپ‌ها انتقال انرژی به سیال به صورت دوره‌ای است. اساس عملکرد این پمپ‌ها حرکت رفت و برگشتی پیستون است. با عقب رفتن پیستون مکش ایجاد شده و در نتیجه مایع از طریق شیر ورودی داخل محفظه می‌گردد. با حرکت پیستون به طرف جلو دریچه ورودی بسته و مایع از طریق شیر خروجی به خارج هدایت می‌گردد. مزیت مهم این پمپ‌ها تولید هد و بازده بالا است. تلمبه دوچرخه و سرنگ تزریق نمونه‌هایی از پمپ‌های رفت و برگشتی هستند.



انواع پمپ‌های رفت و برگشتی

- ۱- پمپ‌های پیستونی^۳؛
- ۲- پمپ‌های پلانجری^۴؛
- ۳- پمپ‌های دیافراگمی^۵.

۱۱-۳ نحوه عملکرد پمپ‌های پیستونی



۱۲-۳ نحوه عملکرد پمپ‌های پلانجری

۱-reciprocating pumps)؛

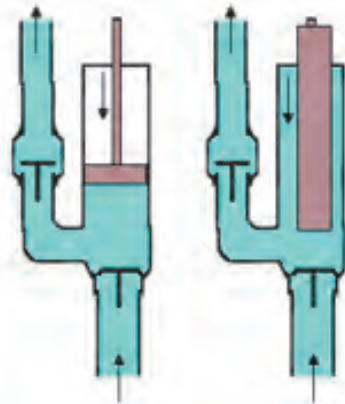
۲-rotary pumps

۳-piston pumps

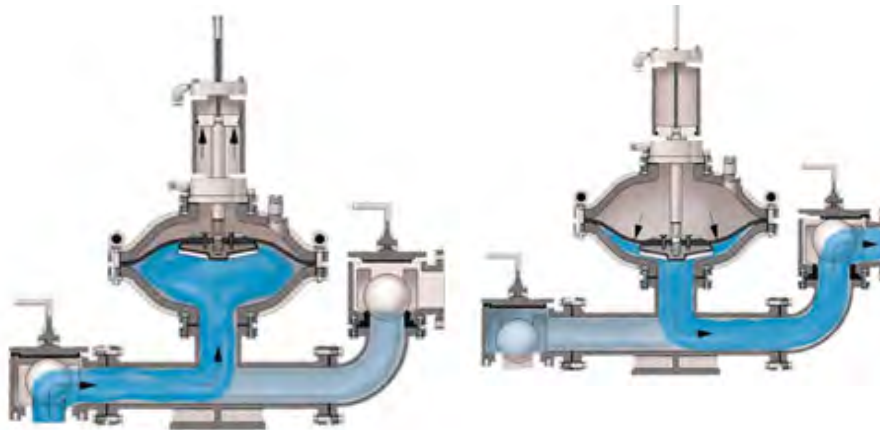
۴- plunger pumps

۵- diaphragm pumps

پمپ پیستونی پمپ پلانجری



۳-۱۳ - تفاوت پمپ پیستونی و پلانجری



۳-۱۴ - نحوه عملکرد پمپ های دیافراگمی

فیلم آموزشی پمپ‌های رفت و برگشتی را مشاهده نمایید.

فیلم



تحقیق
گروهی



در مورد کاربرد پمپ‌های رفت و برگشتی در صنایع شیمیایی تحقیق نموده و گزارشی تهیه نماید.

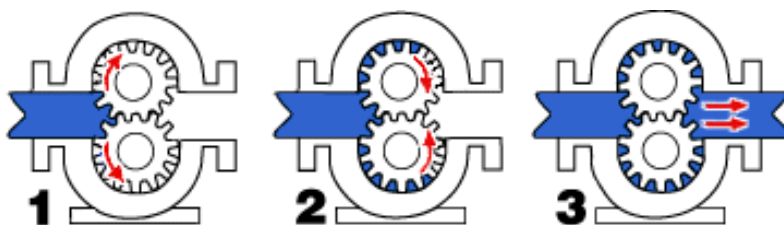
ب) پمپ‌های دوار

این پمپ‌ها اگرچه دوار هستند، ولی پروانه ندارند بلکه قطعات چرخنده‌ای یا مارپیچی در آنها وجود دارد که مایع در بین دنده‌های چرخنده پمپ به دام می‌افتد و در اثر چرخیدن چرخنده‌ها فشرده شده و

با فشار به بیرون رانده می شود. این پمپها به ویژه برای مایعات دارای ویسکوزیته بالا مناسب هستند و بازده بالایی نیز دارند.

انواع پمپهای دوار:

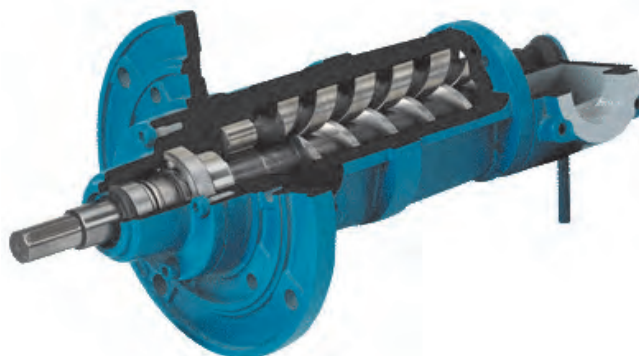
- ۱- پمپهای دنده ای؛
- ۲- پمپهای پیچی؛
- ۳- پمپهای پره ای.



شکل ۱۵-۳ نحوه عملکرد پمپهای دنده ای

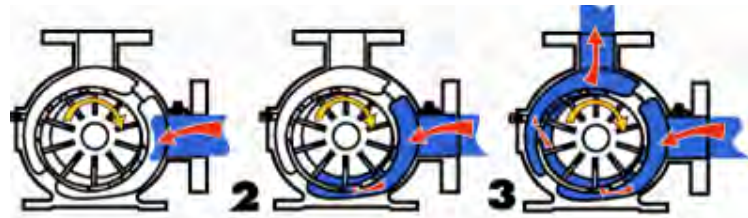
فیلم آموزشی پمپهای دوار را مشاهده نمایید.

فیلم



شکل ۱۶-۳ نحوه عملکرد پمپهای پیچی

- ۱- gear pumps
- ۲- screw pumps
- ۳- vane pumps



شکل ۱۷-۳ نحوه عملکرد پمپ‌های پره‌ای

با راهنمایی مربی دو نوع پمپ جابه‌جایی مثبت را از نظر ظاهری و قطعات با هم مقایسه کنید؟

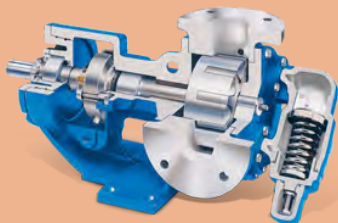
فعالیت
کارگاهی



نکته ایمنی در پمپ‌های جابه‌جایی مثبت:

زمانی که پمپ مشغول کار است، باید از بسته نبودن خروجی پمپ اطمینان حاصل نمود و چنانچه شخص مسئول بهره‌برداری از پمپ بخواهد، اقدام به بستن مجرای خروجی آن نماید، باید کاملاً مطمئن گردد که مجرای خروجی دیگری برای تخلیه مایع وجود دارد. در غیر این صورت بر روی قطعات پمپ فشار وارد شده و ممکن است که منجر به سوختن الکتروموتور، از کار افتادن پمپ، سوختن فیوز و ترکیدن محفظه و لوله‌ها و سایر معایب دیگر شود.

نکته ایمنی



۶-۳ پدیده کاویتاسیون یا حفره‌زایی

کاویتاسیون در لغت به معنای ایجاد حفره یا حفره‌زایی است. پیش از توضیح پدیده کاویتاسیون لازم است اشاره به نقطه جوش و فشار بخار مایعات صورت گیرد. نقطه جوش مایعات به فشاری بستگی دارد که مایع در آن قرار دارد؛ مثلاً آب در فشار یک اتمسفر در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس می‌جوشد که این دما در فشار ۰/۵ اتمسفر در حدود ۸۰ درجه است.

