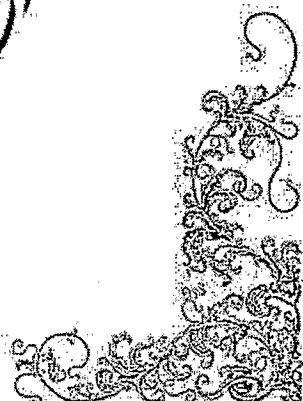
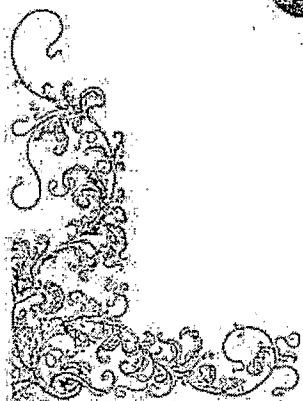


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
خَلَقَ الْمَوَدَّعَةَ
وَالْحَيَاةَ وَالْمَوْتَ
وَالْحَيَاةَ وَالْمَوْتَ
وَالْحَيَاةَ وَالْمَوْتَ



1.125 ✓

۸۷/۱/۱۰۵۱۶۶
۸۷/۱/۱۶



دانشگاه شهید باهنر کرمان
دانشکده فنی و مهندسی
بخش مهندسی معدن

پایان نامه تخصصی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد فرآوری مواد معدنی

بررسی امکان تهیه نانو ذرات اکسید نیکل از ضایعات کاتالیستی

استادان راهنما

دکتر محمد رنجبر

دکتر امیرعلی یوزباشی

استاد مشاور

دکتر محمد پازوکی

مؤلف

اعظم حمامی تالاری

بهمن ۱۳۸۶

(ب)

کتابخانه دانشگاه شهید باهنر کرمان

۱۳۸۷ / ۸ / ۱۱

۱۰۵۱۶۶



دانشگاه شهید باهنر کرمان

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد به

گروه مهندسی معدن

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته

نمی شود.

دانشجو : خانم اعظم حمامی

استادان راهنما:

دکتر محمد رنجبر

دکتر امیر یوزباشی

۱۳۸۱/۲

داور ۱: دکتر عباس سام

داور ۲: دکتر حسن حاجی امین شیرازی

معاونت پژوهشی و نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده :: دکتر رضا یونسی

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه است



(ج)

زندگی آتشکشی ویرینه پابرجاست

گر پیافروزیش رقص شعله اش از هر کران پیداست

ورنه خاموش است و خاموشی گناه ماست

تقدیم به

روح پاک و پرشوق

پدرم و

سرچشمه زلال عشق و محبت

مادرم

تشکر و قدردانی

- ✓ نخستین سپاس به پیشگاه حضرت دوست که هر چه هست از اوست.
- ✓ سپاس از فهیم فرزانه "دکتر محمد رنجبر" که با راهنماییها و حمایتهای بی دریغ و
- ✓ سپاس از عزیز عالیقدر "دکتر امیرعلی یوزباشی" که با مشاوره و همفکری اینجانب را در انجام این پایان نامه حمایت و هدایت کردند.
- ✓ سپاس از خوبان خردمند "دکتر حسن حاجی امین شیرازی" و "دکتر عباس سام" که زحمت مطالعه و شرکت در جلسه دفاع را تقبل فرمودند و با نظرات اصلاحی ارزنده شان بر پایان نامه، اینجانب را مسرور نمودند.
- ✓ سپاس از یاران ندیم "دکتر کامران احمدی" و "دکتر محمد پازوکی" که اینجانب را در این امر مهم یاری رساندند.
- ✓ سپاس و تشکر فراوان از مدیران کارخانجات روغن نباتی ناب و شرکت صنعتی جهان و نیز قدردانی از همکاری و مساعدت مسئولین و کارکنان محترم پژوهشگاه مواد و انرژی به خصوص آزمایشگاههای گروه محیط زیست و گروه شناخت مواد و در خاتمه
- ✓ سپاس به پیشگاه عزیزانی که از سر اغماض رخصت بردن نامشان را به ما ندادند که اگر حضور ایشان نبود راه به جایی نمی بردیم.

