بسم الله الرحمن الرحيم

٩٥٩١٢

پژوهشگاه مواد و انرژی
پژوهشکده سرامیک

ساخت پایه غشاء آلومینایی لوله ای به روش ریخته‌گری دوغابی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مواد (سرامیک)

تهیه کننده:
مریم بیهقی

۱۳۸۷ /۳/ ۷-

استاد راهنما:
دکتر کاووس فلامکی

۱۳۸۵

۹۲۹۱۲

تقدیم به

پدرو مادر مهربانم

که محبت بی دریغشان همواره پشتوانه عظیم روحی من بوده است

و همسر عزیزم

که صبر و گذشتش مایه دلگرمی من است.

تقدیر و تشکر:

از استاد بزرگوارم جناب آقای دکترکاووس فلامکی که راهنماییهای دلسوزانه ایشان همیشه روشنگر راهم بوده است کمال تشکر را دارم. از سرکار خانم دکتر جمیله ویسی زاده که تجربیات ارزنده خود را درطی این پژوهش در اختیار من قرار دادند متشکرم. از دوست عزیزم سرکار خانم مهندس لیلا شریفی که دوستانه در مشکلات مرا یاری کردند سپاسگزارم. برای دوستان و مسئولین آزمایشگاه ساخت قطعات پژوهشکده سرامیک و کلیه عزیزانی که در طی این مدت به اینجانب لطف داشته‌اند آرزوی سلامتی و بهروزی دارم.

چکیده:

در این پژوهش برای نخستین بار بررسی سیستماتیکی در رابطه با بهره‌گیری از روش ریخته گری دوغابی برای ساخت میکروفیلتر لوله ای آلومینایی صورت پذیرفت. برای رسیدن به این هدف از پودر آلومینایی استفاده شد که توزیع اندازه دانه وسیعی از زیر میکرومترتا بیشتر از ده میکرومتربا متوسط حدود دو میکرومترداشته است.قابلیت پراکنده سازی ذرات توسط Na-CMC وتایرون برای دوغابهای حاوی ۴۰و۵۰و۶۰ درصد وزنی آلومینامورد بررسی قرار گرفت.Na-CMC به تنهایی نمی تواند به عنوان یک دیسپرزنت مناسب برای چنین دوغابهایی مورد استفاده قرار بگیرد. بر کینتیک فرآیند ریخته گری دوغابی و پروفایل دوبعدی بدنه‌های ریخته شده به صورت تابعی از زمان وغلظت دوغاب،برای غلظتهای بین ۴۰-۶۰درصد وزنی آلومینا ۰-۷۰دقیقه ریخته‌گری بررسیهایی صورت گرفت.تاثیر دمای زینترینگ بر ریزساختار حفره محصول نهایی مشاهده شد. در همه نمونه‌ها سطح مقطع پایه ممبرانهای لوله‌ای از دو ناحیه تشکیل شده بود:یک منطقه ضخیمتر داخلی با تخلخل بیشتر و اندازه تخلخل بزرگترو منطقه نازک خارجی با تخلخل کمتر اندازه تخلخل کوچکتر.این پدیده به ریز بودن ذرات در سطح خارجی نمونه‌ها مهاجرت بایندر در مرحله خشکایش ارتباط داده شد. نسبت ضخامت این دو ناحیه به غلظت دوغاب و دمای زینترینگ بستگی داشت.اندازه تخلخل باز در محدوده ۰/۲۴-۰/۱۳ میکرون اندازه‌گیری شد. در تولید پایه ممبرانهای گرادیانی باید فرآیند مهاجرت بایندر کنترل شود.

