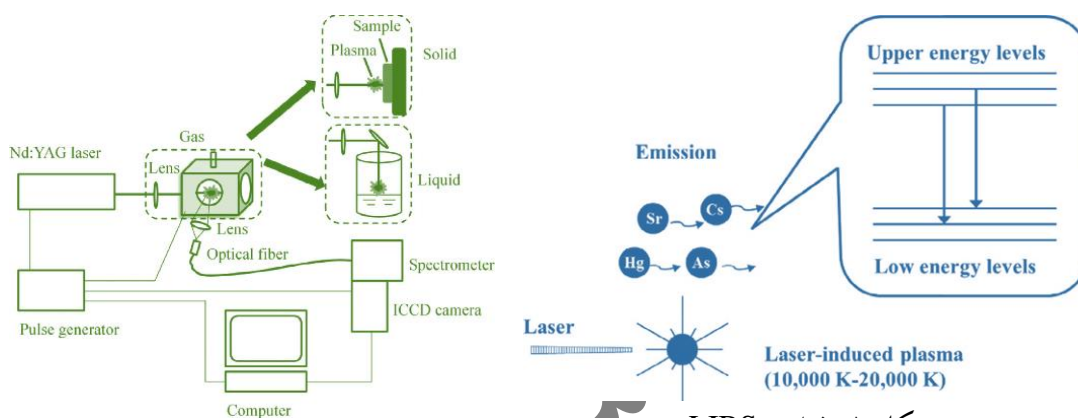


کنترل ترکیب شیمیایی مذاب در فولادسازی ثانویه توسط LIBS^۱

روش‌های پیشرفته مانیترینگ از جمله فناوری تشخیص و کنترل است که به توسعه تولید آهن و فولاد کمک می‌کند. استفاده از سامانه‌های مانیترینگ در فرایند تولید و تجهیزات مناسب علاوه بر اینکه ارتباط مستقیمی با مصرف انرژی و مسائل زیست محیطی دارد، بلکه بر تولید محصول با کیفیت بسیار مؤثر است. بر این اساس، امروزه با توجه به رقابت شدید صنایع تولید فولاد، روش‌های مانیترینگ و کنترل در طول فرایند تولید بسیار مهم هستند. جهت مانیترینگ ترکیب شیمیایی محصول روش‌های مختلفی نظیر فلورسانس اشعه ایکس (XRF)، پراش اشعه ایکس (XRD) و پلاسما جفت شده القایی (ICP) کاربرد دارند؛ ولی آنالیز عنصری با لیزر، به دلیل ویژگی‌های غیر تماسی، سریع و چند بعدی بودن آن به عنوان تکنیک تشخیص کیفی و کمی، در صنایع مختلف مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. طیف‌سنجی فروشکست القایی لیزر (LIBS) یک روش ارزیابی عنصری است که بر اساس طیف‌سنجی انتشار اتمی برای اندازه‌گیری ترکیب عنصری توسعه یافته است. در فرایند LIBS، پرتور لیزر روی یک سطح متمرکز و تولید پلاسما می‌نماید. سپس ماده موجود در محیط پلاسما اتمیزه و برانگیخته می‌شود. در نتیجه با برانگیخته شدن اتم‌ها، نور با طول موج منحصر به فردی مربوط به هر عنصر منتشر و توسط آشکارساز آنالیز می‌شود (شکل ۱). شماتیک قرارگیری تجهیزات مربوط به LIBS در شکل ۲ نشان داده شده است. به نظر می‌رسد که LIBS با ویژگی‌های زمانی و مکانی عالی، یک روش آنالیز بسیار امیدوارکننده در صنعت فولاد است که در اندازه‌گیری و توزیع عناصر از مواد در تمام مراحل تولید (مواد اولیه، فولادسازی، فولادسازی ثانویه، ریخته‌گری پیوسته و محصول) را ارائه می‌دهد. به بیان دیگر، فرایند LIBS این امکان را دارد که برای اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی هر سه فاز ماده یعنی جامد، مایع و گاز استفاده شود. با این وجود با توجه به فاز مورد بررسی آرایش تجهیزات فرایند LIBS متفاوت است. به عنوان مثال، در شکل ۳ نحوه آرایش تجهیزات فرایند LIBS برای آنالیز عنصری مذاب در LF نشان داده شده است. آنالیز و کنترل سریع و پیوسته مذاب در فولادسازی ثانویه علاوه بر اینکه بر کیفیت محصول نهایی مؤثر است بلکه موجب کاهش هزینه‌های تولید و مصرف انرژی می‌شود. به همین منظور کاربرد LIBS در صنایع فولادسازی در واحد LF یا کانورتور مورد استقبال قرار گرفته است. شکل ۴ فرایند کلی کنترل غلظت عناصر هدف در

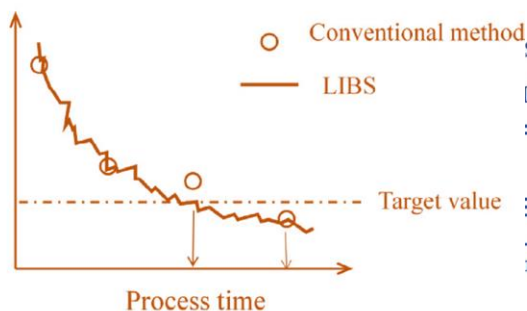
^۱ - Laser-Induced Plasma Spectroscopy

فولادسازی ثانویه را با استفاده از یک روش معمولی و تکنیک LIBS نشان می‌دهد. مشخص است فرایند LIBS می‌تواند کنترل سریع و دقیق فرایند فولادسازی ثانویه را تحقق بخشد. مزیت واقعی تکنیک LIBS این است که نتایج به طور مداوم و در زمان واقعی در مقایسه با نمونه‌گیری دوره‌ای که با صرف زمان و انرژی زیاد همراه است، اندازه‌گیری می‌شود.

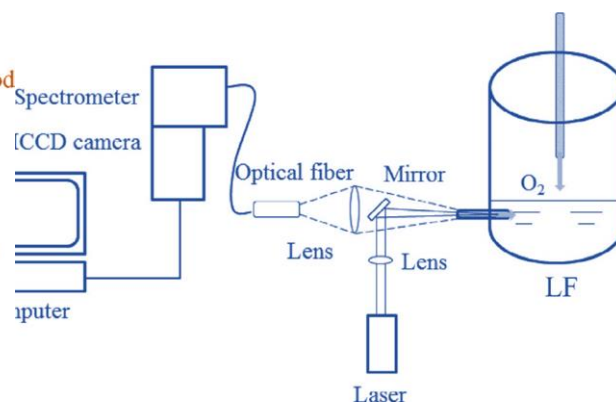


شکل ۲- آرایش هندسی LIBS.

شکل ۱- فرایند LIBS.



شکل ۴- مقایسه فرایند کلی کنترل غلظت کلی عناصر در مذاب با استفاده از دو روش معمولی LIBS



شکل ۳- کاربرد LIBS در LF.

منبع:

Z. Wang, Y. Deguchi, F. Shiou, J. Yan and J. Liu, *Application of laser-induced breakdown spectroscopy to real-time elemental monitoring of iron and steel making processes*, ISIJ International, ۵۶ (۲۰۱۶) ۷۲۳-۷۳۵.