هرگاه در حین جریان مایع در داخل یک پمپ، فشار مایع در نقطه‌ای از فشار تبخیر مایع در درجه حرارت مربوط به آن کمتر شود، حباب‌های بخار در فاز مایع به وجود می‌آیند این حباب‌های کوچک همراه با مایع به نقاط دارای فشار بالاتر منتقل شده و می‌ترکند و باعث ایجاد آسیب به بدنه و پروانه پمپ می‌شوند. این پدیده مخرب در پمپ‌ها را کاویتاسیون می‌نامند. پدیده کاویتاسیون برای پمپ بسیار خطرناک بوده و ممکن است پس از مدت کوتاهی پره‌های پمپ را از بین ببرد؛ بنابراین باید از وجود چنین پدیده‌ای در پمپ جلوگیری گردد. کاویتاسیون همواره با صداهای منقطع شروع شده و سپس در صورت ادامه کاهش فشار در دهانه ورودی پمپ، بر شدت این صداها افزوده می‌گردد. صدای کاویتاسیون مخصوص و مشخص بوده و شبیه برخورد گلوله‌هایی به یک سطح فلزی است. هم‌زمان با تولید این صدا پمپ نیز به ارتعاش در می‌آید. در انتها این صداهای منقطع به صداهایی شدید و دائم تبدیل می‌گردد و در همین حال نیز بازده پمپ به شدت کاهش می‌یابد. شکل زیر آسیب‌دیدگی پروانه پمپ در اثر پدیده کاویتاسیون را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸-۳ آسیب‌دیدگی پروانه پمپ در اثر پدیده کاویتاسیون

فیلم آموزشی مربوط به پدیده کاویتاسیون را مشاهده نمایید.

فیلم



در ایران شرکت‌های توانمند بسیاری وجود دارند که در زمینه ساخت پمپ‌های باکیفیت فعالیت می‌نمایند. هم‌اینک در اکثر صنایع کشور از این پمپ‌ها استفاده می‌شود.

فکر کنید



فکر کنید : تفاوت میان همزدن و اختلاط چیست؟

همزدن از ایجاد حرکت و آشفتگی در مایع یا جامد است. یکی از اهداف همزدن، اختلاط دو یا چند ماده است. اختلاط می‌تواند به منظور انجام یک تغییر فیزیکی یا شیمیایی انجام شود. در اکثر صنایع شیمیایی و در بسیاری از صنایع دیگر از عملیات اختلاط استفاده می‌شود. در صنایع غذایی، دارویی، کاغذ، لاستیک، پلاستیک و حتی گاز و پتروشیمی این عملیات کاربرد دارد. در اغلب واکنش‌های چند فازی، نحوه، شدت و مدت زمان اختلاط مواد در بازده واکنش تأثیر چشمگیر دارد. اگر اختلاط به شکل مطلوب انجام نشود، برخورد میان مولکول‌های مواد واکنش دهنده به نحو مطلوب انجام نمی‌شود و در نتیجه یا واکنش انجام نخواهد شد یا بازده آن کم‌تر از حد انتظار خواهد بود.

نکته مهم آن است که در بسیاری از موارد همزدن شدید یا طولانی، علاوه بر اتلاف انرژی بر کیفیت محصول نیز اثر نامطلوب می‌گذارد؛ برای مثال در فرایند تشکیل کریستال یا بعضی فرایندهای زیست‌شناسی، افزایش توان همزن باعث شکسته شدن دانه‌های کریستال یا صدمه دیدن میکروارگانیسم‌ها و در نهایت کاهش کیفیت محصول می‌شود، همچنین در بسیاری از واکنش‌های شیمیایی اگر زمان اختلاط بیش از حد طولانی شود، محصول شروع به تجزیه شدن می‌نماید و به مواد ناخواسته تبدیل می‌گردد. بدین ترتیب بازده واکنش کاهش می‌یابد.

هدف از همزدن چیست و هم زدن در فرایندهای مختلف با چه اهدافی انجام می‌شود؟ با ذکر مثال بحث کنید.

بحث کنید



انواع اختلاط

عملیات اختلاط بدون توجه به ماهیت صنعتی آن به شش گروه تقسیم‌بندی نمود:

اختلاط دو یا چند محلول (یک فاز)؛

اختلاط دو یا چند مایع نامحلول (چند فاز)؛

تعلیق جامد در مایع؛

پخش گاز در مایع؛

اختلاط سه فاز؛

اختلاط جامدات.



جدول زیر را تکمیل نمایید؟

کاربردها	هدف از هم‌زدن	فرایند اختلاط
		دو یا چند محلول (یک فاز)
		دو یا چند مایع نامحلول (چند فاز)
		تعلیق جامد در مایع
		پخش گاز در مایع
		اختلاط سه فاز
		اختلاط جامدات

۳-۸ انواع مخلوط کن ها

مخلوط‌کننده‌ها را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم‌بندی نمود:

۱- مخلوط‌کننده‌های فاز مایع که در آنها حداقل یک فاز مایع وجود دارد؛

۲- مخلوط‌کننده‌های فاز جامد که در آنها فاز مایع یا گاز وجود ندارد.

مخلوط‌کننده‌های فاز مایع: در این نوع دستگاه حداقل یک فاز مایع وجود دارد و در کنار آن فازهای دیگر هم می‌توانند حضور داشته باشند. پرکاربردترین دستگاه‌ها برای اختلاط در فاز مایع مخزن مجهز به هم‌زن مکانیکی^۱ است.



شکل ۱۹-۳ مخلوط‌کن



کف مخازن مجهز به هم‌زن به شکل محدب طراحی می‌شود، به نظر شما دلیل آن چیست؟

۱- Mechanically-Agitated vessel

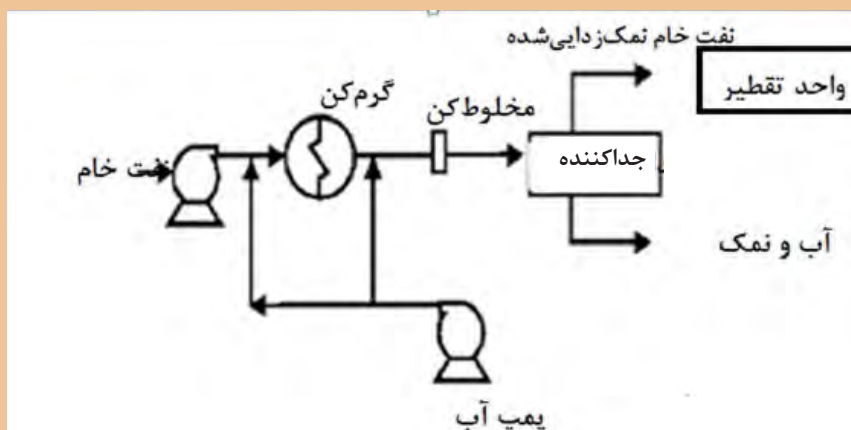
علاوه بر مخازن مجهز به همزن مکانیکی، مخلوط‌کن‌های ساکن یا داخلی^۱ نیز برای اختلاط مایع در مایع یا پخش جامدات و گازها در مایعات استفاده می‌شوند. این نوع همزن دارای قطعات متحرک نبوده و از نظر ساختمان ساده و هزینه آن در مقایسه با سایر مخلوط‌کن‌ها مناسب‌تر است. این مخلوط‌کننده‌ها در محدوده وسیعی از گرانی‌های قابل استفاده بوده و حتی در مخلوط نمودن پلیمرهای مذاب نیز می‌توان از آنها استفاده نمود.

هدف از استفاده از این نوع همزن، دستیابی به توزیع یکنواختی از غلظت و دما است در این مسیر مواد در داخل لوله‌ای که در آن موانعی برای اختلاط بیشتر پیش‌بینی شده، وارد و با حرکت به سمت انتهای لوله به تدریج مخلوط می‌شوند. بیش از ۳۰ نوع متفاوت از این نوع مخلوط‌کننده (با آرایش‌های مختلفی از این موانع) در جهان استفاده می‌شود.