فهرست مطالب:

مقدمه

فصل اول ۱

۱-۱- تاریخچه و کاربرد ممبرانها ۱

۱-۲- انواع ممبرانها ۶

۱-۲-۱- ممبرانهای همگن ۷

۱-۲-۱-۱- میکرو فیلترها ۷

۱-۲-۱-۲- نانو فیلترها ۸

۱-۲-۱-۳- ممبرانهای شارژ شده الکتریکی ۸

۱-۲-۲- ممبرانهای ناهمگن ۹

۱-۳- ممبرانهای غیر آلی ۱۰

۱-۳-۲- ویژگیهای ممبرانهای سرامیکی ۱۱

۱-۳-۳- روشهای ساخت پایه در ممبرانها ۱۹

۱-۳-۴-مروری بر مطالعات سایر پژوهشگران ۱۹

۱-۳-۵- فعالیتهای صورت گرفته در این پژوهش ۲۲

۱-۴- رئولوژی سوسپانسیونها ۲۳

• مقدمه: ۲۳

۱-۴-۱- ویسکوزیته ۲۴

۱-۴-۲- اهمیت پایداری سوسپانسیون ۲۵

۱-۴-۳- مکانیزمهای مختلفی پایدارسازی دوغابها ۲۶

۱-۴-۳-۱- پایدارسازی الکتروستاتیکی ۲۶

۱-۴-۳-۲- پایدارسازی استریکی ۲۷

۱-۴-۳-۳- پایدارسازی الکترواستریکی ۲۷

۱-۴-۴- تئوری DVLO ۲۸

۱-۴-۵- تئوری استرن ۲۸

۱-۴-۵-۱- زتا پتانسیل ۳۰

۱-۴-۶- عوامل موثر بر پایداری سوسپانسیونها ۳۱

الف) غلظت دوغاب با محتوای جامد بالا ۳۱

ب) دفلوکولانت ۳۱
ج) بایندر ۳۲
pH(د ۳۴
۱-۵- آماده سازی ۳۶
- انتخاب پودر ۳۶
- تهیه دوغاب ۳۷
- دفلوکولانت‌ها ۳۷
- آسیاب و اولتراساند ۳۷
- چسبها و پلاستیسایزرها ۳۸
- شکل دادن ۳۸
- خشک کردن و پخت ۳۸

فصل دوم ۴۰

۲-۱- خلاصه فعالیتهای انجام شده ۴۰
۲-۲- مواد اولیه ۴۱
۲-۲-۱- مواد اولیه مورد استفاده برای ساخت پایه ۴۱
الف— پودر آلومینا (MR42,MATROXID) ۴۱
ب- تایرون ۴۲
ج-Na-CMC ۴۲
د- گچ قالب سازی آلفا ۴۲
۲-۳- تهیه سوسپانسیون آلومینایی پایدار ۴۳
۲-۴-ریخته گری دوغابی ۴۴
۲-۵-خشکایش و پخت ۴۴
۲-۶- آنالیزهای انجام شده ۴۶
۲-۶-۱- تعیین پایداری سوسپانسیون با روش رسوب گذاری ۴۶
۲-۶-۲- بررسی مشخصات قالب های گچی (سرعت جذب و دانسیته) ۴۶
۲-۶-۳- بررسی انقباض ۴۶
۲-۶-۴- اندازه گیری چگالی و در صد تخلخل پایه ۴۶
۲-۶-۵- برسی ریزساختار ۴۷
۲-۶-۶- اندازه گیری عبور پذیری ۴۷

۲-۶-۷- بررسی میکرو سختی ۴۹
فصل سوم ۵۰
۳-۱- بررسی رئولوژی دوغابهای آلومینایی ۵۰
۳-۱-۱- بررسی اثر Na-CMC بر پایداری دوغابها ۵۰
۳-۱-۲- بررسی اثر تایرون بر پایداری دوغابها ۵۵
۳-۲- بررسی فرآیند ریخته گری دوغابی ۵۸
۳-۳- ویژگیهای پایه ممبرانهای زینتر شده ۶۴
نتیجه‌گیری ۸۰
پیشنهادها ۸۱
مراجع ۸۲

مقدمه:

در حال حاضر فن‌آوری و دانش ممبران‌ها بر اساس مشاهدات و بررسی‌های دقیق انجام گرفته بر روی ممبران‌های طبیعی می‌باشد. این بررسی‌ها در اواسط قرن نوزدهم میلادی آغاز شد. در تمامی مراحل حیات، ممبران-های طبیعی به شکل‌های گوناگون از جمله جداسازی مواد مغذی (غذاهای بدن)، تصفیه پروتئین‌ها از سموم و فتوسنتز و ... حضور دارند. در ابتدا، علم ممبران با قواعد علمی نسبتاً محدود و با کاربردهای عملی نه چندان مطرح همراه بود، اما در اواسط قرن بیستم با شروع رشد این علم، زمینه وسیع با کاربردهای گوناگون، باعث شد تا صنعت ممبران در اواخر دهه ۱۹۶۰ و ابتدای ۱۹۷۰ پایه‌گذاری گردد.

در دهه‌های اخیر، هزینه‌های زیاد انرژی فرآیندهای جداسازی را به کمک ممبران‌ها اقتصادی‌تر نموده است، به این ترتیب روش اخیر جداسازی خیلی زود توانست جایگزین فن‌آوری‌های سنتی جداسازی نظیر تبلور، تقطیر، فیلتراسیون یا استخراج حلال و جذب شود. اولین کاربرد ممبران‌ها استفاده از ممبران‌های پلیمری در فرآیند نمک زدایی آب دریا و آب‌های شور بود که در بین سال‌های ۱۹۶۰-۱۹۷۰ صورت گرفت. این روش سریعاً مورد توجه قرار گرفته و به دلیل سرعت زیاد، کارایی بهتر و اقتصادی بودن جایگزین روش‌های سنتی شد. با گسترش دانش ممبران‌های سلولزی نامتقارن که در تصفیه آب و نمک‌زدایی آب‌های شور مورد استفاده بودند، پیشرفت‌های بیشتری در این زمینه ایجاد شد، به این ترتیب ابتدا ممبران‌های پلیمری جدید و نوع متقارن آنها گسترش پیدا کرد و بعد از آن ممبران‌های ساخته شده از مواد سرامیکی پیشرفته، جایگزین نوع پلیمری، در برخی کاربردها شد. ویژگی-های منحصر به فردی که سرامیک‌هادر مقایسه با پلیمرها دارند زمینه جدیدی را در علم ممبران‌ها ایجاد کرد، برای

مثال پایداری حرارتی و مقاومت شیمیایی ممبران های سرامیکی، باعث افزایش راندمان در راکتورهای شیمیایی شدند. از ممبران‌های سرامیکی می‌توان به انواع آلومینایی، زیرکونیایی، تیتانیایی و سیلیسی اشاره کرد.

دراین پژوهش از روش ریخته گری دوغابی جهت ساخت پایه غشا آلومینایی لوله‌ای بهره گرفته شده است. استفاده از این روش که یک روش متداول شکل دهی قطعات سرامیکی است جهت ساخت یک قطعه سرامیک مهندسی یکی از امتیازات این پژوهش است. دوغاب مورد نیاز برای ریخته گری دوغابی باید بتواند شرایط بیشترین پایداری را تأمین کند. به دلیل اهمیت این مسأله بررسی‌های رئولوژیکی روی دوغاب‌های غلیظ آلومینایی انجام شد. سپس فرآیند ریخته‌گری برای دوغاب‌های حاوی ۴۰ و ۵۰ و ۶۰ درصد وزنی صورت گرفت. زینترینگ نمونه‌ها در دماهای ۱۳۷۵، ۱۴۰۰ و ۱۴۵۰درجه سانتیگراد صورت گرفت و نتایج آنالیزهای انجام شده گزارش شد.

