



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

روش های نوآورانه جهت بهینه سازی سرباره های متالوژیکی

چکیده:

سرباره های متالوژیکی در سرتاسر دنیا با کمک فرآیندهای ذوب، پالایش یا آلیاژسازی استفاده در فلزات، سنگ معدن و مواد بازیافتی، در مقیاس گسترده، تولید می شود. فاز سرباره در اهداف مختلفی در فرآیند تولید فلز، مورد استفاده قرار گرفته و مانع از اتلاف گرما گردیده و می تواند از فلزات در برابر آلاینده ها، محافظت نموده و ناخالصی ها را از بین می برد به علت بازدهی مطلوب آن ها، بسیاری از فلزات ارزشمند همواره در سرباره ها باقی می مانند بازیافت چنین سرباره هایی، از اثرات مثبتی نظیر بازدهی اقتصادی و اکولوژیکی کارخانه های تولیدی، برخوردار است اگر محتوای فلزات بازیافتی را بتوان در فرآیندهای موجود جای داد، لذا استفاده از مواد خام، کاهش خواهد یافت قیمت بالای فلزات بر بازیافت فلز در سرباره های متالوژیکی با کمک روش های تولید غیر فلزی، تاثیر می گذارد شیوه های سنتی و قدیمی تولید سرباره فلزی از روش هایی نظیر جداسازی مغناطیسی، الک و جدا کردن با کمک دست استفاده می کنند البته این قبیل تکنیک ها بر حسب میزان بازیافت فلزات و نیز مصرف انرژی، با محدودیت هایی همراه است روش ارائه شده جهت بهبود فرآیند تولید سرباره های متالوژیکی، می تواند نرخ بازیافت فلز را بهبود بخشیده و هزینه های احیاء فلزات را نیز کاهش خواهد داد روش هایی نظیر جداسازی عناصری با چگالی زیاد، طبقه بندی با کمک حسگرها می تواند بازیافت موثر فلزات در سرباره ها را به دنبال داشته باشد با کمک این قبیل روش ها، می توان سرباره را به طور کامل مورد بازیافت قرار داد لذا این مقاله به بررسی روش های مرسوم استفاده شده برای تولید خلاقانه ی سرباره های متالوژیکی و افزایش بازیافت فلزات، خواهد پرداخت و تمرکز اصلی ما بر طبقه بندی با کمک حسگر^۱ و نیز جداسازی چگالی خشک^۲، معطوف شده است

1- مقدمه:

¹ Sensor Based Sorting

² Dry Density Separation

در شرایط افزایش تقاضا رای مواد خام، نحوه استفاده از منابع موجود جهت بهره‌وری اقتصادی و محیطی، از اهمیت بسزایی برخوردار است ترکیبی از استفاده موثر و بهره‌گیری از منابع اولیه در ترکیب با شیوه‌های تولید از طریق منابع ثانویه ای نظیر سرباره‌های متالورژیکی، در بهره‌برداری هرچه بهتر منابع موجود، نقش کلیدی ایفا می‌کند. سرباره‌های متالورژیکی را می‌توان محصولات فرعی حاصل از استخراج فلز، پالایش و رویکردهای آلیاژ سازی دانست که در حجم وسیعی تولید می‌شوند فاز سرباره به منظور محدود نمودن ناخالصی‌ها در طی مرحله ریخته‌گری و پالایش بیشتر فلزات، بکار می‌رود به رغم وجود این ناخالصی‌ها، معمولاً سرباره‌ها حاوی مقادیر مشخصی فلز هستند لذا بازیافت موثر سرباره‌های متالورژیکی و غیر فلزی، بسیار حائز اهمیت بوده گرچه همیشه نمی‌توان به این مهم دست یافت به رغم بازیافت سرباره‌های متالورژیکی از طریق شیوه‌های موجود، بازیافت سرباره‌های دورریز نیز از اهمیت بالایی برخوردار است تکنولوژی‌های فراوانی بر حسب هزینه و بازدهی، در این رابطه معرفی شده‌اند به عنوان مثال می‌توان از جداسازی مغناطیسی، الک و جدا کردن با کمک دست و ترکیبی از آن‌ها، نام برد با این حال در بازیافت فلزات بخصوص فلزات نرم تر، بهره‌وری منابع و انرژی در اکثر روش‌ها به طور چشمگیری کاهش می‌یابد در اکثر موارد، بخش‌های نرم تر به خوبی جدا نشده و به عنوان عناصر مازاد، دور ریخته می‌شوند.