بحث کنید



فرایند نمک‌زدایی از نفت خام در پالایشگاه‌ها پیش از فرایند تقطیر و پالایش نفت به منظور جداسازی ترکیبات نمکی از نفت به منظور کاهش خوردگی انجام می‌گیرد و به این منظور نفت را با آب مخلوط کرده و این ترکیبات از فاز آلی وارد فاز آبی شده و در یک جداکننده این دو فاز از هم جدا می‌گردند. به این ترتیب ترکیبات نمکی از نفت جدا می‌گردد. با توجه به مطالب عنوان شده، برای فرایند زیر یک همزن انتخاب کنید:



مزیت این مخلوط‌کن‌ها قابلیت استفاده در فرایندهای پیوسته است.

۱- In line or static mixer



شکل ۲۰-۳ مخلوط‌کننده‌های فاز مایع

مخلوط‌کننده‌های فاز جامد

اختلاط در جامدات به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند:

اختلاط به روش نفوذ: در این روش ضمن انجام یک حرکت دورانی ذرات جامد در یکدیگر نفوذ می‌کنند، یک نمونه از این دستگاه‌ها مخلوط‌کن V است که در شکل ذیل نمایش داده شده است.

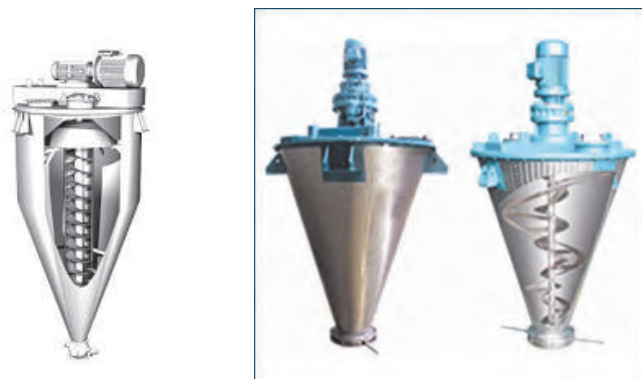


شکل ۲۱-۳- مخلوط‌کن V

اختلاط به روش جابه‌جایی: در این روش با حرکت انتقالی پودر انواع جامدات عمل اختلاط انجام می‌شود؛ به عنوان مثال می‌توان به دستگاه‌های مخلوط‌کن روبانی و دستگاه مخلوط‌کن مارپیچ عمودی اشاره کرد که ساختمان آنها در شکل‌های ۲۲-۳ و ۲۳-۳ نمایش داده شده است.



۲۲-۳- دستگاه مخلوط‌کن روبانی



شکل ۲۳-۳- دستگاه مخلوط‌کن مارپیچ عمودی

اختلاط به روش ایجاد سیالیت: اگر مقداری جامد را به صورت پودر در یک ظرف استوانه ای ریخته و از میان آنها گاز عبور دهیم، به تدریج با افزایش سرعت گاز و متناسب با سنگینی پودر، ذرات جامد از جای خود بلند شده و حالت سیالیت پیدا می کنند. در این حالت سرعت گاز به حدی است که ذرات جامد آشفته‌گی و اختلاط لازم را پدید آورد؛ اما قادر نیست که ذرات را با خود همراه کرده و از ظرف خارج نماید. یک نمونه از دستگاه‌های مخلوط‌کن بستر سیال^۱ در شکل زیر نمایش داده شده است.



شکل ۲۴-۳-مخلوط‌کن بستر سیال

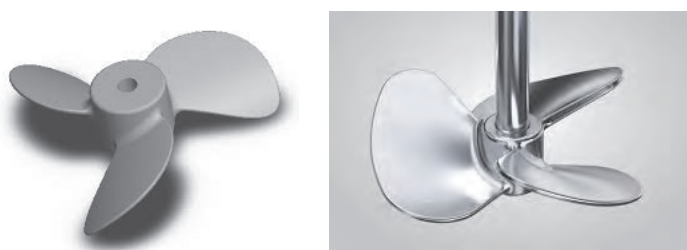
فیلم آموزشی مخلوط‌کننده بستر سیال را مشاهده نمایید.

فیلم



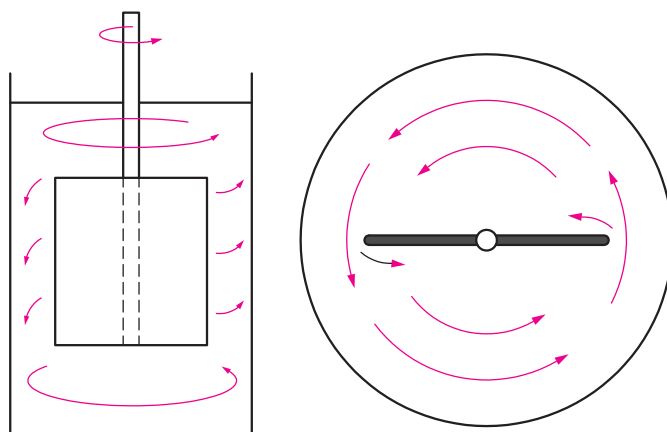
۳-۹ نقش پره‌ها در اختلاط و انواع آنها

انواع پره‌ها به اشکال مختلف برای همزدن مایعات به کار برده می‌شوند. متداول‌ترین پره‌ها عبارت‌اند از: پره‌های **ملخی**^۱: از متداول‌ترین انواع پره‌ها است. شکل زیر نمایی از این پره‌ها را نشان می‌دهد. از این نوع اغلب برای معلق کردن ذرات جامد در داخل سیال استفاده می‌شود و در محدوده وسیعی از سرعت می‌تواند کار کند. این نوع پره برای مایعاتی با گرانش کم به کار می‌رود. پره‌های ملخی به علت ایجاد جریان‌های پایدار، در مخازن بسیار بزرگ کارایی خوبی دارند و قیمت آنها نیز مناسب است.



شکل ۳-۲۵ پره ملخی

شکل ۳-۲۶ مسیر حرکت سیال را به هنگام دوران یک پره ملخی نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود این نوع پره، سیال را در امتداد محور به جریان می‌اندازد و به همین خاطر به این نوع پره جریان محوری نیز می‌گویند.



شکل ۳-۲۶ نمای بالایی و جانبی جریان محوری در پره ملخی

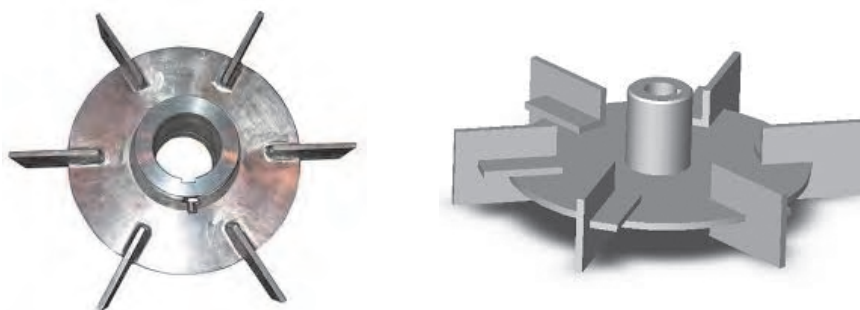
در مواردی برای ایجاد آشفستگی بیشتر در مخازن و از بین بردن نقاط ساکن در گوشه‌های مخازن، همزن را خارج از مرکز استوانه قرار می‌دهند. شکل ۳-۲۷ طرز قرار گرفتن همزن در این حالت و تأثیر آن را نشان می‌دهد.

۱- Propeller



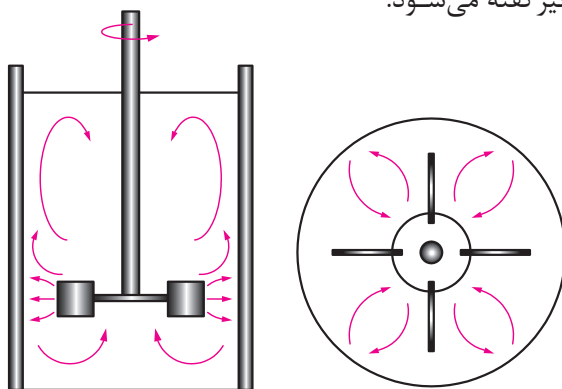
شکل ۲۷-۳ قرار دادن همزن خارج از مرکز و افزایش آشفته‌گی

پره‌های توربینی^۱: شکل زیر نمایی از این پره‌ها را نشان می‌دهد. در صنایع شیمیایی به خصوص برای اختلاط گاز در مایع، این نوع پره مناسب‌ترین انتخاب می‌باشد و در محدوده وسیعی از سرعت می‌تواند کار کند. پره‌های توربینی در محدوده گسترده‌ای از سیالات با گرانی‌های مختلف کاربرد دارد.



