

بیان نیاز تفصیلی	
عنوان	نیاز سنجی، امکان سنجی و تولید صنعتی فوم سلول باز نیکلی با سطح ویژه بالا مورد استفاده در باتری ها
۱. حوزه ی کاربری	انرژی، محیط زیست
۴. عنوان نیاز/ فرصت	فوم های فلزی به عنوان یکی از مهم ترین و کاربردی ترین مواد نوین در جهان امروز شناخته شده اند. این مواد از نظر ساختاری به دو دسته سلول باز و سلول بسته تقسیم بندی می شوند و روش های تولید آن بسته به هندسه ساختاری آن متفاوت است. فوم های فلزی، دارای ویژگی های منحصر به فردی چون خواص مکانیکی ممتاز، خواص الکتریکی عالی و ویژگی های حرارتی مطلوب هستند. همچنین کاربردهای فوم فلزی، بسته به خواص مختلف آن، در طیف وسیعی از حوزه های مختلف صنعتی چون خودروسازی، هوافضا، سیستم های ذخیره انرژی و ... قرار می گیرد. به طور کلی، از فوم های فلزی اغلب برای عایق بندی حرارتی، عایق صوتی، جذب آلاینده های محیطی، فیلتراسیون آلیاژهای فلز مذاب و به عنوان بستر برای کاتالیزورهایی که به سطح داخلی زیادی احتیاج دارند، استفاده می شود. در میان انواع فوم فلزی، فوم مسی، آلومینیومی و نیکلی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. فوم نیکلی به عنوان یک ماده متخلخل با چگالی بسیار کم دارای هدایت حرارتی و الکتریکی بسیار بالا بوده و به عنوان الکتروود در باتری، کاتالیست، فیلتر، سپر الکترومغناطیسی و عایق صدا ویا کاربردهایی نظیر فیلتر برای گازها و مایعات، جذب انرژی، مبدل حرارتی و ... استفاده می شود. یکی از کاربردهای گسترده فوم نیکل در صنعت ذخیره سازی انرژی الکتروشیمیایی همچون باتری ها و ابرخازن ها می باشد. بر اساس تحقیقات انجام شده، تولید انبوه و صنعتی فوم های فلزی مورد نیاز در صنایع مختلف در کشور تاکنون انجام نشده است و با توجه به کاربرد های گوناگون انواع فوم های فلزی در کشور نیاز به یک تیم منسجم برای سنتز و ساخت این ماده با رعایت الزامات مد نظر در حوزه کاربری خاص، به شدت احساس می شود.
۵. مشکلات و نواقص موجود و دلیل بروز مشکل	فوم نیکل یک ماده نفوذپذیر با چگالی کم با کاربردهای متعدد است. مشخصه بارز این فوم ها تخلخل بسیار زیاد است که معمولاً ۷۵ تا ۹۵ درصد حجم از فضاهای خالی تشکیل شده است. فوم نیکلی در کاربردهای متنوعی چون عایق حرارتی، عایق صوتی، جذب آلاینده های محیطی، فیلتراسیون آلیاژهای فلزات مذاب و به عنوان بستر برای کاتالیزورهایی که به سطح داخلی زیادی نیاز دارند استفاده می شود. با توجه به گسترش استفاده از فوم نیکلی در کشور و و واردات این ماده و خروج ارز از کشور، با توجه به وجود دانش فنی و نیروی انسانی کارآمد در کشور، انتظار می رود که سرمایه گذاری در این زمینه بسیار ارزشمند باشد و انجام این پروژه در قالب پروژه رشدی، حائز اهمیت است.
۶. فراوانی/ حجم نیاز	از آنجایی که بازار سیستم های ذخیره ساز انرژی در کشور و به طور کلی در جهان، با رشد چشمگیری رو به رو است و تمام انحصار بازار فوم نیکلی در دست واردات از کشورهایی چون چین، سنگاپور و تایوان و ... است. بنابراین حجم مورد نیاز در محدوده وسیعی خواهد بود. با بررسی سایت گمرک، اعداد و ارقام واردات محصولات نیکلی (فوم، پرچین، مفتول و ...) در سال ۴۰۳ حدود ۲۵۲,۱۰۹,۷۸۵,۴۹۷ ریال بوده است.
۷. ارزش مالی حل مسئله:	در حال حاضر ابعاد مختلفی از این ماده در بازار وجود دارد که بسته به ابعاد قیمت آن متغیر است. به عنوان مثال یک قطعه ۱۰ در ۱۰ سانتی متر مربع فوم نیکل، با ضخامت ۰/۳ میلی متر جهت کاربرد به عنوان جمع کننده جریان در ذخیره سازهای انرژی، ساخته کشور تایوان در ردوکس کالا به مبلغ ۵۲۰ هزار تومن فروخته می شود.
۸. الزامات کلیدی و حیاتی مربوط به نیاز	ویژگی های مورد نظر فوم نیکل تهیه شده جهت کاربرد در سیستم های ذخیره انرژی: فوم سلول باز ابعاد: ۱۰ در ۱۰ سانتی متر مربع (قابل تغییر با توجه به نیاز مشتری) PPI: ۱۰۰-۱۳۰ تخلخل حجمی: ۹۵-۹۸٪ (<۹۰٪)

