

PRIMENA ATOMSKE APSORPCIONE SPEKTROMETRIJE ZA ANALIZU GVOŽDA I ČELIKA

I. Primena plamene atomske apsorpcione spektrometrije

Priljeno: 1989-11-23

Prihvaćeno: 1990-02-19

Pregledni rad

U radu je dat pregled primene plamene atomske apsorpcione spektrometrije za analizu gvožda i čelika.

APPLICATION OF ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETRY TO THE ANALYSIS OF IRON AND STEEL. I. Application of Flame Atomic Absorption Spectrometry. *The application of the flame atomic absorption spectrometry in the analysis of iron and steel has been reviewed.*

Zahtevi koji se postavljaju analitičkim laboratorijima u crnoj metalurgiji su sve rigorozniji. Analitička tehnika mora da bude jednostavna, brza i primenljiva za široko koncentraciono područje i za što veći broj elemenata. Zbog visokog stepena razvoja tehnologije i raznovrsnost novih specifičnih legura, analitička laboratorija mora da ima i visoki stepen prilagodljivosti. Atomska apsorpciona spektrometrija (AAS) odgovara velikom broju ovih zahteva, i zato je u velikoj meri povećana njena primena u ovim analitičkim laboratorijama.

Osim za direktna određivanja, AAS nalazi primenu i u pripremi adekvatnih standarda i proveru uzoraka namenjenih za brze rentgenske fluorescentne i optičko emisione spektrometre.

Skoro svi elementi koji se analiziraju u gvožđu i čeliku mogu da budu određivani atomskom apsorpcionom spektrometrijom. Samo nemetali, kao što su C, N, H i O se još ne mogu analizirati ovom metodom. Zato i ne iznenađuje činjenica, što postoji veliki broj publikacija o primeni AAS u crnoj metalurgiji, posebno u analizi gvožđa i čelika. Prve publikacije za ovu primenu pojavile su se još na početku korišćenja AAS, odnosno početkom šezdesetih godina [1]. Objavljeno je i nekoliko pregleda literature u kojima se pravi pokušaj da se prikaže dotadašnja primena AAS za analizu gvožđa i čelika, sa sumiranjem rezultata prezentiranih u literaturi do tog perioda. Tako, Slavin [2] pravi pregled radova u ovom području do 1962. godine, Scholes [3] do 1968, Kharlamov i Eremina [4] za period 1966–1971. i Peterson i Kerber [5] do 1976. godine. Može se primetiti da je u periodu od 1966–1974. godine objavljivano najviše radova iz ove oblasti po godinama, a kasnije je taj broj smanjen i ujednačen.

Osnovni problemi koji se tretiraju prilikom primene plamene AAS su način rastvaranja, odnosno pripremu uzoraka, koncentrisanje elemenata sa niskim koncentracijama, eliminisanje matriksa efekata i adekvatne instrumentalne uslove.

Postoje uglavnom, nekoliko načina rastvaranja uzoraka gvožđa i čelika za analizu plamenom AAS. Na početku primene AAS, Belscher i saradnici [6–9] predlažu rastvaranje smešama sumporne i fosforne kiseline, dok drugi najviše koriste smešu hlorovodonične i azotne kiseline ili i dodavanje perhlorne kiseline [10, 11].

Međutim, u nekim publikacijama predlagani su i drugi načini rastvaranja u zavisnosti od elemenata i uzoraka a takođe i od daljeg tretmana rastvora (ekstrakcija ili drugi način separiranja).

Drugi problem u analizi gvožđa i čelika plamenom AAS je značajno depresivno delovanje gvožđa na osetljivost pojedinih elemenata. Ovaj efekat se eliminira na različite načine među kojima se efikasno pokazalo dodavanje različitih spektroskopskih pufera, čime se omogućava određivanje i tragova elemenata sa određenom osetljivošću i tačnošću. Ovaj problem, kao i problem uticaja sa strane drugih prisutnih elemenata na određivanje plamenom AAS, rešava se i separacijom ispitivanih elemenata od samog uzorka. Ovo se postiže na različite načine: ekstrakcijom, jonskim izmenjivačima, pretaložavanjem i druge. pogodan pregled za separacione tehnike dao je Wilson [12]. Ovim tehnikama, postiže se i drugi pozitivan efekat, time što se vrši i koncentriranje ispitivanih elemenata, čime se poboljšava granica detekcije.

Instrumentalni uslovi su takođe vrlo bitni za uspešno određivanje pomoću AAS. Novijim instrumentima poboljšana je osetljivost, tačnost, reproducibilnost, a takođe smanjena je i granica detekcije za mnoge elemente. Za određivanje nekih elemenata, već su u upotrebi bezelektrodne lampe sa električnim pražnjenjem čime se poboljšava osetljivost za te elemente. Primenom smeša gasova acetilen- N_2O [13] umesto acetilen-vazduh, za mnoge teško volatilne elemente, kao što su Ti, V, Al, Si, poboljšava se značajno osetljivost i mogućnost eliminisanja matriks efekata.