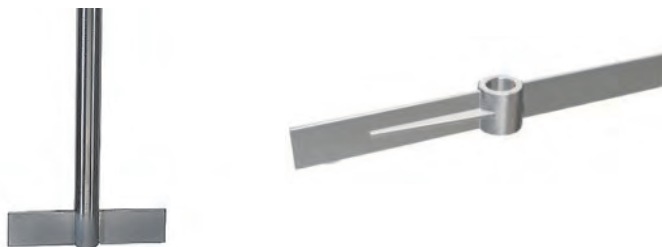
شکل ۲۸-۳ پره‌های توربینی

شکل نشان می‌دهد که چگونه یک پره توربینی سیال را به جریان می‌اندازد. همان‌طور که مشاهده می‌شود با حرکت این پره، سیال در امتداد شعاع ظرف (عمود بر محور) حرکت می‌کند و به همین دلیل به این نوع پره، جریان شعاعی نیز گفته می‌شود.



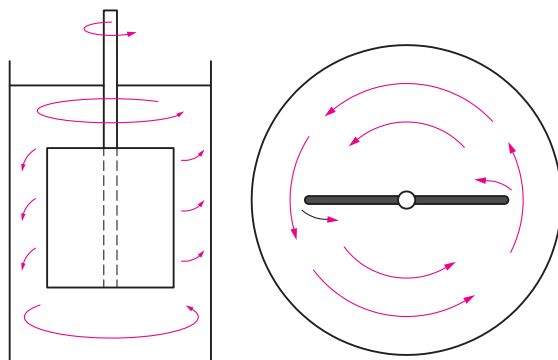
شکل ۲۹-۳- نمای بالایی و جانبی جریان شعاعی در پره توربینی

پره پارویی^۱: شکل زیر نمایی از این پره‌ها را نشان می‌دهد. این نوع پره از یک محور و یک پره به شکل پارو تشکیل شده است. در طیف وسیعی از گرانی‌ها مناسب است و به سادگی در عملیات خراب نمی‌شود. از لحاظ قیمت ارزان و ساخت آن ساده است. در ظرف‌های عمیق چند پارو روی یک محور نصب می‌شود. یکی از مهمترین کاربردهای این نوع از پره‌ها، استفاده جهت انتقال حرارت می‌باشد.



شکل ۳۰-۳ پره‌های پارویی

شکل ۳۱-۳ چگونگی حرکت سیال را به هنگام چرخش پره پارویی نشان می‌دهد. این پره سیال را مماس بر دایره مسیر به جریان می‌اندازد. به همین دلیل به این نوع پره جریان مماسی می‌گویند.



شکل ۳۱-۳ نمای بالایی و جانبی جریان مماسی در پره پارویی

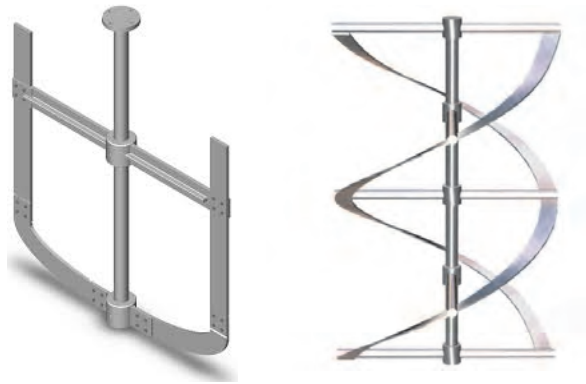
فیلم آموزشی پره‌های پارویی را مشاهده نمایید.

فیلم



پره‌های لنگری^۲ و حلزونی^۳: شکل زیر نمایی از این پره‌ها را نشان می‌دهد. این دو نوع پره برای هم‌زدن مایعات با گرانی زیاد و حتی خمیرها به کار می‌روند. فاصله این پره‌ها با دیواره ظرف نسبتاً کم است و به این ترتیب با چرخش خود از چسبیدن سیال به دیواره‌های ظرف جلوگیری می‌شود. سرعت دوران این نوع همزن‌ها نسبتاً پایین است.

۱-Paddle
۲-Anchor
۳-Helical



شکل ۳۲-۳ پره حلزونی و پره لنگری

فیلم آموزشی انواع پره ها و مقایسه عملکرد آن ها را مشاهده نمایید.

فیلم



با راهنمایی مربی انواع مختلف پره ها را از نظر ظاهری و عملکرد با هم مقایسه نموده و جدول زیر را تکمیل کنید:

فعالیت گروهی



موارد کاربرد	نوع پره
	ملخی
	توربینی
	پارویی
	لنگری
	حلزونی



نکات ایمنی در خصوص کار با همزن ها

- ۱- پیش از شروع به کار از محکم بودن اتصالات اطمینان حاصل نمایید.
- ۲- دقت کنید که بخش موتور همزن خیس نشود و در صورت خیس شدن سریعاً آن را خشک کنید.
- ۳- از دست زدن به دستگاه در حین کار جدا خودداری کنید، هیچ گاه همزن را به سمت دوستان خود نگیرید و از شوخی کردن در حین کار پرهیز نمایید به خاطر داشته باشید که گاه یک شوخی دوستانه می تواند صدمات جبران ناپذیری برای شما و دوستانتان در پی داشته باشد.
- ۴- پس از اتمام کار پره ها را تمیز نموده و در جای خود قرار دهید.

۱۰-۳ سانتریفوژها

اولین بار یک مهندس ارتش انگلیس، بنیامین رابینز (۱۷۰۷-۱۷۵۱) بازوی چرخشی را اختراع کرد که میزان جابه جایی اجسام را اندازه بگیرد. در سال ۱۸۶۴ آنتونی پراندی اولین سانتریفوژ به معنای کنونی را برای جدا کردن شیر و خامه اختراع کرد. در سال ۱۸۷۹ گوستاو لاول اولین جدا ساز اتوماتیک و تجاری را ساخت.



سانتریفوژ اولیه در قرن ۱۷

سانتریفوژ دستگاهی است که در آن با استفاده از نیروی گریز از مرکز مواد را از یکدیگر جدا می کنند. معمولاً دستگاه سانتریفوژ را برای جدا کردن ذرات جامد از یک مایع یا تقسیم مخلوط مایعات با چگالی متفاوت به اجزای مختلف آن به کار می گیرند. سانتریفوژها برای مخلوط هایی که حاوی ذرات ریز جامد و یا مایعاتی با چگالی نزدیک به هم که به راحتی جدا نمی شوند کارایی خوبی دارند.

فیلم



فیلم آموزشی : معرفی و عملکرد سانتریفوژ ها را مشاهده نمایید.