چکیده

با توجه به ارزش و اهمیت کاربردی نیکل در صنایع گوناگون از قبیل تهیه فولادهای ضد زنگ، آلیاژهای خاص، آبکاری کروم، باتریها و کاتالیزورها و همچنین نظریه عدم وجود منابع معدنی قابل توجه در کشور، کاتالیستهای مستعمل حاوی نیکل را می توان جزء مهمترین منابع ثانویه نیکل بحساب آورد. در این پروژه بازیافت نیکل از کاتالیستهای مستعمل بدست آمده از فرآیند هیدروژناسیون روغن نباتی با استفاده از روش هیدرومتالورژی مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به اینکه خواص مورد نظر ترکیبات اکسیدی و هیدروکسیدی نیکل در اکثر کاربردهای امروزی با هرچه ریزتر شدن ذرات آنها به سمت نانومتری بیشتر حاصل می شود، لذا در پروژه حاضر تلاش گردید تا امکان بازیافت نیکل بصورت نانو ذرات هیدروکسید و اکسید مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد.

نمونه های کاتالیست مستعمل که طبق نتایج بدست آمده از آنالیزهای XRD، ICP، XRF حاوی بیش از ۲۰٪ نیکل و همچنین سیلیکا بعنوان پایه کاتالیست و مقادیر جزئی اکسیدهای Fe, Al, Mg, Ca بودند. کاتالیستهای مستعمل هیدروژناسیون روغن حاوی مقادیر قابل توجهی روغن می باشند که باعث کاهش سرعت واکنش لیچینگ می شود، به همین خاطر توسط حلال مناسبی مانند دی کلرومتان روغن موجود در آنها جدا گردید.

نمونه ها تحت عمل لیچینگ با استفاده از اسیدهای سولفوریک، نیتریک و کلریدریک قرار گرفتند. تاثیر پارامترهایی چون غلظت اسید، زمان واکنش و دما بر فرآیند لیچینگ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که هر سه اسید در غلظت ۳۰٪ و در دمای حدود ۹۰ درجه و مدت زمان ۳ ساعت قادر به انحلال بیش از ۹۰٪ نیکل می باشند. هرچند انجام این امر در دمای محیط نیاز به زمانی بیش از ۲۴ ساعت دارد. البته اسید نیتریک از بازدهی بیشتری نسبت به اسیدهای دیگر برخوردار می باشد. بررسی سینتیکی واکنشهای لیچینگ نشان داد که فرآیندهای دیفوزیون بعنوان عوامل اصلی کنترل سرعت واکنش می باشند.

در مرحله بعد بازیافت نیکل از محلولهای بدست آمده از فرآیند لیچینگ به روش ترسیب بصورت هیدروکسید مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که با استفاده از فرآیند ترسیب دو مرحله ای در PH های حدود ۴-۵ (به منظور ترسیب هیدروکسیدهای عناصری چون Al و Fe) و ۷-۸ (به منظور ترسیب هیدروکسید نیکل) می توان ذرات هیدروکسید نیکل صفحه ای شکل از نوع β -Ni(OH)₂ در حد ۱۰ نانومتر (طبق آنالیزهای XRD و TEM) را بدست آورد. ادامه نتایج حاکی از این بود که بازدهی فرآیند ترسیب از محلول های لیچینگ حاوی اسید سولفوریک نسبت به اسیدهای دیگر بیشتر و مقادیر ناخالصی موجود در آنها نیز بمراتب کمتر می باشد.

در نهایت طی عملیات حرارتی در دمای ۶۵۰ درجه سانتیگراد، ذرات هیدروکسید نیکل به اکسید نیکل تبدیل شدند که اندازه متوسط این ذرات طبق نتایج آنالیز XRD در حد ۲۰ نانومتر محاسبه گردید.

فهرست مطالب

۲	۱- مقدمه
۶	۲- کلیات و مبانی نظری
۶	۱-۲- تعاریف
۶	۱-۱-۲- فلزات انتقالی (Transition metals)
۷	۲-۱-۲- خواص فیزیکی و شیمیایی و کاربردهای نیکل
۸	۳-۱-۲- ترکیبات عمده نیکل مورد استفاده در تهیه کاتالیست
۹	۴-۱-۲- تاثیر ترکیبات نیکل بر سلامتی افراد
۹	۲-۲- انواع کاتالیستها و واکنشهای کاتالیستی
۹	۱-۲-۲- انواع واکنشهای کاتالیستی
۹	۲-۲-۲- کاتالیستهای ناهمگن
۱۱	۳-۲-۲- کاتالیستهای همگن
۱۱	۴-۲-۲- هیدروژناسیون روغن خوراکی
۱۳	۵-۲-۲- کاتالیستهای نیکل
۱۵	۳-۲- ضایعات کاتالیستی
۱۵	۱-۳-۲- دفع ضایعات کاتالیستی در محیط بعد از فرآوری
۱۶	۲-۳-۲- بازیابی فلزات
۱۷	۳-۳-۲- احیاء، تولید مجدد و استفاده دوباره از کاتالیستها
۱۸	۴-۳-۲- کاربرد ضایعات کاتالیستی بعنوان مواد خام
۱۹	۴-۲- روشهای استخراج از محلول لیچینگ
۱۹	۱-۴-۲- جذب سطحی روی زغال فعال
۱۹	۲-۴-۲- تبادل یونی
۲۰	۳-۴-۲- استخراج با حلال
۲۰	۴-۴-۲- ترسیب
۲۱	۵-۲- نانوفناوری
۲۲	۱-۵-۲- مزایا و معایب نانوتکنولوژی
۲۳	۲-۵-۲- انواع نانو مواد
۲۳	۳-۵-۲- نانو ذرات
۲۶	۴-۵-۲- روشهای تولید نانو مواد