بنابراین این مقاله، بیشتر به کاربردهای فعلی سرباره‌های متالورژیکی توجه دارد تکنولوژی‌های بکار برده شده در احیا و بازیافت ترکیبات فلزی و غیر فلزی با تمرکز بر فناوری‌های تولید مکانیکی و نیز معرفی روش‌های نوین اقتصادی و حافظ محیط زیست همراه با تولید سرباره‌های فولاد ضد زنگ به صورت خشک، در این مقاله بیان خواهند شد

بازیافت محصولات فرعی در صنعت متالورژی:

به محض انجام عملیات متالورژی، ناخالصی‌های حاصل از سنگ معدن، عناصر شستشو، عناصر اضافه شده طی فرایندهای پالایش و ذوب، و همچنین فلزات، با فاز مایع ترکیب می‌شوند فلزات موجود در فاز سرباره را می‌توان عناصری از آلیاژهای مختلف، اکسیدها یا فلزات آزاد نامید با توجه به بازیافت فلزات، استفاده و کاربرد عناصر باقیمانده از سرباره نیز از اهمیت بالایی برخوردار بوده و در فرآوری سرباره‌های متالورژیکی، باید بدان توجه نمود استفاده

مخصوص از انواع مختلف سرباره ها به شدت تحت تاثیر فرآیندهای متالورژیکی، عناصر تشکیل دهنده سرباره و ویژگی های فیزیکی-شیمیایی و نیز استفاده از روش تولید، قرار دارد بازیافت و استفاده از سرباره ها بر ترکیبات شیمیایی و ویژگی های فیزیکی هر عنصر وابسته است در مجموع تمام سرباره ها را می توان به سرباره های متالورژیکی (سرباره های استفاده شده در صنعت فولادسازی و آهن سازی) و غیر فلزی (سرباره های مس، روی و سرب) تقسیم بندی نمود.

سرباره های فولادسازی و آهن سازی در مقایسه با سایر سرباره های دیگر، در سرتاسر دنیا به طور گسترده تری تولید می شوند همه ساله بالغ بر 400 میلیون تن سرباره آهن و فولاد تولید می شوند با مقایسه دو نوع سرباره فوق می توان گفت سرباره های غیر فلزی تقریباً 20 درصد نسبت به نوع دیگر، تولید می شوند.

کاربرد سرباره های فولادی نسبت به آهنی در اروپا به ترتیب 65 و 35 درصد گزارش شده است سرباره های فولادی را می توان به عنوان مصالح ساختمانی یا کف پوش در نظر گرفت با کمک شیوه های متالورژیکی، مستقیماً این سرباره ها قابل بازیابی هستند سرباره های فولاد ضد زنگ، محصول فرعی کارخانه های فولاد سازی بوده و به علت درصد بالای کرومیوم و ویژگی های ضعیف فیزیکی، تقریباً بدون استفاده باقی می ماند با این حال طی سال های اخیر، روش های متعددی برای بهبود ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آن ها توسعه یافته است می توان در طی مرحله تولی آلیاژ Fe، حجم وسیعی از سرباره های آهنی را نیز تولید نمود محصولات به دست آمده یعنی FeCr و FeMn در کوره قوس الکتریکی قابل بازیابی هستند مقدار کرومیوم سرباره های FeCr بین 5 تا 10 درصد است یکی از ویژگی های فیزیکی سرباره های فولادی فروکرومیوم³، استفاده از آن ها به عنوان مصالح ساختمانی بوده گرچه اثرات این سرباره بر محیط زیست به درستی مشخص نشده است

مثال دیگری در مورد انواع سرباره های ارزشمند، سرباره های نیکل، روی و سرب هستند مقدار Pb, Zn در این سرباره ها بین 1-3 درصد Pb و 6-17 درصد Zn می باشد با این حال عملیات بازیابی این نوع سرباره ها، خارج از محدوده این مقاله است

³ Ferrochrome

سرباره مسی به عنوان محصول فرعی از فرآیند تبدیل و ذوب، معمولاً حاوی مقادیر مشخصی فلزات ارزشمند است. گریدهای مس در سرباره بیش از 8٪ درصد است. سرباره های مسی کانورتور/مبدل نیز در کارخانه های ساخت فلز تولید شده و در بازیافت سرباره های مسی با کمک روشی نظیر فلوتاسیون، فلز CU همراه با فاز مسی سولفید قابل احیا شدن هستند. سرباره مسی از کاربردهای گسترده ای برخوردار است. بریندا و ناگان⁴، کاربرد این سرباره را به عنوان عناصر موجود در بتن، شرح داده و مشخص شد که این سرباره تا بیش از 40 درصد قابل جایگزینی با ماسه بوده و می تواند تاثیر مثبتی بر استقامت نهایی بتن گذارد. بازیافت و احیا سرباره مسی نیز در این مقاله ذکر نخواهد شد.

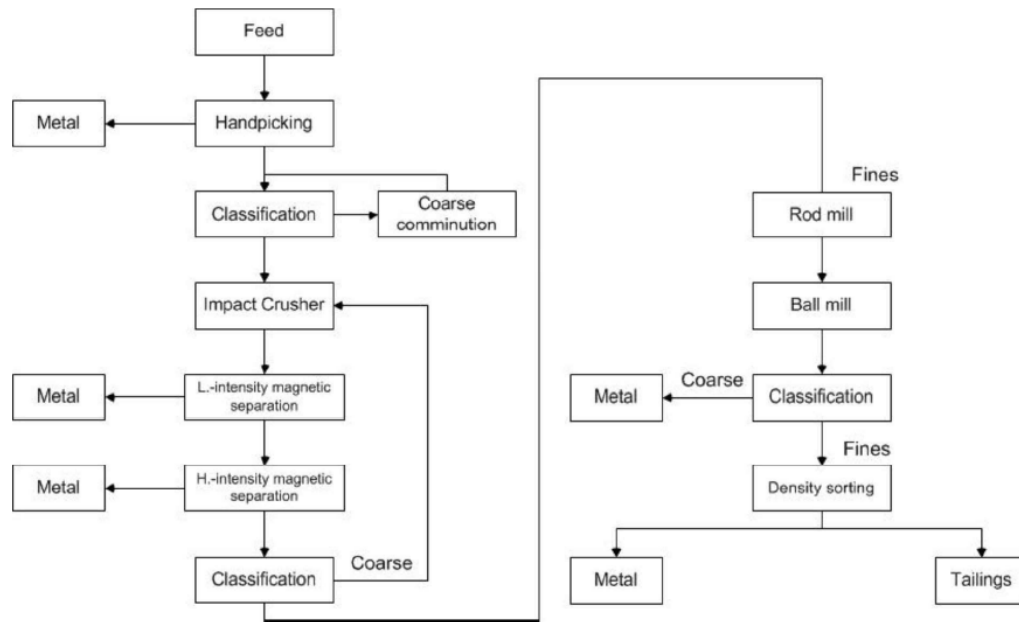
ویژگی روش های تولید سرباره:

بازیابی و احیاء اقتصادی فلزات از سرباره ها، بخصوص در سرباره های فولاد ضد زنگ و نیز سرباره های حاصل از پایش فولاد، از اهمیت بالاتری برخوردار است. بازیابی فلزات از سرباره ها، کار تخصصی بوده و عناصر حاوی فلز، به عنوان فلزات خالص در نظر گرفته می شود. فلزاتی که حاوی ذرات سرباره هستند معمولاً به شکل فاز فلز خالص بدون تغییر؛ سولفیدهای فلزی، اکسیدهای فلزی یا ترکیبات عاری از فلز، شناخته می شوند. سایر ذرات دیگر نیز حاوی مقدار کمی فلز (یا بدون هرگونه فلز) می باشند.

در مجموع، در تولید سرباره، توجه زیادی بر احیاء فلزات آزاد شده است. جانگ من و اسکیر⁵ در مقالات خود، شیوه های اصلی بازیافت سرباره های فولادی را شرح دادند که بر این اساس، دو روش بیان گردید: 1) خرد کردن انتخابی، در ترکیب با تکنیک های طبقه بندی/روستینگ نظیر طبقه بندی مغناطیسی برای بازیافت عناصر درشت تر. با کمک این روش، تنها ذراتی با اندازه درشت، بازیافت شده و ذرات ریزتر، به هیچ عنوان احیا نمی شوند. تقریباً 50 درصد فلزات موجود در سرباره ها کوچکتر از 10 م م بوده لذا واضح است که در برخی موارد، مقادیر قابل توجهی از فلزات را نمی توان با کمک چنین روش هایی بازیابی نمود.

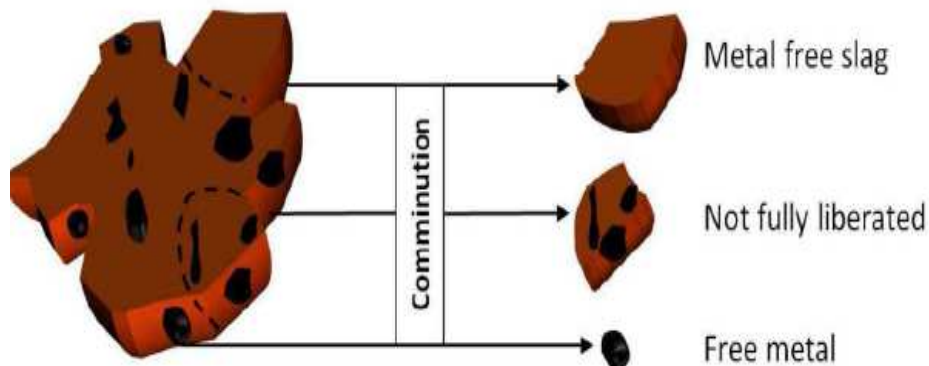
⁴ Brindha & Nagan

⁵ Jungmann And Schillers



شکل 1: شیوه های بکار رفته در بازیافت فلز از سرباره

روش دوم، یعنی روش طبقه بندی جهت بازیافت فلز است در این روش، ابتدا ذرات فلز تفکیک شده و الک می شوند تا عمل بازیافت فلزات، راحت تر صورت گیرد ویژگی های استقامتی فلزات نیز در تفکیک آن ها از عناصر دیگر، استفاده می شود با توجه به اینکه بیش از 95 درصد عناصر، اندازه ای کمتر از 2 م م دارند لذا فلزات خرد نشده با کمک الک کردن، از سایر فلزات تفکیک می شود با این حال، این روش در اهداف ساخت و ساز چندان کارآیی ندارد لذا مصرف آب و انرژی و نیز استهلاک دستگاه ها نیز در این روش بسیار زیاد است شایان ذکر است که تکنیک های مشابه در ترکیب با رویکردهای فوق می تواند در بازیافت فولاد متمر ثمر واقع شوند شکل 1، ترکیبی از دو رویکرد فوق را با خرد کردن انتخابی، آسیاب کردن، تکنیک های دسته بندی نظیر طبقه بندی مغناطیسی را نشان می دهد



شکل 2: نمایی از اثرات حاصل از سرباره ها

واضح است که در این مورد، نمی توان از مواد اولیه برای جداسازی ترکیبات غیر فلزی از سرباره استفاده نمود در نتیجه، تمام عناصر باید به اندازه مشخصی، آسیاب و خرد شده تا محصول نرم و یکدستی به دست آید البته این کار مستلزم صرف هزینه زیادی خواهد بود.

در مجموع، این دو روش با توجه به کاربرد آن ها، در بازیافت فلزات از سرباره ها با یکدیگر تفاوت دارند نخست آنکه، بازیافت فلزات، در حجم وسیعی صورت گرفته و فلزاتی با درجه بالا تولید شده اما قابلیت بازیافت عناصر باقیمانده از سرباره های معدنی، کاهش می یابد مسئله بعد، تولید ذراتی با اندازه های درشت و بازیافت کمتر فلزات بوده گرچه قابلیت بازیافت عناصر باقیمانده از سرباره های غیر فلزی، بهبود خواهد یافت در واقع، بهبود این دو روش مستلزم انجام مطالعات علمی بیشتری است طی سال های اخیر، فناوری های متعددی با هدف بالا بردن بازدهی فرآیندهای بازیافت، ارائه شده اند

رویکرد انتخابی جهت تولید سرباره های متالوژیکی خشک

همانطور که نشان دادیم، روش های زیادی برای افزایش بازدهی بازیافت فلزات یا استفاده مجدد از سرباره های غیر فلزی، بیان شده است از نگاه کلی تر، اهداف تمام این روش ها، به حداقل رسانیدن دورریز سرباره های متالوژیکی و غیر فلزی است در سال های اخیر، نرخ بازیافت فلز، عامل اقتصادی بسیار مهمی تلقی شده و باید به ارزش افزوده آن توجه نمود با توسعه هرچه بیشتر فناوری ها، می توان به بازیافت خشک سرباره های متالوژیکی امیدوار بود این روش ها، باید حافظ محیط زیست بوده و کاربردهای گسترده ای داشته باشند یکی از مهم ترین فرآیندهای انجام شده در تولید سرباره خشک، عبارتند از: جداسازی ذرات درشت، پالایش و طبقه بندی ذرات فلزی.

می توان گفت معمولا 3 محصول به اندازه مختلف در طی بازیافت، تولید می شوند: محصول عاری از فلز، ذرات فلز آزاد و فلز غیر قابل تجزیه. ارتباط بین محصول و سرباره را می توانید در شکل 2 مشاهده نمائید.

ایده پیش تغلیظ⁶ در ذرات عاری از فلز و نیز فلزات خالص استفاده شده و سبب کاهش وزن محصول نهایی گردیده و می توان آن را همراه با روش طبقه بندی/سورتینگ⁷ نیز انجام داد

از آنجایی که مرحله پیش تغلیظ بیشتر به اندازه ذرات درشت توجه دارد، سورتینگ با کمک حسگر جهت جداسازی ذرات درشت عاری از فلز در مراحل اولیه بازیافت، بکار برده می شود اصول فعالیت حسگرهای الکترومغناطیسی بر پایه اصل جریان ادی⁸ قرار دارد همانطور که ماده رسانایی از یک میدان الکترومغناطیسی عبور می کند این امر باعث تحریک کویل های منتشر کننده، شده و در نتیجه میدان مغناطیسی شکل گرفته و کویل دریافت کننده نیز فعال می شود بازیابی فلز در مرحله پیش تغلیظ، بیش از 90 درصد خواهد بود با توجه به اندازه ذرات بین 8 تا 50 م م، قابلیت تشخیص ذرات فلزی، تا 100 درصد بهبود یافته گرچه ممکن است در اندازه های 4 تا 8 م م، این درصد به 95 نیز تنزل یابد لذا تشخیص ذراتی به اندازه 1 تا 2 م م، بسیار سخت و دشوار خواهد بود.

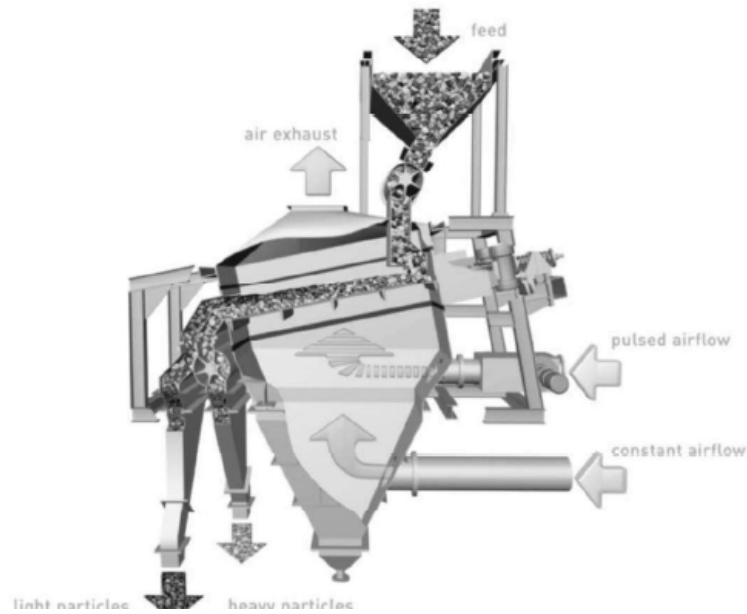
ممکن است هیچ فلز آزادی در مرحله سورتینگ، بازیابی نشود مزیت های متعددی در استفاده از روش پیش تغلیظ وجود دارد با تفکیک ذرات غیر فلزی، استهلاک دستگاه و مصرف انرژی نیز در مراحل بعدی، بهبود خواهد یافت مزیت دیگر این روش، تولید ذرات بسیار یک دست بوده که نیاز به آسیاب کردن عناصر در مراحل بعدی را کاهش می دهد بر این اساس، ذرات متراکم فلزی جدا شده از ذرات درشت تر، در صنایع ساخت و ساز، استفاده می شود.

ذراتی به اندازه کمتر از 25 م م با کمک فناوری های متعددی از جمله پیش تغلیظ، حاصل خواهند شد به علت حساسیت کمتر آلیاژهای فلزی و فولاد ضد زنگ، روش جداسازی مغناطیسی خشک را می توان مورد استفاده قرار داد علاوه بر این روش، می توان از سورتینگ سرباره ها چه به صورت خشک و چه تر نیز استفاده به عمل آورد. در نوع آسیاب خشک، دو محصول تولید می شوند: عنصر سبک و عنصر سنگین (شکل 3) این فناوری بیشتر در ذراتی به اندازه 2+ م م و 5- م م کارایی دارد مطالعات نشان می دهند در روش خشک، احتمال بازیابی فلز در ذراتی به اندازه 20-2 م م همراه با 80 درصد فلز، 95 درصد بوده و تولید عناصر سنگین، نیز محتمل تر خواهد بود