پرسش



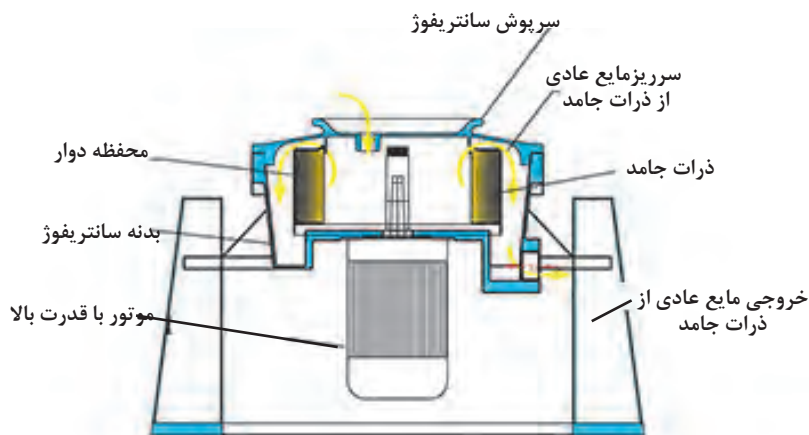
با توجه به فیلم، مزیت استفاده از سانتریفوژ به روش ته نشینی ساده چیست؟ در مورد عملکرد سانتریفوژ بحث کنید؟

فکر کنید



چند نمونه از کاربردهای سانتریفوژ ها را در زندگی نام ببرید؟

شکل ۳-۳۳ اجزای یک نمونه سانتریفوژ صنعتی را نشان می‌دهد:



شکل ۳-۳۳ - اجزای یک نمونه سانتریفوژ صنعتی

به عنوان نمونه هایی از کاربردهای سانتریفوژ ها می توان به موارد زیر اشاره نمود:

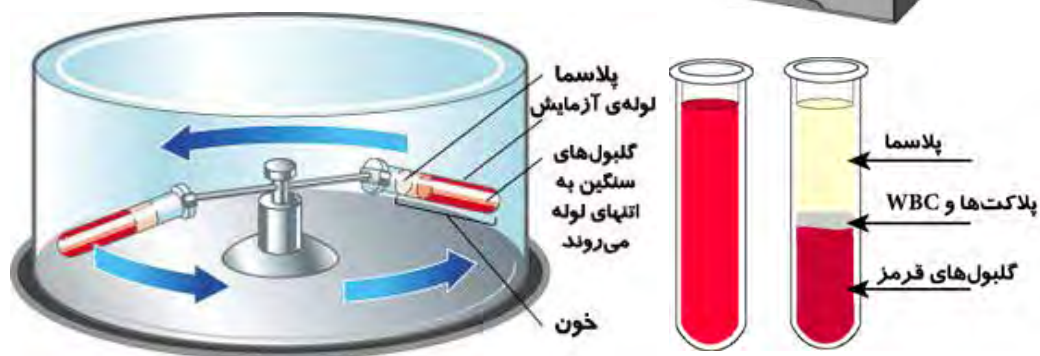
- ۱- جداسازی ذرات گرد و غبار از هوا؛
- ۲- خشک کردن کریستال ها؛
- ۳- جداسازی امولسیون های مایعات و یا مخلوط های مایع و جامد؛
- ۴- کاربرد در صنایع غذایی مثل روغن های گیاهی، آبمیوه ها، جداسازی خامه از شیر و ...



به کمک مربی قطعات یک دستگاه سانتریفوژ را مورد بررسی قرار دهید.

سانتریفوژ های آزمایشگاهی

یکی دیگر از موارد استفاده از سانتریفیوژ، در پزشکی، و تجزیه و تحلیل نمونه‌های خونی است. زمانی که نمونه خونی در دستگاه سانتریفوژ قرار می‌گیرد، دستگاه شروع به چرخش بسیار سریع کرده و در ادامه، عناصر سازنده خون از یکدیگر جدا می‌شوند؛ طوری که گلبول‌های قرمز در لایه پایینی و گلبول‌های سفید و پلاکت‌ها در لایه میانی و پلاسما در لایه فوقانی قرار می‌گیرند.



شکل ۳۴-۳- سانتریفوژ آزمایشگاهی



نکات ایمنی در خصوص کار با دستگاه سانتریفوژ آزمایشگاهی

- ۱- قبل از قرار دادن لوله ها در دستگاه ابتدا آن ها را از نظر ترک یا شکستگی چک کنید
- ۲- لوله ها را به صورت برابر و متقارن در سانتریفوژ قرار دهید به طوری که با هم بالانس باشند. در غیر این صورت باعث ارتعاش ، سایش و شکستن لوله ها می شود.
- ۳- پیش از روشن نمودن دستگاه از قفل بودن درب آن اطمینان حاصل نمایید و در خاتمه کار نیز بعد از توقف کامل سانتریفوژ، در دستگاه را باز کرده و لوله ها را به آرامی بیرون بیاورید.

استفاده از سانتریفوژها در صنعت

در صنایع مختلف، سانتریفوژهای صنعتی با موتورهای قوی و در ابعاد بزرگ برای جداسازی مواد بکار می رود. استفاده در صنعت هوانوردی و صنایع غذایی و شیمیایی و صنایع هسته ای از جمله کاربردهای صنعتی سانتریفوژها می باشد.



شکل ۳۵-۳- سانتریفوژ صنعتی



فرض کنید که مخلوطی از آب، نفت و ذرات معلق جامد داشته باشیم، برای جداسازی آنها از دو روش ته نشینی و سانتریفوژ کردن استفاده می شود چیدمان فازها را در دو حالت رسم کنید .

۱۱-۳ - دستگاههای کاهش اندازه مواد



شکل ۳-۳۶ دستگاه کاهش اندازه مواد

فیلم دستگاههای کاهش اندازه مواد را مشاهده کنید.

فیلم



هدف از کاهش اندازه ذرات در صنایع شیمیایی چیست؟

بحث کنید



واژه کاهش اندازه در تمام مواردی که ذرات جامد شکسته و به ذرات کوچکتر تبدیل می‌شوند، به کار می‌رود. در تمام صنایع مختلف، کاهش اندازه جامدات با روش‌های مختلف و برای اهداف گوناگون انجام می‌شود. به‌طور مثال در صنایع معدن، قطعات بزرگ سنگ معدن را به اندازه‌های کوچکتر خرد می‌کنند؛ در صنایع داروسازی مواد شیمیایی مختلف را آسیاب می‌کنند؛ در صنایع بازیافت، قطعات پلاستیکی، کاغذی و ... را به اندازه‌های مورد نظر برش می‌دهند.

مهم ترین روش های کاهش اندازه عبارتند از:

- ۱- تحت فشار قرار دادن جامد بین دو سطح (متراکم کردن)
- ۲- ضربه زدن به ماده جامد
- ۳- ساییدن جامد بین دو سطح
- ۴- برش دادن جامد

بحث کنید



برای هر یک از روش های کاهش اندازه یک مثال از وسایلی که در زندگی روزمره استفاده می شود. بیان کنید.

پرسش



استفاده از هاون چینی در آزمایشگاه. کاهش اندازه ذرات به کدام یک از روش های بالا است؟



شکل ۳۷-۳ هاون چینی

زمانی که ابعاد قطعات جامد درشت باشد. از روش متراکم کردن استفاده می شود. برای تولید ذراتی با اندازه متوسط و ریز از روش ضربه زدن و برای تولید ذرات خیلی نرم و ریز از روش سایش استفاده می شود. برای تولید ذرات با شکل و اندازه معین، روش برش دادن بکار گرفته می شود.

پرسش



به نظر شما استفاده از روش برش دادن، برای چه نوع موادی مناسب است؟

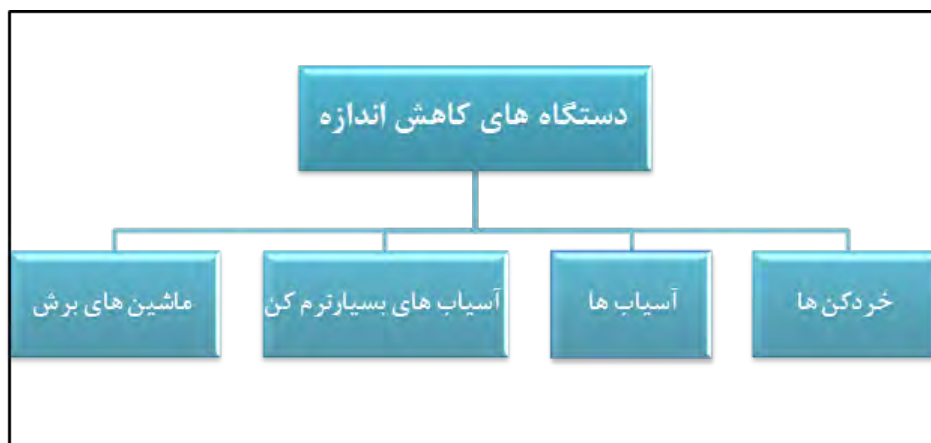
ویژگی های دستگاه کاهش اندازه

- ۱- ظرفیت (مقدار ماده جامد به ازای واحد زمان کاهش اندازه می دهد) بالایی داشته باشد؛
- ۲- مصرف انرژی کمی داشته باشد؛
- ۳- اندازه ذرات تولید شده توسط آن یکنواخت باشد.

دستگاه های کاهش اندازه معمولا راندمان پایینی دارند. یعنی به ازای مصرف انرژی بالا محصول حاصل از آنها اندازه های یکسانی ندارند. ذراتی با اندازه های بزرگ تا اندازه های خیلی کوچک تولید می شوند. وجود ذرات بسیار ریز در این دستگاه ها غیر قابل کنترل است ولی می توان آن را به کمترین مقدار ممکن رساند.

۱۲-۳ طبقه بندی دستگاه های کاهش اندازه

طبقه بندی دستگاه های کاهش اندازه در شکل آورده شده است.



شکل ۳-۳۸ طبقه بندی دستگاه های کاهش اندازه

خردکن ها

فیلم آموزشی خردکن ها را مشاهده نمایید.

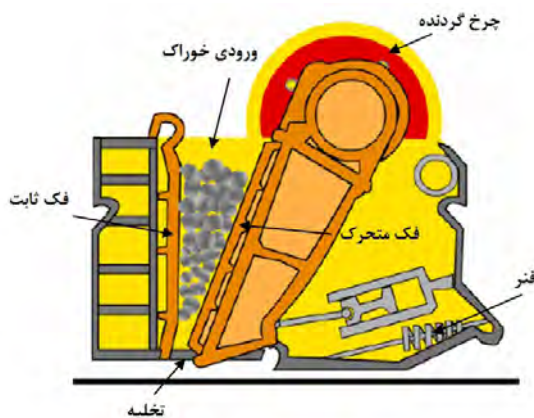
فیلم



خردکن ها ماشین هایی با سرعت کم هستند و برای خرد کردن جامدات بزرگ و تبدیل آنها به ذراتی با اندازه های ۱۵ تا ۲۵ سانتی متر به کار می روند. در ادامه درباره دو نوع از معمول ترین خردکن ها توضیح داده می شود.

خردکن فکی

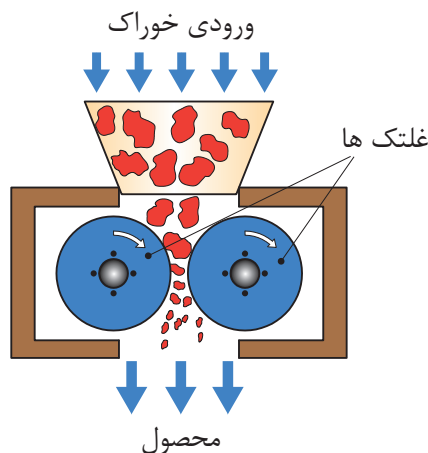
در این نوع خردکن (شکل ۳۹-۳)، خوراک بین دو فک که با یکدیگر شکل تقریباً V شکل می سازند قرار می گیرد. یکی از فکها ثابت است که تقریباً عمودی است و دیگری متحرک است و در یک صفحه افقی عقب و جلو می رود. سطح فکها می تواند صاف یا شیاردار باشد. کلوخه‌هایی که بین فکها گیر می افتند تحت نیروی فشاری بزرگی قرار گرفته و شکسته می شوند و در فضای تنگ‌تر زیر می ریزند و با بسته شدن فک دوباره خرد می شوند. پس از کاهش اندازه ذرات به اندازه کافی، از ته ماشین به پایین می ریزند. فکها در هر دقیقه ۲۵۰ تا ۴۰۰ بار باز و بسته می شوند. گلوگاه این نوع خردکن با توجه به کاهش اندازه مورد نظر، قابل تنظیم است.



شکل ۳-۳۹ خردکن فکی

خردکن غلتکی

قسمت‌های اصلی این خردکن از دو غلتک فلزی سنگین تشکیل شده است که روی محور افقی موازی می چرخند. شکل ۴۰-۳ نشان‌دهنده این نوع خردکن هاست. قطعات بزرگ‌تر وارد غلتک می شوند و پس از خرد شدن از پایین خارج می شوند. دو غلتک معمولاً به طرف یکدیگر و با سرعت مساوی می چرخند.



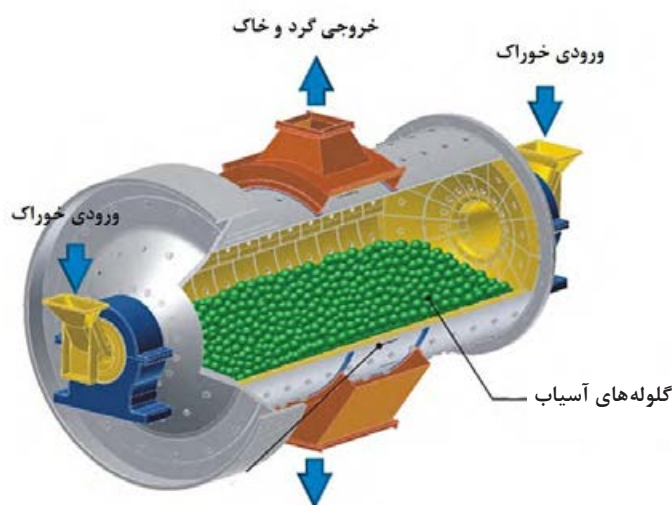
شکل ۳-۴۰ خردکن غلتکی

قطر غلتک‌ها را معمولاً زیاد و فاصله بین آنها را کم در نظر می‌گیرند؛ به طوری که این نوع خردکن‌ها قادرند که قطعات نسبتاً بزرگ را به قطعات کوچک‌تر تبدیل کنند. قطر این نوع غلتک‌ها از ۶۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر تغییر می‌کند و معمولاً با سرعت ۵۰ تا ۳۰۰ دور در دقیقه می‌چرخند. طبیعی است که اندازه خرده‌های به دست آمده بستگی به فاصله بین غلتک‌ها دارد. در این نوع خردکن‌ها مقدار کمی محصول نرم، به صورت پودر نیز تولید می‌شود. در خردکن‌های مذکور نیروی اعمال شده از غلتک‌ها بسیار بالاست و معمولاً بین ۲۲۲۴۰ تا ۱۷۷۹۰۰ نیوتن بر هر اینچ از عرض غلتک است. وقتی مواد غیر قابل خرد شدن وارد این دستگاه بشوند، برای جلوگیری از صدمات وارده به غلتک‌ها معمولاً حداقل یکی از غلتک‌ها را به فنر متصل می‌کنند.

آسیاب‌ها

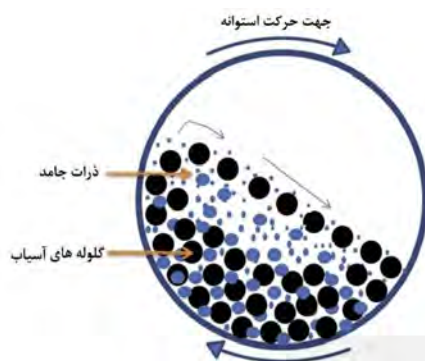
آسیاب‌ها: محصولات خروجی خردکن‌ها معمولاً خوراک ورودی آسیاب‌ها را تشکیل می‌دهد و هدف آسیاب‌ها در واقع خرد کردن ذرات متوسط و تولید ریزتر است. در این جا تنها به تشریح نمونه مرسوم آسیاب‌ها پرداخته می‌شود که بیشتر در صنایع شیمیایی کاربرد دارد.

آسیاب دوار: شکل ۳-۴۱ آسیاب دوار را نشان می‌دهد. این آسیاب از یک استوانه دوار تشکیل شده است که در حالت ساکن، حدود نیمی از حجم داخل آن را با مواد ساینده پر می‌کنند. جنس این استوانه معمولاً از فولاد است که برای جلوگیری از سایش، سطح داخلی آن را از ورقه‌های فولاد سخت، چینی، سلیس و یا حتی لاستیک می‌پوشانند. این استوانه با سرعت کم حول محور افقی خود می‌چرخد. مواد ساینده آسیاب دوار می‌تواند به صورت میله یا ساچمه از جنس‌های فلزی، لاستیکی و یا چرمی باشد. حتی گاهی از سنگ‌های چخماق یا گلوله‌هایی از جنس چینی به عنوان مواد ساینده استفاده می‌کنند.