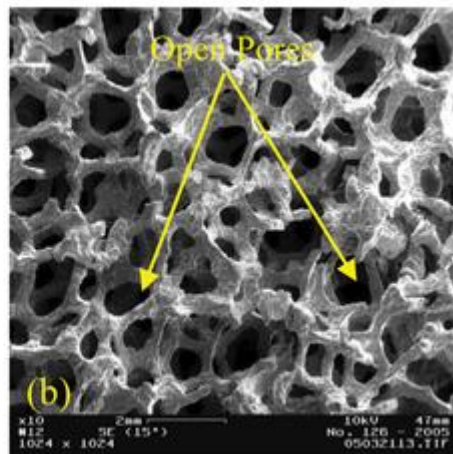
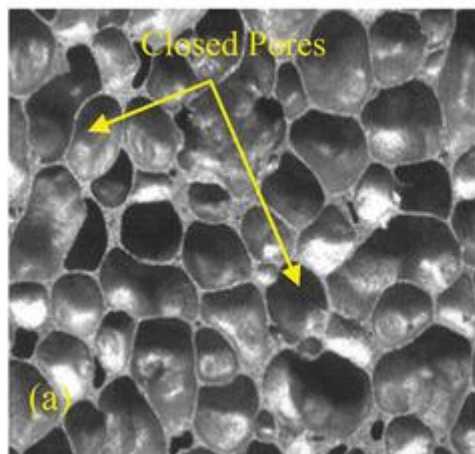
کاربر	مرکز عملیات رشد
تاریخ:	تاریخ:

ضخامت: ۰/۳-۲ میلی متر خلوص: بیش از ۹۹٪ چگالی حجمی: بین ۰/۱۵ تا ۰/۴۵ گرم بر سانتی متر مکعب رسانایی الکتریکی: ۱۰^۶-۱۰^۷ زیمنس بر متر (مقاومت: ۶۹/۳ nΩ.m) مقاومت کششی: ۵-۱ مگاپاسکال (بسته به ضخامت و تخلخل) دمای عملیاتی: تا ۶۰۰ درجه سانتیگراد	
• فوم ساخته شده باید در برابر حرارت و نوسانات دمایی مقاوم باشد. • فوم ساخته شده باید در محیط های اسیدی و بازی از پایداری مطلوبی برخوردار باشد. • خلوص، ضخامت و میزان تخلخل ماده پارامتری مهم در اثر گذاری و نوع کاربرد آن می باشد، بنابراین با توجه به کاربرد این الزامات بایستی رعایت شود. • مقاومت مکانیکی و طول عمر بالایی داشته باشد. • در شرایط خاصی قابل احتراق است. بنابراین نباید در معرض شعله های باز یا محیط های با دمای بالا قرار گیرد. در صورت آتش سوزی از مواد خاموش کننده مناسب مانند دی اکسید کربن، کف یا پودر خشک استفاده کنید. • ذی نفع اصلی این پروژه به دنبال محصول نهایی است و نه اسناد تحقیقاتی • کاربر اصلی این پروژه به دنبال تامین نیاز خود بوده و الزاما نیاز او باید تامین شود • تلاش برای بومی سازی دانش فنی ساخت و توسعه انواع فوم فلزی با الزامات کلیدی مختلف جهت کاربردهای متفاوت در مقیاس بالا صورت پذیرد.	۹. محدودیت ها و قیود
شایان ذکر است که در صورت تحقق شرایط سنتز و همکاری تیم های شیمی و مواد، می توان انتظار داشت در آینده ای نه چندان دور، انواع فوم فلزی در مقیاس انبوه با ویژگی های مورد نظر کاربر، تولید شود. بنابراین در صورت فراهم شدن ابزار و ادوات لازم ارزان قیمت، این ماده شگفت انگیز به راحتی قابلیت سنتز در مقیاس بالا را خواهد داشت. همچنین می توان در این عرصه، برای صادرات انواع فوم فلزی که نیاز بسیاری از صنایع است، اقدام نمود.	۱۰. راه حل فعلی
با توجه مطالعات و بررسی های انجام شده، در کشور دو شرکت دانش بنیان در زمینه فوم های فلزی فعالیت دارند. شرکت همیار فناوران شریف (شماره تماس: ۰۹۹۰۶۱۸۶۰۱۲) و علوم و فناوری های نوین رهیافت (شماره تماس: ۰۶۶۰۸۱۰۵۶-۰۲۱) در زمینه تهیه و ساخت فوم های فلزی به ویژه آلومنیوم و نیکل فعال هستند اما بر اساس تماس های برقرار شده، این شرکت ها بیشتر توانایی ساخت فوم نیکلی با ضخامت بالا را داشته و در ساخت فوم با الزامات مورد نظر جهت کاربرد در سیستم های ذخیره ساز انرژی ناتوانند. احمد مولودی (شماره تماس: ۰۵۱-۳۱۹۹۷۴۷۱ و پست الکترونیک: ahmad_moloodi@yahoo.com, a.moloodi@jdm.ac.ir) و همکارانش یک طرح پژوهشی تحت عنوان "بومی سازی ساخت فوم تخلخل باز نیکلی به روش رسوب الکتروشیمیایی" را در استان خراسان رضوی که مربوط به دفتر مرکزی جهاددانشگاهی بوده از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷ انجام داده اند. همچنین چند طرح پژوهشی و پایان نامه در این زمینه انجام شده است. علاوه بر این، در دنیا، بازار فوم های فلزی به ویژه فوم نیکلی در دست کمپانی هایی چون: Anglo American, Vale, Nickel Asia Corporation, Indonesian Battery Industry, Lundin Mining Eurasian, POSCO, Glencore, Jinchuan Group, Sumitomo Metal Mining, BHP, Western Areas, Resources Group و Norilsk Nickel, Shandong Xinhai Technology, Mincor Resources است.	۱۱. برنامه ها، پروژه ها و اقدامات مرتبط
از یک سو، فوم های فلزی در بسیاری از کاربردهای صنعتی از عایق حرارتی، سپر الکترومغناطیسی، الکتروود باتری لیتیومی گرفته تا جذب انرژی در هنگام تصادف اتومبیل استفاده می شوند. این موارد نیاز به خواص مکانیکی و الکتریکی برجسته دارد. طراحی یک فوم نیکلی بهینه برای خواص مکانیکی و الکتریکی موردنظر نیاز به دانش کافی از رابطه بین پارامترهای ریزساختاری مانند چگالی یا تعداد سلولها در واحد حجم و خواص موثر دارد. به طور کلی، فوم	۱۲. محصول/ راه حل پیشنهادی

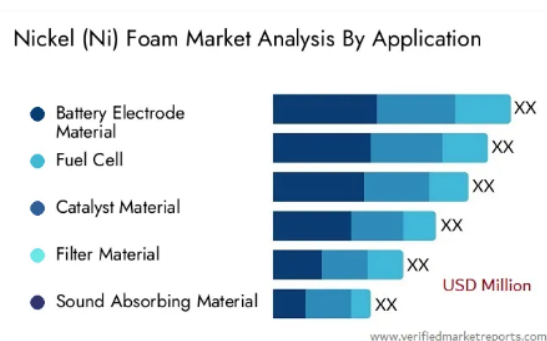
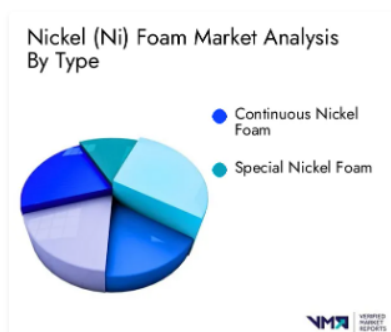
کاربر	مرکز عملیات رشد
تاریخ:	تاریخ:

