



پودمان ۳

پایش عملکرد صافی‌ها

در این پودمان هنرجویان با شناسایی فیلتر و اجزای آن، ساخت فیلتر کارگاهی و بررسی عملکرد آن، هماهنگی با اتاق فرمان به منظور راه‌اندازی صافی و شست‌وشو یا تعویض فیلتر آشنا می‌شوند. آموزش این پودمان به صورت تدریس تئوری و عملی پیش‌بینی شده است. در ابتدا مطالب تئوری مربوط به صافی و عملیات صاف کردن، کاربرد فیلترها، مشخصات فیلترها، انواع فیلتر و فیلتراسیون، افت فشار در فیلترها، هماهنگی با اتاق فرمان، مجوزگیری، تمیزکاری و تعویض فیلتر ارائه شده است. سپس به فراخور امکانات و تجهیزات موجود در هنرستان‌ها، فعالیت‌های عملی ساده و قابل اجرا آورده شده است. همچنین در این پودمان استفاده هم‌زمان از فیلم‌های آموزشی با مطالب درسی پیش‌بینی گردیده است. با توجه به این‌که بازدید از مراکز صنعتی مرتبط با هر دستگاه و فرایند، تأثیر بسزایی در امر یادگیری دارد، از هنرآموزان محترم در خواست می‌گردد که در این راستا نیز بازدیدهای خواسته شده را جامه عمل بپوشانند.

اغلب فعالیت‌های این پودمان به صورت گروهی در نظر گرفته شده است. بنابراین لازم است که هنرآموزان محترم با تقسیم‌بندی هنرجویان کلاس به گروه‌های مختلف ۳ تا ۴ نفره و با نظارت و هدایت دقیق گروه‌های دانش‌آموزی به‌طور مستقیم در فرایند یاددهی و یادگیری مشارکت مؤثر داشته باشند. همچنین هنرآموزان گرامی توجه داشته باشند که در فرصت‌های یادگیری پیش‌بینی شده به شایستگی‌های غیرفنی این واحد یادگیری مانند اخلاق حرفه‌ای (وقت‌شناسی، حضور منظم و به موقع، انجام وظایف و کارهای محوله پیروی از قوانین کارگاهی، ...)، مدیریت منابع (شروع به کار به موقع، مدیریت مؤثر زمان، استفاده از مواد و تجهیزات)، کار گروهی (حضور فعال در فعالیت‌های گروهی انجام کارها و وظایف محوله، ...)، مستندسازی (گزارش‌نویسی فعالیت‌های کارگاهی و...) و محاسبه و کاربرست ریاضی توجه ویژه داشته باشند.

مرحله ۱: شناسایی صافی و اجزای آن

فعالیت ساخت یافته ۱: معرفی صافی و عملیات صاف کردن با تصاویر و مثال‌های مختلف

بحث گروهی



به تصاویر زیر نگاه کنید، آیا این وسایل را می‌شناسید؟ می‌دانید چه کاربردی دارند؟



○ پاسخ: بله، این تصاویر انواع و اقسام صافی‌ها را در موقعیت‌های گوناگون نشان می‌دهد. هنرآموز محترم تک‌تک شکل‌ها را به بحث در کلاس بگذارد. و سؤالات انگیزشی مرتبط با هر نوع را از دانش‌آموزان بپرسد. هدف از این بحث کلاسی، تعیین میزان آشنایی اولیه هنرجویان از صافی، فیلتراسیون و ضرورت کاربرد فیلتر است. همچنین به اشتراک گذاشتن اطلاعات هنرجویان با یکدیگر در معرفی فیلتر و اهمیت آن در زندگی امروز می‌باشد. نام این وسایل و کاربرد آنها در جدول زیر آورده شده است.

فیلتر سوخت صاف کردن سوخت ورودی به اتومبیل از انواع ذرات آلوده‌کننده جامد	انواع فیلتر روغن یا هوا جداسازی انواع ذرات جامد	یکی از صافی‌های موجود در خودرو صاف کردن هوای در گردش از مواد بودار، گرد و خاک، ...
یک نوع صافی	صافی روغن صاف کردن روغن از انواع ناخالصی‌ها	صافی دستگاه تهویه مطبوع صاف کردن هوای در گردش از مواد بودار، گرد و خاک، و...
فیلتر پرس صاف کردن تحت فشار برای دوغاب‌های غلیظ	صافی آب آشامیدنی صاف کردن آب آشامیدنی از انواع مواد محلول و نامحلول	یکی دیگر از صافی‌های موجود در خودرو صاف کردن هوای ورودی به خودرو، گردوخاک، و...

بیشتر بدانید

فیلتر پرس^۱

امروزه در صنعت جداسازی مایع از جامد از روش‌های مختلفی برای تصفیه استفاده می‌گردد. یکی از پرکاربردترین روش‌ها، فیلتراسیون و استفاده از دستگاه فیلتر پرس می‌باشد.

طرز کار فیلتر پرس

همان طوری که در شکل ۱ مشخص است، دوغابی که در مخزن A نگهداری می‌شود، توسط پمپ به داخل فیلتر پرس منتقل می‌شود. دستگاه فیلتر پرس مجموعه‌ای از صفحات فیلتر با پارچه‌های محکم، ضخیم و مشبک است. این سوراخ‌ها معمولاً با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شوند. به هر کدام از این صفحات به همراه متعلقات آن، یک خانه گفته می‌شود. وقتی خانه‌های فیلتر در حال پر شدن هستند، فشار درون سامانه برای تشکیل کیک افزایش می‌یابد. سپس، مایع فیلتر شده (فیلتریت) از طریق پارچه فیلتر با افزودن جریان هوای فشرده یا آب (استفاده از آب تحت فشار نیاز به زمان بیشتری برای عبور از خانه‌های فیلتر در مقایسه با هوای فشرده دارد، با این حال این روش به لحاظ هزینه مقرون به صرفه‌تر است) به بیرون هدایت می‌شود (مسیر لوله‌های قرمز). محلول صاف شده که از طریق پارچه فیلتر عبور می‌کند از طریق لوله‌های جمع‌آوری جمع و در مخزن فیلتر ذخیره می‌شود (مخزن D). اما کیک فیلتر (مواد جامد) در قاب‌ها باقی می‌مانند. در این مرحله بازوی هیدرولیکی فیلتر پرس به عقب حرکت کرده و صفحات فیلتر پرس می‌توانند از همدیگر به صورت دستی یا خودکار جدا شوند. با جدا شدن صفحات از یکدیگر کیک تشکیل شده از صفحه فیلتر پرس جدا شده و به پایین سقوط می‌کند. در شکل، قسمت E محل انباشت کیک می‌باشد.



A: مخزن محلول ورودی D: مخزن محلول خروجی
B: فیلتر پرس E: کیک خروجی
C: مخزن باد
دستگاه فیلتر پرس

همان طور که مشاهده می‌کنید در نمونه فوق برای سامانه فیلتراسیون اتاقک انباشت کیک تعبیه شده است. اما در شرایط خاص می‌توان با قرار دادن نوار نقاله زیر دستگاه و یا ساخت پایه‌های فلزی برای دستگاه فیلتر پرس، نیاز اتاقک انباشت کیک را برطرف کرد.

۱- Filterpress

زمان صاف کردن

زمان فیلتراسیون به چند مورد بستگی دارد:

ضخامت کیک

غلظت دوغاب

مقاومت خاص

ضریب تراکم‌پذیری

راندمان

فیلترهای صفحه‌ای می‌توانند تا ۹۹٪ مواد جامد را بازیابی کرده و رطوبت باقی‌مانده در کیک معمولاً در محدوده ۱۵٪ تا ۲۰٪ است.

چرخه زمانی

میزان فیلتراسیون انبوه را می‌توان با تولید کیک نازک به دست آورد. فیلترپرس‌های معمولی به صورت دستی عمل می‌کنند و در هر بار، روند فیلتراسیون باید متوقف شود تا کیک تخلیه شود، در نتیجه این عملیات وقت‌گیر است. در عمل، بیشترین میزان فیلتراسیون زمانی به دست می‌آید که زمان تخلیه کیک کمتر از زمان فیلتراسیون باشد تا مقاومت پارچه بالا رود. خواص کیک فیلتر بر میزان فیلتراسیون تأثیر می‌گذارد و بهتر است اندازه ذرات کیک بزرگ باشد تا باعث گرفته شدن منافذ پارچه نگردد. میزان جریان مایع از فیلتر متناسب با اختلاف فشار است. یعنی همچنان که لایه‌های کیک در حال شکل‌گیری است، فشار اعمال شده به سامانه بیشتر و میزان جریان آب تصفیه شده کاهش می‌یابد. برای تعیین رطوبت می‌توان نمونه‌های کیک را از مکان‌های مختلف تهیه کرده و وزن کرد.

معمولاً چرخه زمانی فیلتراسیون به طور خلاصه به این صورت است: باز و بست، ۴ دقیقه، فیلتراسیون، ۴ دقیقه، دمیدن جریان هوا، ۲ دقیقه، تخلیه، کمتر از ۱ دقیقه و شست‌وشوی پارچه ۱ دقیقه.

شست‌وشو

شست‌وشوی پارچه می‌تواند در پایان هر چرخه یا بعد از چند چرخه انجام شود. دو روش شست‌وشو که در حال حاضر به کار برده می‌شود «شست‌وشوی ساده» و «شست‌وشوی کامل» است. در شست‌وشوی ساده، مایع شوینده از طریق همان مسیر که دوغاب عبور کرده با سرعت بالا عبور داده می‌شود و باعث فرسایش کیک ته‌نشین شده در نزدیکی نقطه ورود می‌شود. بنابراین مسیرها بزرگ شده و در نتیجه تمیز کردن آن آسان‌تر می‌شود. روش بهتر، شست‌وشوی کامل است که در آن مایع شست‌وشو از طریق مسیرهای مختلف در پشت پارچه فیلتر به نام صفحات شست‌وشو عبور داده می‌شود. جریان مایع از تمام ضخامت کیک، ابتدا در جهت

مخالف و سپس با همان جهت محلول صاف شده جریان می‌یابد. مایع شست‌وشو معمولاً از طریق همان کانال محلول صاف شده تخلیه می‌شود. پس از شست‌وشو، کیک را می‌توان به راحتی با اعمال هوای فشرده پاک کرد. امروزه فیلترپرس به‌طور گسترده‌ای در بسیاری از صنایع استفاده می‌شود، بنابراین نوع کیک تولیدی آنها هم متفاوت است. زباله‌های خطرناک مانند مواد شیمیایی سمی در صنایع رنگ و... ممکن است در کیک‌های زاید جمع شوند. از این رو نوع رفتار با این زباله‌ها می‌تواند متفاوت باشد. برای جلوگیری از خطرات بهداشتی برای مردم محلی و کارگران که در برخورد با زباله‌ها هستند و همچنین جلوگیری از اثرات منفی به محیط‌زیست، قبل از تخلیه زباله به محیط‌زیست، باید گندزایی شوند.

تخلیه کیک

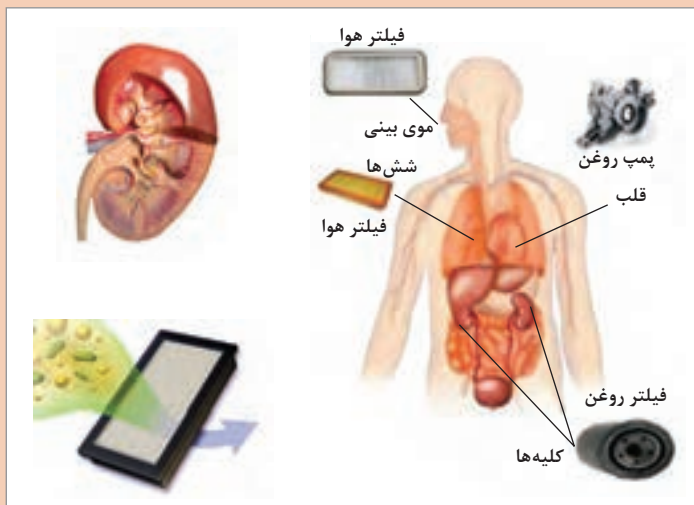
تخلیه کیک را می‌توان به روش‌های مختلف انجام داد. به عنوان مثال، تکان دادن صفحات در حال باز شدن و یا تکان دادن پارچه، یا خراشیدن کیک از پارچه. در پایان هر دور پارچه با استفاده از مایع مخصوص، شست‌وشو داده می‌شود تا برای شروع چرخه بعدی آماده باشد.



بنابراین دستگاه فیلترپرس با استفاده از پارچه و صفحات فیلترپرس کار جداسازی را انجام می‌دهد. نظر به دامنه وسیع محلول‌ها از لحاظ خاصیت اسیدی و بازی، غلظت، گرانی و دما و نظر به رعایت اصول بهداشتی محلول و نیز شفافیت مورد انتظار از محلول تصفیه شده و حجم محلول از انواع پارچه‌های فیلتر پرس و کاغذ صافی استفاده می‌گردد. این پارچه‌ها از الیاف تک‌رشته و یا چند رشته به صورت ترکیبی تار و پود بافته می‌شوند. موادی که عمدتاً در این الیاف به کار می‌روند عبارت‌اند از پلی پروپیلن، پلی استر، نایلون و کتان و پلی آمید و... .



با توجه به شکل‌های زیر، طرز کار هر کدام از فیلترهای طبیعی و مصنوعی را توضیح دهید.



○ پاسخ: طرز کار هر کدام از فیلترهای طبیعی و مصنوعی شکل بالا در جدول زیر آمده است:

طرز کار	فیلتر		ردیف
	مصنوعی	طبیعی	
یکی از کارهای موی بینی در بدن موجودات زنده و فیلتر هوای نشان داده شده در شکل، تصفیه هوای ورودی از ذرات معلق و جامد نسبتاً درشت موجود در اتمسفر است.	فیلتر هوا	موی بینی	۱
یکی از کارهای شش‌ها در بدن موجودات زنده و فیلتر هوای نشان داده شده در شکل، تصفیه هوای ورودی از ذرات معلق و جامد ریزتر موجود در اتمسفر است. موی بینی نتوانسته است این ذرات ریز را به تله ببندد، بنابراین فیلتر قوی‌تر شش‌ها این وظیفه را به عهده می‌گیرند. اما هدف اصلی وجود ریه‌ها رساندن اکسیژن به بدن و دفع کربن دی‌اکسید از بدن است.	فیلتر هوا	شش‌ها	۲
قلب موجودات زنده علاوه بر این که همانند پمپ وظیفه خون‌رسانی به اجزا مختلف بدن را به عهده دارد، خون انتقالی را از آلودگی‌های مختلف پاک و تصفیه نیز می‌کند.	پمپ روغن و فیلتر روغن	قلب	۳
با توجه به توضیحات متن درس، کلیه‌ها تصفیه و خالص‌سازی خون را از آلودگی‌های مختلف به عهده دارند.	فیلتر روغن	کلیه	۴



با توجه به وسایل معرفی شده در جدول زیر، فیلتر آن را مشخص کرده و خانه‌های خالی آن را کامل کنید.

پاسخ:

راهنمایی: فیلتر همان قسمت‌های روزنه‌دار مدیا است.

ردیف	وسیله	مدیا	دوغاب	کیک	فیلتریت	ملاحظات
۱	هود آشپزخانه	صافی فلزی و یا پارچه‌ای مخصوص	هوای محیط همراه با بخارات ناشی از آشپزی	ذرات بودار، چربی و گردوغبار	هوای محیط عاری از بخارات آشپزی	جنس مدیا بستگی به نوع هود دارد و در جنس‌های مختلف فلزی، پلاستیکی، ... وجود دارد.
۲	آب میوه‌گیری	صافی فلزی و یا پارچه‌ای پلیمری مخصوص	میوه‌های له شده	تفاله‌های نسبتاً خشک میوه	آب میوه	جنس مدیا بستگی به نوع آب میوه‌گیری دارد و در جنس‌های مختلف فلزی، پلیمری، ... وجود دارد...
	ماشین لباس‌شویی	صافی و سبد فلزی دوار	لباس‌ها، آب و شوینده	لباس‌ها	پساب شست‌وشو	
۳	یخچال	معمولاً کربن اکتیو	هوای محیط همراه با مواد بودار	مواد بودار	هوای مطبوع و بدون بوی داخل یخچال	جنس مدیا بستگی به نوع بوگیر یخچال دارد.
۴						انواع صافی‌های پلیمری معمولی و یا حاوی رزین‌های تعویض یون
۵	جاروبرقی	کیسه جاروبرقی و صافی‌های مجزا پلیمری دیگر	هوای محیط همراه با ذرات آشغال و زباله‌های ریز و درشت	ذرات آشغال و زباله‌های ریز و درشت	هوای بدون گرد و غبار	انواع مدیاهای پارچه‌ای، پلاستیکی و پلیمری وجود دارد.
۶	صافی‌های نصب شده بر سر راه شیر آب	انواع صافی‌های پلیمری معمولی و یا حاوی رزین‌های تعویض یون	آب همراه با نمک‌های محلول و نامحلول	ذرات جامد جمع‌آوری شده	آب تصفیه‌شده	میزان تصفیه‌کنندگی صافی آب شیر بستگی به نوع مدیا آن دارد.
۷	هنرآموز محترم، مثال‌های آشنای دیگر را از هنرجویان بپرسند.					

فکر کنید



به نظر شما در هر وسیله، کدام یک از کیک یا فیلتریت اهمیت بیشتری دارند؟

پاسخ:

ردیف	وسیله	کیک	فیلتریت
۱	هود آشپزخانه	ذرات بودار، چربی و گرد و غبار	-
۲	آب میوه‌گیری	-	آب میوه
۳	ماشین لباس‌شویی	لباس‌ها	-
	یخچال	-	هوای مطبوع
۴		-	آب تصفیه‌شده
۵	جاروبرقی	ذرات آشغال و زباله‌های ریز و درشت جمع‌آوری شده	-
۶	صافی‌های نصب شده بر سر راه شیر آب		آب تصفیه شده
۷	با توجه به مثال مطرح شده، پاسخ داده شود.		

پرسش



تعریف کنید:

- الف) دوغاب
- ب) کیک فیلتر
- ج) فیلتریت
- د) فیلتراسیون
- ه) مدیا

○ پاسخ:

الف) دوغاب: در فرایند فیلتراسیون به سیال حاوی ذرات خارجی، معلق، جامد و نامحلول، «خوراک یا دوغاب گفته می‌شود.

ب) کیک فیلتر: در فرایند فیلتراسیون به ذرات جمع شده در پشت صافی «کیک فیلتر» گفته می‌شود.

ج) فیلتریت: در فرایند فیلتراسیون به سیال صاف شده عبوری از صافی «فیلتریت» گفته می‌شود.

د) فیلتراسیون: به عملیات صاف کردن، فیلتراسیون می‌گویند.

ه) مدیا: در فرایند فیلتراسیون به محیط صافی «مدیا» گفته می‌شود.

فعالیت ساخت یافته ۲: بیان کاربرد و مشخصات صافی‌ها و عوامل مؤثر در کارکرد و انتخاب صافی‌ها با کمک تصویر و فعالیت گروهی

بیشتر بدانید

فیلترها در صنایع مختلفی به کار می‌روند که می‌توان صنایع شیمیایی، صنعت خودروسازی، صنایع زیست‌محیطی و... را نام برد. یکی از کاربرد انواع فیلتر در تصفیه فاضلاب، صنایع فلزی می‌باشد.

روغن صنایع فلزکاری به عنوان ماده‌ای مؤثر در بهبود فرایندهای فلزکاری مطرح هست، اما از دیدگاه محیط‌زیست، جهت تصفیه فاضلاب ناشی از این روغن‌ها باید توجه خاصی مبذول نمود. این آلاینده‌ها شامل براده‌های فلزات، آلاینده‌های آلی موجود در سطح فلزات نظیر روغن، دوده، گریس ورودی به روغن فلزکاری از دستگاه‌های فلزکاری به علت نشستی دستگاه‌ها، میکروارگانیزم‌های موجود در سطح فلزات و دستگاه‌ها و آلاینده‌های محیطی موجود نظیر ذرات معلق هوا می‌باشد. برای تصفیه کامل فاضلاب‌های صنایع فلزکاری، نیاز به یک تأسیسات تصفیه کامل است.

ذرات معلق موجود در فاضلاب، در مرحله تصفیه اولیه و توسط روش فیلتراسیون حذف می‌شوند. معمولاً مقدار ذرات معلق موجود در فاضلاب کم می‌باشد. اما به جهت ایجاد خوردگی در تأسیسات تصفیه فاضلاب و رسوب در واحدهای تصفیه باید حذف شود. برای این منظور از دو نوع فیلتر مغناطیسی و مشبک استفاده می‌شود. برای براده‌های فلزی و ذرات قطبی، از فیلترهای مغناطیسی استفاده می‌شود. فیلترهای مشبک به آسانی تمیز شده و در پساب خروجی کمتر از ۱/۰ درصد ذرات موجود در فاضلاب ورودی است.

در ادامه فرایند تصفیه پساب صنایع فلزی، پساب خروجی از تعدادی واحد تصفیه، وارد واحد اولترافیلتراسیون می‌شود. اولترافیلتراسیون فناوری غشایی است که جهت حذف روغن باقیمانده در فاز آبی استفاده می‌شود، چرا که در واحدهای قبلی کمتر از ۹۵ درصد روغن حذف می‌شود. از این فیلترها دو نوع جریان خارج می‌شود: پساب حاوی روغن بسیار کم و مایع غلیظ روغنی. اولترافیلترها به دلیل جلوگیری از عبور مواد روغنی کلوئیدی به جای میکروفیلترها معمولاً انتخاب می‌شوند. این فیلترها معمولاً از جنس سرامیک بوده و از شست‌وشوی معکوس جهت تمیز کردن آنها استفاده می‌شود.

در صورتی که روغن فلزکاری از نوع مصنوعی بوده و یا پساب خروجی از واحدهای

قبلی حاوی مقادیر روغن بالاتر از استانداردها باشد، در این حالت از فیلترهای با بستر جاذب نیز استفاده می‌شود. این فیلترها براساس مجموعه‌ای از سازوکارهای جذب، پیوستگی و انعقاد کار می‌کنند. جاذب موجود در این فیلترها معمولاً زغال کک بوده که قبل از استفاده با آب خام شست‌وشو شده و سپس تا رسیدن به وزن مشخص با هوا خشک می‌شود. سپس به مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۵۰ درجه سلسیوس خشک می‌شود. همچنین می‌توان از جاذب‌های غیرآلی نظیر CaCl_2 یا CaSO_4 استفاده کرد.

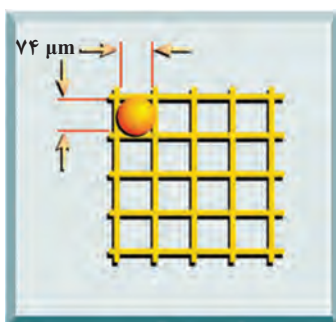
فعالیت ساخت یافته ۳: معرفی انواع صافی‌ها بر اساس چگونگی حرکت سیال

بیشتر بدانید

در بعضی از موارد مدیای فیلترها از چند لایه تشکیل شده و یا به شکل پوشش شبکه‌بندی شده‌ای برای بهبود عملکرد آنها تولید می‌شوند. پس از چین دادن به ورقه‌های مدیا و بریدن آنها به اندازه‌های مناسب، دو انتهای آن را به کمک یک گیره خاص و یا ماده چسبنده به هم متصل می‌کنند. برخی از مدیاهای مورد استفاده از سلولز، کامپوزیت‌های فایبرگلاس و یا دیگر مواد مصنوعی تشکیل شده و آنها به دو دسته سطحی و عمقی (دارای حجم) تقسیم‌بندی می‌شوند.

مدیای سطحی:

در گذر از مدیای سطحی سیال مسیر مستقیمی را طی می‌کند. آلاینده‌ها توسط سطح صافی موجود در مسیر جذب می‌شوند. صافی‌های نوع سطحی معمولاً از رشته‌های به هم تنیده شده تشکیل شده‌اند. به دلیل دقت بالا در تولید صفحات مدیای فیلتر، تمامی حفره‌های موجود در آن دارای اندازه‌های یکدست می‌باشند. این اندازه‌های یکسان به‌طور دقیق هم اندازه با بزرگ‌ترین ذره کروی هستند که تحت شرایط خاص و در ضمن انجام آزمایش می‌توانند از مدیای فیلتر عبور کنند. اگر چه با افزایش میزان ذره‌هایی جذب شده توسط مدیای فیلتر، آلاینده‌ها با اندازه کوچک‌تر نیز نمی‌توانند از آن عبور کنند. همچنین ذره‌هایی که دارای قطر کمتر و طول بلندتری (رشته‌الیاف) هستند ممکن است از مدیا عبور کنند.



مدیای سطحی

مدیای عمقی:

در نوع عمقی مدیای فیلتر، سیال باید مسیری غیرمستقیم را در طول مواد تشکیل‌دهنده آن طی کند. به دلیل ساختار خاص، این نوع مدیا از حفره‌هایی با اندازه‌های مختلف تشکیل شده‌اند. بر اساس توزیع اندازه‌های حفره‌ها، این نوع مدیا دارای میزان ظرفیت بالای جذب ذرات آلاینده بسیار کوچک می‌باشد.

به‌طور کل مدیای فیلتر شامل میلیون‌ها حفره ریز تشکیل شده از الیاف می‌باشد. حفره‌ها دارای اندازه‌های مختلفی بوده و در طول لایه‌های مدیای فیلتر برای ایجاد یک مسیر غیرمستقیم برای جریان سیال، به هم پیوسته شده‌اند. دو نوع اصلی مدیای عمقی مورد استفاده برای اجزای فیلتر، سلولز و فایبرگلاس می‌باشد. سوراخ‌هایی که بر روی مدیای تشکیل شده از سلولز قرار دارند، دارای اختلاف اندازه گسترده‌ای با یکدیگر هستند. این اختلاف به دلیل شکل و اندازه‌های غیرمعمول الیاف تشکیل‌دهنده سلولز می‌باشد. در مقابل مدیای فایبرگلاس شامل حفره‌هایی با اندازه و شکل یکسان است. به‌طور



مدیای عمقی

کل، الیاف فایبرگلاس نازک‌تر از الیاف سلولز بوده و دارای سطح مقطع یکنواخت و دایره شکل هستند. این تفاوت‌های معمول بین الیاف، علت عملکرد بهتر مدیای فایبرگلاس و مزیت استفاده از آنها را نشان می‌دهد.