۲۷	۰-۰-۲- روشهای تولید نانو ذرات.....
۳۰	۶-۲- نانو ذرات NiO
۳۰	۱-۶-۲- خصوصیات.....
۳۰	۲-۶-۲- روشهای تولید.....
۳۱	۳-۶-۲- کاربردها.....
۳۱	۷-۲- نانو ذرات $Ni(OH)_2$
۳۱	۱-۷-۲- خصوصیات.....
۳۲	۲-۷-۲- روشهای تولید.....
۳۳	۳-۷-۲- کاربردها.....
۳۳	۸-۲- روشهای آنالیز.....
۳۳	۱-۸-۲- شیمیایی.....
۳۴	۲-۸-۲- دستگاهی.....
۳۹	۳- مروری بر تحقیقات گذشته.....
۳۹	۱-۳- ضایعات کاتالیستی.....
۴۳	۲-۳- نانو ذرات $Ni(OH)_2$
۴۶	۳-۳- نانو ذرات NiO
۵۴	۲- مواد، روش و مراحل تحقیق.....
۵۴	۱-۴- مواد و وسایل.....
۵۵	۲-۴- مراحل آزمایش.....
۵۵	۱-۲-۴- حذف روغن موجود در کاتالیست.....
۵۶	۲-۲-۴- لپچینگ.....
۵۹	۳-۲-۴- ترسیب.....
۶۳	۴-۲-۴- فرآیند حرارتی.....
۶۵	۵- ارائه نتایج و تحلیل یافته ها.....
۶۵	۱-۵- حذف روغن موجود در کاتالیست.....
۶۸	۲-۵- لپچینگ.....
۷۴	۱-۲-۵- عوامل موثر بر بازیابی نیکل در دمای محیط.....
۷۶	۲-۲-۵- بررسی سینتیکی لپچینگ در دمای محیط.....
۸۴	۳-۲-۵- عوامل موثر بر بازیابی نیکل در دمای بالا.....
۸۷	۴-۲-۵- بررسی سینتیکی لپچینگ در دمای ۹۰ درجه.....

- ۹۲.....۳-۵- بازافت نیکل از محلول لیچینگ توسط عمل ترسیب
- ۱۱۱.....۴-۵- فرآیند حرارتی
- ۱۱۹.....۶- جمع بندی
- ۱۱۹.....۶-۱- نتیجه گیری
- ۱۲۰.....۶-۲- پیشنهادها
- ۱۲۲.....۷- منابع و مآخذ

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

نیکل بدلیل کاربردهای فراوانی که در صنایع گوناگون مانند متالورژی، باتریسازی، آبکاری، شیمیایی، پتروشیمیایی، الکترونیک و ... دارد جزء فلزات مهم و استراتژیک محسوب می شود و از ارزش نسبتاً بالایی برخوردار می باشد. در کشور ایران منابع معدنی قابل توجه حاوی نیکل به اندازه دیگر فلزات چون مس، روی، سرب و آهن وجود ندارد و اگر هم باشد بدلیل کم عیار بودن و همراه بودن در ترکیبات کانه ای مقاوم، استخراج آن از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد و لذا سالانه مقادیر زیادی از این فلز بصورت ترکیبات مختلف از خارج خریداری می شود. بنابراین بجاست تا نظرها بیشتر به منابع ثانویه نیکل که بصورت ضایعات حاصل از صنایع گوناگون بدست می آید معطوف گردد.