نیکل به عنوان یک جمع کننده در سیستم های الکتروشیمیایی که شامل ذخیره سازی و تبدیل انرژی، حسگرها، تصفیه فاضلاب و سنتز آمونیاک می شود، در بین محققان بسیار محبوب شده است همچنین، نیکل فوم ها به علت هدایت حرارتی عالی به طور گسترده در صنعت در اجزای الکتریکی و الکترونیکی و خازن ها استفاده می شوند. این ماده بی زیان است. از این رو می تواند به عنوان فیلتر در تصفیه آب و در داروها استفاده شود. از سوی دیگر بر اساس مطالعه امکان سنجی انجام شده، از بین فرایندهای مختلف برای سنتز فوم نیکل و آگاهی از معایب و مزایای هر کدام، پیش بینی می شود روش جوهر رسانا و سپس آبکاری الکتریکی به عنوان روش آزمایش و ساخت مناسب باشد. هر چند در ادامه مسیر رشدی، ممکن است تیم به روشی کارآمد تر، ارزان تر و سریع تر دست یابد و مسیر سنتز و تولید انبوه را با روش پیشنهادی خود ادامه دهد. از سوی دیگر، پتانسیل های موجود در کشور اعم انرژی ارزان و در دسترس، دانش فنی، نیروی انسانی متخصص و ارزان، موقعیت جغرافیایی و سهولت دسترسی به بازارهای جهانی، موجب می شود که کشور ایران به عنوان یکی از پتانسیل های بالقوه تولید فوم فلزی در مقیاس بالا در دنیا مطرح شود.	
در این مساله مطرح شده، بهره بردار می تواند با سرمایه گذاری برای خرید محصول و یا دانش فنی محصول به حمایت از پروژه بپردازد. همچنین بهره بردار می تواند محصول تولیدی را در لیست فروش کالاهای خود قرار داده و فروش را تسهیل نماید.	۱۳. نحوه حمایت بهره بردار از حل مسئله
فوم فلزی؛ سلول باز (open cell)؛ فوم نیکل؛ ساختار سه بعدی؛ ذخیره انرژی؛	۱۴. کلمات کلیدی
شکل ۱. عکس فوم نیکل	۱۵. تصاویر مرتبط

کاربر	مرکز عملیات رشد
تاریخ:	تاریخ:



شکل ۲. عکس فوم فلزی (الف) سلول بسته، (ب) سلول باز



شکل ۳. آنالیز بازار جهانی فوم نیکل از نظر نوع و کاربرد

با توجه به بازار رو به رشد سیستم های ذخیره انرژی همچون ابرخازن، باتری ها و پیل های سوختی، انتظار می رود در سالهایی نه چندان دور، بومی سازی این نوع ذخیره سازها به یک مساله استراتژیک تبدیل شود. بنابراین بومی سازی ساخت و توسعه هر یک از اجزای سازنده این نوع ذخیره سازها همانند بایندر، ماده کاتدی، جمع کننده جریان و ... حائز اهمیت خواهد بود. در این بین انواع مختلف جمع کننده های جریان، فوم های فلزی با ویژگی های خاص خود و با توجه به محدوده وسیع کاربردی این مواد در صنایع مختلف، همچون صنایع نظامی، دفاعی، هوا فضا، خودروسازی، نفت و پتروشیمی، تصفیه آب و ... میتوان از سرریز فناوری این پروژه در این صنایع بهره برد. بنابراین، این مساله واقعی بوده و دارای ارزش سرمایه گذاری است و در صورت دستیابی به دانش فنی ساخت این محصول و تامین تجهیزات لازم برای ساخت آن در مقیاس بالا با توجه به نوع کاربری آن، این **پروژه رشدی** می تواند به یک فرصت تبدیل گردد.

۱۸. تحلیل
کارگزار کاشف

کاربر	مرکز عملیات رشد
تاریخ:	تاریخ: