

Összefoglaló

A lézerindukált letörési spektroszkópia (LIBS) egy feltörekvő anyagvizsgálati módszer, amelyben egy rövid, nagyenergiájú lézerimpulzust a vizsgálandó mintára fókuszálva a minta anyagának egy része elpárolog és plazmává alakul. A plazma optikai emissziós színekéből megállapítható a minta elemi összetétele. Ennek az eljárásnak számtalan előnyös tulajdonsága van: szinte azonnali eredményt ad, bármely elemet képes kimutatni, nem igényel mintaelőkészítést stb., ezért kiválóan alkalmas ipari és in situ terepi alkalmazásokra is. További előny, hogy együttesen alkalmazható más lézeres technikákkal, mint Raman spektroszkópia és lézeres tisztítás, anyagmegmunkálás. A LIBS alkalmas kvalitatív és kvantitatív vizsgálatokra is.

Munkám célja volt lézeres abláció és LIBS alkalmazhatóságának vizsgálata szilikátüveg mintákon anyagvizsgálat és lézeres tisztítás megvalósítása számára. A szilikátüveg mint mintacsalád választását annak nagy gazdasági jelentősége indokolta, valamint az, hogy vizsgálata a LIBS irodalomban kevésbé feldolgozott területnek számít.

Kutatási céljaim a lézer okozta roncsolódás felmérése volt LIBS vizsgálat és hozzá kapcsolódó lézeres tisztítás során üveg mintákon; lítium koncentrációjának meghatározása üvegben; valamint lézeres tisztítás megvalósítása volt egy zárt rubídiumgőz-cella optikai ablakán.

A LIBS egyik ismert hátránya, hogy a minta a vizsgálat során elkerülhetetlenül károsodik, aminek mértéke megfelelő beállításokkal csökkenthető. Első célom ezért a károsodás mértékének és optimalizációs lehetőségének vizsgálata volt. Kereskedelmi ablaküveg mintákkal dolgoztam, a plazmát a minta elé, a minta felületére és a minta tömbjébe fókuszálva keltettem, továbbá vizsgáltam a lézer hullámhosszának hatását. Legjobb eredményt – legcsekélyebb sérülést – a minta elé fókuszált 532nm-es lézernyalábbal értem el. Ekkor a mintán az ablációs kráteren felül nem keletkezett sérülés akár 100 lövés után sem.

Következő célom lítium kimutatása volt szilikátüveg mintákban. Ez egy aktuális ipari probléma: a lítium az üveggyártásban elterjedten használt adalékanyag, a tényleges koncentráció visszamérése azonban körülményes. Itt a lítium 670,8nm-es színekvonalát felhasználó egyváltozós regressziós analízis mellett döntöttem. Saját készítésű mintasorozatot felhasználva kalibráltam a mérést, meghatároztam a lítium kimutatási határát és a kvantitatív analízis pontosságát.

Harmadik célom plazma keltéséhez használt rubídiumgőzt tartalmazó kvarcüveg cella belső falán, a használat során kialakult, ismeretlen eredetű réteg vizsgálata és eltávolítása volt. A cellát korábban rubídiumplazma diagnózisát célzó kísérletekben használták, ahonnan az egyik optikai ablak fekete elszíneződése miatt kellett kicserélni. A tisztításnál a fő nehézséget az jelentette, hogy a cellát a művelethez nem lehetett felnyitni.

Felismertem, hogy egy hosszú fókuszú lencsével az ép optikai ablak felől (vagyis a cella túloldaláról) a lézer energiáját fokozatosan növelve a fekete réteg leporlasztható. Felhasználva az üveg minták károsodásával szerzett korábbi tapasztalataimat a fókusz a tisztítandó felület elé állítottam be. Ennek hatására a már szétartó nyaláb végezte a tisztítást, csökkentendő az ablak anyagát érő hőterhelést. Ezáltal az ablak épségét is megőrizve a cella felnyitása nélkül a réteget leporlasztottam.

Optikai mikroszkópos vizsgálatokkal igazoltam a réteg eltűnését, amit Raman spektroszkópiai analízis is megerősített. A szennyező réteg Raman spektrumának részletes elemzése igazolta, hogy a szennyező réteg anyaga rubídiumszilikát.