Isto tako, primena drugih tehnika, kao što je primena grafitne peći, a kasnije i hidridnog sistema, omogućila je određivanje većeg broja elemenata i njihovo određivanje

Doc. dr Trajče Stafilov, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet »Kiril i Metodij«, 91000 Skopje

Tabela 1. Prikaz literaturnih podataka za određivanje 35 elemenata u gvožđu i čeliku pomoću plamene atomske apsorpcione spektrometrije

Element	Smeša gasova za plamen	Rastvaranje	Separiranje/Matriks modifikacija	Granica detekcije, %	Talasna dužina, nm	Lit.
Aluminijum	A* - Vazduh	HCl	-	-	-	[14, 15, 16]
	A - Vazduh	HCl	Ekstrakcija sa kupferonom u metilizobutil ketonu (MIBK)	-	-	[17]
	A - O ₂ - N ₂	HCl	-	0,05	-	[18]
	A - N ₂ O	HCl, H ₂ O ₂	-	-	-	[19]
	A - N ₂ O	HCl, HNO ₃	-	-	-	[20]
	A - N ₂ O	HCl, HNO ₃ i topljenje sa NaHSO ₄	-	0,01	-	[21]
	A - N ₂ O	HCl, HNO ₃ i topljenje sa boraksom i Na ₂ CO ₃	-	0,001	252,3	[22, 23]
	A - N ₂ O	HCl, HNO ₃ i topljenje sa H ₃ BO ₃	-	-	309,3	[24]
A - Vazduh	HCl, HClO ₄	Otstranjivanje matriks elemenata elektrolizom a W, Ti i V se ekstrahiraju sa acetilacetonom u hloroformu	-	-	[25]	
Antimon	A - Vazduh	HCl, HNO ₃	-	0,002	217,6	[27]
	A - Vazduh	HCl	Ekstrakcija sa MIBK	-	-	[28]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa trioktilfosfin oksidom (TOPO) u MIBK	0,0003	231,2	[29, 30]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄	Ekstrakcija sa TOPO u MIBK i o-ksilolu	0,0001	-	[31]
	A - N ₂ O	HCl, HNO ₃ HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄	Ekstrakcija sa tetra-n-heksilamonijum jodidom u MIBK	0,01 0,0004	217,6 -	[26] [32]
Arsen	Argon - Vazduh - H ₂	HNO ₃	Ekstrakcija Fe sa 2-tenoiltri-fluoroacetom u CCl ₄	-	193,7	[33]
Bakar	A - Vazduh	HCl, HNO ₃	-	0,004	-	[26]
	A - Vazduh	H ₃ PO ₄ , H ₂ SO ₄	-	0,001	-	[8]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃ H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄ , HClO ₄	-	0,001	324,8	[21, 34-37]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄	Ekstrakcija sa TOPO u hloroformu	0,0005	-	[31]
	A - Vazduh	HNO ₃ , HCl, HClO ₄ , H ₂ SO ₄	Ekstrakcija sa Zn-dibenzilditiokarbamatom u MIBK	-	-	[39]
	A - Vazduh	-	Dodavanje La i Cs	-	-	[40]
Berilijum	-	HCl, HNO ₃	-	-	234,9	[41]
Bizmut	A - Vazduh	HCl, HNO ₃	-	0,004	223,1	[26]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃	-	0,0002	-	[34]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa TOPO u MIBK	0,0001	223,1	[29, 30]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄	Ekstrakcija sa TOPO u MIBK i ksilolu	-	-	[31]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija iz jodidnog rastvora sa MIBK	0,0001	-	[42]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa ditizonom u MIBK	-	223,1 222,8	[43]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃	Odvajanje na jonskim izmenjivačem (EDE-10P)	-	-	[44]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃	Filtriranje kompleksa Bi sa dietilditiofosfatom kroz aktivni uglj i eluiranje kiselinama	0,0001	-	[45]
Bor	A - N ₂ O	H ₂ SO ₄ i topljenjem	-	0,1	249,7	[46]
	A - Vazduh	-	-	0,01	-	[47]
Cink	A - Vazduh	HCl, HNO ₃	-	0,001	213,9	[26]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃	-	0,0001	-	[48]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa TOPO u MIBK	-	213,9	[30]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄	Ekstrakcija sa trioksilaminom u MIBK i ksilolu	0,0001	-	[31]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃	Odvajanje jonskim izmenjivačem (Dowex 1x10)	-	-	[49]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄	Dodavanje askorbinske kiseline	0,0002	-	[32]
Fosfor	A - N ₂ O	HCl, HNO ₃	-	0,01	177,5 178,3 178,7	[50-54]
	A - N ₂ O	HCl, HNO ₃	Indirektno određivanje preko ekstrakcije molibdenskog fosfatnog kompleksa u MIBK (Za uzorke sa Ga > 5%)	0,01	-	[55]
Galijum	A - Vazduh	-	Ekstrakcija sa rodaminom B u benzenu	-	287,42	[56]
	A - Vazduh	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄	Ekstrakcija sa rodaminom B u benzenu	0,002	294,4 287,4	[57]