شکل ۳-۴۱ آسیاب دوار

آسیاب‌های دوار می‌توانند هم به‌صورت پیوسته^۱ و هم به‌صورت ناپیوسته^۲ کار کنند. در آسیاب‌های ناپیوسته مقدار معینی از جنس را از دهانه استوانه به داخل آن می‌ریزند، سپس دهانه استوانه را می‌بندند و آسیاب را برای مدتی طولانی می‌چرخانند. پس از آن آسیاب را متوقف می‌کنند و محصولات آن را خارج می‌کنند. در آسیاب‌های پیوسته، اجسام با حرکت مستمر و یکنواخت از مسیر مشخصی وارد و پس از آسیاب شدن از مسیر دیگری خارج می‌شوند. اساس کار آسیاب‌های دوار بر این است که در اثر حرکت چرخشی استوانه مواد ساییده از کنار استوانه تا نزدیک سقف استوانه بالا می‌آیند و در آنجا در اثر نیروی ثقل روی ذراتی که در کف استوانه است، فرو می‌افتند. در بعضی از آسیاب‌های دوار به‌جای گلوله از میله به‌عنوان عامل ساییده استفاده می‌شود. در آسیاب‌های میله‌ای دوار، قسمت اعظم خرد شدن در اثر فشار و سایش در هنگام غلتیدن میله‌ها روی یکدیگر انجام می‌گیرد، ولی در آسیاب‌های ساچمه‌ای دوار یا قلوه سنگی دوار قسمت اعظم خرد شدن در اثر برخورد در هنگام ریزش قلوه سنگ‌ها یا گلوله‌ها از بالای استوانه صورت می‌گیرد. در آسیاب‌های گلوله‌ای معمولاً قطر استوانه را حدود ۳ متر و طول آنها را حدود ۳/۵ متر در نظر می‌گیرند. قطر گلوله‌ها بین ۲/۵ تا ۱۲/۵ سانتی‌متر تغییر می‌کند.



شکل ۴۲-۳ آسیاب دوار (گلوله ای) و نمایی از سطح مقطع آن

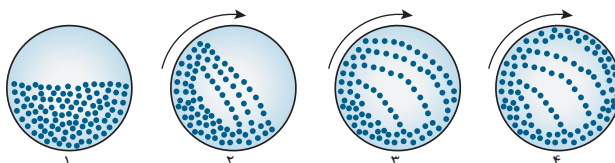
همان‌طور که بیان شد، تعداد گلوله‌ها یا میله‌ها در آسیاب‌های دوار باید طوری باشد که در حالت سکون بیش از نیمی از حجم استوانه را اشغال کند. گلوله‌ها در اثر حرکت استوانه به‌طرف بالا حمل می‌شوند و هر چه آسیاب با سرعت بیشتری بچرخد گلوله‌ها تا ارتفاع زیادتری بالا می‌روند و هر چه گلوله‌ها از ارتفاع بیشتری سقوط کنند، طبیعتاً شدت اصابت با کف آسیاب افزایش می‌یابد و بازده آسیاب کردن بالاتر می‌رود. باید به این نکته توجه کرد که اگر سرعت آسیاب کردن از حدی بگذرد دیگر گلوله‌ها ریزش نمی‌کنند و در استوانه فقط از نقطه‌ای به نقطه دیگر منتقل می‌شوند. در این حالت در آسیاب نیروی گریز از مرکز بر نیروی جاذبه غالب می‌شود. سرعت این مرحله را سرعت بحرانی می‌گویند. در حالت بحرانی تقریباً عمل خرد شدن انجام نمی‌گیرد، لذا سرعت آسیاب در شرایط عملیاتی همواره باید کمتر از سرعت بحرانی باشد.

۱- Continous

۲- Batch



شکل زیر سطح مقطع یک آسیاب گلوله ای را نشان می دهد که نیمی از آن با گلوله های سائیده پر می شود. این آسیاب شروع به چرخش کرده و سرعت آن مدام افزایش می یابد در شکل سرعت چرخش آسیاب تا اندازه ای است که تعدادی از گلوله ها به دیواره آسیاب چسبیده و ریزش نمی کنند. به نظر شما علت آن چیست؟ و چه تاثیری بر راندمان آسیاب دارد؟



یک کارخانه سیمان را در نظر بگیرید. تحقیق کنید آسیاب مورد استفاده در این کارخانه از چه نوعی است و چگونه کار می کند. گزارش تهیه شده را در کلاس ارائه دهید.

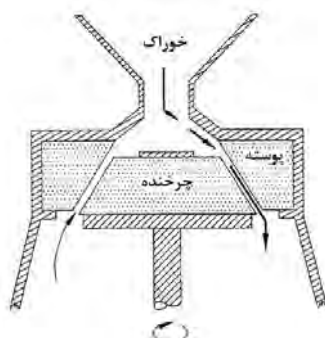


آسیاب های بسیار نرم کن

بسیاری از پودرهای تجاری باید شامل ذراتی باشند که اندازه آن ها به طور میانگین ۱ تا ۲۰ میکرومتر است. به آسیاب هایی که جامدات را تا این اندازه خرد می کنند. آسیاب های بسیار نرم کن یا فوق ریز گفته می شود، یک نوع از این آسیاب ها بنام آسیاب کلوییدی در زیر توضیح داده شده است.

آسیاب کلوییدی

در این نوع آسیاب، برخلاف دستگاه های کاهش اندازه اشاره شده، خوراک به صورت یک محلول کلوییدی است. بدین صورت که ابتدا جامد موردنظر را درون یک مایع به صورت کلویید درآورده و سپس این خوراک مایع بین سطح چرخنده و پوسته که فاصله نزدیکی دارند جریان می یابد. شکلی از این نوع آسیاب به صورت ترسیمی در زیر نشان داده شده است.

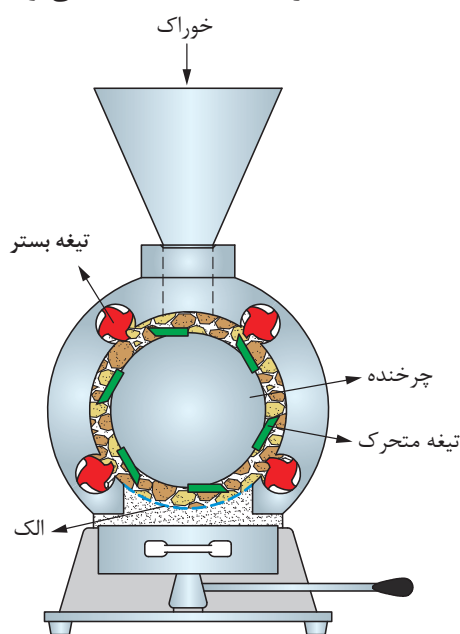


شکل ۴۳-۳ شکل ترسیمی آسیاب کلوییدی

به‌طور مثال در صنایع غذایی ذرات چربی موجود در شیر را به این روش به ذراتی بسیار ریز تبدیل می‌کنند و در نتیجه شیر تبدیل به امولسیون پایدار می‌شود و چربی آن جدا نمی‌گردد.

ماشین‌های برش: در بعضی از مواقع که قطعات جامدات بسیار محکم (مانند فولاد، آهن و ...) و یا انعطاف‌پذیر هستند (مانند پلاستیک، پارچه، کاغذ و ...)، اعمال فشار، ضربه یا سایش منجر به کاهش اندازه آنها نمی‌شود. این نوع مواد توسط ماشین‌های برش بوسیله تیغه‌های برنده به قطعات ریزتر تبدیل می‌شوند. در شکل ۳-۴۴ یک نمونه از ماشین‌های برش نشان داده شده است. این ماشین برش دارای یک محفظه استوانه‌ای است که درون آن چرخاننده‌ای با سرعت ۲۰۰ تا ۹۰۰ دور در دقیقه می‌چرخد. روی این چرخاننده تعدادی تیغه یا کاردک متغیر نصب از جنس فولاد آبدیده شده است که به فاصله نزدیکی از روی تیغه‌های ثابت موجود در سطح داخلی استوانه عبور کرده؛ عمل بریدن را انجام می‌دهند.

ذرات خوراک که از بالا وارد محفظه می‌شوند، چند صد بار در دقیقه برش می‌خورند و در پایین دستگاه از الکی با مش مناسب عبور می‌کنند. تیغه‌های متحرک با تیغه‌های ثابت می‌توانند موازی یا دارای زاویه باشند.



شکل ۳-۴۴ ترسیمی ماشین برش

سازوکار مورد استفاده در هر یک از دستگاه‌های کاهش اندازه زیر را مشخص کنید.

پرسش



دستگاه کاهش اندازه	متراکم کردن	برش دادن	ساییدن	ضربه زدن
خردکن فکی				
خردکن غلتکی				
آسیاب گلوله‌ای				
ماشین برش				

عملکرد دستگاههای کاهش اندازه

انتخاب مناسب دستگاه کاهش اندازه و به کارگیری اقتصادی آن از اهمیت بالایی برخوردار است. بدین منظور موارد زیر را در بکارگیری از آنها باید رعایت کرد:

- ۱- خوراک ورودی به دستگاه اندازه مناسب آن دستگاه را داشته باشد و با سرعت یکنواختی وارد آن شود؛
- ۲- پس از کاهش اندازه ذرات به میزان مورد نظر، بلافاصله از دستگاه خارج شوند؛
- ۳- مانع از ورود مواد غیر قابل خرد شدن به دستگاه شود؛
- ۴- در رابطه با مواد حساس به دما، گرمای حاصل از آسیاب از آن گرفته شود تا ماهیت مواد عوض نشود؛
- ۵- تمام دستگاه های جانبی از قبیل پمپها، دمندهها، سردکنها، جداکنندهها و ... در شرایط عملیاتی مناسب کار کنند.

در دستگاههای کاهش اندازه ذرات جامد، کنترل گرد و غبار خروجی از دستگاه اهمیت بالایی دارد؛ مثلاً اگر ماده مورد نظر سمی باشد یا سازگار با محیط زیست نباشد. گرد و غبار حاصل از کاهش اندازه آن می تواند برای محیط زیست و انسان خطرناک باشد. یکی از روش های کنترل این گرد و غبار، استفاده از فیلتر در خروجی دستگاه است.

پرسش



فعالیت کارگاهی



وسایل مورد نیاز	مواد مورد نیاز
یک سری الک با اندازه های مختلف، لرزاننده ترازو و آسیاب گلوله ای	خاک حاوی ذرات درشت و ریز

روش کار

- ۱- مقداری خاک را که حاوی ذرات ریز و درشت باشد، تهیه کنید؛
- ۲- خاک را وزن کرده و جرم آن را یادداشت کنید؛
- ۳- الک های موجود در آزمایشگاه را تمیز کرده و به ترتیب اندازه مش^۱ از بزرگ به کوچک روی هم قرار دهید و به هم متصل کنید؛
- ۴- مجموعه الکها را روی یک دستگاه لرزاننده قرار دهید و خاک را بر روی الک بالایی بریزید؛
- ۵- لرزاننده را روشن کنید تا به مدت ۳۰ دقیقه کار کند؛
- ۶- لرزاننده را خاموش کرده و الکها را از هم جدا کنید؛
- ۷- جرم دانه های خاک باقی مانده بر روی هر الک را اندازه گرفته و یادداشت کنید؛

۱- اندازه مش: تعداد روزنه در یک اینچ مربع

۸ - جدول زیر را کامل کنید.

اندازه مش الک	وزن خاک باقی مانده بر روی الک	درصد جرمی خام باقی مانده روی الک

۹- تمام خاک باقی مانده بر روی الکها را جمع کرده، دوباره مخلوط کنید؛

۱۰- آسیاب گلوله‌ای موجود در آزمایشگاه را تمیز کرده و نصف حجم آن را با گلوله‌های سرامیکی پر کنید؛

۱۱- مقداری مناسبی از خاک را با توجه به حجم آسیاب گلوله‌ای موجود در آزمایشگاه برداشته و وزن کنید و به درون آسیاب بریزید؛

۱۲- آسیاب گلوله‌ای را با کمترین سرعت روشن کرده و به تدریج سرعت آن را افزایش دهید. توجه کنید که نیروی گریز از مرکز مانع از غلتیدن گلوله‌ها نشود. سرعت در حدی باشد که گلوله‌ها آزادانه بغلتند؛

۱۳- پس از مدت ۳۰ دقیقه آسیاب را خاموش کنید و خاک درون آن را خالی کنید؛

۱۴- خاک بدست آمده را دوباره با الکها دانه‌بندی کرده و جدول زیر را کامل کنید؛

(بعد از آسیاب)

اندازه مش هر الک	وزن خاک باقی مانده بر روی الک	درصد جرمی خام باقی مانده روی الک

۱۵- برای نشان دادن تأثیر آسیاب گلوله‌ای بر اندازه ذرات، نمودار «درصد جرمی خاک باقی مانده روی الک» را بر حسب «اندازه مش» رسم کنید.

۱۶- نمودارها را با هم مقایسه کنید و تأثیر آسیاب گلوله‌ای را توضیح دهید.



از وسایل ایمنی شخصی (دستکش، روپوش، عینک و ...) استفاده کنید؛
به هنگام کار با خاک حتما از ماسک استفاده کنید؛
قبل از روشن کردن آسیاب، از بسته بودن درب آن اطمینان حاصل نمایید.

پرسش‌ها:

- ۱- به چه دلیل در صنعت از فرایندهای کاهش اندازه استفاده می‌شود؟
- ۲- سازوکارهای کاهش اندازه را نام ببرید.
- ۳- در صنعت بازیافت پلاستیک، پارچه و کاغذ از کدام سازوکار برای کاهش اندازه مواد استفاده می‌شود؟
- ۴- دستگاه‌های کاهش اندازه به چند دسته طبقه‌بندی می‌شوند؟ نام ببرید.
- ۵- دستگاه‌های مورد استفاده برای کاهش اندازه مواد چه ویژگی‌هایی باید داشته باشند؟
- ۶- روش کار خردکن فکی را توضیح دهید.
- ۷- سازوکارهای اصلی کاهش اندازه در آسیاب دوار کدامند؟
- ۸- عملکرد آسیاب‌های دوار در شرایط سرعت بحرانی به چه صورت است؟ و چه تأثیری بر بازده آسیاب دارد؟
- ۹- مواردی که در بکارگیری دستگاه‌های کاهش اندازه باید در نظر گرفت، کدامند؟

ارزشیابی شایستگی فصل دستگاه‌های دوار

شرح کار:

- چگونگی استفاده از تجهیزات کارگاهی را بداند و کار داده شده را با دقت انجام دهد؛
- هنگام کار مراقب باشد که دستگاه صدمه نبیند؛
- پس از انجام کار وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد.

استاندارد عملکرد:

- توانایی کار با پمپ‌ها، دستگاه‌های کاهش اندازه مواد، مخلوط‌کن‌ها و سانتریفوژها مطابق با دستورالعمل

شاخص‌ها:

- رعایت مسایل ایمنی در حین کار؛
- انجام کار طبق دستورالعمل.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه و آزمایشگاه زمان: یک جلسه آموزشی.
ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی، پمپ‌ها، دستگاه‌های کاهش اندازه مواد، مخلوط‌کن‌ها و سانتریفوژها.

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	کار با پمپ‌ها	۲	
۲	کار با مخلوط‌کن‌ها	۲	
۳	کار با سانتریفوژها	۱	
۴	کار با دستگاه‌های کاهش اندازه	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- ایمنی: انجام کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسائل ایمنی شخصی؛ ۲- نگرش: ۳- توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام کار بدون ریخت و پاش؛ ۴- شایستگی‌های غیرفنی: ۱- اخلاق حرفه‌ای، ۲- مدیریت منابع، ۳- محاسبه و کاربست ریاضی، ۴- مستندسازی: گزارش نویسی.	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.