تفاوت‌ها و تشابهات فیلتراسیون را با غربالگری و جذب بیابید.

○ پاسخ: به‌طور کلی تشابه فیلتراسیون با غربالگری و جذب، در عملیات جداسازی مواد از یکدیگر می‌باشد. ولی جداسازی در غربالگری براساس اختلاف اندازه ذرات درشت مانند شن و ماسه است، مانند انواع سبدها و الک‌ها. ولی جداسازی در فرایند جذب براساس اختلاف اندازه در مقیاس ملکولی است مانند جداسازی ملکول‌های آمونیاک از هوا توسط جذب شدن در آب. بنابراین جداسازی توسط انواع فیلتراسیون‌ها در محدوده اندازه ذرات بین فرایند غربالگری و فرایند جذب فیزیکی و شیمیایی صورت می‌گیرد.

تحقیق کنید



تحقیق کنید



در مورد عوامل مؤثر بر بازدهی فیلترها تحقیق کنید.

○ پاسخ:

شدت جریان (دبی حجمی): شدت جریان بالا برای سازوکار جذبی فیلتر زبان بار بوده و لذا موجب کاهش بازدهی فیلتر می‌گردد. بنابراین کاهش شدت جریان، باعث افزایش خواص جذبی فیلتر و تشکیل کیک فیلتر خواهد شد. شدت جریان بهینه پیشنهادی معمولاً ۲۰ تا ۳۰ لیتر بر دقیقه به ازای هر متر مربع از سطح مدیای چین‌خورده می‌باشد.

شرایط جریان: مدیاهای فیلتر برای کار در شرایط و جریان پایا طراحی و ساخته می‌شوند. جریان‌های پالسی و نوسانات جریان می‌تواند باعث به هم خوردن کیک فیلتر و عبور ذرات با ضربه مکانیکی گردد. همچنین این جریانات نوسانی می‌تواند به ساختار مدیا آسیب وارد کند.

سطح مدیا: افزایش سطح فیلتر باعث کاهش شدت جریان در واحد سطح و افت فشار فیلتر خواهد شد. بنابراین با افزایش سطح چین‌خورده فیلتر، بازدهی فیلتر افزایش می‌یابد.

اختلاف فشار: با افزایش تجمع ذرات و گرفتگی سطح فیلتر مدیا، اختلاف فشار دو سمت فیلتر افزایش می‌یابد. بنابراین با افزایش اختلاف فشار، بازدهی فیلتر کاهش می‌یابد.

گرانروی سیال: افزایش گرانروی باعث افزایش کشش‌های هیدرودینامیک سیال و افزایش افت فشار فیلتر خواهد شد. افزایش گرانروی باعث کاهش خاصیت جذبی مدیا و کاهش بازدهی فیلتر می‌گردد.

آلودگی: مقدار آلودگی اولیه و اندازه ذرات آلاینده، نشان‌دهنده آلودگی عبوری از فیلتر می‌باشد. پر واضح است که افزایش مقدار ذرات، باعث کاهش بازدهی فیلتر خواهد بود.

سازگاری با سیال: سیالات ناسازگار با فیلتر باعث تخریب ساختار مدیا، آسیب به آب‌بندها و سایر اجزای فیلتر شده و به شدت بازدهی فیلتر را کاهش می‌دهند. بنابراین کلیه اجزای فیلتر می‌بایست سازگار با سیال انتخاب شود.

فعالیت ساخت یافته ۴: بیان انواع فیلتراسیون (میکرو فیلتراسیون، الترا فیلتراسیون، نانو فیلتراسیون و روش اسمز معکوس) با کمک تصویر و فیلم

میکروفیلتراسیون

تحقیق کنید



تحقیقی در مورد میکروفیلتراسیون انجام داده و گزارش آن را در کلاس ارائه دهید.

○ پاسخ: فناوری میکروفیلتراسیون (MF) در دهه ۱۹۸۰ م با توسعه غشاهای سرامیکی جدید وارد صنعت لبنی شد. میکروفیلتراسیون از فرایندهای غشایی است که طی آن مولکول‌های سنگین مواد محلول در یک حلال سبک یا سوسپانسیون ذرات کلوییدی به دو جریان با غلظت‌های متفاوت تفکیک می‌شود. جداسازی با غشای متخلخل با قابلیت نفوذپذیری انتخابی و اعمال فشار هیدرولیکی به عنوان نیروی رانشی انجام می‌گیرد.

وقتی که از MF برای تولید شیر مایع استفاده می‌شود به دلیل استفاده از حرارت کم، شیر مایع حاصل طعم مشابه شیر خام دارد و عمر مفید آن ۵-۳ ساعت طولانی‌تر است. میکروفیلتراسیون علاوه بر حذف چربی و باکتری‌ها، کاربردهای دیگری چون حذف چربی رسوب آب پنیر، شفاف‌سازی آب پنیر، حذف باکتری‌ها از شوراب پنیر نیز دارد. با توجه به مزایای روش میکروفیلتراسیون استفاده از آن در آینده رو به گسترش خواهد بود.

اولترافیلتراسیون

بیشتر بدانید

یکی از کاربردهای فرایند اولترافیلتراسیون، صنایع لبنی می‌باشد. در این روش شیر را قبل از انعقاد از فیلترهای غشاءمانندی که دارای سوراخ‌های بسیار ریزی است عبور می‌دهند، این فیلترها آب و مقدار کمی املاح را عبور می‌دهند و قسمت عمده پروتئین و املاح شیر را نگه می‌دارند به طوری که شیر اولترافیلتر شده ۹ برابر شیر معمولی غلیظ می‌باشد و دلمه حاصل از آن به وسیله اضافه کردن رنت به وجود می‌آید بسار سفت‌تر و یکنواخت‌تر است و بازدهی بیشتر نیز دارد. رنت از رنین که در معده چهارم گوساله شیرخوار می‌باشد، به دست می‌آید. در واقع روش اولترافیلتراسیون همان اسمز می‌باشد. پنیرهای بسته‌بندی رایج در بازار به روش اولترافیلتراسیون تهیه می‌شوند و تا حدودی جای پنیرهای سنتی را گرفته است.

نانوفیلتراسیون

تاریخچه نانو فیلتراسیون به دهه هفتاد میلادی زمانی که غشاهای اسمز معکوس با فشارهای نسبتاً پایین بسط و توسعه پیدا کردند، باز می‌گردد. استفاده از فشارهای

بسیار بالا در فرایند اسمز معکوس، اگر چه منجر به تهیه آب با کیفیت بسیار عالی می‌شد، ولیکن به همان نسبت هزینه گزاف انرژی مصرفی عاملی نگران‌کننده به شماره می‌آمد. در نتیجه، تهیه آب با استفاده از این روش از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نبود. بنابراین استفاده از غشاهایی با میزان درصد حذف پایین‌تر ترکیبات محلول، اما با قدرت نفوذ آب بیشتر و به طبع آن، افزایش حجم آب تصفیه شده با کیفیتی مطلوب (در حد استانداردهای مورد نظر) در فناوری جداسازی یک پیشرفت قابل ملاحظه، به شمار می‌آمد. از این رو غشاهای اسمز معکوس با فشار پایین، به عنوان غشاهای نانوفیلتراسیونی شناخته شدند.

بیشتر بدانید

محققان ایرانی نانوفیلترهایی برای کاهش نیتрат در زه‌کش‌های کشاورزی طراحی کرده‌اند که تجمع ذرات آهن در محیط زیست را کاهش می‌دهد. این نانوفیلترها می‌توانند در پروژه‌های بزرگ و اقتصادی مورد استفاده قرار گیرند. در سال‌های اخیر استفاده از نانو ذرات آهن با ظرفیت صفر برای تصفیه آب‌های زیرزمینی به عنوان یک روش دوست‌دار محیط زیست گسترش فراوانی داشته است. کاربرد این ذرات مشکلاتی همچون تجمع نانو ذرات و جداسازی آنها پس از پایان واکنش را از محیط محلول دارد. بیشترین پروژه‌های به‌کارگیری نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی در بهبود کیفیت آب مربوط به کاربرد این ذرات به صورت تزریق به داخل سفره آب زیرزمینی آلوده، جهت تصفیه در محل آب آلوده بوده است. در این روش نانو ذرات پس از پایان واکنش، به راحتی همراه با آب منتقل شده و به مرور زمان می‌توانند خود تبدیل به یک معضل زیست محیطی شوند. جهت غلبه بر معضلات ناشی از به‌کارگیری نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی خالص، از شن، ژئولیت و ژئوتکستایل به عنوان تثبیت‌کننده‌های متخلخل، جهت پایدار کردن نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی استفاده می‌شود.

اسمز معکوس

تحقیق کنید



در رابطه با انواع روش‌های شیرین‌سازی آب دریا تحقیق کنید.

- پاسخ: بیشتر کشورهای خشک و نیمه خشک با مشکلات ناشی از کمبود آب مطلوب مواجه هستند. در نتیجه این کشورها درصدد تأمین منابع آب به میزان بالا هستند. شیرین‌سازی آب دریا تبدیل به یک منبع عظیم برای تولید آب جهت مصارف کشاورزی، صنعتی و خانگی در بسیاری از مناطق جهان گردیده است.

فناوری‌های شیرین کردن آب

فرایندهای شیرین‌سازی فرایندهایی به منظور خالص‌سازی آب دریا برای مصارف آشامیدنی است، یک سامانه آب شیرین‌کن به طور کلی آب شور را به دو جریان تقسیم می‌کند، یکی جریان آب خالص با درصد بسیار کمی از نمک و دیگری جریانی که حاوی نمک باقیمانده می‌باشد. جداسازی نمک از مخلوط آب نمک، یک فرایند ترمودینامیکی است که نیاز به انرژی دارد، یک فرایند ایده‌آل آب شیرین‌کن به عنوان یک فرایند جداسازی برگشت پذیر محسوب می‌شود. کارآمدترین فناوری آب شیرین‌کن دارای مصرف ۴ یا ۵ کیلووات برق به ازای تولید یک مترمکعب آب شیرین هستند.

فناوری‌های آب شیرین‌کن از لحاظ تغییر فاز به دو دسته تقسیم می‌شوند:

● فرایندهایی که در آنها تغییر فاز صورت می‌گیرد:

- Multi effect distillation (MED)
- Multi stage flash distillation (MSF)
- Vapor compression distillation (VCD)

● فرایندهایی که در آنها شیرین‌سازی آب بدون تغییر فاز انجام می‌پذیرد:

- Reverse osmosis (RO)
- Electro dialysis (ED)

کارایی هر کدام از این فرایندها بستگی به غلظت نمک در آب تغذیه و همچنین ارزش هزینه آب دارد. هر یک از فناوری‌های آب شیرین‌کن برای انجام فرایند جداسازی به انرژی احتیاج دارند که این انرژی می‌تواند از طریق انرژی گرمایی، مکانیکی یا الکتریکی تأمین شود.

کلیاتی در مورد روش‌ها

پنج فناوری عمده به منظور زدودن نمک و دیگر مواد جامد غیرقابل حل از آب وجود دارد که عبارت‌اند از: تقطیر، اسمز معکوس، الکترو دیالیز، تبادل یونی، نمک‌زدایی انجمادی.

درفناوری‌های جداسازی نمک‌ها و املاح سبک‌تر و مطلوب‌تر در طی عبور آب از یک محفظه شیمیایی می‌باشد. بعضی از فناوری‌های آب شیرین‌کن علاوه بر جداسازی و خارج‌سازی نمک‌ها و دیگر مواد جامد غیرقابل حل در آب، مواد معلق،

مواد آلی، بعضی از باکتری‌ها و ویروس‌ها را نیز از آب خارج می‌سازد. این فناوری‌ها به منظور استفاده در مقیاس‌های بالا پیشرفت کرده و تکامل یافته‌اند و حجم بسیار بالایی از آب را تصفیه می‌نمایند. ولی بعضی از آنها در حجم‌های بسیار پایین و در حد مصارف خانگی مورد استفاده قرار می‌گیرند. اکثر راه‌های معمول نمک‌زدایی آب، شامل فرایندهای جوشش و تبخیر می‌باشد. در یک دستگاه تقطیر، آب می‌تواند به جوش آید و بخار تولید نماید که از چگالش این بخار آب خالص تولید می‌گردد. بعضی از دستگاه‌های تقطیر را می‌توان به هم متصل نمود و دستگاهی با کارایی بالا ایجاد کرد.

فرایند تبخیر مولکول‌های آب می‌تواند به وسیله گرم کردن آب شور تا دمای جوش آن و یا کم کردن فشار بخار بالای آب شور سرعت بیشتری یابد. به منظور بالا بردن کارایی فرایند تقطیر، گرمای ایجاد شده از مرحله چگالش را برای پیش گرم کردن آب تغذیه مورد استفاده قرار می‌دهند و یا برای دوباره گرم کردن آب شور تبخیر نشده استفاده می‌کنند.

هنرآموزان محترم توجه نمایند که جزییات بیشتر در زمینه شیرین‌سازی آب دریا به فراخور سطح کلاس، مطرح گردد.

پرسش



هر یک از اصطلاحات زیر را تعریف کنید:

(الف) میکروفیلتراسیون

(ب) اولترافیلتراسیون

(ج) نانوفیلتراسیون

(د) اسمز

(ه) اسمز معکوس

○ پاسخ:

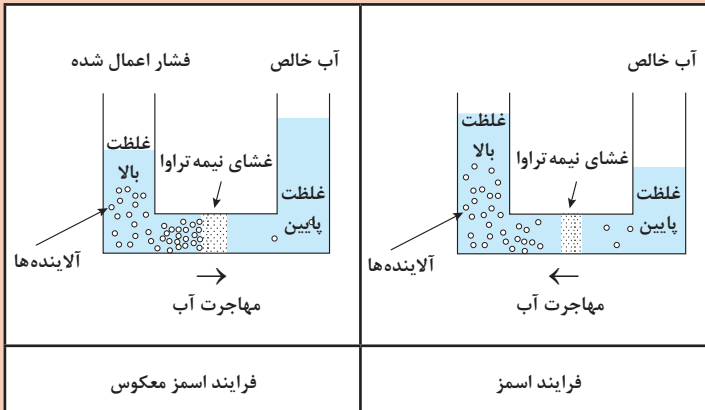
(الف) میکروفیلتراسیون: میکروفیلتراسیون فرایندی است که در آن از غشاهای متخلخل برای جداسازی ذرات سوسپانسیونی، جامدات معلق کوچک و موادی دیگر مثل باکتری‌ها و کیست‌ها و مولکول‌ها و ذراتی بزرگ‌تر از $2/0$ میکرون استفاده می‌شود.

(ب) اولترافیلتراسیون: در اولترافیلتراسیون مولکول‌هایی بزرگ‌تر از $0/05$ میکرون جدا می‌شوند. ابعاد حفره‌های فیلتر بین 2 تا 50 نانومتر است. این فرایند برای جداسازی و تغلیظ مواد کلونیدی و سوسپانسیونی، پروتئین‌ها، مواد میکروبی بیماری‌زا و مولکول‌های آلی بزرگ به کار می‌رود.

(ج) نانوفیلتراسیون: ابعاد حفره‌های نانوفیلتر بین 2 تا 5 نانومتر است. در نانوفیلتراسیون جداسازی براساس اندازه مولکول صورت می‌گیرد.

(د) اسمز: اسمز یا گذرندگی به فرایندی گفته می‌شود که طی آن حلال از طریق یک غشای نیمه‌تراوا از جایی که محلول رقیق‌تر است به جایی که محلول غلیظ‌تر است نفوذ می‌کند.

ه) اسمز معکوس: در پدیده اسمز معکوس با استفاده از یک فشار خارجی، جهت جریان آب را از سمت آب ناخالص به سمت آب خالص ایجاد می‌کنند و چون فشار اعمالی در خلاف جهت فشار اسمزی است، به آن فرایند اسمز معکوس می‌گویند.



تفاوت انواع فیلتراسیون‌ها (میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس) را با یکدیگر بنویسید.

پرسش



○ پاسخ: از تکنولوژی‌های غشایی اولین بار برای فیلتراسیون آب آشامیدنی ارتش آلمان استفاده شد. در گذشته بیشترین کاربرد میکروفیلتراسیون در صنایع نوشیدنی ($45 \mu\text{m}$ / ۰)، استریلیزاسیون تجاری سرد برای مصارف دارویی ($2 \mu\text{m}$ / ۰) و تأمین آب خالص در فرایندهای نیمه‌رسانایی ($1 \mu\text{m}$ / ۰) بود. تا سال ۱۹۶۰ با وجود درک اصول اساسی غشاهای مدرن صنایع مهمی در این زمینه وجود نداشت تا این‌که به تدریج با رفع برخی از معایب آنها نظیر قیمت بالا، فرایندهای کند و زمان‌بر، غیرانتخابی بودن و... غشاهای آزمایشگاه به صنعت راه یافتند.

اساس فرایندهای غشایی عبور مواد از میان صافی است، که این امر توسط یک نیروی رانشی صورت می‌گیرد. این رانش در فرایندهای غشایی به چهار دسته تقسیم می‌شود و شامل:

- **اختلاف فشار:** در فرایندهای غشایی میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس
- **اختلاف پتانسیل الکتریکی:** نظیر الکترودیالیز و الکترولیز غشایی
- **اختلاف دما:** مانند غشا تقطیری^۱
- **اختلاف غلظت:** نظیر جداسازی گازی^۲
- در تکنولوژی‌های غشایی انواع غشاهای متخلخل، متراکم، فاقد تخلخل و باردار الکتریکی استفاده می‌شوند. یکی از فرایندهای غشایی میکروفیلتراسیون است، که در آن عبور مواد از غشاء با سوراخ‌های ۰/۱ تا ۱۰ میکرومتر و تحت فشار ۱ تا ۲ بار صورت می‌گیرد. در فرایند میکروفیلتراسیون غشاهای متخلخل سرامیکی دارای بیشترین کاربردند. این غشاها از پایداری حرارتی، شیمیایی و مکانیکی بسیار بالایی برخوردارند. مقاومت حرارتی آنها بسیار بالاتر از پلیمرهاست و به راحتی با انواع مواد شوینده اسیدی و قلیایی قابل شست‌وشو هستند.
- اولترافیلتراسیون را می‌توان یک فرایند جداسازی غشایی با استفاده از نیروی فشار معرفی نمود که می‌تواند جداسازی و تغلیظ موادی با وزن ملکولی بین 10^3 تا 10^6 را انجام دهد، که به طور وسیع در صنعت لبنیات استفاده می‌شود. اساس استفاده از شیر اولترافیلتر شده در فرایند پنیرسازی این است که پروتئین‌های موجود در آب پنیر در داخل پنیر باقی می‌مانند و به این ترتیب راندمان پنیرسازی افزایش می‌یابد. بنابراین از پروتئین‌های آب پنیر استفاده بهتری می‌شود زیرا در روش سنتی حدود ۲۰ درصد از پروتئین‌های شیر به صورت ضایعات از دسترس خارج می‌شوند.



۱- Membrane Distillation
۲- Gas Separation

- از دیگر فرایندهای غشایی نانوفیلتراسیون است که دارای فشاری در حدود ۱۰ تا ۲۵ بار می‌باشد و قطر منافذ غشا نیز در آن کمتر از ۲ نانومتر است. بنابراین نانوفیلتر قادر است بیشتر ترکیبات را از یک محیط آبی جدا کند. قندها، پروتئین‌ها و یون‌های دو ظرفیتی، باکتری‌ها، ویروس‌ها و آلاینده‌ها توسط نانوفیلتراسیون جدا می‌شوند، ولی اغلب یون‌های تک ظرفیتی از آن عبور می‌کند. غشاهای نانوفیلتر غالباً از نوع لوله‌ای و مارپیچ هستند و جنس آنها پلی‌آمید است. از نانوفیلتر جهت جدا کردن ترکیبات یونی از آب پنی‌ر و تولید محصولات نظیر غذای کودک استفاده می‌شود.

- فرایند اسمز معکوس از دیگر فرایندهای غشایی است که تنها آب از خلال سوراخ‌های آن عبور می‌کند. بنابراین می‌توان از آن برای نمک‌زدایی آب دریا استفاده کرد؛ در صنعت لبنیات نیز جهت تغلیظ شیر، دوغ، کره، آب پنی‌ر و... حاصل از اولترافیلتراسیون مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آنجایی که هیچ یک از ترکیبات موجود در شیر به جز آب امکان عبور از غشای اسمز معکوس را ندارند، به این ترتیب می‌توان با استفاده از آن در درجه حرارت پایین بین ۱۰ تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد شیر را تغلیظ کرد و ضمن حفظ ارزش غذایی محصول در مصرف انرژی نیز صرفه‌جویی نمود.

تحقیق کنید



در رابطه با الکترو دیالیز تحقیقی انجام داده و در کلاس ارائه دهید.

○ پاسخ: امروزه جداسازی توسط غشاء در محدوده‌های زیر اتفاق می‌افتد که به طور عمده با توجه به اندازه حفره‌های غشاء به دسته‌های زیر تقسیم می‌گردند.

- ✓ میکروفیلتراسیون
- ✓ اولترافیلتراسیون
- ✓ نانوفیلتراسیون
- ✓ معکوس اسمز
- ✓ الکترو دیالیز

دیالیز به جداسازی جسم بلوری از محلول کلوئیدی گفته می‌شود که در آن علاوه بر استفاده از غشاء مناسب از یک حلال مایع استفاده می‌کنند. در طی این فرایند بلورهای جامد و حلال از غشاء عبور می‌کنند اما ذرات کلوئیدی توانایی عبور از غشاها را ندارند. اگر نیروی محرکه الکتریکی سبب عبور ذرات باردار از غشاء شود به آن عمل الکترودیالیز گویند. الکترودیالیز با علامت مخفف ED نشان داده می‌شود و شامل یک فرایند جداسازی غشایی می‌باشد که در آن از اختلاف پتانسیل الکتریکی به عنوان نیروی محرکه جهت انتقال یون‌ها استفاده می‌شود. در این سامانه از غشاهای پلیمری حاوی رزین‌های تبادل یونی استفاده می‌گردد. این رزین‌ها بر روی پارچه‌هایی پلیمری مانند پلی‌اتیلن پوشش داده شده‌اند.

موارد استفاده الکترودیالیز:

- ✓ نمک‌زدایی آب
- ✓ تهیه نمک خوراکی
- ✓ تصفیه پساب‌ها
- ✓ به عنوان واحد پیش تصفیه قبل از اسمز معکوس
- ✓ استفاده در صنایع شیمیایی، خوراکی و دارویی
- ✓ تهیه اسید و باز از نمک‌های مربوطه با تفکیک الکتریکی آب به وسیله غشاهای دوقطبی

مقایسه الکترودیالیز با اسمز معکوس

- واحدهای الکترودیالیز به سطوح پایین‌تری از عملیات پیش تصفیه نسبت به دستگاه‌های اسمز معکوس نیاز دارند.
- مقاومت غشاهای الکترودیالیز نسبت به غشاهای اسمز معکوس بسیار بالاتر است.
- برای آب‌های شور با مقدار نمک بالاتر از ۱/۲٪ جرمی، بسیار اقتصادی‌تر خواهد بود از دستگاه‌های اسمز معکوس به جای الکترودیالیز استفاده نمود.

پرسش



کدام روش فیلتراسیون‌ها توانایی حذف مواد غیر آلی محلول را ندارند؟

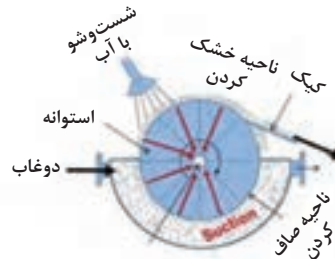
○ پاسخ: میکروفیلتراسیون

راهنمایی: هنرآموزان محترم، از جدول «ویژگی‌های روش‌های فیلتراسیون» پرسش‌هایی مشابه نمونه داده شده، طراحی کرده و کلاس را فعال‌تر نمایند.

فعالیت ساخت یافته ۵: معرفی انواع فیلترها براساس سیالات عبوری (روغن، هوا و سوخت) با استفاده از تصویر و تحقیق

انواع فیلترها

فیلترهای تحت خلأ: فیلتر خلأ با استوانه دوار^۱ گونه خاصی از تجهیزات فیلتراسیون می باشد که در آن از یک غشاء دوار و جریان خلأ برای جداسازی مواد جامد از دوغاب استفاده می شود. عملکرد این دستگاه به این ترتیب است که یک استوانه دوار که دیواره آن را غشاء فیلتر تشکیل می دهد، داخل دوغاب حاوی مواد جامد چرخش می کند. به طور هم زمان جریان منفی فشار از داخل استوانه موجب عبور فیلتریت از فیلتر می شود. این فرایند منجر به تشکیل یک کیک در سطح استوانه می شود. در قسمت بالای استوانه، تیغه ای قرار دارد که کیک تشکیل شده را از استوانه جدا کرده و سطح فیلتر، مجدداً آماده استفاده می شود.



در رابطه با انواع فیلترهای ثقلی، تحت فشار، سانتریفیوژ، بیوفیلتر و غشایی تحقیق کنید.

تحقیق کنید



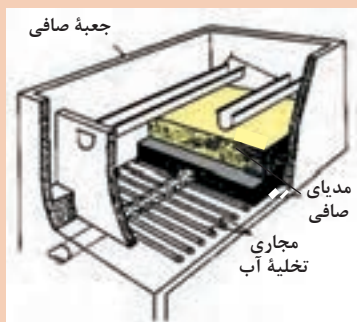
○ پاسخ:

فیلترهای ثقلی^۲: فیلتر کردن آب به وسیله ذرات شن یا آنتراسیت یکی از رایج ترین روش های تصفیه آب می باشد. این فیلترها عمدتاً به عنوان مرحله تکمیلی ته نشینی استفاده می شوند تا ذرات ریز تر را جدا نمایند. از آنجایی که جداسازی ذرات در حدود ۵۰ میکرون با روش های رایج ته نشینی مقرون به صرفه نمی باشد، از این فیلترها به عنوان مکمل فرایندهای لخته سازی و انعقاد استفاده می گردد.

۱- Rotary Vacuum – Drum Filter
۲- Gravity Filter

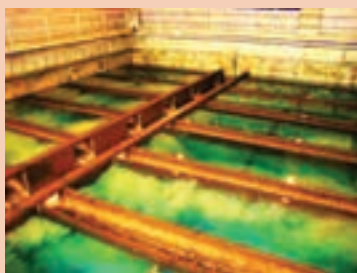
فیلترهای ثقلی به دو دسته فیلترهای ثقلی آرام و فیلترهای ثقلی سریع تقسیم‌بندی می‌گردند.

این دسته‌بندی براساس سرعت خطی گذر آب از درون فیلتر انجام شده است. هر کدام از فیلترها کاربردهای خاص خود را داشته و شیوه شست‌وشوی معکوس آنها متفاوت است.

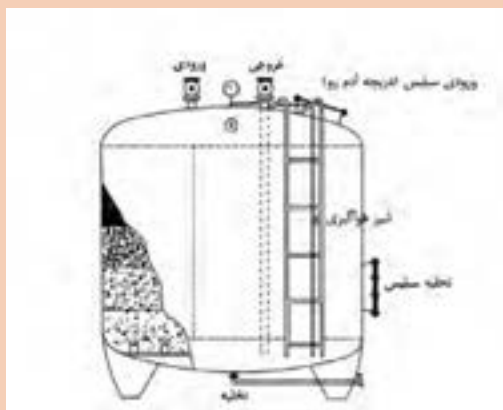


اغلب فیلترهای ثقلی آرام، برای جداسازی پساب‌ها و یا آب‌هایی که بار میکروبی دارند، استفاده می‌شود و یا در مواردی که امکان استفاده از برق برای راه‌اندازی پمپ و یا کمپرسور هوا وجود ندارد، از فیلترهای آرام استفاده می‌شود. طبیعی است که مساحت مورد نیاز این فیلترها بسیار زیادتر است.

امروزه فیلترهای ثقلی سریع، به‌طور وسیعی جایگزین فیلترهای آرام شده‌اند. معمولاً از این فیلترها در مرحله بعد از ته‌نشینی به وسیله لخته‌گذاری و انعقادسازی استفاده می‌شود.



فیلتر تحت فشار: در صافی‌های فشاری عمل صاف کردن در یک محفظه بسته و با فشاری که پمپ تأمین می‌کند، انجام می‌شود.



فیلتر سانتریفیوژ: سانتریفیوژ وسیله‌ای است که تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز مواد را براساس اختلاف چگالی جدا می‌نماید. کاربرد سانتریفیوژ در آزمایشگاه دو نوع است:

۱- جداسازی ذرات از محلولی که در آن شناورند. ۲- جداسازی دو فاز مایع با چگالی مختلف.



در هنگام روشن بودن موتور سانتریفیوژها، لوله‌ها در وضعیت افقی چرخانده می‌شوند، و هنگامی که موتور خاموش شود، وضعیت لوله‌ها عمودی است.

در صنعت استخراج روغن از دانه‌های زیتون، از انواع فیلتر سانتریفیوژ استفاده می‌گردد.

بیوفیلتر: در مبحث فیلتراسیون از بیوفیلترها و فیلتراسیون بیولوژیکی نیز نام برده می‌شود. فیلتراسیون بیولوژیکی در واقع فیلتراسیونی است که توسط موجودات زنده انجام می‌شود. باکتری‌ها برای زنده ماندن و تکثیر نیاز به دو چیز دارند:

- اکسیژن
- غذا

هر دوی این موارد را می‌توان توسط جریان آب به باکتری‌ها رساند. پس چه جایی بهتر از فیلتر! اما در اثر تعویض فیلتر، تمام باکتری‌ها نیز حذف می‌شوند. پس نیاز است تا محلی خاص برای پرورش باکتری ایجاد کنیم، اما چطور؟ مدیاهای بیولوژیکی فضایی ایجاد می‌کنند که برای مستقر شدن و پرورش باکتری‌های هوازی مفید هستند.

مدیاهای معروف عبارت‌اند از:

پوکۀ معدنی، سرامیک، سابستریت، سیپوراکس، ماتریکس، بیوبال، و مدیای معلق

پوکۀ معدنی حاصل فعالیت‌های آتش‌فشانی است. از ویژگی‌های مهم پوکۀ معدنی، یکی وزن کم آن است و دیگری پرمفد بودن آن. همچنین قیمت آن ناچیز است. مزیت اصلی این مدیا قیمت ناچیز و در دسترس بودن آن است

سرامیک یک روش ساده و سنتی برای پرورش باکتری است. سرامیک‌ها دارای خلل و فرج بسیاریند و میزان اثر بخشی آنها بسته به نوع آن دارد.

سابستریت که از کوارتز حرارت یافته ساخته شده است، از سرامیک‌ها بهتر است و به ادعای سازندگان یک سابستریت می‌تواند فضایی معادل ۴۵۰ متر مربع ایجاد کند.

سیپوراکس گونه‌ای از بتن گازی می‌باشد. بسیار سبک، مقاوم و پرمفد است. به ادعای تولیدکنندگان، ۳۴ برابر سرامیک‌ها کارایی دارد و یک لیتر از آن برای یک تانک ۲۰۰ لیتری مناسب است.

ماتریکس دارای سطح بیشتری برای کشت باکتری است. اگرچه در مقایسه با برخی مدیاها فضای کمتری دارد، اما تمام فضاهای آن برای باکتری‌ها قابل استفاده است. همچنین در جذب ذرات معلق نیز به کار می‌رود.

بیوبال، همان گلوله‌های پلاستیکی مشکی رنگ هستند. اکسیژن‌رسانی در این مدیا به خوبی صورت می‌گیرد، اما حجم زیادی را اشغال می‌کند.

مدیای معلق که به اعتقاد بسیاری بهترین نوع مدیا است. بدین صورت که یک سنگ هوای قوی زیر مدیاها گذاشته می‌شود و مدیاها دائماً در حال هم خوردن هستند. در این حالت هیچ جرم و کثیفی روی مدیا نمی‌چسبد و بنابراین تمام فضای موجود، محل رشد باکتری‌ها می‌شود.

فیلترهای غشایی: در تکنولوژی‌های غشایی انواع غشاهای متخلخل، متراکم، فاقد تخلخل و باردار الکتریکی، استفاده می‌شوند. یکی از فرایندهای غشایی میکروفیلتراسیون است.

فعالیت ساخت یافته ۶: معرفی صافی‌های روغن (کارتریجی و پیچی) و جنس آنها با کمک تصویر

پرسش



جنس فیلترها معمولاً از چه موادی تشکیل شده است؟

○ پاسخ: جنس فیلترها می‌توانند فلزی، پنبه، سلولز، کاغذ و مواد مصنوعی باشند.

پرسش



انواع فیلتر روغن موتور بر حسب نوع جریان را نام ببرید.

○ پاسخ:

✓ الف) فیلترهای اصلی یا اولیه

✓ ب) فیلترهای فرعی یا ثانویه

✓ پ) فیلترهای ترکیبی

پرسش



منظور از فیلتر بایپس چیست؟

○ پاسخ: فیلتر بایپس یا ثانویه روغن موتور، سهم کمی از جریان روغن موتور (حدود ۱۰٪ و حتی گاهی ۱٪) را گرفته و دوباره تمیز می‌کند. فیلتر ثانویه روغن موتور به طور جداگانه از فیلتر اولیه عمل می‌کند. این نوع فیلترها، ذرات بسیار ریز حتی تا یک میکرون را جذب می‌کنند.

پرسش



چگونگی کارکرد فیلتر ترکیبی را توضیح دهید.

○ پاسخ: در فیلتر ترکیبی، فیلترهای اصلی و فرعی به صورت سری قرار گرفته‌اند و روغن پس از عبور از فیلتر اصلی و فرعی، به سمت محل‌هایی که بایستی روانکاری شوند، می‌رود و سطح روغن در مخزن اصلی پایش شده تا همواره مقدار آن از یک میزان کمتر نشود.

پرسش



کاربرد فیلتر با جریان عبوری زیاد روغن کجاست؟

○ پاسخ: در برخی از خودروهای خاص مانند خودروهای مسابقه نیاز است روغن با شدت و فشار بسیار زیادتری نسبت به خودروهای معمولی در موتور، جریان داشته باشد. از این رو این خودروها نیاز به فیلترهای خاص دارند. فیلترهای روغن جریان بالا عمل فیلتراسیون را در این شرایط به خوبی انجام می‌دهند.

فعالیت ساخت یافته ۷: بیان نقش صافی‌های هوا و سوخت و اهمیت آنها با کمک تصویر و تحقیق

پرسش



به چه دلایلی از فیلترهای هوا استفاده می‌شود؟

○ پاسخ: هوا دارای ذرات خارجی مختلفی است که ممکن است ناشی از یک فرایند طبیعی همچون وزش باد، زمین لرزه‌ها، فوران آتش‌فشان‌ها و یا ذرات ناشی از فعالیت‌های انسانی همچون محصولات احتراق فرایندهای صنعتی باشد. اگر هوای آلوده به این ذرات، وارد فرایندهای مختلف شود، مشکلات فراوانی را ایجاد می‌کند. مثلاً اگر هوای آلوده وارد موتور خودرو شود سه پدیده نامطلوب اتفاق می‌افتد:

✓ کاهش قدرت موتور

✓ افزایش خفگی

✓ افزایش استهلاک موتور

فیلتر کربن فعال: فیلتر کربنی برخلاف دیگر فیلترهای هوا، فقط گازها و بخارات موجود در هوا را جداسازی می‌کند. در این فیلترها قطعات کربن فعال درون قاب‌هایی که ساختار اصلی فیلتر را تشکیل می‌دهند، قرار می‌گیرند و این قطعات مولکول‌های گاز و بخارات موجود در هوا را جذب می‌کنند. فیلترهای کربنی توانایی جذب بخارات موجود در هوا را تا میزان چند ppm دارا می‌باشند. کاربرد اصلی فیلترهای کربنی در سامانه‌های تهویه مطبوع، جداسازی دود سیگار و بوهای ناخوشایند از هوای داخل ساختمان‌ها می‌باشد. برای بازدهی هرچه بیشتر این فیلترها و به منظور جلوگیری از رسوب ذرات گرد و غبار موجود در هوا بر روی فیلترهای کربنی، باید در مسیر هوای ورودی به فیلتر از یک پیش فیلتر استفاده نمود.



فیلترهای کربنی برای زدودن رنگ، بو و طعم نامطبوع آب در مراحل تصفیه آب مورد استفاده قرار می‌گیرند.

فیلتر سوخت

فیلتر سوخت، دستگاهی است که قبل از موتور خودرو قرار گرفته و وظیفه پالودن سوخت از آلودگی‌ها و اکسیدهای فلزی که اغلب دارای مقیاس میکروسکوپی هستند، را برعهده دارد. فیلترهای سوخت در بیشتر موتورهای درون‌سوز مورد استفاده هستند و درون آنها اغلب از پالایشگر کاغذی استفاده می‌شود. این تجهیزات یک بخش حیاتی در سامانه سوخت‌رسانی خودرو هستند، چرا که در صورت عدم استفاده از آنها، بسیاری از آلودگی‌ها مانند آلودگی‌های رنگی و زنگ‌زدگی‌ها، به دلیل رطوبت موجود در مخزن سوخت، توسط پمپ وارد موتور شده و ممکن است باعث اصطکاک، سایش و مسدود شدن پمپ سوخت گردد.



یک نوع فیلتر سوخت

پرسش



به چه دلایلی از فیلترهای سوخت استفاده می‌شود؟

○ پاسخ: آب، مواد خارجی و آلودگی‌ها ممکن است در طی مراحل حمل و نقل، انبارداری و نیز هنگام استفاده، وارد سوخت شده و آن را آلوده سازند. همچنین خود سوخت نیز دارای ناخالصی‌ها و مواد بسیار ریز میکروسکوپی است. ورود هر گونه ناخالصی و آلودگی‌های ریز و درشت، باعث صدمه رساندن و فرسایش سریع قسمت‌های مختلف می‌شود. ورود آب به این نقاط، موجب زنگ‌زدگی و فرسایش قطعات ظریف سامانه سوخت‌رسانی خواهد شد.

مرحله ۲: ساخت فیلتر کارگاهی و بررسی عملکرد آن

فعالیت ساخت یافته ۸: بیان علت افت فشار در دو سر فیلترها با کمک تصویر با کارکرد صافی‌ها و به دلیل تجمع ذرات جامد در داخل و بر روی پارچه آنها (مدیا)، به مرور مقطع عبور سیال کاهش می‌یابد و افت فشار سیال عبوری در طرفین صافی‌ها اتفاق می‌افتد.

پرسش



دلایل افت فشار در عملیات فیلتراسیون چیست؟

○ پاسخ: با کارکرد فیلتر و به دلیل تجمع ذرات جامد در داخل و بر روی پارچه فیلتر (مدیا)، تغییر فشار سیال در طرفین آن امری کاملاً طبیعی است. هر چقدر میزان ذرات جمع شده بیشتر و متراکم‌تر باشد، افت فشار ایجاد شده، بیشتر خواهد بود. ایجاد اختلاف فشار در زمان کارکرد فیلتر، نشانه‌ای از صحیح بودن عملیات فیلتراسیون است.

پرسش



در یک نمونه عملیات فیلتراسیون، پس از مدت‌ها کارکرد، مانومترهای دیفرانسیلی هیچ‌گونه افت فشاری را نشان ندادند. از این مطلب چه نکاتی را می‌توانید نتیجه‌گیری کنید.

○ پاسخ: ممکن است اجزای فیلتر به درستی نصب نشده باشند، مثلاً دستگاه اندازه‌گیری اختلاف فشار به‌طور معکوس نصب گردیده و یا مدیای فیلترها پاره شده باشند.

فعالیت ساخت یافته ۹: ساخت یک نمونه فیلتر در کارگاه به صورت عملی
هدف: آشنایی با اجزای اصلی فیلتر و ساخت آن به روش ساده

فعالیت عملی ۱



ساخت یک نمونه فیلتر کارگاهی
برای ساخت فیلتر مراحل زیر را انجام دهید:

- ✓ مقداری اسفنج یا کاغذ مخصوص صاف کردن و قاب فلزی یا پلاستیکی تهیه کنید.
- ✓ با استفاده از طرح صافی که می خواهید، بسازید، کاغذ و قاب را شکل دهی کنید.
- ✓ اجزای ساخته شده را در یکدیگر ثابت کنید.

به همین ترتیب فیلتر دیگری بسازید.
صافی های خود را با گروه های دیگر مقایسه کنید.

راهنمایی: فیلترهای ساخته شده می توانند به عنوان ماسک، نمونه های مکعبی، گرد و مستطیلی برای تصفیه هوا، نمونه های پارچه ای برای تصفیه دوغاب های خوراکی، آب های گل آلود، ... استفاده شوند. در واقع این نوع فیلترها ابتدایی ترین نوع فیلتر و یا همان مدیا هستند. حتی سبدهای معمولی پلاستیکی و فلزی می توانند نقش فیلتر را در موقعیت های گوناگون داشته باشند.

هنرآموزان محترم بر حسب شرایط کلاس و هنرجویان، از فیلترهای ساخته شده، سوالات ابتکاری و مناسبی در مورد فیلتریت، کیک فیلتر، دوغاب، مدیا، ... مطرح نمایند.

فعالیت ساخت یافته ۱۰: استفاده از فیلتر ساخته شده برای صاف کردن به صورت عملی
هدف: انجام صاف کردن دوغاب های مختلف با استفاده از فیلترهای ساخته شده توسط هنرجویان و کسب توانایی این عمل

فعالیت عملی ۲



کاربرد فیلتر ساخته شده
با توجه به فعالیت عملی ۱ و فیلترهای ساخته شده، آنها را در محل های مناسب نصب کنید.

دوغابی متناسب با فیلترهای ساخته شده، تهیه کرده و آن را به قسمت های مساوی تقسیم نمایید.

فیلتراسیون دوغاب ها را در شرایط مشابه ولی با فیلترهای متفاوت انجام دهید.
میزان ذرات جامد و مایع صاف شده در هر فیلتراسیون را با یکدیگر مقایسه کنید.
دلایل تفاوت های موجود چیست؟

راهنمایی: این فعالیت می تواند به طور بسیار گسترده انجام شود. به تعداد گروه های

دانش‌آموزی و فیلترهای ساخته شده عملیات فیلتراسیون مختلف صورت پذیرد و نتیجه در جدولی بر روی تخته کلاس نوشته شود. با مقایسه نتایج فعالیت‌های خواسته شده، بهترین نوع فیلتر ساخته شده انتخاب گردد. هنرآموزان محترم، هنرجویان سازنده فیلتر با کارایی بیشتر را تشویق کنید. دقت شود که تمامی مقایسه‌های مربوط به فیلتر و فیلتراسیون، در شرایط کاملاً یکسان صورت پذیرد.

فعالیت ساخت یافته ۱۱: ساخت مجموعه فیلتراسیون به همراه مانومتر به صورت عملی در کارگاه
هدف: ساخت مجموعه فیلتراسیون توسط هنرجویان و کسب توانایی عمل آب‌بندی صافی‌ها

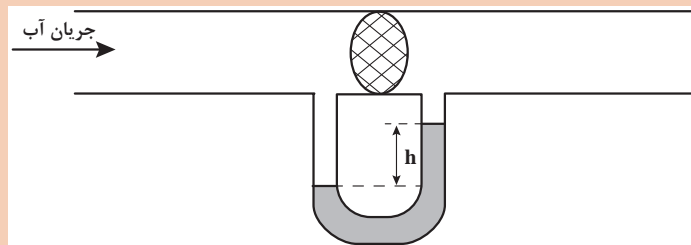
فعالیت عملی ۳



ساخت مجموعه فیلتراسیون به همراه مانومتر

با امکانات موجود در کارگاه و آزمایشگاه هنرستان سعی کنید این فعالیت را انجام دهید، به این منظور مراحل زیر را انجام دهید:

- ✓ یک مانومتر U شکل مدرج تهیه کنید.
 - ✓ یک مجموعه از فیلتر (خط لوله حاوی فیلتر یا صافی بوختر یا ...) را که کارایی نصب مانومتر بر روی خود را داشته باشد فراهم کنید.
 - ✓ یک سمت مانومتر را قبل از فیلتر و سر دیگر آن را بعد از آن نصب کنید.
- دقت کنید که اتصالات شما نشستی نداشته باشند. به این ترتیب توانسته‌اید یک مجموعه فیلتراسیون به همراه مانومتر بسازید.



راهنمایی: هنرآموزان محترم توجه داشته باشند که هنرجویان خلاق با استفاده از بطری‌های شفاف دوغ و یا نوشیدنی‌های دیگر، مقداری شلنگ شفاف، خط‌کش، ...، این فعالیت عملی را به راحتی می‌توانند انجام دهند.

فعالیت ساخت یافته ۱۲: انجام عمل صاف کردن با کمک سامانه فیلتراسیون و اندازه گیری اختلاف فشار طرفین صافی و رسم نمودار تغییرات فشار بر حسب زمان
هدف: استفاده از مجموعه فیلتراسیون ساخته شده توسط هنرجویان و کسب توانایی عمل اندازه گیری افت فشار در صافی ها

فعالیت عملی ۴



- تعیین اختلاف فشار حاصل از تصفیه نمونه سیال آلوده
 یک نمونه آب گل آلود تهیه کنید.
 به روش دستی و یا با استفاده از یک پمپ کوچک آب آلوده را به فیلتر ساخته شده
 فعالیت عملی ۳ منتقل کنید.
 فشار طرفین فیلتر را با گذر زمان (حدود ۱ ساعت) در جدول زیر یادداشت کنید.
 اطلاعات خواسته شده در جدول را کامل کنید.
 نمودار تغییرات فشار بر حسب زمان را رسم کنید.
 چه نتیجه ای از این نمودار می گیرید؟

ردیف	فشار قبل از فیلتر	فشار بعد از فیلتر	اختلاف فشار	زمان
	cm H ₂ O			s
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				
۶				

راهنمایی: با گذر زمان، در ابتدا به طور صعودی افت فشار در طرفین فیلتر افزایش می یابد ولی پس از مدتی میزان افت فشار ثابت می شود. هنرجویان زمان شکست نمودار را تعیین کنند.

مرحله ۳: هماهنگی با اتاق فرمان به منظور راه‌اندازی صافی

فعالیت ساخت یافته ۱۳: بیان چگونگی هماهنگی با مسئول اتاق فرمان جهت تعویض فیلتر

در مجتمع‌ها و صنایع بزرگ، هرگاه قرار باشد فیلتر واحدی با فیلتر جدید جایگزین گردد، باید با اتاق فرمان هماهنگی صورت گیرد. پس از تماس با متصدی مربوطه در اتاق فرمان توسط تلفن، بی‌سیم، ... او را در جریان لزوم تعویض فیلتر قرار می‌دهند. او باید مراقبت کند که جریان عبوری از فیلتر مذکور، و ادوات فرایندی قبل یا بعد از آن در مدت تعویض فیلتر دچار تغییرات شدیدی نشوند و در صورت لزوم تأثیرات احتمالی این تغییرات را بر فرایند جبران کند. بنابراین از آنجایی که تعویض فیلتر بر فرایندهای دیگر تأثیرگذار است، این فعالیت عادی، باید در شرایط کنترل شده صورت می‌گیرد.

فعالیت ساخت یافته ۱۴: آموزش چگونگی اخذ (گرفتن) مجوز برای تعویض فیلتر با کمک تصویر

مجوز شروع کار ایمن^۱ مجوز شروع کار ایمن سامانه‌ای است برای کنترل کارهای اجرایی در شرایط نامناسب و یا خطرناک. به عبارت ساده‌تر مجوز، برای ایمن‌سازی محیط کار از خطرات و حوادث می‌باشد.

نکات مهم در مورد اخذ مجوز:

- مجوز بایستی توسط شخص مجاز و با صلاحیت صادر و کنترل شود.
- فردی که مجوز را صادر می‌کند، آموزش دیده باشد.
- تمامی مجوزها در دفتر مخصوص ثبت و نگهداری شوند.
- مجوز بدون مهر و امضا فاقد اعتبار می‌باشد.
- مجوز ابزار مهمی برای شروع کار ایمن و کاستن خطر حوادث می‌باشد.

مجوزهای لازم در زمان لوله‌کشی شامل موارد زیر می‌باشند:

- مجوز اصلی
- مجوز کار گرم
- مجوز کار سرد
- مجوز برچیدن دستگاہ
- مجوز ورود خودرو

پروانه (مجوز) کار

فرم مخصوصی است که منحصرأً به وسیلهٔ مقام مسئول صادر می‌گردد. این فرم نشان می‌دهد که آزمایش‌های مخصوص انجام و اقدامات احتیاطی لازم به عمل آمده است و تأیید می‌نماید که کار در محل قید شده، تحت شرایط و زمان معین بلامانع و بی‌خطر است. ضمناً در این فرم اقدامات ایمنی تکمیلی نیز که بایستی کارکنان انجام گردد، ذکر و تصریح می‌شود.

مقررات صدور پروانه کار و انواع آن

۱ پروانه کارهای گرم: پروانه کارهای گرم برای انجام کارهایی لازم است که در آنها از ماشین‌ها و ادوات جوشکاری، یا ادواتی که کار کردن با آنها باعث ایجاد جرقه و حرارت که می‌تواند بخارات قابل اشتعال را آتش‌زند، استفاده شود.

۲ پروانه کارهای سرد: پروانه کارهای «سرد» برای انجام کارهایی لازم است که جزء کارهای عادی و روزمره نبوده و بر روی مخازن، لوله‌ها و وسایل در نواحی ممنوعه انجام می‌پذیرد.

۳ اجازه ورود: هرگاه لازم باشد که کارکنان وارد مخازنی شوند که در آنها هیدروکربن‌ها و یا سایر مواد شیمیایی وجود داشته یا چنین مخزنی قبلاً محتوی مواد خطرناک بوده و این مواد به صورت مایع، جامد یا گاز در مخزن باقی باشد، صدور اجازه ورود موكداً ضروری است در مورد کار در مجاری فاضلاب نیز اجازه ورود لازم است.

۴ زمانی که آزمایش گاز لازم باشد: کلیه پروانه‌ها باید به امضای آزمایش‌کننده گاز و متصدی قسمت و مقام مسئول انجام کار برسند. به منظور اعمال بیشتر مقررات ایمنی فقط طبقهٔ مخصوصی از سرپرستان (مدیر پروژه/ رییس کارگاه/ جانشین رییس کارگاه) مجاز به صدور پروانه کار هستند.

کار گرم

کار گرم عبارت است از انجام کاری که حرارت مورد استفاده یا ایجاد شده در آن کار به میزانی باشد که باعث اشتغال مایعات، بخارات و گازهای قابل احتراق یا هر ماده سوختنی دیگری بشود. موارد زیر نمونه‌هایی از کارهای گرم را بیان می‌کند که انجام آنها مستلزم صدور پروانه کارهای گرم با امضای سرپرست تأسیسات و مقام انجام‌دهنده می‌باشد:

۱- Hot Permit

۲- Cold Permit

به کار بردن شعله‌های گاز استیلین و غیره، جوشکاری و لحیم کاری چکش کاری، استفاده از شعله بدون حفاظ یا دستگاه‌های حرارت برقی و مقاومتی یا ادوات گرم کردن آسفالت و استفاده از دستگاه‌های سنجش برقی، ادوات سمباده‌زنی برقی، تراشکاری و پرداخت کاری ماشین‌ها استفاده از موتورهای گازوئیلی و سایر موتورهای احتراقی و وسائل کار که به جهت ایجاد حرارت کافی باعث احتراق گازهای قابل اشتعال گردند.

برای افروختن آتش در محوطه‌ی دیگ‌های بخار که یک مورد استثنایی است، فقط کافی است که یک آزمایش گاز به عمل بیاید. همچنین استفاده منظم و عادی از وسائل حرارت‌زا و آتش بی حفاظ در بعضی از ساختمان‌ها و کارگاه‌ها که صریحاً به عنوان «مناطق آزاد» نامیده شده‌اند، احتیاج به اخذ و صدور پروانه «کارهای گرم» ندارد.

پروانه کارهای گرم

پروانه کارهای گرم جهت انجام فعالیت‌های کارگرم صادر می‌گردد. برای انجام هر کار مشخص روی یک دستگاه، می‌بایست پروانه کار مجزا صادر گردد. برای دو یا چند دستگاه نباید پروانه کار مشترک صادر گردد.

کار سرد

کارهای سرد شامل کلیه فعالیت‌هایی است که در محدوده کار گرم نبوده و به‌طور مثال شامل باز کردن در ظروف و داخل شدن به منظور تمیز کردن، تعمیر یا بازرسی فنی یا ایمنی و یا باز کردن لوله‌ها و غیره می‌باشد. این مقررات در مورد تمام ظروف، دستگاه‌ها، لوله‌ها و وسایلی اعمال می‌شود که برای فرایند، نقل و انتقال یا انبار کردن مواد شیمیایی که در صنایع پتروشیمی مورد استعمال است، به کار برده می‌شود.

پروانه کارهای سرد

پروانه کارهای «سرد» شامل کارهایی است که جزء کارهای عادی و روزمره نبوده و بر روی مخازن، لوله‌ها و دستگاه‌ها در نواحی ممنوعه انجام می‌پذیرد. در محل‌های خطرناک استعمال دخانیات به‌طور کلی ممنوع است. سیگار، موبایل و غیره قبل از ورود به محلی که به وسیله تابلوی مخصوص اعلام گردیده، باید خاموش شود.

اقدامات لازم جهت صدور مجوز کار گرم

- ۱ هرگونه مواد قابل اشتعال خارج از فرایند به شعاع ۲۵ متری از محل انجام کار گرم بایستی خارج شده و محل به طور کامل پاک‌سازی گردد.
- ۲ در صورتی که امکان انتقال مواد قابل اشتعال به خارج از محیط کار نباشد (مانند وجود قطعات چوبی در ترکیب بنا) ضروری است که این قطعات با استفاده از پوشش‌های غیرقابل اشتعال و عایق حرارت به طور کامل مهار شود (به عنوان مثال استفاده از پتوی نسوز).
- ۳ در صورتی که کار گرم در ارتفاع صورت می‌گیرد و احتمال پرتاب جرقه و گدازه‌های فلزی به اطراف وجود دارد، بایستی تدابیر احتیاطی لازم از جمله ریختن شن و ماسه بر روی سطوح، مرطوب کردن سطوح توسط آب و یا استفاده از پوشش‌های غیرقابل اشتعال و عایق حرارت، در قسمت زیرین محل انجام عملیات و شعاع حداقل ۲۵ متری پیرامون آن صورت گیرد. در صورتی که پنجره‌ها و درهای پیرامون محل انجام عملیات باز است، به منظور پیشگیری از انتقال براده‌ها به این محل‌ها بایستی به صورت مناسبی پوشیده شوند.
- ۴ در صورت وجود سامانه‌های اعلام حریق مجهز به آشکارسازهای دودی یا حرارتی، به منظور پیشگیری از اعلام حریق ناخواسته، بایستی سامانه را خاموش نمود و یا با استفاده از کیسه‌های پلاستیکی آشکارساز را پوشاند و این امر به اطلاع کارکنان واحدهای ایمنی و آتش‌نشانی برسد. باید توجه داشت که بلافاصله پس از اتمام عملیات، سامانه را مجدداً فعال نمود.
- ۵ در هنگام انجام عملیات جوشکاری گاز، به منظور پیشگیری از وقوع انفجار بایستی کلیه تدابیر حفاظتی مربوط به انجام این عملیات به دقت رعایت گردد.
- ۶ یک ساعت پس از اتمام کار، موقعیت مکان را به طور کامل بررسی و در صورت عدم وجود هرگونه شرایط مخاطره‌آمیز وضعیت عادی تلقی می‌گردد.
- ۷ کار گرم در محیط‌های باز به هنگام وزش باد شدید می‌بایستی فوراً متوقف شود. زیرا در این شرایط خطر پراکنده شدن گدازه‌ها و جرقه‌های جوشکاری به خارج از محیط ایمن شده (خارج از شعاع ۲۵ متری از عملیات) و در نتیجه بروز حریق وجود دارد.

نکته



از آنجایی که سامانه‌های مجوز انجام کار در کارخانه وجود ندارد. بنابراین نمی‌توان پیشگیری مؤثری برای جلوگیری از بسیاری از خطرات را فراهم نمود.

تهیه پروانه کار

- ۱ پروانه کار (سرد یا گرم) در سه نسخه و به ترتیب شماره بایگانی دفتر ثبت واحد ایمنی و کارگاه تهیه می‌شود.
- ۲ پس از این که پروانه کار تهیه و به دقت تکمیل و امضا شده، نسخه دوم آن به نام مقام انجام‌دهنده کار صادر می‌گردد. سپس مقام مسئول، پروانه را به شخص انجام‌دهنده کار می‌سپارد. نسخه دوم باید تا پایان کار روزانه در محل موجود باشد.
- ۳ نسخه اصلی پروانه باید در محلی که مقام مسئول کارگاه برای آن در نظر می‌گیرد، نصب گردد.
- ۴ نسخه سوم به مسئول ایمنی تسلیم می‌شود.

مرحله ۴: شست‌وشو یا تعویض فیلتر

فعالیت ساخت یافته ۱۵: بیان روش‌های تمیزکاری صافی‌ها با کمک تصویر و فیلم

پرسش



به چه دلایلی فیلترها باید تمیز شوند.

- پاسخ: هرگاه افت فشار دو سر فیلتر به حد معینی افزایش یابد، نشان می‌دهد که فیلتر موجود باید تمیز گردد.

پرسش



به چه دلایلی فیلترها باید تعویض شوند.

- پاسخ: در صورتی که تمیزکاری فیلترها امکان‌پذیر نباشد و با پارگی در فیلترها به وجود آید، فیلترها باید تعویض شوند.



چرا باید برای تعویض فیلتر یک دستگاه صنعتی، مجوز گرفته شود؟

○ پاسخ: در صنایع، برای انجام هر کار بایستی مجوز گرفته شود. باید مراقبت کرد که جریان عبورکننده از فیلترها، و تجهیزات فرایندی، بلافاصله قبل یا بعد از آن، در مدت تعویض فیلتر، دچار تغییرات شدیدی نشوند. در صورت لزوم باید تأثیرات احتمالی این تغییرات را بر فرایند جبران کرد.

عمر مفید فیلتر

زمان تعویض فیلترهای دستگاه تصفیه آب خانگی به نوع دستگاه، میزان آلودگی آب و میزان مصرف آب آشامیدنی بستگی دارد. عمر مفید فیلترهای ضد باکتری به مراتب بیشتر از دستگاه‌های معمولی تصفیه آب است. در دستگاه‌های تصفیه آب با فیلتر پلی پروپیلن نخ‌ی ۱ میکرون ضد باکتری، فیلتر کربن گرانول و فیلتر کربن بلاک، می‌بایست هر شش ماه یک بار تعویض شوند. در زمان تعویض فیلترهای مراحل پیش تصفیه، فیلتر غشایی دستگاه نیز در صورت نیاز تعویض می‌شوند. عمر مفید بعضی از فیلترها، بین ۱۲ تا ۲۴ ماه می‌باشد.

تمیزکاری و تعویض فیلتر

اگر فیلترها را تمیزکاری نکنیم، چه اتفاقاتی ممکن است، بیفتند؟

○ پاسخ: مشکلات زیادی اتفاق می‌افتد، مثلاً:

- ✓ افت فشار زیاد شده و مصرف انرژی در دستگاه‌ها افزایش می‌یابد.
- ✓ در مواردی باعث پاره شدن مدیای فیلتر می‌شود.
- ✓ عمل صاف کردن به خوبی و با راندمان بالا انجام نمی‌شود.
- ✓ هنگامی که فیلترهای تصفیه به موقع عوض نشوند، آلودگی‌ها وارد صافی شده و به آن آسیب می‌رسانند. مدیای فیلتر قلب دستگاه تصفیه است و عمل اصلی تصفیه در این بخش انجام می‌شود. به همین دلیل همیشه از صحت عملکرد صافی می‌بایست اطمینان حاصل نمود. طعم بد آب، رشد باکتری، آسیب دیدن صافی و کاهش کارایی و در پی آن ایجاد مشکلات گوارشی از جمله مشکلاتی است که در صورت عدم تعویض به موقع فیلترهای دستگاه تصفیه آب خانگی ممکن است به وجود بیاید.
- ✓ به دلیل تأثیرگذاری عملکرد هر دستگاه، بر روی سایر تجهیزات، تمیزکاری یا تعویض فیلترها از حساسیت بیشتری برخوردار بوده و باید با دقت و ملاحظات خاص صورت گیرند.



پرسش



انواع روش‌های تمیزکاری شیمیایی را نام ببرید.

○ پاسخ:

- ✓ استفاده از حلال‌ها
- ✓ فرایند تمیزکاری قلیایی
- ✓ فرایند تمیزکاری اسیدی

پرسش



اگر کیسه فیلتر هوایی، سوراخ بسیار کوچکی داشته باشد، در عملیات فیلتراسیون مشکلی پیش می‌آید؟

○ پاسخ: کوچک‌ترین سوراخ یا پارگی در فیلتر هوا آن را بی‌مصرف خواهد کرد.

تمیزکاری فیلتر سوخت

پرسش



اگر تعویض فیلترهای سوخت به موقع انجام نشود چه مشکلاتی پیش می‌آید؟

○ پاسخ:

- ✓ فشار مضاعف به پمپ سوخت
- ✓ دیر روشن شدن خودرو
- ✓ افت راندمان موتور
- ✓ مکث موتور هنگام شتاب‌گیری

فعالیت ساخت یافته ۱۶: تعویض صافی‌ها در کارگاه به صورت عملی
هدف: تعویض صافی‌ها توسط هنرجویان و کسب توانایی این عمل



تعویض فیلترهای موجود در کارگاه:
با اجازه و راهنمایی معلم خود، فیلترهای هود آزمایشگاهی، بیولوژیکی، جاروبرقی، شارژی، ...، یخچال، دستگاه تصفیه آب، ... موجود در کارگاه و آزمایشگاه هنرستان خود را تعویض کنید.

راهنمایی: به منظور آشنایی هر چه بیشتر هنرجویان با تعویض یک نمونه فیلتر، و با هماهنگی مسئولان هنرستان، فیلترهای هود آزمایشگاهی، بیولوژیکی، جاروبرقی، شارژی، ...، یخچال، دستگاه تصفیه آب، ... موجود در کارگاه و آزمایشگاه هنرستان خود را تعویض کنند. در پایان از هنرجویان سؤالات مرتبط پرسیده شده و گزارش کار نیز از آنها خواسته شود.

فعالیت ساخت یافته ۱۷: تمیزکاری صافی‌های کارکرده در کارگاه به صورت عملی

هدف: تمیز کردن صافی‌های کارکرده توسط هنرجویان و کسب توانایی این عمل



تمیزکاری یک نمونه فیلتر

با اجازه و راهنمایی معلم خود، فیلترهای هود آزمایشگاهی، بیولوژیکی، جاروبرقی، شارژی، ...، یخچال، دستگاه تصفیه آب، ... موجود در کارگاه و آزمایشگاه هنرستان خود را با روش‌های تخلیه کردن، تکان دادن، شست‌وشو با آب، تمیزکاری با کمپرسور هوا، ... تمیزکاری کنید.

راهنمایی: به منظور آشنایی هر چه بیشتر هنرجویان با تمیزکاری یک نمونه فیلتر، و با هماهنگی مسئولان هنرستان، فیلترهای هود آزمایشگاهی، بیولوژیکی، جاروبرقی، شارژی، ...، یخچال، دستگاه تصفیه آب، ... موجود در کارگاه و آزمایشگاه هنرستان خود را با روش‌های تخلیه کردن، تکان دادن، شست‌وشو با آب، تمیزکاری با کمپرسور هوا، ... تمیزکاری کنند. در پایان از هنرجویان سؤالات مرتبط پرسیده شده و گزارش کار نیز از آنها خواسته شود.

فعالیت ساخت یافته ۱۸: بازدید از مراکز تعویض و تمیزکاری صافی‌ها در صنعت به صورت عملی

هدف: آشنایی با عملیات تعویض و تمیزکاری صافی‌ها توسط هنرجویان و کسب توانایی این عمل



بازدید از مراکز تمیزکاری و تعویض فیلتر

با اجازه و راهنمایی معلم خود فعالیت‌های زیر را انجام دهید:

✓ بازدید از مراکز تعمیراتی مانند یک تعمیرگاه خودرو، آب شیرین‌کن، ... در زمان

تعویض و یا تمیزکاری فیلترهای وسایل

✓ گفت‌وگوی علمی با تکنسین‌های تعمیرکاری پکیج‌های خانگی و صنعتی در زمینه

فیلتر و فیلتراسیون

راهنمایی: به منظور آشنایی هر چه بیشتر هنرجویان با انواع سامانه‌های تمیزکاری و تعویض فیلتر و چگونگی عملکرد آنها، از کارخانه‌های مجهز به این سامانه و یا یکی از مراکز تولیدی، بازدیدی صورت پذیرد. در پایان بازدید از هنرجویان سؤالات مرتبط پرسیده شده و گزارش بازدیدی مطابق فرم زیر از آنها خواسته شود.

فرم گزارش بازدید

عنوان بازدید	شماره گروه	نام مرکز بازدید
تاریخ بازدید	اعضای گروه	نام مرکز آموزشی
سال تحصیلی	نام سرگروه	کلاس
هدف از بازدید	هدف از بازدید به طور خلاصه نوشته شود.	
تئوری بازدید	مطالب علمی مربوط به موضوع بازدید ذکر گردد.	
تجهیزات مورد بازدید	اسامی تجهیزات بازدید شده ذکر گردد.	
مشاهدات	مشاهدات اصلی و جالب ذکر گردد.	
نوآوری	مطالب و موضوعاتی که در این بازدید برای اولین بار هنرجو می‌شنود و یا می‌بیند، ذکر گردد.	
نتیجه	نتیجه‌گیری کلی از بازدید صورت گرفته شود (مثبت یا منفی بودن).	
شایستگی‌های غیرفنی بازدید	اخلاق حرفه‌ای (وقت‌شناسی، حضور منظم و به موقع، انجام وظایف و کارهای محوله، پیروی از قوانین کارگاهی، و...)، کار گروهی (حضور فعال در فعالیت‌های گروهی انجام کارها و وظایف محوله، ... هنرجو توسط وی ارزیابی شود.	



در گروه‌های کلاسی در زمینه‌های معرفی شده در زیر تحقیقی به عمل آورده و در کلاس گزارش کنید.

- ✓ کاربرد انواع فیلتراسیون
- ✓ کاغذ صافی آزمایشگاهی
- ✓ صافی‌های پارچه‌ای
- ✓ صافی‌های جاروبرقی
- ✓ صافی هوای موجود در کارگاه و آزمایشگاه
- ✓ هود آزمایشگاهی و بیولوژیکی
- ✓ صافی یخچال
- ✓ صافی پکیج‌های خانگی
- ✓ ...

راهنمایی: هر گروه دانش آموزی حداقل یک نمونه تحقیق آماده کرده و به‌طور خلاصه در کلاس ارائه نمایند.

کاغذ صافی اصلی‌ترین وسیله در هر آزمایشگاه برای جداسازی و فیلتراسیون محلول‌ها به حساب می‌آید این کاغذها دارای انواع مختلفی برای کاربردهای گوناگون می‌باشند که هر یک دارای خواص مخصوص به خود می‌باشند. مهم‌ترین ویژگی‌های کاغذ صافی که در انتخاب و کاربرد آنها مطرح می‌باشد به شرح زیر هستند:

- اندازه کاغذ صافی
- اندازه حفره‌های بافت کاغذ صافی
- جنس بافت کاغذ صافی
- درصد خاکستر کاغذ
- مقاومت در برابر اسید و باز
- مقاومت در برابر رطوبت

ابعاد کاغذ صافی

کاغذهای صافی از لحاظ اندازه در ابعاد مختلفی وجود دارند که همگی در دو دسته کاغذ صافی‌های گرد و برش خورده برای قیف آزمایشگاهی و کاغذ صافی‌های صفحه‌ای^۱ و در ابعاد بزرگ جای می‌گیرند.



کاغذ صافی گرد

تخلخل کاغذ صافی

تخلخل کاغذ صافی اندازه موادی که می‌توانند از بافت کاغذ عبور کنند و موادی که توسط کاغذ فیلتر می‌شوند را تعیین می‌کند؛ به طوری که تمام عناصر و موادی که دارای اندازه بزرگ‌تر از تخلخل کاغذ صافی باشند، توسط آن فیلتر می‌شوند و نمی‌توانند از بافت آن عبور کنند.

اندازه تخلخل این کاغذ معمولاً با واحد میکرون (میکرومتر) بیان می‌شود که ۱ میکرون برابر با یک هزارم میلی‌متر است؛ البته کاغذ صافی‌هایی با اندازه تخلخل نانو نیز در آزمایشگاه‌های خاصی کاربرد دارند.

جنس بافت کاغذ صافی

جنس بافت کاغذ صافی بسته به کاربرد آن از مواد مختلفی مانند الیاف چوب (مانند کاغذ معمولی)، کربنی، کوارتز و یا فایبرگلاس ساخته می‌شوند که هر کدام ویژگی‌های منحصر به خود را دارند.

درصد خاکستر کاغذ صافی

کاغذ صافی‌ها به طور معمول دارای میزانی خاکستر ناشی از بافت خود دارند که در فیلتراسیون وارد محلول عبوری از فیلتر می‌شوند، این خاکستر به میزان بسیار کمی می‌باشد که در فیلتراسیون کیفی در آزمایشگاه تأثیری روی روند آزمایش نخواهد داشت. اما در آزمایش‌هایی که محاسبات وزنی بسیار دقیق و حساس دارند، از کاغذ بدون خاکستر استفاده می‌شود، خاکستر موجود در آنها نزدیک به صفر است، مانند گرید ۴۱ و ۴۲ کاغذ صافی واتمن انگلستان.

کاغذ صافی بدون خاکستر را از الیافی که با هیدروکلریک اسید و هیدروفلوئوریک اسید شست و شو داده شده و با آمونیاک خنثی شده، می‌سازند. کاغذ صافی باید دارای چنان بافتی باشد که کوچک‌ترین ذرات رسوب را از خود عبور ندهد و در عین حال محلول را سریعاً صاف کند.

مقاومت در برابر اسید و باز

تمام گریدهای مختلف کاغذ صافی دارای یک نمونه مقاوم در برابر خوردگی در اثر واکنش با محلول‌های اسیدی و بازی نیز هستند که به کاغذهای ضد اسید و مقاوم مشهورند، مانند گریدهای ۵۴۱ و ۵۴۲ کاغذ صافی واتمن انگلستان.

مقاومت در برابر رطوبت

برخی از گریدهای این کاغذ در برابر رطوبت بسیار مقاوم می‌باشند گرید ۹۱ واتمن انگلستان نمونه‌ای از کاغذهای صافی مقاوم در برابر رطوبت می‌باشد.

سه نوع کاغذ صافی معمول است:

۱ بافت ریز: از این کاغذ صافی برای صاف کردن رسوب‌های خیلی ریز استفاده می‌کنند. این فیلترها دارای بافت ریز با تخلخل ۲ تا ۳ میکرون و سرعت نسبتاً پایین می‌باشند. واتمن ۴۲ و ۴۴ نمونه‌ای از این نوع کاغذ صافی می‌باشد.

۲ بافت متوسط: این کاغذ صافی برای صاف کردن رسوب‌های حاوی دانه‌های متوسط استفاده می‌شود. این صافی‌ها دارای بافت نسبتاً درشت با تخلخل ۸ تا ۱۰ میکرون و سرعت بالا می‌باشند. واتمن ۴۰ نمونه‌ای از این نوع کاغذ صافی می‌باشد.

۳ بافت درشت: این کاغذ صافی جهت صاف کردن رسوب‌های دانه‌درشت و رسوب‌های ژلاتینی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این صافی‌ها دارای بافت درشت با تخلخل ۲۰ تا ۲۵ میکرون و سرعت بالا می‌باشد. واتمن ۴۱ نمونه‌ای از این کاغذ صافی می‌باشد.

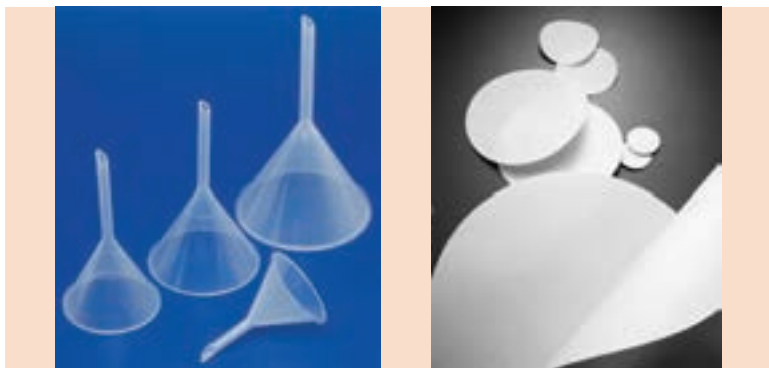
آماده‌سازی کاغذ صافی

برای آماده کردن کاغذ صافی جهت صاف کردن محلول، ابتدا کاغذ صافی خشک را دقیقاً تا بزنید تا سطح آن دقیقاً به یک‌چهارم برسد. سپس کاغذ صافی را باز کنید تا مخروطی با زاویه ۶۰ درجه درست شود. آنگاه کاغذ صافی را با آب مقطر و با انگشت به آرامی بر روی قیف مستقر کنید. در صورتی که مخروط به طور صحیح قرارگیرد، هیچ منفذی برای وجود هوا بین کاغذ و قیف وجود نخواهد داشت و سرعت صاف کردن زیاد می‌شود.

روش تشخیص کاغذ صافی اصل از کاغذ صافی تقلبی

این روش تشخیص برای کاغذ صافی‌های بدون خاکستر می‌باشد. برای این کار کافی است تنها یک برگ از کاغذ صافی مورد آزمایش را بسوزانید، حال در صورت اصل بودن، باید خاکستر بسیار کمی حاصل از سوختن آن برجای بماند و اگر این‌گونه نبود این کاغذ صافی تقلبی بوده و بدون خاکستر نمی‌باشد.

انتخاب قیف مناسب برای کاغذ صافی



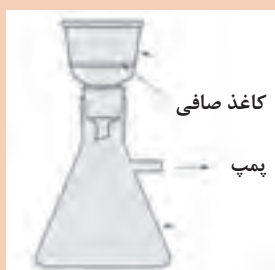
از جدول مفید زیر به منظور بررسی این که، آیا کاغذ صافی شما مناسب قیف های شیشه ای یا پلاستیکی است، استفاده کنید.

قطر قیف (mm)	قطر کاغذ صافی مورد نیاز (mm)
۳۵	۵۵
۴۵	۷۰
۵۵	۹۰
۶۵	۱۱۰
۷۵	۱۲۵
۹۰	۱۵۰
۱۰۰	۱۸۵
۱۶۰	۲۴۰
۱۸۰	۳۲۰
۲۲۰	۴۰۰
۲۶۰	۵۰۰

پرسش



با اطلاعاتی که در مورد صافی‌ها و فیلتراسیون کسب کرده‌اید و با توجه به شکل زیر، در مورد چگونگی عملکرد قیف بوختر توضیحاتی بنویسید.



تمرین‌های پایان پودمان ۳:

هنرآموزان گرامی با توجه به سطح کلاس تمرین‌های تئوری و عملی مرتبط با پودمان پایش عملکرد صافی‌ها را مطرح نمایند.

ارزشیابی شایستگی پایش عملکرد صافی‌ها

<p>شرح کار: چگونگی استفاده از تجهیزات کارگاهی را بدانند 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.</p>		
<p>استاندارد عملکرد: شناسایی فیلتر و اجزای آن، خارج کردن آن از سرویس و باز کردن و پاک کردن و جاگذاری مجدد آن طبق دستورالعمل شاخص‌ها: رعایت مسائل ایمنی حین کار - انجام کار طبق دستورالعمل</p>		
<p>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: شرایط مکان: کارگاه شرایط دستگاه: سرویس شده زمان: یک جلسه آموزشی ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی</p>		
<p>معیار شایستگی</p>		
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳ نمره هنرجو
۱	شناسایی فیلتر و اجزای آن	۲
۲	خواندن اختلاف فشار دو سر صافی	۱
۳	هماهنگی با اتاق فرمان به منظور در سرویس قرار دادن فیلتر جدید	۱
۴	باز کردن، پاک کردن و جاگذاری فیلتر	۱
	<p>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:</p> <p>۱ ایمنی: انجام کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی</p> <p>۲ نگرش: صرفه‌جویی در مواد و وسایل مصرفی</p> <p>۳ توجهات زیست‌محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام کار بدون ریخت و پاش</p> <p>۴ شایستگی‌های غیرفنی: ۱- اخلاق حرفه‌ای ۲- مدیریت منابع ۳- مستندسازی، گزارش‌نویسی</p>	۲
	میانگین نمرات	
	*	

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