فصل اول

مروری بر منابع مطالعاتی

۱-۱- تاریخچه و کاربرد ممبران‌ها

مطالعات اولیه روی ممبران‌ها به قرن ۱۸ میلادی، زمانی که آب نولت (Abbe Nolet) درسال ۱۷۴۸ از واژه اسمز برای عبورپذیری آب از دیافراگم استفاده کرد، برمی‌گردد[۱]. در قرن ۱۹ و اوایل سده ۲۰، ممبران‌ها کاربرد صنعتی و تجاری نداشتند و به عنوان ابزار آزمایشگاهی جهت تشریح تئوری‌های فیزیکی- شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گرفتند. برای مثال در سال ۱۸۸۷ وان هوف (Vant Haff) برای توسعه قانون حد که توجیه کننده رفتار محلول‌های رقیق ایدآل بود، از اندازه‌گیری فشار اسمزی محلول توسط ممبران‌ها استفاده کرد. این مسئله باعث به وجود آمدن معادله وان هوف شد [۲].

علم ساخت ممبران‌های پیشرفته تا سال ۱۹۶۰ گسترش یافت. اما استفاده از آنها به چند آزمایشگاه و صنایع کوچک منحصر می‌شد. ممبران‌های ساخته شده در آن زمان، دارای چهار مشکل اساسی بودند و همین مشکلات مانع کاربرد وسیع آن‌ها در فرآیندهای جداسازی بود. ممبران‌ها در آن زمان غیر قابل اعتماد،کند، غیرگزینش‌پذیر و گران بودند. این مشکلات در سالیان گذشته مرتفع شده و استفاده از ممبران ها در فرآیند جداسازی در حال حاضر مرسوم می باشد[۳].

در سال ۱۹۶۶ اولین واحد صنعتی تولید اورانیوم غنی شده به کمک ممبران‌های معدنی در کشور فرانسه ساخته شد. با توجه به اهمیت زیاد اورانیوم غنی شده به عنوان سوخت هسته‌ای، ممبران‌های معدنی برای اولین بار به عنوان یک محصول مهم صنعتی در صنایع بزرگ مطرح شدند. به همین دلیل است که شرکت‌های سازنده ممبران‌های غیرآلی از نوع اولترا و میکروفیلتر همگی در ابتدا در برنامه غنی‌سازی اورانیوم در کشور فرانسه شرکت داشته‌اند(Eurodif, SFEC).

استفاده از ممبران‌های معدنی برای جداسازی فاز مایع ابتدا در سال ۱۹۸۰ به صورت صنعتی انجام شد. در سال ۱۹۸۹، اولین کنفرانس بین‌المللی بر روی ممبران‌های معدنی در شهر Monpollier فرانسه برگزار شد و در سال ۱۹۹۱ اولین کتاب در مورد ممبران‌های معدنی توسط R.Bhave منتشر گردید.

ممبران‌ها از نظر جنس به دو دسته پلیمری و سرامیکی تقسیم می‌شوند. ممبران‌های سرامیکی در مقایسه با انواع آلی با هزینه بیشتری تولید می‌شوند، اما طول عمر بالاتر و عبورپذیری بیشتر آنها، باعث شده که ممبران سرامیکی اغلب بر نوع آلی ترجیح داده شود. همچنین در فرآیندهای جداسازی، ممبران‌های معدنی به دلیل خواص شیمیایی و فیزیکی منحصر به فردشان در مقایسه با انواع پلیمری به خوبی شناخته

شده هستند. این نوع ممبران‌ها می‌توانند در دماهای بالاتر، پایداری ساختاری بدون مشکلاتی نظیر باد کردن یا فشرده شدن را که در نوع پلیمری وجود دارد، داشته و تحت حملات بیولوژیکی قرار نمی‌گیرند و همچنین قابلیت استرلیزاسیون با بخار در خط سرویس یا قرار گرفتن در اتوکلاوها و همچنین قابلیت بازیابی با فشار زیاد را دارند[۴].

امروزه ممبران‌های سرامیکی در بیوتکنولوژی نیز کاربرد فراوانی یافته‌اند، بعنوان مثال می‌توان به تصفیه پلاسمای خون در مواردی که در اثر بیماری غلظت برخی از انواع پروتئین‌ها در خون افزایش می‌یابد اشاره نمود. ممبران‌هایی که برای این منظور به‌کار می‌روند باید کاملاً استریل باشند. ممبران‌های سرامیکی با توجه به خواص حرارتی خوبشان کاملاً مناسب این کاربرد هستند. یکی از مشکلاتی که در هنگام تصفیه پلاسما پیش می‌آید آلودگی فیلتر در اثر چسبیدن ملکول‌های پروتئین به دیواره حفرات است که باعث کاهش گذردهی می‌شود. ممبران‌های سرامیکی به جهت مقاومت شیمیایی و حرارتی بالایی که دارند پس از حرارت دادن و یا شستشو در مواد شیمیایی (محلول رقیق هیپوکلریت) قابل استفاده خواهند بود ولی ممبران‌های پلیمری قابلیت بازیابی ندارند و باید تعویض شوند. امروزه ممبران‌های آلومینایی چند لایه (با نام تجاری Membralox ۰/۲μ) به صورت گسترده‌ای در تصفیه پلاسما به‌کار می‌روند[۵].

همچنین مواردی از جمله ارگان‌های مصنوعی، تولید پروتئین‌های تراپوتیک و دایگنوستیک، جداسازی ترکیبات محلول، خالص‌سازی آب و... مثال‌های محدودی از کاربردهای فراوان ممبران‌های متخلخل هستند [۶].

از دیگر کاربردهای منحصر به فرد ممبران‌های سرامیکی که باز هم به خواص حرارتی و شیمیایی آنها بر می‌گردد، کاربرد در صنایع نفت و گاز است که از آن جمله می‌توان به بازیافت روغن‌های استفاده شده با اولترافیلتراسیون در دمای بالا اشاره نمود (شرکت نفتی TOTAL واحد بازیافتی با ظرفیت ۵۰۰۰ تن در سال احداث نموده است که با این روش کار می‌کند [۵]).

اما شاید بتوان ادعا کرد که مهمترین کاربرد ممبران‌های سرامیکی که با سلامتی همه انسان‌ها ارتباط مستقیم دارد کاربرد آن‌ها در تصفیه آب و تهیه آب آشامیدنی است. فرآیندهای سنتی برای تصفیه آب آشامیدنی شامل مراحل انعقاد ذرات معلق، گندزدایی با عوامل اکسید کننده (مانند Cl_2 وO_3) فلوکولاسیون، شفاف سازی و فیلتراسیون نهایی است. علاوه بر هزینه بالای فرآیند یکی از مهمترین اشکالات این روش استفاده از مواد شیمیایی در مقیاس وسیع است که می‌تواند عواقب زیست محیطی فراوانی داشته باشد. در حالیکه تصفیه با استفاده از ممبران‌های سرامیکی در یک مرحله و بدون استفاده از مواد شیمیایی انجام می‌شود. همچنین این ممبران‌ها کاملاً قابل بازیابی می‌باشند و می‌توان آنها را پس از اسید شویی و حرارت دادن برای دفعات نامحدود مورد استفاده قرار داد [۷].در جدول۱-۱کاربردهای متنوع ممبرانها در صنایع مختلف ذکر شده است.

جدول۱-۱- کاربردهای متنوع ممبرانها در صنایع مختلف [۸]

صنعت	کاربرد
صنایع غذایی و نوشیدنی	• صاف کردن واستریل کردن آب میوه‌جات و ترشیجات • جداسازی فنلها و پروتئینها از شراب • هموژنیزه کردن شیر و تخم مرغ
صنایع بیوتکنولوژی و داروسازی	• تغلیظ واکسنها و آنزیمها • تخلیص آمینو اسیدها • حذف ویروسها از هورمونهای رشد
صنایع جداسازی گاز	• حذف هیدروژن از بخارات پالایش • حذف CO_2 و HSF از گاز طبیعی • تغلیظ نیتروژن • حذف متان در معدن کاری
کنترل زیست محیطی	• حذف رسوبات رادیواکتیو و اکسید فلزی • تصفیه فاضلاب • استفاده مجدد از خنک‌کننده‌ها در عملیات ماشینکاری
صنایع پتروشیمی	• هیدروژنه کردن روغن ضایعاتی • هیدروژن زدایی کاتالیستی از ملکول‌های بزرگ
صنایع الکترونیک	• تخلیص آب،اسیدها،حلال‌ها و ترکیبات آلی

فاکتورهای زیر در انتخاب پایه مناسب برای غشاها، کاتالیستها و صافی‌ها اهمیت دارند:

- خنثی بودن ماده پایه در شرایط کاری
- خواص مکانیکی مطلوب شامل سختی، استحکام فشاری و مقاومت در برابر سایش

- پایداری تحت شرایط واکنش شیمیایی (در کاتالیست‌ها)
- سطح مخصوص (معمولاً ـ اما نه همیشه ـ سطح مخصوص بیشتر مطلوب‌تر است)
- مقدار و اندازه تخلخل(شامل متوسط اندازه حفره‌ها و توزیع اندازه حفره‌ها)
- قیمت پائین
- مقاومت در برابر آلوده‌شدن[1]
- قابلیت تکرار ساخت[۹]

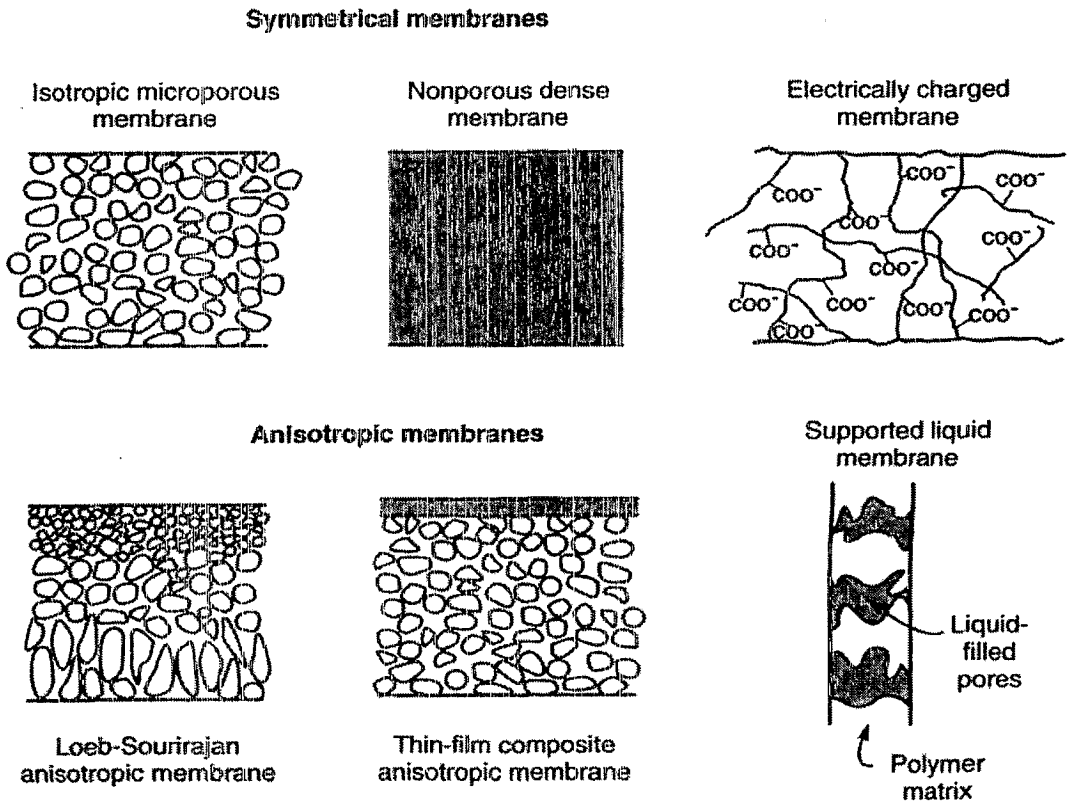
این خصوصیات عمدتاً در ممبران‌های سرامیکی تا حدودی در ممبران‌های کربنی و ممبران‌های کامپوزیتی سرامیک ـ فلز، مشاهده می‌شوند. همچنین باید نقاط ضعف ممبران‌های معدنی حتی‌الامکان کاهش یابد. فرآیند تولید ممبران‌های سرامیکی ذاتاً پیچیده‌تر و گران‌تر از فرآیند تولید ممبران‌های پلیمری است. بنابراین باید آن‌ها را برای کاربردهایی تولید نمود که ممبران‌های پلیمری در آن کارآیی ندارند[۱۰].

۱-۲- انواع ممبران‌ها

ممبران یک سطح نازک واقع شده در میان دو رویه است که عبور اجزای شیمیایی در تماس با خود را کنترل می‌کند. این سطح میانی ممکن است به صورت مولکولی همگن باشد که در این صورت در

[1]-fouling resistance

ترکیب و ساختار کاملاً یکنواخت خواهد بود و ممکن است از نظر شیمیایی یا فیزیکی ناهمگن باشد. در شکل ۱-۱ انواع مختلف ممبران‌ها نشان داده شده است.



شکل ۱-۱- نمایی از انواع ممبران‌ها [۱]

۱-۲-۱- ممبران‌های همگن

۱-۲-۱-۱- میکرو فیلترها

این ممبران‌ها در ساختار و در عمل به فیلترهای معمولی شبیه هستند. دارای ساختاری متخلخل با تخلخل‌هایی هستند که به صورت تصادفی توزیع شده‌اند و در عین حال به هم مرتبط می‌باشند. اندازه حفره

در آنها از فیلترهای معمولی بسیار کوچک‌تر است. جداسازی ذرات حل‌شده از محلول به وسیله این ممبران‌ها تابعی از اندازه مولکولی و توزیع اندازه حفره می‌باشد و فقط مولکول‌هایی که اندازه آن‌ها به صورت قابل توجهی از اندازهٔ حفره‌ها متفاوت است جدا می شوند.

۱-۲-۱-۲- نانو فیلترها

این ممبران‌ها از یک فیلم چگال تشکیل شده‌اند و نفوذ از این ممبران‌ها، تحت نیروی محرکه فشار، غلظت و یا گرادیان پتانسیل شیمیائی صورت می‌گیرد. جداسازی اجزای مختلف یک مخلوط در اینجا به طور مستقیم وابسته به سرعت انتقال اجزا از میان ممبران است. این مسئله با نفوذپذیری و حلالیت در ماده ممبران تعریف می‌شود. در نتیجه، این ممبران‌ها می‌توانند اجزای هم اندازه را در صورتی که غلظت آن‌ها در ماده ممبران (یا حلالیت آن‌ها) به طور محسوس متفاوت باشد، جدا کنند. بسیاری از ممبران‌های جداساز گاز و اسمز معکوس از نوع چگال هستند. به طور معمول برای بهینه‌سازی مقدار شار، ساختار این ممبرانها را به صورت ناهمگن می‌سازند.

۱-۲-۱-۳- ممبران‌های شارژ شده الکتریکی

این ممبران‌ها می‌توانند نانو یا میکروفیلتر (اگر از نوع میکروفیلتر باشند خیلی ریز هستند) با دیواره هایی از یون‌های منفی یا مثبت باشند. اگر بار تثبیت شده شامل یون‌های مثبت باشد به این ممبران‌ها، ممبران‌های مبادله آنیونی[1] می‌گویند. زیرا این ممبران‌ها آنیون‌ها را در محیط سیال اطراف شکار می کنند.

---

[1] - anion-exchange

به همین صورت اگر بار تثبیت شده شامل یون‌های با بار منفی باشد به آن‌ها، ممبران‌های مبادله کاتیونی[1] گفته می شود .

جداسازی در این ممبران‌ها، از طریق ممانعت آن‌ها از ورود یون های هم نام یون های تثبیت شده در ساختار و به صورت جزیی، از طریق اندازه حفره صورت می گیرد. جداسازی به وسیله بار و غلظت یون‌های محلول کنترل می‌شود. برای مثال یون‌های تک ظرفیتی نسبت به یون‌های دو ظرفیتی کمتر عبور می کنند. همچنین در محلول‌های با قدرت یونی بالا گزینش پذیری کاهش می‌یابد. این ممبران‌ها در الکترودیالیز برای پردازش محلول های الکترولیت به کار می روند.

۱-۲-۲- ممبران‌های ناهمگن

سرعت انتقال از ممبران به طور معکوس متناسب با ضخامت ممبران می باشد. در فرآیند های جداسازی با ممبران‌ها، بهتر است که سرعت انتقال زیاد باشد تا از نظر اقتصادی توجیه شود. از این رو باید ضخامت ممبران‌ها تا حد ممکن کاهش یابد. روش‌های مرسومی که برای ساخت فیلم‌ها تا ضخامت ۲۰ μm به‌کار می‌روند نمی‌توانند استحکام مکانیکی لازم را ایجاد و یا فیلم‌های بدون عیب تولید نمایند. توسعه روش‌های ساخت پیشرفته در تولید ممبران‌های ناهمگن یکی از مهمترین عوامل بر طرف کننده این مشکل در ۳۰ سال گذشته است. ممبران‌های ناهمگن از یک لایه بسیار نازک سطحی بر روی پایه متخلخل ضخیم تشکیل می‌شوند. لایه سطحی و پایه می‌توانند با هم یا به طور جداگانه تهیه شوند. خواص گزینشی و

---

[1] -cation-exchange

سرعت عبورپذیری ممبران به وسیله لایه سطحی تعیین می‌شود و پایه -حکم تأمین کننده استحکام مکانیکی را دارد.

۱-۳- ممبران‌های غیر آلی

ممبران‌های پلیمری آلی محدوده وسیعی از انواع ممبران‌ها را تشکیل می‌دهند و در صنعت سابقه‌ای دیرینه دارند. لیکن از سال‌های گذشته تمایل به ساخت ممبران‌های غیر آلی افزایش یافته است. ممبران‌های سرامیکی در کاربردهای میکروفیلتراسیون و اولترافیلتراسیون، در جایی که نیاز به پایداری حرارتی و مقاومت شیمیایی بالا باشد، جایگاه خاص خود را یافته‌اند. همچنین ممبران‌های فلزی چگال به خصوص ممبران‌های پالادیمی نیز برای جداسازی گاز هیدروژن از مخلوط گازی مورد توجه قرار دارند [۱].

در دهه‌های گذشته توجه زیادی به ساخت ممبران‌های غیر آلی به‌خصوص ممبران‌های شیشه‌ای واکسیدی معطوف گشته است که برخی ازآنها مصارف تجاری نیز پیدا کرده‌اند. علت این رویکرد، پایداری حرارتی بالا، مقاومت شیمیائی و میکروبیولوژیک، استحکام مکانیکی قابل قبول، قابلیت شستشو و استفاده مجدد و کاربردهای کاتالیستی می‌باشد[۱۱].

رفتار ممبران‌ها نسبت به خوردگی از اهمیت بالایی برخوردار است. به‌خصوص برای کاربردهایی که تماس طولانی بین مواد خورنده (اسیدها و بازهای قوی، گازهای گرم) و ممبران‌ها وجود دارد. همان‌گونه که گفته شد در صنعت جداسازی، پلیمرها به صورت وسیع کاربرد داشته و بر بازار حاکم هستند. آن‌ها انعطاف خوبی دارند و به نیازهای بسیاری پاسخگو هستند لیکن ضعف مواد پلیمری را با خود دارند. حلال‌های آلی غیر آبی، اتمسفر خشک و دماهای بالا (بیش از ۲۵۰°C) می‌تواند به این نوع ممبران‌ها