Element	Smeša gasova za plamen	Rastvaranje	Separiranje/Matriks modifikacija	Granica detekcije, %	Talasna dužina, nm	Lit.
	A-N ₂ O	—	(Za uzorke sa Ga < 5%)	—	294,4	[56]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄	Ekstrakcija sa rodaminom B u benzenu	—	—	[57]
Gvožđe	A-Vazduh	H ₃ PO ₄ , H ₂ SO ₄	—	—	376,7 390,0	[58]
Hrom	A-Vazduh	H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄	—	—	357,9	[6]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	—	—	—	[35]
	A-Vazduh	HCl, H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄	—	—	—	[38]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄	—	—	—	[59]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Dodavanje NH ₄ Cl	0,002	357,9	[37, 60-62]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Dodavanje HI	—	—	[63]
	A-Vazduh	—	Dodavanje Na ₂ SO ₄	—	—	[64]
	A-Vazduh	—	Dodavanje NH ₄ ClO ₄ i ZnCl ₂	—	—	[65]
	A-Vazduh	HCl	Ekstrakcija sa MIBK	—	—	[66]
	A-Vazduh	H ₂ SO ₄ , H ₂ O ₂	Ekstrakcija sa tribenzilaminom u hloroformu	—	—	[67]
	A-Vazduh	—	Separacija jonskim izmenjivačem	—	—	[68]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃ , HClO ₄	Indirektno preko prevodenja u hromat i taloženje kao PbCrO ₄	—	—	[69]
	Indijum	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	—	—	—
—		—	Filtriranje kompleksa In dietilditiofosfatom kroz aktivni uglj i eluiranje kiselinama	—	—	[45]
Itrijum	A-N ₂ O	HCl, HCO ₃	—	0,01	410	[75]
	A-N ₂ O	HNO ₃	Ekstrakcija sa TOPO u metilpentil keton	—	410,2	[76]
Kadmijum	A-Vazduh	HCl, HNO ₃ , H ₃ PO ₄	—	0,0003	232,1 228,8	[77]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	—	0,001	228,8	[26]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄	Ekstrakcija sa trioktilaminom u ksilolu i MIBK	0,0001	—	[31]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa TOPO u MIBK	0,00001	228,8	[30]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄	Ekstrakcija sa tera-n-heksilamonijum jodidom u MIBK	0,00005	—	[32]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa diantipirin metanom u CHCl ₃	0,00001	228,8	[78]
Kalaj	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Zadržavanje Cd na aktivni uglj u obliku kompleksa sa dietilfosfatom	—	—	[45]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄	Ekstrakcija sa trioktilaminofosfatom u MIBK	—	—	[31]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa TOPO u MIBK	0,0003	286,3	[30]
	A-H ₂ -Vazduh	—	—	0,002	—	[21]
	A-Vazduh-Argon	HCl, HNO ₃ , HF	—	0,005	189,0	[79]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	—	—	—	[19, 26]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa TOPO u MIBK	0,0001	—	[29]
	A-N ₂ O	HCl	Ekstrakcija tiocijanatnog kompleksa u MIBK	0,001	224,6	[80]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄	Ekstrakcija jodidnog kompleksa u HNO ₃ -H ₂ SO ₄ -HCl	0,001	235,4	[81]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	Dodavanje askorbinske kiseline	0,001	—	[32]
Kalcijum	A-Vazduh	HCl, HNO ₃ , HClO ₄	Izdvajaju se elementi elektrolizom, dodaje se SrCl ₂	—	—	[3]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	—	—	422,7	[82]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	—	—	—	[23, 83]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	Dodavanje Na i Sr	0,0001	—	[84]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , HClO ₄ , HF	Dodavanje KCl i SrCl ₂	0,0001	—	[85]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	Vrši se ekstrakcija Fe, Cr i Ni sa acetilacetonom i piridinom	—	—	[86]
Kobalt	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	—	—	240,7	[21, 34, 87, 88]
	A-Vazduh	H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄ , HClO ₄	—	—	—	[38]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Dodavanje La i Cs	0,002	—	[40]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Izdvajanje Fe ekstrakcijom sa MIBK	0,0001	—	[3]

Element	Smeša gasova za plamen	Rastvaranje	Separiranje/Matriks modifikacija	Granica detekcije, %	Talasna dužina, nm	Lit.
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa 1,5-bis-bis-(do-piridilmetilen) tiokarbonhidrazidom	0,001	—	[89]
Lantan	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , HClO ₄	—	0,0005	240,7	[90]
	A-Vazduh	H ₂ SO ₄	Ekstrakcija sa 2-tenoil trifluoroacetonom u MIBK	0,001	743	[91]
Magnezijum	A-N ₂ O	HClO ₄	—	0,001	560	[75]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	—	—	284,5	[34, 82, 92]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Dodavanje SrCl ₂	—	—	[93]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃ , HF, HClO ₄	Dodavanje (NH ₄) ₂ HPO ₂	—	—	[94]
	A-Vazduh	HCl	Odvajanje Mg elektrolizom	—	285,21	[95]
	A-N ₂ O	HF, HClO ₄ , topljenje nerastv. ostatka sa Na ₂ CO ₃	—	—	—	[84]
Mangan	A-Vazduh	H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄ , HNO ₃	—	0,001	279,5	[9]
	A-Vazduh	H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄ , HClO ₄	—	—	—	[38]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	—	—	—	[21, 34, 35, 37, 71]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃ , HClO ₄	Dodavanje etanola	—	279,5	[96]
	A-Vazduh	Topljenje sa KHSO ₄ i K ₂ S ₂ O ₇	Prisustvo KHSO ₄ i K ₂ S ₂ O ₇	—	—	[97]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	—	—	357,9	[48]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	Dodavanje Na	—	357,9	[71]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	Dodavanje NH ₄ Cl i AlCl ₃	—	—	[49, 98]
Molibden	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	—	—	313,3	[99]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Dodavanje NH ₄ Cl	0,001	379,83	[100]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Dodavanje NH ₄ Cl i AlCl ₃	—	—	[37, 98]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Dodavanje Na ₂ SO ₄ i NH ₄ Cl	—	—	[64]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃ , HClO ₄	Dodavanje Al	—	—	[19]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa α-benzoinoksidom	—	313,3	[101]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	—	0,001	—	[21, 48, 102]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	Dodavanje Al	0,001	313,26	[103]
	A-N ₂ O	H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄ , HClO ₄	—	0,001	—	[38]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , (W<0,5%)	—	—	—	[104]
	A-N ₂ O	H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄ , HClO ₄ (W>0,5%)	—	—	—	[104]
	A-N ₂ O	H ₂ SO ₄	Ekstrakcija sa 8-hinolinol u MIBK	—	—	[105]
	A-N ₂ O	KHSO ₄ , K ₂ S ₂ O ₇	Prisustvo KHSO ₄ i K ₂ S ₂ O ₇	—	—	[97]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , HClO ₄	Ekstrakcija sa α-benzoinoksidom u CHCl ₃	0,001	313,3	[106]
Nikal	A-Vazduh	H ₃ PO ₄ , H ₂ SO ₄ , HNO ₃	—	0,005	232,01	[7]
	A-Vazduh	H ₃ PO ₄ , H ₂ SO ₄ , HClO ₄	—	—	—	[38]
	A-Vazduh	HClO ₄ , HNO ₃	—	—	—	[15]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	—	—	232	[21, 34, 35, 37, 48, 107]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Dodavanje NH ₄ Cl i AlCl ₃	—	—	[98]
	A-Vazduh	KHSO ₄ , K ₂ S ₂ O ₇	Prisustvo KHSO ₄ i K ₂ S ₂ O ₇	—	—	[97]
Niobijum	A-N ₂ O	HNO ₃ , HF	—	0,01	—	[108]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	—	—	405,9	[48]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , HF	—	—	—	[109]
	A-N ₂ O	H ₂ SO ₄ , (NH ₄) ₂ SO ₄	—	—	—	[110]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , HF	Dodavanje AlCl ₃ i KCl	—	334,37	[111]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa MIBK	0,001	405,9	[112]
Olovo	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	—	0,001	—	[21, 113]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	—	—	—	[114]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija Fe sa izoamilacetatom a Pb sa diizopropil eterom	0,001	—	[115]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa TOPO u MIBK	0,0005	283,3	[29, 30]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa tri-n-oktilaminom u ksilolu i MIBK	0,001	324,7	[31]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄	Ekstrakcija sa trioktilaminom u MIBK	0,0002	—	[32]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija Fe sa MIBK a Cr se odstranjuje prevođenjem u isparljivi oblik (CrO ₂ · Cl ₂)	—	—	[116]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Izdvajanje Pb jonskim izmjenjivačem	—	—	[44, 117]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa MIBK	0,001	—	[118]
Selen	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	—	0,005	196,0	[119]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	—	0,001	—	[26, 120]

Element	Smeša gasova za plamen	Rastvaranje	Separiranje/Matriks modifikacija	Granica detekcije, %	Talasna dužina, nm	Lit.
Silicijum	A-N ₂ O	H ₂ SO ₄	—	0,05	—	[121]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , HF, H ₂ O ₂	Dodavanje Na	—	—	[122]
	A-N ₂ O	H ₂ SO ₄ , HClO ₄ , H ₃ PO ₄	—	—	—	[38]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , HF	—	0,1	—	[123]
Skandijum	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa TOPO u MIBK	0,0005	391,2	[76]
Šrebro	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	—	0,0001	328,1	[124, 125]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃ , HF, HClO ₄	Dodavanje (NH ₄) ₂ HPO ₄	—	—	[94]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa TOPO u MIBK	0,00001	—	[30]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	Ekstrakcija sa tetra-n-hidroksilamonijum jodidom u MIBK	0,00005	—	[32]
Sumpor	—	HCl, HNO ₃	Indirektno određivanje. Prevođenje u sulfat, taloženje kao PbSO ₄ , određivanje viška Pb	—	—	[126]
Talijum	A-Vazduh	HCl, HNO ₃	—	0,001	214,27	[26, 127]
	A-Vazduh	H ₂ SO ₄ , HCl, HNO ₃	Taloženje sa SnCl ₂ i ekstrakcija sa dietilditiokarbamatom u amilacetatu	0,0005	214,3	[128]
	A-Vazduh	HCl, HF, H ₂ O ₂	Ekstrakcija sa TOPO u MIBK	0,0002	—	[30, 129]
	A-Vazduh	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄	Ekstrakcija sa tetra-n-hidroksilamonijum jodidom u MIBK	0,0004	—	[32]
Titan	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄	—	—	364,27	[130]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	—	—	364,3	[48]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , HF, H ₃ PO ₄	—	0,015	—	[131]
	A-N ₂ O	HNO ₃ , HF	Određivanje u etanolu	0,01	—	[132]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	Dodavanje NaCl	—	364,27	[133]
	A-N ₂ O	HNO ₃ , HClO ₄	—	—	—	[15]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , HClO ₄	Dodavanje Al	—	—	[19]
	A-N ₂ O	Topljenje sa Na ₂ CO ₃ i H ₃ BO ₃	Dodavanje Al	0,01	364,3	[134]
Vanadijum	A-N ₂ O	H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄ , HNO ₃	—	0,01	318,4	[135]
	A-N ₂ O	H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄ , HClO ₄	—	—	—	[38]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , HF	—	0,1	—	[136]
	A-N ₂ O	HClO ₄ , HNO ₃	—	0,01	—	[15]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	Odstranjivanje Fe jonskim izmenjivačima. Dodavanje Al	0,005	—	[137]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃	—	0,05	318,5	[21, 48]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , HClO ₄	Dodavanje Al	—	—	[19]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , H ₃ PO ₄	Dodavanje Al	—	318,4	[138]
	A-N ₂ O	Topljenje sa KHSO ₄ i K ₂ S ₂ O ₇	Prisustvo KHSO ₄ i K ₂ S ₂ O ₇	—	—	[97]
	A-O ₂ -Vazduh	—	Dodavanje TiCl ₃	0,01	—	[139]
Volfram	A-N ₂ O	H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄ , HClO ₄	—	—	—	[38]
	A-N ₂ O	HCl, HNO ₃ , HF	—	—	400,9	[48, 123, 136]
	A-N ₂ O	H ₂ SO ₄ , (NH ₄) ₂ SO ₄ , H ₂ O ₂	—	—	—	[140]

* A - acetilen

u vrlo niskim koncentracijama. Međutim, prikaz primene ovih tehnika biće predmet drugog pregleda. U ovom radu je dat pregled literaturnih podataka o primeni plamene AAS za analizu 34 elemenata u gvožđu i čeliku. Ovaj pregled je prikazan u tabeli 1. u kojoj su dati: gasne smeše za plamen, način rastvaranja uzoraka (odnosno, kiseline sa kojima se vrši rastvaranje), metode separiranja, modifikacije matriksa, talasna dužina i detekcione granice za svakog elementa.

ZAKLJUČAK

Iz ovog rada može se videti da postoji veliki broj publikacija o primeni plamene atomske apsorpcione spektrometrije za analizu gvožđa i čelika. Opšti trend korišćenja plamene AAS za analizu gvožđa i čelika je primenjivanje različitih metoda separiranja ispitivanih elemenata.

ta. Najviše se primenjuje ekstrakcija, a rede se koriste jonski imenjivači, pretaložavanje i druge. Odvajanje elemenata, a kasnije njihovo određivanje plamenom, AAS vrši se da bi se eliminisao uticaj matriksa, s jedne strane, a s druge da se izvrši njihovo koncentrisanje.

LITERATURA

1. J. A. F. Gidley, J. T. Jones, *Analyst*, 85 (1960) 249.
2. W. Siavin, *At. Absorpt. Newsl.*, 5 (July 1962) 21.
3. P. H. Scholes, *Analyst*, 93 (1968) 197.
4. I. P. Kharlamov, G. V. Eremina, *Zavod. Lab.*, 40 (1974) 385.
5. G. E. Peterson, J. D. Kerber, *At. Absorpt. Newsl.*, 15 (1976) 135.
6. K. Kinson, R. J. Hodges, C. B. Belcher, *Anal. Chim. Acta*, 29 (1963) 134.
7. K. Kinson, C. B. Belcher, *Anal. Chim. Acta*, 30 (1964) 64.
8. K. Kinson, C. B. Belcher, *Anal. Chim. Acta*, 31 (1964) 180.
9. C. B. Belcher, K. Kinson, *Anal. Chim. Acta*, 30 (1964) 483.
10. D. R. Thomerson, W. J. Price, *Analyst*, 96 (1971) 825.

11. W. J. Price, J. T. Roos, *Analyst*, **93** (1968) 709.
12. D. L. Wilson, *At. Absorpt. Newsl.*, **18** (1979) 13.
13. M. D. Amos, J. B. Willis, *Anal. Chim. Acta*, **22** (1966) 1325.
14. M. D. Manning, *At. Absorpt. Newsl.*, **3** (1964) 84.
15. R. W. Taylor, *Amer. Lab.*, **2** (November 1970) 33.
16. W. J. Price, P. A. Cooke, *Spectrovision*, **18** (1967) 2.
17. M. D. Amos, P. E. Thomas, *Anal. Chim. Acta*, **32** (1965) 139.
18. W. E. Clark, P. A. Cook, *BCIRA Rep. No.* 891 (1967).
19. T. Hayakawa, K. Isobe, *Niigata-ken Kogyo Gijutsu Senta Kekyu Hokokusho*, (1982) 59; *Chem. Abstr.* **100** (1984) 79014 x.
20. J. B. Headridge, A. Sowerbutts, *Analyst*, **98** (1973) 57.
21. T. S. Harrison, W. W. Foster, W. D. Cobb, *Met. Metal. Form.* **40** (1973) 361.
22. P. Konig, K. H. Schmitz, E. Thieman, *Z. Anal. Chem.*, **244** (1969) 232.
23. Y. Endo, Y. Nakahara, *Tetsu To Hagane*, **57** (1971) 2285.
24. V. N. Rodionova, *Zavod. Lab.*, **50** (1984) 25.
25. E. M. Donaldson, *Talanta*, **38** (1981) 461.
26. W. B. Barnett, J. D. Kerber, *At. Absorpt. News.*, **13** (1974) 56.
27. N. Zhou, W. Frech, E. Lundberg, *Anal. Chim. Acta*, **153** (1983) 23.
28. J. B. Headbridge, D. R. Smith, *Lab. Pract.*, **20** (1972) 312.
29. K. E. Burke, *Analyst*, **97** (1972) 19.
30. I. Janoušek, *Hutn. Listy*, **37** (1982) 737.
31. B. Ya. Spivakov, V. I. Lebedev, V. M. Shkinev, N. P. Krivenkova, T. S. Plotnikova, Yu. A. Zolotov, *Zh. Anal. Khim.*, **31** (1976) 757.
32. Y. Inokuma, J. Endo, *Bunseki Kagaku*, **35** (1986) 694; *Chem. Abstr.* **105** (1986) 182943 b.
33. O. Mains, T. C. Rains, *Anal. Chem.*, **41** (1969) 952.
34. S. Sprague, W. Slavin, *At. Absorpt. Newsl.*, (Aug. 1965) 72.
35. M. Beyer, *At. Absorpt. Newsl.*, **4** (1965) 212.
36. O. Yu. Begak, G. I. Nikolaev, K. A. Pokrovskaya, *Zh. Prikl. Khim. (Leningrad)*, **47** (1974) 1711.
37. W. R. Nall, D. Brumhead, R. Whitham, *Analyst*, **100** (1975) 555.
38. D. M. Knight, M. K. Pyzyna, *At. Absorpt. Newsl.*, **7** (1969) 129.
39. N. Ichinose, *Anal. Chem. Acta*, **70** (1974) 222.
40. H. Schinkel, *Z. Anal. Chem.*, **317** (1984) 10.
41. I. Janoušek, *Chem. Listy*, **71** (1977) 870.
42. J. B. Headridge, J. Richardson, *Analyst*, **95** (1970) 930.
43. G. Kisfaludi, M. Lenhof, *Anal. Chim. Acta*, **55** (1971) 442.
44. I. A. Shevchuk, N. P. Dovzenko, Z. N. Kravtsova, *Ukr. Khim. Zh.*, **47** (1981) 773.
45. H. Berndt, *Arch. Eisenhüttenwes.*, **54** (1983) 503.
46. D. C. Smith, J. R. Jonson, G. C. Soth, *Appl. Spectroscopy*, **24** (1970) 576.
47. M. Mikhailova, *Metalurgiya (Sofia)*, **39** (1984) 24.
48. I. P. Kharlamov, V. I. Lebedev, V. Yu. Pertsits, G. V. Eremina, *Zh. Anal. Khim.*, **41** (1986) 1004.
49. I. Janoušek, *Hutn. Listy*, **34** (1979) 284.
50. D. C. Manning, S. Slavin, *At. Absorpt. Newsl.*, **8** (1969) 132.
51. D. F. Kirkbright, M. Marshal, *Anal. Chem.*, **45** (1973) 1610.
52. T. Suzuki, H. Morinaka, A. Sasaki, *Tetsu To Hagane*, **61** (1975) 1063; *Chem. Abstr.*, **83** (1975) 37186 e.
53. I. Janoušek, *Chem. Anal. (Warsaw)*, **24** (1979) 59.
54. K. Bonerjee, *J. Inst. Chem. (India)*, **57** (1985) 135.
55. A. M. Baialardo, A. Gomez Coedo, *Rev. Met. (Madrid)*, **9** (1973) 35.
56. T. F. Rybina, M. S. Dymova, N. N. Alekseeva, *Zavod. Lab.*, **49** (1983) 40.
57. K. H. Sauer, M. Hitsche, *Arch. Eisenhüttenwes.*, **47** (1976) 153.
58. C. B. Belcher, *Anal. Chim. Acta*, **62** (1972) 87.
59. L. Fang, N. Ma, *Bingong Xuebao*, **2** (1986) 60; *Chem. Abstr.* **105** (1986) 183013 q.
60. L. Barnes, Jr., *Anal. Chem.*, **38** (1966) 1083.
61. R. Grimaldi, G. Pellegrino, M. G. Chiaroni, R. Randi, *Chim. Ing. (Milan)* **63** (1981) 801.
62. L. P. Pandey, A. Chose, P. Dasgupta, *Talanta*, **25** (1978) 482.
63. E. Juhai, K. Szivos, V. Izvekov, T. Kantor, E. Pungor, *Finn. Chem. Lett.*, **3** (1980) 65.
64. S. Yu, M. Zhou, G. ye, *Guangpuxue Yu Guangpu Fenxi*, **4** (1984) 56; *Chem. Abstr.*, **102** (1985) 89151 v.
65. Y. Liu, Z. Hu, Y. Li, *Guangpuxue Yu Guangpu Fenxi*, **5** (1985) 47; *Chem. Abstr.*, **104** (1986) 45101 r.
66. A. G. Fogg, S. Soleymanloo, D. T. Burns, *Talanta*, **22** (1975) 541.
67. E. M. Donaldson, *Talanta*, **27** (1980) 779.
68. D. A. Mohamed, *J. Iraqui Chem. Soc.*, **10** (1985) 119; *Chem. Abstr.*, **105** (1986) 90375 q.
69. M. Kubo, *Tayama Kogyo Koto Semnon Gakko Kiyō*, **18** (1984) 21; *Chem. Abstr.*, **101** (1984) 103231 j.
70. J. Husler, *At. Absorpt. Newsl.*, **10** (1971) 60.
71. F. J. Feldman, J. A. Blasi, S. B. Smith, Jr., *Anal. Chem.* **41** (1969) 1095.
72. W. D. Cobb, W. W. Foster, T. S. Harison, *Analyst*, **101** (1976) 255.
73. M. Kubo, *Toyama Kogyo Koto Senmon Gakko Kiyō*, **21** (1987) 21; *Chem. Abstr.*, **107** (1987) 118980 a.
74. J. A. Hurlbut, L. K. Gilbert, B. N. Buddington, F. F. Rees, *J. Chem. Educ.*, **51** (1974) 734.
75. G. V. Eremina, G. V. Belkova, E. V. Shipova, *Khim. Metody Anal. Prom. Mat., Mater. Semin.* **1982** (Pub. 1983) 36.
76. I. Janoušek, *Chem. Listy*, **78** (1984) 1320.
77. L. Wilson, *Anal. Chem. Acta*, **35** (1966) 120.
78. N. V. Trofimov, B. I. Petrov, N. N. Nehaev, A. I. Busev, *Zavod. Lab.*, **46** (1980) 15.
79. R. G. Michel, L. Ebdon, D. P. Hubbard, *Proc. Soc. Anal. Chem.*, **11** (1974) 264.
80. J. B. Headridge, A. Sowerbutts, *Analyst*, **97** (1972) 442.
81. E. M. Donaldson, *Talanta* **27** (1980) 499.
82. V. V. Mel'nik, O. I. Yurchenko, *Zavod. Lab.*, **51** (1985) 32.
83. V. N. Rodionova, *Zavod. Lab.*, **53** (1987) 43.
84. M. L. Taylor, C. Belcher, *Anal. Chim. Acta*, **45** (1969) 219.
85. N. N. Timoshenko, V. T. Solomatina, M. P. Zhukova, *Zavod. Lab.* **42** (1976) 386.
86. J. B. Headridge, J. Richardson, *Analyst*, **49** (1969) 968.
87. G. L. McPherson, J. W. Price, P. H. Scaife, *Nature*, **199** (1963) 371.
88. W. D. Cobb, W. W. Foster, T. S. West, *Anal. Chim. Acta*, **60** (1972) 430.
89. A. Butros, F. Sanchez-Rojas, C. Bosch-Ojeda, A. Garcia de Torres, J. M. Cano Pavon, *J. Anal. At. Spectrom.*, **2** (1987) 253.
90. H. D. Fleming, *Anal. Chim. Acta*, **59** (1972) 197.
91. M. E. Hofton, D. P. Hubbard, F. Vernon, *Anal. Chim. Acta* **55** (1971) 367.
92. M. Blawut, T. Novak, J. Siekierska, W. Lipinski, *Pr. Inst. Odlew.* **27** (1977) 179.
93. C. B. Belcher, H. M. Bray, *Anal. Chim. Acta*, **26** (1962) 332.
94. T. S. Rains, *ASTM Spec. Tech. Publ.* **747** (1981) 43.
95. A. H. Jones, W. D. France, *Anal. Chem.*, **44** (1972) 1884.
96. D. P. Hubbard, H. H. Monks, *Anal. Chim. Acta*, **47** (1969) 197.
97. D. Tsalev, M. Mikhailova, P. Petrov, *Dokl. Bolg. Akad. Nauk*, **33** (1981) 1501.
98. S. Gregorczyk, A. Wicislik, *Chem. Anal.*, **24** (1979) 529.
99. D. J. David, *Analyst*, **86** (1961) 730.
100. R. A. Mostyn, A. F. Cunningham, *Anal. Chem.*, **38** (1966) 123.
101. F. M. Donaldson, *Talanta*, **27** (1980) 79.
102. G. F. Kirkbright, A. M. Smith, T. S. West, *Analyst*, **91** (1966) 700.
103. T. V. Ramakrishna, P. W. West, J. W. Robinson, *Anal. Chim. Acta*, **44** (1969) 437.
104. D. R. Thomerson, W. J. Price, *Analyst*, **96** (1971) 321.
105. P. A. Kapauan, F. G. Zuleta, *Philipp. Nucl. J.*, **7** (1975) 253; *Chem. Abstr.*, **85** (1976) 136813 e.
106. J. R. Castillo, M. A. Belarra, J. Aznarez, *At. Spectrosc.* **3** (1982) 58.
107. T. F. Rybinina, M. S. Dymova, N. N. Alekseeva, *Zavod. Lab.*, **50** (1984) 23.
108. R. Schiller, *At. Absorpt. Newsl.*, **9** (1970) 111.
109. D. R. Thomerson, *Spectrovision*, **26** (1971) 13.
110. M. J. Martin, *Analyst*, **97** (1972) 394.
111. V. Živanović-Magdić, M. Preloščan, *Metalurgija*, **25** (1986) 117.
112. S. A. Abbasi, *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, **33** (1988) 43.
113. W. T. Elwell, J. A. F. Gidley, *Anal. Chim. Acta*, **24** (1961) 71.

114. F. Luo, Y. Ding, Fenxi Huaxue, 15 (1987) 285; Chem. Abstr., 107 (1987) 126149.
115. R. M. Dagnall, T. S. West, P. Young, Anal. Chem., 38 (1966) 358.
116. M. Damiani, M. G. Tamba, M. Catano, Talanta, 21 (1974) 601.
117. N. G. Sellers, Anal. Chem., 44 (1972) 410.
118. M. E. Hofton, B. P. Hubbard, Anal. Chim. Acta, 52 (1970) 425.
119. E. A. Peterson, At. Absorpt. Newsl., 9 (1970) 129.
120. I. Janoušek, J. Anal. At. Spectrom., 1 (1986) 309.
121. J. J. McAuliffe, At. Absorpt. Newsl., 6 (1967) 69.
122. W. J. Price, J. T. H. Roos, Analyst, 93 (1968) 709.
123. R. C. Rooney, C. G. Pratt, 97 (1972) 400.
124. W. Slavin, Atomic Absorption Spectroscopy, Interscience Publishers, New York/London/Sydney, 1968, pp. 220-221.
125. M. E. Hofton, Br. Steel Corp, Open (Rep.), 1974, GS(TECH) 558/1 (74)C.
126. T. Stafilov, V. Nikolovska, Sovetuvanje »Sulfurot kako analitički i tehnološki problem vo crnata metalurgija«, Mavrovo, 1986, Zbornik na trudovi, 300-309.
127. K. H. Sauer, S. Eckhard, Microchim. Acta, Suppl., 9 (1981) 87.
128. M. V. Marčec, K. Kinson, C. B. Belcher, Anal. Chim. Acta, 41 (1968) 447.
129. M. Bedrossian, Anal. Chem., 50 (1978) 1898.
130. J. A. Bowman, J. B. Willis, Anal. Chem., 39 (1967) 1210.
131. I. Janoušek, Chem. Listy, 82 (1988) 549.
132. J. B. Headbridge, D. P. Hubbard, Anal. Chim. Acta, 37 (1967) 151.
133. R. A. Mostyn, A. F. Cunningham, At. Absorpt. Newsl., 6 (1967) 86.
134. W. D. Cobb, W. W. Foster, T. S. Harrison, Anal. Chim. Acta, 78 (1975) 293.
135. L. Capacho-Delgado, D. Manning, At. Absorpt. Newsl., 5 (1966) 1.
136. J. Hausler, At. Absorpt. Newsl., 10 (1971) 60.
137. J. B. Headridge, A. Sowerbutts, Lab. Pract., 23 (1974) 99.
138. N. V. Polikarpova, E. Yu. Panteleeva, Zavod. Lab. 49 (1983) 37.
139. J. Lin, Fenxi Huaxue, 14 (1986) 119; Chem. Abstr., 104 (1986) 236496.
140. A. M. Saitykova, N. K. Davidovich, Sh. G. Melamed, Zh. Anal. Knim., 27 (1972) 1216.

O B A V I J E S T

U ime evropskog komiteta za ispitivanje materijala bez razaranja (ECNDT), Jugoslavenski savez društava za kontrolu bez razaranja (YU SDKBR) organizuje u Sarajevu od 22-27. septembra 1991. godine V. EVROPSKU KONFERENCIJU ZA ISPITIVANJE BEZ RAZARANJA (ECONDT).

Zainteresirani se mogu obratiti na adresu:

SEKRETARIJAT KONFERENCIJE I IZLOŽBE

V. ENDT SARAJEVO '91
c/o ZOITURS
JNA 32
71000 SARAJEVO

Telefon: 071/219-777, 31-139,
219-780
Telex: 41559
Fax: 071/216-372