کاتالیستها نقش بسیار مهمی در صنایع گوناگون شیمیایی و پتروشیمیایی ایفا می کنند. روزانه مقادیر زیادی از آنها در پروسه های مختلف تولید، مورد استفاده قرار می گیرند. اکثر این نوع کاتالیستها، حاوی عناصری مانند Ni, V, Mo, Co, Cr, Pt, Fe, Cu, Zn, Pd, Rh می باشند که به صورت فلزی و یا اکسیدی بر سطح پایه هایی با سطح ویژه زیاد، که عمدتاً ترکیبات سیلیسیم و یا آلومنیوم می باشند قرار گرفته اند. بسته به نوع واکنش در پروسه، درصدهای مختلفی از عنصر فعال از طریق روشهای گوناگون مانند هم رسوب سازی (Co precipitation)، تلقیح (Impregnation) و رسوب- انباشت (Precipitation-Deposition) بر سطح پایه مورد نظر نشانده می شود. کاتالیستها پس از مدتی مصرف، بدلیل جذب ناخالصیها و وجود مواد ناخواسته در محیط واکنش فعالیت خود را رفته رفته از دست می دهند و اصطلاحاً مسموم می شوند تا جایی که استفاده مجدد از آنها غیر ممکن می گردد و لذا کاتالیست تازه جایگزین آنها می شود. بنابراین طی گذشت زمان مقادیر زیادی کاتالیست مستعمل به صورت مواد زائد انباشته می شود که حاوی مقادیر قابل توجهی عناصر مفید و با ارزش می باشد.

کاتالیستهای مستعمل نیکل که بمقدار بسیار زیاد در صنایع شیمیایی و پتروشیمیایی استفاده می شود، یکی از عمده منابع ثانویه این فلز می تواند بحساب بیاید. البته لازم به ذکر است که کاتالیستهای مستعمل را بدلیل دارا بودن فلزات سنگین در آنها و ایجاد آلودگیهای زیست محیطی نمی توان به راحتی دفع نمود و اصولاً دفع اینگونه مواد به همان صورت بسیار پرهزینه خواهد بود [۱].

بنابراین بازیافت فلزات مفید از آنها از طریق روشهای مناسب، علاوه بر ایجاد صرفه های اقتصادی قابل توجه، خطرات زیست محیطی ناشی از دفع آنها را نیز از بین می برد.

از عمده کاتالیست‌هایی که در پروسه هیدروژناسیون روغن خوراکی مورد مصرف قرار می‌گیرد کاتالیست نیکل است که معمولاً بر سطح موادی چون ترکیبات سیلیکا، آلومینا، زئولیت و یا مواد معدنی مانند دیاتومیت ویتونیت بعنوان پایه قرار می‌گیرند [۲].

مقدار نیکل موجود در این کاتالیستها مقدار قابل توجهی (بیش از ۱۰٪) می‌باشد. پس از مصرف این کاتالیستها در پروسه هیدروژناسیون روغن، مقدار نیکل آنها کاهش می‌یابد که این بدلیل همراه شدن مقادیری روغن در زمان فیلتراسیون روغن هیدروژنه با کاتالیست می‌باشد. سالانه مقادیر زیادی از این نوع کاتالیست‌ها در صنایع روغن خوراکی مصرف می‌شود که نتیجتاً مقادیر قابل توجهی کاتالیست مستعمل بدست می‌آید. بنابراین با یافتن روش‌هایی مناسب جهت بازیافت نیکل از این نوع مواد زائد می‌توان آنها را در ردیف منابع ثانویه فلز نیکل قرار داد. البته استحصال نیکل از این مواد بطوری اقتصادی نیازمند مطالعات و تحقیقات اصولی و سیستماتیک می‌باشد. هر یک از روش‌های گوناگون جهت استحصال نیکل از کاتالیست‌های مستعمل منتهی به محصولات متفاوتی می‌شود. از جمله این محصولات می‌توان به سولفات نیکل، نترات نیکل، کلرید نیکل، کربنات نیکل، اکسید نیکل و فلز نیکل اشاره کرد. عمده روشها بر اساس پروسه‌های هیدرومتالورژی می‌باشند که در ابتدا ماده مورد نظر تحت پروسه لیچینگ قرار می‌گیرد و سپس نیکل وارد شده در محلول به صورت ترکیبات مختلف جدا می‌گردد.

در ایران با اینکه تلاش‌هایی در جهت بازیابی نیکل از کاتالیست‌های مستعمل صنایع شیمیایی و پتروشیمی انجام شده، لیکن بطور خاص هیچیک از موارد مربوط به کاتالیست‌های هیدروژناسیون روغن خوراکی بطور رسمی گزارش نشده و اکثر گزارشات و تحقیقات در زمینه کاتالیست‌های مستعمل صنایع پتروشیمی می‌باشد. گذشته از این، گزارشی وجود ندارد که نشان دهد این طرح پس از موفقیت در آزمایشگاه در سطحی وسیع تر انجام شده باشد.

از طرفی با توجه به پیشرفت یکباره و سریع نانو تکنولوژی در دهه اخیر و تولید مواد نانو ساختار، و کاربردهای بسیار متنوع آنها در صنایع گوناگون بدلیل ماهیت و خصوصیات متفاوت آنها نسبت به اندازه‌های میکرونی، امروزه تولید مواد نانو ساختار یکی از جذاب‌ترین و کاربردی‌ترین جنبه‌های علم در سطح جهانی تلقی می‌شود. در این میان ترکیبات نانومقیاس نیکل دارای ویژگی‌های منحصر به فرد و کاربردهای خاص می‌باشند. این ترکیبات نانو مقیاس با کارایی بالا می‌توانند به صورت نانوذره، نانوتیوپ، نانوترشه و ... استفاده شوند که هر یک دارای خواص ویژه ای هستند.

باید خاطر نشان کرد که نانوذرات و نانوساختارهای نیکل و ترکیبات نیکلی تاکنون از روش‌های مختلفی با استفاده از نمک‌های نیکل موجود در آزمایشگاه تهیه شده‌اند و موردی که در آن امکان

استحصال نیکل از ضایعات کاتالیستی بصورت نانو ذرات هیدروکسید و یا اکسید نیکل باشد، در مراجع به چشم نمی خورد. لذا در این تحقیق شاید برای اولین بار سعی شده است امکان سنجی تهیه نانو ذرات اکسید/ هیدروکسید نیکل از محلولهای لیچینگ کاتالیست مستعمل نیکل در فرآیندهای هیدروژناسیون روغن خوراکی، مورد مطالعه قرار گیرد.

شاید هدف از این کار را بتوان در راستای تهیه مستقیم نانو ذرات اکسید و یا هیدروکسید نیکل دارای قابلیت های استفاده در موارد گوناگون کاتالیستی، الکتریکی، مغناطیسی، الکتروشیمیایی و غیره در نظر گرفت.

فصل دوم

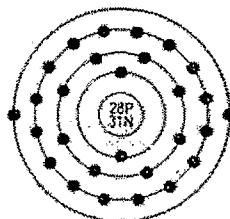
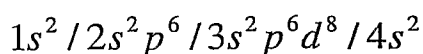
کلیات و مبانی نظری

۲- کلیات و مبانی نظری

بدلیل تمرکز بیشتر این تحقیق بر روی عنصر نیکل، بجاست تا اطلاعاتی در مورد این فلز، ترکیبات و خواص آنها ذکر شود.

۲-۱- تعاریف

نام نیکل nickel از واژه آلمانی (kupfernickel) به معنای مس سفید گرفته شده است. نیکل از نظر فراوانی بیستمین عنصر فراوان در پوسته زمین با فراوانی ۰/۰۲۰٪ می باشد. نیکل فلزی است به رنگ سفید-نقره ای با عدد اتمی ۲۸، وزن اتمی ۵۸/۶۹، وزن مخصوص ۸/۹ گرم بر سانتی مترمکعب و سختی ۴ در مقیاس موس. این فلز با جلای فلزی، سخت، قابل انعطاف، چکش خوار و شکل پذیر با نقطه ذوب ۱۴۵۳ درجه سانتی گراد و نقطه جوش ۲۷۳۲ درجه سانتی گراد می باشد. نیکل در گروه ۱۰ جدول تناوبی تحت عنوان فلزات انتقالی (Transition Metals) و دوره ۴ قرار دارد این فلز در جدول تناوبی پس از آهن و کبالت قرار می گیرد و با آنها نزدیکی و شباهت زیادی دارد. آرایش الکترونی نیکل چنین است [۳].



۲-۱-۱- فلزات انتقالی (Transition metals)

۳۸ عنصر در گروههای ۳ تا ۱۲ جدول تناوبی، فلزات انتقالی نامیده می شوند. فلزات انتقالی هم مثل سایر فلزات نرم، چکش خوار و هادی الکتریسته و حرارت می باشند. نکته قابل توجه در مورد فلزات انتقالی الکترونهاي ظرفیت آنها یا همان الکترونهاي که در ترکیب شدن با سایر عناصر دخالت دارند می باشد. این الکترونهاي ظرفیت در بیش از یک لایه می توانند حضور داشته باشند و به همین دلیل، این فلزات می توانند در چند حالت اکسیداسیون وجود داشته باشند. در میان فلزات انتقالی، سه عنصر ویژه یعنی: آهن، کبالت و نیکل وجود دارد که می توانند میدان مغناطیسی ایجاد کنند [۴].

The image shows a standard periodic table with the following features:

- Columns:** Labeled IA through VIIIA at the top, and I through VIII at the bottom.
- Rows:** Labeled Period 1 through 7 on the left side.
- Central Region:** Labeled "Transition Metals d Subshell fills" and "Inner-Transition Metals f Subshell fills".
- Legend:** Located at the bottom left, showing a shaded box for "Metal", a white box for "Metalloid", and an unshaded box for "Nonmetal".
- Element Symbols:** Each cell contains the element's symbol and atomic number.

شکل (۱-۲) موقعیت فلزات انتقالی در جدول تناوبی

۲-۱-۲- خواص فیزیکی و شیمیایی و کاربردهای نیکل

تعداد الکترونها (بدون بار): 28	شعاع اتمی: 1.62 \AA^0
تعداد نوترونها: 31	حجم اتمی: $6.59 \text{ cm}^3/\text{mol}$
تعداد پروتونها: 28	شعاع کورولانسی: 1.15 \AA^0
حالت‌های اکسیداسیون: 2-3	شعاع یونی: 0.69 \AA^0
نقطه جوش: $3005^\circ \text{ K} - 2732^\circ \text{ C} - 4950^\circ \text{ F}$	میانگین جرم اتمی: 58.6934
نقطه ذوب: $1726^\circ \text{ K} - 1453^\circ \text{ C} - 2647^\circ \text{ F}$	ضریب انبساط حرارتی: $0.0000133 \text{ 1}^\circ \text{ C}$
دانسیته: 8.9 g/cm^3	حرارت برای تبخیر: 370.4 kJ/mol
انعکاس نوری: 72%	حجم مولی: $6.59 \text{ cm}^3/\text{mol}$
	حالت فیزیکی در 1 atm و 20° C : جامد

معمولترین حالت اکسیداسیون نیکل، +۲ است و این در حالی است که نیکل +۳ و +۱ نیز به ندرت مشاهده می‌شوند. نیکل یک فلز سفید نقره‌ای است که به خوبی جلا می‌گیرد. نیکل از گروه آهن‌ها است که سخت، قابل انعطاف بوده و هادی جریان الکتریسیته می‌باشد و به راحتی با گوگرد و آرسنیک ترکیب می‌شود. نیکل بطور طبیعی از ۵ ایزوتوپ پایدار تشکیل شده است که عبارتند از: Ni-58، Ni-59، Ni-60، Ni-61، Ni-62 و نوع Ni-59 از بقیه پایدارتر بوده و نیمه عمر تجزیه آن حدوداً ۷۶۰۰۰ سال می‌باشد. با توجه به اینکه نیکل، دوام زیادی در هوا داشته و اکسیده نمی‌شود،

برای تولید سکه‌های پول و فلز کاری برنج و آهن بکار می‌رود. تقریباً ۶۵٪ نیکل مصرفی در دنیای غرب برای تولید لوازم فولاد ضد زنگ بکار می‌رود. ۱۲٪ دیگر آن به مصرف آلیاژهای عالی می‌رسد که تاکنون ۳۰۰۰ نوع آلیاژ نیکل شناخته شده است. ۲۳٪ باقی مانده نیز در مصارفی مانند تولید مواد مغناطیسی، رنگ آمیزی سرامیکها، باتری‌های قابل شارژ، کاتالیزورها، سکه‌ها و ابزار ریخته‌گری و فلز کاری تقسیم می‌شود [۳].

۲-۱-۳- ترکیبات عمده نیکل مورد استفاده در تهیه کاتالیست

کربنات نیکل: بصورت کریستالهای سبز روشن و یا به صورت پودر قهوه‌ای وجود دارد. قبل از ذوب تجزیه می‌شود. بعنوان واسطه شیمیایی برای اکسید نیکل، پودر نیکل و کاتالیستهای نیکل کاربرد دارد. علاوه بر این در ترکیبات و اجزاء الکترونیکی مثل تیوپهای خلاء و ترانزیستورها، بعنوان کاتالیست برای حذف ترکیبات آلی از فاضلاب و یا آبهای آشامیدنی، و بعنوان ماده رنگی برای شیشه بکار می‌رود [۵].

هیدروکسید نیکل: بصورت پودر سبز روشن و یا کریستالهای سبز و یا پودر سیاه آمورف می‌باشد. این ماده دارای: سختی ۳/۵ و نقطه ذوب ۲۳۰ درجه سانتیگراد می‌باشد و در اثر حرارت به آب و اکسید نیکل تجزیه می‌شود. در اسیدها و هیدروکسید آمونیوم محلول و در آب نامحلول می‌باشد. هیدروکسید نیکل به دو صورت $\alpha - Ni(OH)_2$ و $\beta - Ni(OH)_2$ وجود دارد که نوع α هیدراته و نوع β ، بصورت آنیدرید است. نوع α در اثر دهیدراته شدن به نوع β تبدیل می‌شود [۶]. کاربرد های آن عبارتند از: بعنوان الکتروود، تهیه کاتالیستهای فعال نیکل، رنگ کردن و یا رنگ زدایی شیشه، تهیه نمکهای نیکل جهت ساختن اکسید نیکل و در ترمومترهای مقاوم فلزی (سرامیکهای نیمه هادی).

اکسید نیکل: بصورت پودر سیاه یا سبز رنگ است که در هنگام حرارت زرد می‌شود. این ماده دارای وزن مخصوص ۶/۷ و دمای ذوب ۱۹۶۰ درجه سانتیگراد و سختی ۵/۵ می‌باشد. یک نیمه هادی بسیار ارزشمند با خاصیت آنتی فرومغناطیس و دارای ساختار مکعبی می‌باشد. در اسیدها، سیانید پتاسیم و هیدروکسید آمونیوم محلول و در آب نامحلول است. شکل سیاه آن واکنش دهنده است در صورتی که اکسید نیکل سبز پایدار است. بطور گسترده در کاتالیستها و بدلیل خصوصیات الکتریکی و مغناطیسی ویژه آن در تجهیزات الکترونیکی کاربرد دارد [۵].

۲-۱-۴- تاثیر ترکیبات نیکل بر سلامتی افراد

آلرژی پوستی عادی ترین واکنش افراد نسبت به ترکیبات نیکل می باشد. تماس با نمکهای نیکل سبب خارش پوستی می شود و خوردن آنها سبب اختلالاتی در خون، معده و کلیه می گردد. غبار نیکل سبب کاهش کارایی ریه شده، همچنین دود و سولفید نیکل، سرطان زا می باشد [5].

۲-۲- انواع کاتالیستها و واکنشهای کاتالیستی

کاتالیستها بطور کلی به دو دسته عمده همگن و ناهمگن تقسیم می شوند.

۲-۲-۱- انواع واکنشهای کاتالیستی

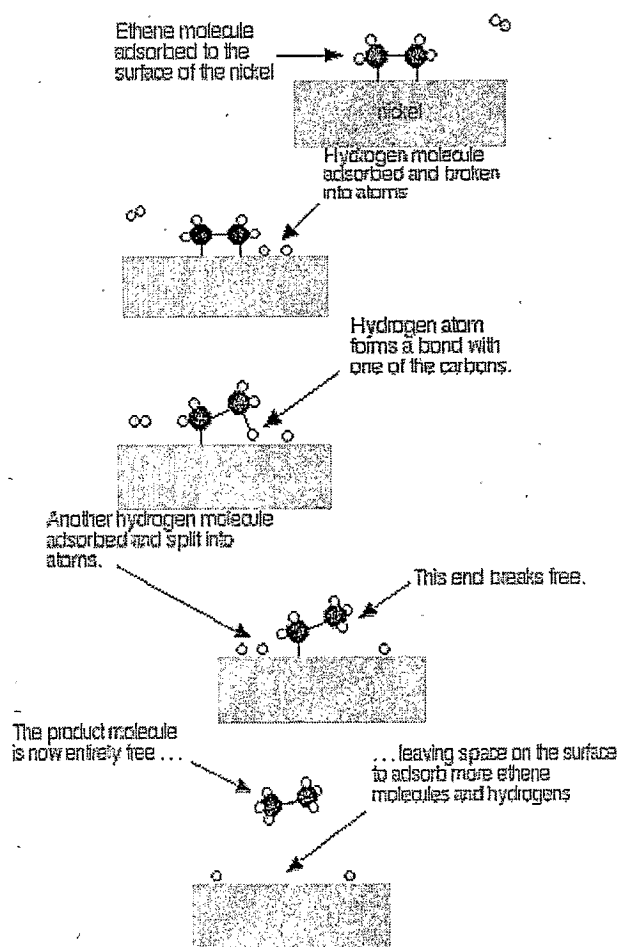
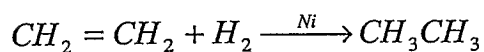
- در واکنشهای ناهمگن، کاتالیست، فازی متفاوت از واکنش دهنده ها دارد.
- در واکنشهای همگن، کاتالیست، فازی مشابه واکنش دهنده ها دارد.
- در واکنشهای اتوکاتالیستی، واکنش بوسیله یکی از محصولات سرعت داده می شود یعنی یکی از محصولات بصورت کاتالیست عمل می کند.

۲-۲-۲- کاتالیستهای ناهمگن

به کاتالیستهای جامدی اطلاق می شود که در محیط واکنش سیال (مایع یا گاز) استفاده می شوند و واکنشگرها بر سطح کاتالیست در قسمتهای فعال جذب شده و واکنش مورد نظر انجام می گیرد. قسمت فعال: قسمتی از سطح که به خوبی مواد را جذب می کند و به واکنش آنها کمک می کند.

در واقع تاثیر متقابلی بین سطح کاتالیست و مولکولهای واکنشگر وجود دارد که این مولکولها را جهت واکنش فعال می کند. ذرات فعال توزیع شده بر سطح کاتالیست، پیوندهای درون مولکولهای واکنشگر را سست می کنند تا واکنش رخ دهد. مولکولهای هر دو واکنشگر و یا یکی از آنها می توانند بر سطح کاتالیست جذب شوند و واکنش دهند. بعد از انجام واکنش، مولکولهای محصول واکنش سطح کاتالیست را ترک می کنند. یک کاتالیست خوب و مناسب، باید بطور موثر مولکولهای مواد واکنشگر را جذب کرده و همچنین طوری عمل نماید تا محصول تولید شده بتواند در انتهای واکنش از کاتالیست جدا شود. مثلاً نقره و تنگستن نمی توانند کاتالیست مناسبی باشند چون نقره پیوند ضعیف و تنگستن پیوند بسیار قوی با واکنشگرها ایجاد می کند. در مقابل نیکل و پلاتین کاتالیستهای مناسبی هستند چون پیوندی متعادل با واکنشگرها ایجاد می کنند [7].

بعنوان مثال، در هیدروژناسیون روغنهای گیاهی جهت تبدیل آنها به روغن جامد، واکنش زیر با کاتالیست نیکل انجام می شود:

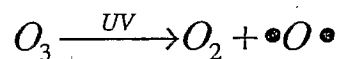
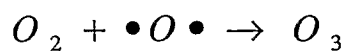
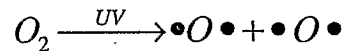


شکل (۲-۲): مراحل انجام واکنش هیدروژناسیون بر روی کاتالیست نیکل [۷]

۲-۲-۳- کاتالیستهای همگن

در این حالت کاتالیست در فاز مشابه با واکنشگرها قرار دارد. یعنی همگی آنها در حالت گازی و یا مایع قرار دارند.

بعنوان مثال، در بالای اتمسفر، مولکولهای O_2 در اثر جذب اشعه ماوراءبنفش به رادیکالهای آزاد اکسیژن تبدیل می شوند که بسیار فعال می باشند. یک رادیکال آزاد می تواند با مولکول O_2 ، یک مولکول O_3 (اوزون) تولید کند و دوباره O_3 تولید شده در اثر جذب UV به O_2 تبدیل می شود. این واکنشها بطور پیوسته انجام می شوند و مانع از نفوذ UV به سطح زمین می شوند. مثال زیر نمونه ای از واکنشهای کاتالیستی همگن است که تمام مواد در فاز گازی هستند [۷].



امروزه، کاتالیستهای ناهمگن مزایای زیادی نسبت به کاتالیستهای همگن دارند مثل: پایداری کاتالیست، تسهیل در جدا کردن محصول از کاتالیست، قابل استفاده در محدوده وسیعی از شرایط واکنش و فعالیت کاتالیستی بالا بویژه در هیدروژناسیون پیوندهای دوگانه کرین-کرین. علاوه بر این با اضافه کردن بعضی مواد افزودنی مثل بازها، اسیدها و حلالها به کاتالیستهای ناهمگن می توان فعالیت آنها را بطور چشمگیری افزایش داد [۸].

۲-۲-۴- هیدروژناسیون روغن خوراکی

برای گسترش کاربرد مواد غذایی چرب، روغنهای اغلب تحت عملیات فیزیکی یا شیمیایی بهینه قرار می گیرند. معروفترین فرآیند بهینه سازی که امروزه در صنعت روغنهای خوراکی به کار می رود هیدروژناسیون می باشد. در این فرآیند بوسیله کاهش درجه غیراشباعیت گروههای آسیل، خصوصیات شیمی فیزیکی روغن یا چربی تغییر می کند. البته لازم به ذکر است که ایجاد اسیدهای چرب ترانس، که در طول هیدروژناسیون تولید می شوند، تاثیری منفی بر سلامتی دارد [۹].