⁶ Preconcentration

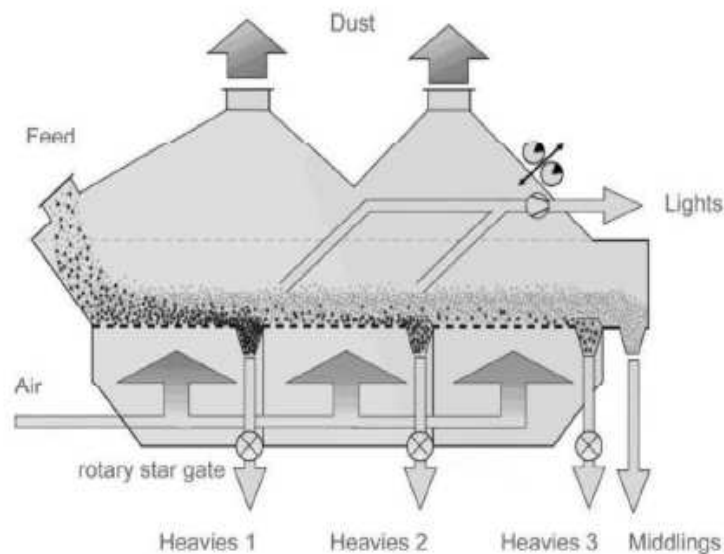
⁷ Sorting

⁸ Eddycurrent Principle



شکل 3: نمایی از طرح آسیاب خشک

نتیجه مرحله پیش تغلیظ، تولید ذرات عاری از فلز، ذرات فلزی و غیر تجزیه شده می باشد اگر ذرات فلز آزاد وارد آسیاب شوند جهت افزایش بازدهی بازیافت سرباره، شستشوی عناصر در مرحله پیش تغلیظ، بسیار ضروری خواهد بود که این امر باعث تولید محصولات بیشتری خواهد شد فازهای غیر قابل تجزیه نیز بعد از فاز پیش تغلیظ انجام شده گرچه ذرات عاری از فلز و فلزات دیگر به عنوان محصول نهایی در این روش به دست می آیند.



شکل 4: نمایی از اصول کارکرد جداکننده بستر

روش جداسازی بستر خشک⁹ در ذراتی به اندازه کمتر از 2 م م می تواند تکنیک موثری برای پیش تغلیظ فلزات و تفکیک فازهای عاری از فلز از سرباره محسوب شود شکل 4، اصول و کارکرد اصلی این روش را نشان می دهد می توان با کمک این روش، 90 درصد فلز را با نرخ بازیافت 88 درصد به دست آورد بخش های سبک تر فلزات نیز به عنوان محصول فرعی، استفاده شده گرچه بخش های پیش تغلیظ شده، محصول نهایی محسوب می شوند با مقایسه روش سورتینگ خشک با سورتینگ خیس، می توان دو مزیت عمده را در آن تشخیص داد: با کاهش اندازه ذرات، مصرف آب افزایش یافته و مقدار زیادی آب صرفه جویی می شود همچنین در این روش، چرخه بازیافت آب نیاز نبوده و در مقایسه با روش های خیس، هزینه های عملیاتی نیز به طور چشمگیری کاهش خواهند یافت.

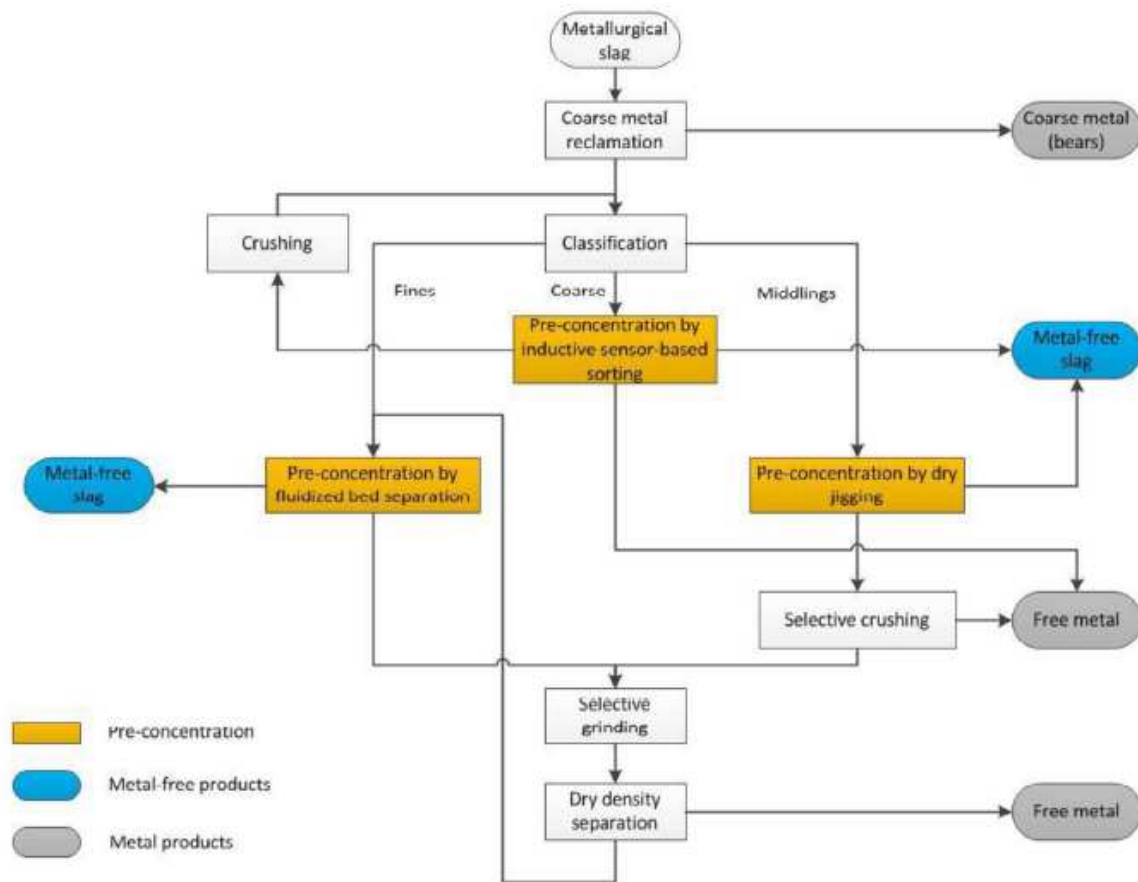
یافته ها و مباحثات:

نتایج این مطالعه نشان داد که به رغم وجود فناوری های مختلف، سورتینگ خشک سرباره های متالوژیکی، امری ممکن است روش هایی نظیر جداسازی چگالی عناصر ریز و درشت و نیز سورتینگ با کمک حسگر به عنوان مرحله پیش تغلیظ می تواند در تفکیک و جداسازی ذرات عاری از فلز در مرحله اولیه، استفاده شود براین اساس، ذرات عاری از فلز با اندازه های مختلف، قابل تفکیک بوده و محصول نهایی ارزشمندی به دست می آید تکنیک های سورتینگ معرفی شده در این مقاله باعث کاهش مصرف انرژی، صرفه جویی در آب و بازدهی بیشتر می شوند ترکیبی از مصرف آب و کاهش انرژی با کاهش استهلاك دستگاه و افزایش قابلیت بازیابی فلزات سرباره، در روش های سورتینگ خشک، به دست می آید.

بر اساس این نتایج، در شکل 5 می توانید کاربردهای مختلف روش های بکار برده شده را مشاهده کنید. در واقع، بازیابی عناصر ارزشمند و ذرات عاری از فلز به خوبی انجام می شود در ابتدا، ذرات فلز درشت، آسیاب شده و در ادامه الک می شود تا ذراتی با اندازه مورد نیاز، به دست آید 3 نوع محصول در این زمینه تولید می شود: ذرات درشت بیش از 25 م م، متوسط کمتر از 25 م م و ریز کمتر از 2 م م. عملیات پیش تغلیظ ذرات درشت، توسط

⁹ Dry Bed Separation

روش سورتینگ با کمک حسگر انجام می شود. ذرات درشت، برای بازیابی فلز، از الک رد شده، ذرات ریز در مرحله الک کردن، به ذرات خشک تبدیل شده و در ادامه، تبدیل به سرباره عاری از فلز می شوند ذرات ریز و یکدست، بعد از الک شدن با کمک روش جداسازی بستر خشک، پیش تغلیظ می شوند که این امر باعث جدا شدن سرباره های عاری از فلز می شود عناصر سنگین در مرحله بستر خشک با مواد باقیمانده از مرحله خرد کردن، ترکیب شده و وارد مرحله آسیاب شدن می شوند تا با کمک روش جداسازی چگالی خشک، بازیابی پیوسته فلز حاصل شود.



شکل ۵: نمودار مفهومی فرآیند بازیابی خشک سرباره های متالورژیکی

البته همچنان درصد زیادی از سرباره ها، در صنعت، دور ریخته شده البته صنعت متالورژی، همواره تلاش زیادی برای به حداقل رسانیدن تولید و بازیابی سرباره ها، می نماید روش بازیابی خشک سرباره های متالورژیکی، نقش مهمی در تولید مقرون به صرفه، حافظ محیط زیست و اقتصادی فلزات، ایفا می کند.

REFERENCES

- Brindha, D. & Nagan, S. (2010) 'Utilization of Copper Slag as a Partial Replacement of Fine Aggregate in Concrete', *International Journal of Earth Sciences and Engineering*, vol. 03, no. 04, pp. 579-585, viewed 28 August, <<http://cafetinnova.org/wp-content/uploads/2013/04/02030713-Utilization-of-Copper-Slag-as-a-Partial-Replacement-of-Fine-Aggregate-in-Concrete.pdf>>.
- Dippenaar, R. (2004) 'Industrial uses of slag-The use and re-use of iron and steelmaking slags', *Proceedings of the VII International Conference on Molten Slags Fluxes and Salts*, The South African Institute of Mining and Metallurgy, Johannesburg 2004.
- Holappa, L. & Xiao, Y. (2004) 'Slags in ferroalloys production-review of present knowledge', *The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy*, August 2004, pp. 429-438, viewed 29 August 2013, <<http://www.saimm.co.za/Journal/v104n07p429.pdf>>.
- Jungmann, A. & Schüffers, A. (2010) 'Dry Processing and High Quality Applications for Steel Slag', *World of Metallurgy - ERZMETALL* 63, Vol. 1.
- Neubert, K., Knapp, H., Wotruba, H. (2013) 'Sensor-based sorting of metal ores', *Proceedings of the Balkan Mineral Processing Congress*, Sozopol, Bulgaria, 12-16 June.
- Reuter, M., Xiao, Y. & Boin U. (2004) 'Recycling and environmental issues of metallurgical slags and salt fluxes', *Proceedings of the VII International Conference on Molten Slags Fluxes and Salts*, The South African Institute of Mining and Metallurgy, Johannesburg 2004.
- Sanchez, M. & Sudbury, M. (2013) 'Physicochemical characterization of copper slag and alternatives of friendly environmental management', *Journal of Mining and Metallurgy*, Section B: Metallurgy, vol. 49, no. 2B, pp.161-168, viewed 22 April 2014, <<http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1450-5339/2013/1450-53391300011S.pdf>>.
- Van Oss, H.G. (2002) *Slag-Iron and Steel*, U.S. Geological Survey Minerals Yearbook, viewed 21 January, <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/iron_%26_steel_slag/islagmyb02.pdf>.
- Weitkaemper, L. & Wotruba, H. (2010) 'Effective dry density beneficiation of coal', *Proceedings of the XXV International Mineral Processing Congress (IMPC)*, Brisbane, QLD, Australia, 6-10 September.
- WorldSteel Association (2010) *Fact sheet steel industry by-products*, viewed 20 January, <http://www.worldsteel.org/dms/internetDocumentList/fact-sheets/Fact-sheet_By-products/document/Fact%20sheet_By-products.pdf>.
- Wotruba, H. & Weitkaemper, L. (2013) *Aufbereitung metallurgischer Schlacken*, Recycling & Rohstoffe, Vol. 6, Neuruppin, TK Verlag Karl Thome-Kozmiensky, 2013.
- Wulfert, H. & Jungmann, A. (2013) *Herstellung hochwertiger Baustoffe aus Stahlwerksschlacken nach nahezu vollständiger Metallrückgewinnung*, Recycling & Rohstoffe, Vol. 6, Neuruppin, TK Verlag Karl Thome-Kozmiensky, 2013.
- Zander, M., Friedrich, B., Degel, R., Kleinschmidt, G., Hoppe, M. & Schmidl, J. (2011) 'Improving Copper Recovery from Production Slags by Advances Stirring Methods', *Proceedings of the European Metallurgical Conference*, Weimar, Germany, 23-26 June.

برای خرید فرمت ورد این ترجمه، بدون واتر مارک، اینجا کلیک نمایید.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی