

## SLEDOVANIE NIEKTORÝCH FYZIKÁLNYCH VLASTNOSTÍ UHLÍKOVÝCH ELEKTROD PRE SPEKTRÁLNU ANALÝZU

EDUARD PLŠKO

Ústav anorganickej chémie Slovenskej akadémie vied v Bratislave

Za účelom získania emisného spektra atómov tvoriacich základ sledovanej látky je potrebné previesť atómy jej zložiek do vzbudeného stavu. Vzbudenie atómov predpokladá, že sa im dodá zodpovedajúce množstvo energie potrebnej na prechod ich elektrónov na vyššie energetické hladiny, pri spätnom prechode, z ktorých vyžarujú požadované charakteristické spektrum.

Dodanie energie potrebnej na prevedenie atómov do vzbudeného stavu sa môže diať rozličnými spôsobmi. Najbežnejším spôsobom sú zrážky atómov s rýchlo sa pohybujúcimi časticami, ako sú elektróny, ióny a pod., ktorých kinetická energia môže spôsobiť vzbudenie. Najúčinnšie možno zrážky atómov s elektrónmi dosiahnuť v oblúkovom alebo iskrovom elektrickom výboji.

V prípade analýzy nevodivých látok je potrebné použiť na vovedenie pár sledovanej látky do priestoru výboja pomocné elektródy.

Spomedzi všetkých prvkov uhlík najlepšie spĺňa požiadavky kladené na materiál použiteľný na výrobu pomocných elektród pre spektrálnu analýzu.

Je preto úplne v zhode s očakávaním, že okrem nepatrných výnimiek (Cu, Ag a pod.) sa v emisnej spektroskopii nevodivých materiálov používajú výlučne uhlíkové pomocné elektródy.

Uhlíkové elektródy pre spektrálnu analýzu sa vyrábajú vo veľmi širokej stupnici kvalít, dosť značne sa líšiacich svojimi fyzikálnymi vlastnosťami, čo má základný vplyv na parametre horenia elektrického výboja a v dôsledku toho aj na výsledky spektrálnej analýzy. Podľa štruktúry materiálu možno ich v podstate rozdeliť na dve veľké skupiny, a to na elektródy grafitové a elektródy zo pseudoamorfného uhlíka, nazývané jednoducho uhlíkovými. Jestvuje však i celý rad prechodov. Z hľadiska štruktúry sa líšia hrúbkou zrníek, spôsobom ich stmelenia, pórovitosťou, s ktorou súvisí aj ich zdanlivá špecifická váha, tvrdosť, krehkosť a pod. S nimi úzko súvisia ich elektrické vlastnosti, ako aj tepelná vodivosť, čo má z hľadiska použiteľnosti nemalú úlohu. V niektorých prípadoch sa pre spektroskopiu požadujú elektródy o určitých vopred daných vlastnostiach, charakterizovaných najmä ich elektrickou a tepelnou vodivosťou, niekedy ešte špecifickou váhou a pórovitosťou.

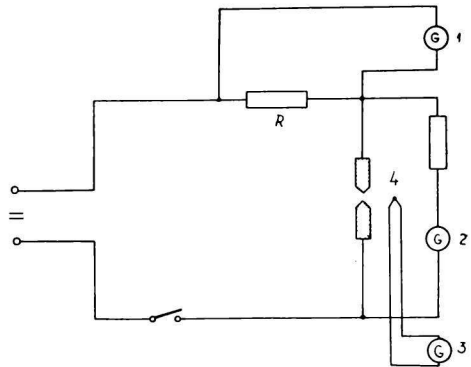
Praktická skúsenosť ukazuje, že uvedené čiste fyzikálne vlastnosti spektrálnych elektród nie sú častokrát dostatočné na to, aby dokonale charakterizovali ich použiteľnosť z hľadiska emisnej spektroskopie, kde prvoradou je reprodukovateľnosť podmienok elektrického výboja. Z toho dôvodu sme podrobili

analýze vlastností rozličných druhov spektrálnych elektród z hľadiska reprodukovateľnosti parametrov elektrického oblúka jednosmerného prúdu, ktorý patrí k základným zdrojom používaným v spektroskopii. Výsledky vypracovanej metódy hodnotenia elektrických vlastností jednotlivých elektród za podmienok blízkyh ich praktickému upotrebeniu umožňujú rozhodnúť o reprodukovateľnosti výsledkov za použitia elektród rozličných typov.

Sledovanie sme vykonali pri voľnom horení oblúka jednosmerného prúdu, takže bolo možné charakterizovať elektrické parametre v závislosti od vzdialenosti elektród [1]. Pri sledovaní tohto druhu sa pracuje s konštantným predradeným odporom a počas horenia sa mení vzdialenosť elektród. Získané výsledky umožňujú charakterizovať viaceré parametre použitého materiálu elektród, v dôsledku čoho sa metóda oblúka o rôznej vzdialenosti elektród použila na sledovanie vlastností spektrálnych elektród (vyrábaných n. p. Kablo, Bratislava, závod Elektrokarbon, Topoľčany) a na ich porovnanie s niektorými elektródami inej proveniencie.

### Experimentálna časť

Za účelom kontinuálneho sledovania závislosti napätia oblúka, jeho intenzity, integrálne vyžarovanej energie od vzdialenosti elektród, ako aj rýchlosti ohrievania elektród sa použilo zapojenie na obr. 1. Ako meracie prístroje (1, 2, 3) slúžili zrkadlové galvanometre

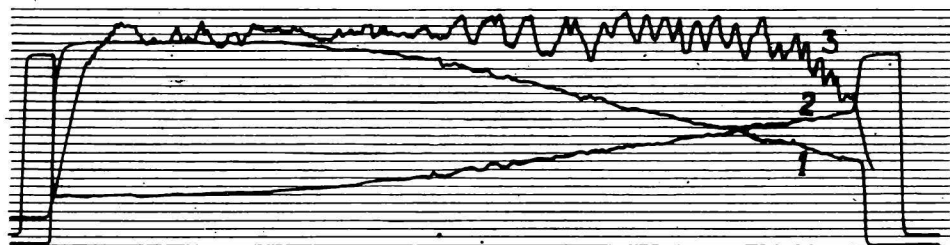


Obr. 1. Schéma experimentálneho zariadenia.

typu GNT-3 o citlivosti  $4,7 \cdot 10^{-8}$  A/mm/m, opatrené predradeným odporom a bočníkmi za účelom úpravy veľkosti ich výchylky. Svetelné stopy od galvanometrov sa registrovali fotograficky v závislosti od času pomocou elektrooptického kymografu (n. p. Keramos). Ako vyplýva z obr. 1, galvanometer 1 registruje prúd a galvanometer 2 napätie oblúka. Galvanometer 3 je pripojený na Haseho vákuový termočlánok 4 fy Zeiss, uložený v blízkosti oblúka, takže tento galvanometer registruje intenzitu integrálneho žiarenia emitovaného oblúkom i rozžeravenými elektródami.

Oblúk sa zapálil pri vzdialenosti elektród 1 mm. Postupné ohorovanie elektród a tým zväčšovanie ich vzdialenosti sa sledovalo tak, že sa vytvoril na tienidle s milimetrovou stupnicou zväčšený obraz oblúka a každých 30 sekúnd horenia sa zaznamenávala vzdialenosť medzi elektródami.

Pomocou časového kymografického záznamu a časového záznamu vzdialenosti medzi elektródami je možné zostrojiť grafickú závislosť napätia, prúdu, integrálneho žiarenia a doby ohorievania od vzdialenosti medzi elektródami. Ukážka takéhoto kymografického záznamu je na obr. 2. Krivka 2 na obr. 2 reprezentuje časový priebeh napätia. Po zapo-



Obr. 2. Kymografický záznam prúdu (1), napätia (2) a integrálneho žiarenia (3).

jení vypínača sa dostane na elektródy napätie zhodné s napätím zdroja prúdu. Zatiaľ však okruhom neprebíha prúd. Oblúk začne prebiehať po spojení a opätovnom oddialení elektród. Na zázname na obr. 2 sa to prejavilo poklesom napätia a vzrastom prúdu (krivka 1). V okamihu zapálenia oblúka začína stúpať aj intenzita integrálneho žiarenia emitovaného oblúkom a elektródami (krivka 3).

Ociachovaním výchyliek galvanometrov registrujúcich napätie a prúd je možné zo získaných záznamov vyhodnotiť potrebné údaje a vyniesť ich graficky na spôsob uvedený na obr. 3 ako závislosť vzdialenosti medzi elektródami ( $V$  = napätie vo voltoch,  $A$  = intenzita v ampéroch,  $t$  = čas horenia v minútach,  $E$  = integrálna vyžiarená energia v relatívnych jednotkách).

Obr. 3 predstavuje grafické znázornenie parametrov získaných pri horení oblúka medzi grafitovými elektródami SU, vyrobenými n. p. Kablo, Bratislava, závod Elektrokarbon, Topoľčany (v ďalšom len Kablo). Ako zdroj jednosmerného prúdu slúžil selénový usmerňovač trojfázového prúdu v dvojcestnom zapojení, čo umožnilo získať značne vyhladený jednosmerný prúd, len nepatrne pulzujúci frekvenciou 300 Hz.

Obdobným spôsobom sa snažili a graficky znázornili parametre ďalších výrobkov Kablo, označených 3131/5; 3134/5; EG 8101; EG 8565; EK 25/H/6; EK 25/Š/4; EK/K/10; EK 23-K-100; ďalej poľské spektrálne uhlíkové elektródy a západonemecké elektródy firmy Ringsdorf-Werke GMBH typov RW I; RW III a RW II. Všetky elektródy mali rovnaký priemer, čo je dôležité z hľadiska porovnateľnosti ich vlastností. Počas horenia oblúka sa sledovala jeho stabilita tak, že sa do cesty ním emitovaného žiarenia vložila plynom plnená fotónka (typu Pressler) a vzniknutý fotoprúd sa registroval za použitia kamery typu KP-1 s bežiacim filmom (výrobok n. p. Meopta, Bratislava) z obrazovky oscilografu, aby bolo možné prakticky bez zotrvačnosti zachytiť všetky zmeny v horení oblúka.

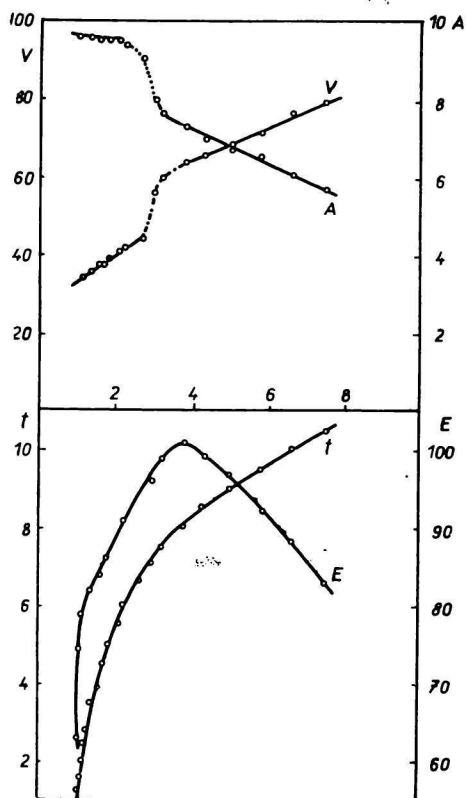
Za účelom ďalšieho poznania vlastností sledovaných elektród sa meral ich elektrický odpor a práškovou metódou podľa Debye a Scherrera sa röntgenograficky sledovala ich štruktúra. Snímkovalo sa na röntgenovom prístroji Mikrometa-Chirana s komôrkou o priemere 57,4 mm za použitia žiarenia z lampy s medenou antikatódou.

## Diskusia

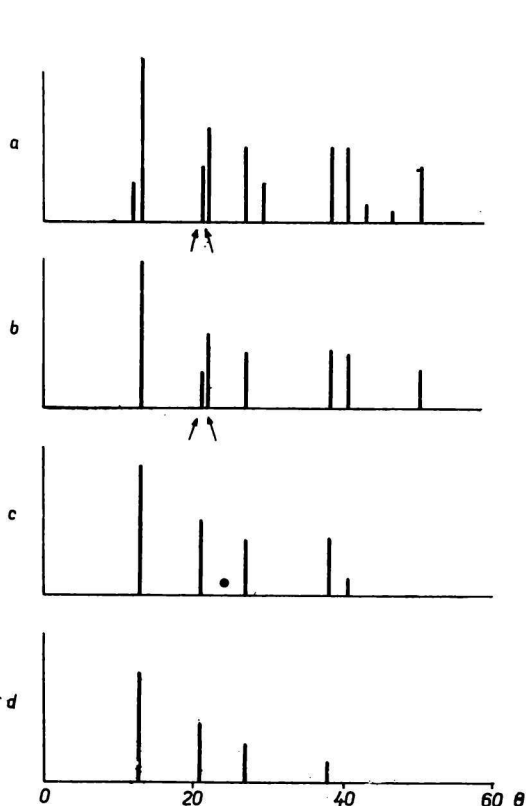
V súhlase s literatúrou [2] možno najpoužívanejšie spektrálne elektródy rozdeliť podľa štruktúry do viacerých skupín podľa veľkosti deformácie ich grafitickej štruktúry, prejavujúcej sa poruchami v bazálnych vzdialenostiach.

Pomocou získaných röntgenogramov je možné zaradiť sledované spektrálne uhliky na základe rozširovania a rozmývania difrakčných čiar, ako aj miznutia niektorých menej intenzívnych čiar v poradí od kryštalicke dobre vyvinutých štruktúrne najmenej porušených stavebných častíc cez stúpajúce poruchy až po grafitický materiál kryštalicke veľmi slabo vyvinutý, vyznačujúci sa silnými poruchami v bazálnych vzdialenostiach, takto: RW III, RW I, poľské, SU, Ek 25/Š/4, EG 8108, EK 25/H/6, RW II, EK 23-K-100, 3134/5, 3131/5, EG 8565.

Pre ilustráciu uvádzame, že kým na debye-grame materiálu elektród RW III možno zistiť 11 dostatočne ostrých difrakčných čiar, na röntgenograme elektród SU Kablo je možné zistiť len 7 čiar; elektródy RW II poskytujú iba 5 difúzných čiar, zatiaľ čo elektródy EG 8565 už len 4 rozmyté difrakčné čiary (obr. 4). Podľa získaných röntgenogramov možno sledované elektródy markantne rozdeliť do dvoch skupín: v jednej skupine zahrňujúcej prvých 7 vzoriek podľa uvedeného poradia je rozlíšený dublet, označený šípkami na obr. 4.



Obr. 3. Grafické znázornenie parametrov horenia oblúka v závislosti od vzdialenosti elektród (udanej na osi úsečiek v mm).



Obr. 4. Schematické znázornenie debye-gramov.  
a) RW III, b) SÚ, c) RW II, d) EG 8565.

Ostatné vzorky poskytujú röntgenogramy, kde je uvedený dublet nerozlíšiteľný a nahradený difúznou čiarou, čo poukazuje na hlbšie poruchy grafitickej štruktúry týchto vzoriek.

Na základe grafického vyhodnotenia kymogramov sňatých pri horení oblúka medzi jednotlivými sledovanými elektródami je možné zaviesť niekoľko vybraných parametrov, najlepšie charakterizujúcich chovanie toho-ktorého materiálu počas horenia oblúka.

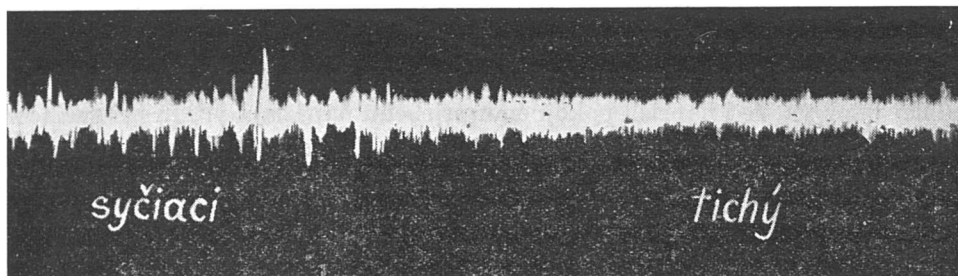
Ako základné parametre sa pre jednotlivé elektródy zistili nasledujúce údaje, ktoré sa týkajú použitých experimentálnych podmienok a majú význam pre porovnanie vlastností:

1. maximálny odpor oblúka ( $\Omega$ ), pri ktorom oblúk zhasol,
2. na akej vzdialenosti elektród v mm oblúk zhasol,
3. napätie pri zhasnutí oblúka ( $V$ ),
4. prúd pri zhasnutí oblúka ( $A$ ),
5. odpor oblúka  $\Omega/1$  mm pri jeho zhasnutí,
6. výkon oblúka pri jeho zhasnutí ( $W$ ),
7. doba, za ktorú oblúk horel,
8. napätie oblúka pri vzdialenosti elektród 7 mm,
9. prúd oblúka pri vzdialenosti elektród 7 mm,
10. odpor oblúka pripadajúci na 1 mm jeho dĺžky pri vzdialenosti elektród 7 mm,
11. doba, za ktorú oblúk uhorel na vzdialenosť elektród 7 mm,
12. vzdialenosť elektród, pri ktorej syčiaci oblúk prechádza na tichý,
13. napätie, pri ktorom syčiaci oblúk prechádza na tichý,
14. intenzita pri prechode syčiaceho oblúka na tichý,
15. výkon vo  $W$ , pri ktorom syčiaci oblúk prechádza na tichý,
16. potenciálový spád vo  $V/mm$  oblúka pri jeho prechode zo syčiaceho na tichý,
17. doba horenia oblúka, za ktorú dochádza k prechodu syčiaceho oblúka na tichý,
18. doba, za ktorú sa dosiahne maximálna integrálna vyžarovaná energia,
19. za akú dobu po prechode syčiaceho oblúka na tichý sa dosiahne maximálna integrálna vyžarovaná energia.

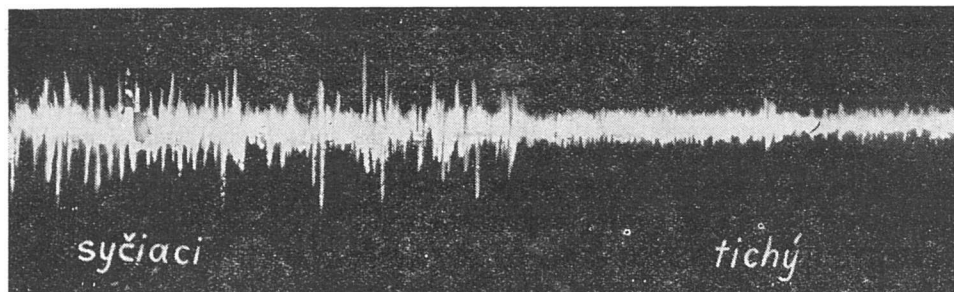
Z ďalších základných fyzikálnych vlastností sledovaných elektród sa uvažoval:

20. špecifický elektrický odpor,
21. štruktúra elektród.

Uvedením jednotlivých spomenutých veličín do závislosti s inými veličinami možno urobiť niekoľko záverov týkajúcich sa vlastností elektród použiteľných pre spektrálne účely.



a



b

Obr. 5. Oscilografický záznam horenia oblúka.

a) medzi grafitovými elektródami SU, b) medzi uhlíkovými elektródami RW II.

Najčastejšie udávanou fyzikálnou vlastnosťou elektród je ich elektrický odpor.

Analýzou získaných výsledkov sa zistilo, že so stúpajúcim odporom elektród stúpa maximálny odpor oblúka (pri jeho zhasnutí), podobne aj odpor oblúka pripadajúci pri jeho zhasnutí na 1 mm dĺžky. S elektrickým odporom elektród súvisia i podmienky prechodu syčiaceho oblúka na tichý. Čím väčší je elektrický odpor elektród, tým pri väčšej vzdialenosti medzi elektródami nastáva uvedený prechod. Podobne napätie a výkon oblúka pri jeho prechode zo syčiaceho na tichý stúpa s odporom elektród.

Na základe voltampérnych charakteristík vynesných na spôsob obr. 3 sa takisto zistilo, že prechod od syčiaceho k tichému elektrickému oblúku je pri elektródach s vyšším elektrickým odporom pozvoľnejší a menej výrazný než v prípade elektród o malom odpore, ako o tom svedčia i oscilografické záznamy. Na obr. 5 je ako ukážka uvedená časť vyhotovených oscilogramov, na ktorej je zachytený prechod syčiaceho oblúka na tichý. V prípade *a* ide o grafitové elektródy SU Kablo o nízkom elektrickom odpore, kým v prípade *b* o uhlíkové elektródy RW II. Porovnaním oboch obrázkov vyplýva, že v prípade grafitových elektród je rozdiel medzi syčiacim a tichým oblúkom

oveľa výraznejší než v prípade elektród o vyššom elektrickom odpore, keď je horenie syčiaceho oblúka značne pokojnejšie.

Z kymografických záznamov napätia prúdu a integrálneho žiarenia (obr. 2) ďalej vyplýva, že i napriek pokojnému priebehu napätia a prúdu pri syčiacom oblúku ním emitované integrálne žiarenie prudko a rýchlo kolíše (porovnaj s oscilogramami), čo je zapríčinené ustavičným preskakovaním oblúka medzi rozličnými miestami elektród. Naproti tomu v prípade tichého oblúka sa integrálne žiarenie vo svojich absolútnych hodnotách síce mení viacej, ale jeho zmeny sú oveľa pomalšie a plynulé, čo je zapríčinené spojitým putovaním plamienka vókol zakončenia elektródy. Avšak horenie tichého oblúka je popritom značne pokojnejšie, ako to najlepšie vidieť na oscilogramoch (obr. 5). Putovaniu plamienka oblúka sa dá odpomôcť najmä použitím elektród o nižšej tepelnej vodivosti, t. j. o vyššom elektrickom odpore [2], ako aj ich vhodnou tvarovou úpravou.

Z vyhodnotenia kymografických záznamov na spôsob obr. 3 ďalej vyplýva, že pri tichom elektrickom oblúku dochádza k oveľa intenzívnejšiemu opaľovaniu elektród než v prípade syčiaceho oblúka.

Elektrický odpor elektród súvisí predovšetkým s ich štruktúrou. Napríklad poradie uvedené v súvislosti s poruchami a veľkosťou grafitických kryštálov, z ktorých sú zložené jednotlivé elektródy, udáva prakticky aj ich poradie čo do stúpajúceho elektrického odporu. Čím sú teda kryštálky grafitu, z ktorého sú elektródy vyhotovené, lepšie vyvinuté, s menšími poruchami, tým bude elektrický odpor elektródy menší a jej tepelná vodivosť väčšia.

Vyhodnotenie elektrických parametrov horenia elektrického oblúka umožnilo získať niektoré základné požiadavky na spektrálne elektródy.

Napríklad správne grafitové spektrálne elektródy sa na rozdiel od tzv. uhlíkových majú pri horení oblúka vyznačovať týmito vlastnosťami:

- a) zhášajú pri väčších vzdialenostiach elektród,
- b) vyznačujú sa nižšou hodnotou odporu pripadajúceho na jednotku vzdialenosti medzi elektródami v okamihu zhasnutia,
- c) zhášajú pri vyššom výkone,
- d) uhorievajú pomalšie a oblúk na nich horí dlhšiu dobu,
- e) pri rovnakej vzdialenosti medzi elektródami horia pri nižšom napätí a vyššom prúde, z čoho medzi nimi vyplýva nižší odpor oblúka,
- f) prechádzajú zo syčiaceho oblúka na tichý pri nižšom napätí a vyššom prúde, pričom však dosahujú vyšší výkon,
- g) po prechode syčiaceho oblúka na tichý nastáva pri nich neskôr maximálne integrálne vyžarovanie energie.

Vysvetlenie príčin ovplyvnenia niektorých zo zavedených hodnotiacich parametrov spektrálnych elektród zmenou ich fyzikálnych vlastností zatiaľ nie je jednoznačne možné. Za účelom charakterizovania rozličných druhov

sledovaných elektród z hľadiska horenia oblúka sme porovnali ich experimentálne zistené parametre 1 až 19 s príslušnými hodnotami elektród typu RW I a RW II, ktoré sme vybrali ako charakteristických predstaviteľov grafitových a tzv. uhlíkových elektród.

Výsledky tohto porovnania sú uvedené v tab. 1 a 2. Krížikom je označený vždy prípad, keď hodnota parametra sledovanej elektródy je blízka príslušnej hodnote porovnávacjej elektródy.

Tabuľka 1  
Porovnávacja elektróda RW I

Parameter Elektróda	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
SU					+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		+			11	
3135/5																				0	
3134/5	+		+																	2	
EG 8101	+																			1	
EG 8565			+													+		+	+	4	
EK 25/H/6	+	+		+		+		+								+	+			7	
EK 25/Š/4	+		+										+	+					+	+	6
EK/K/10												+							+	+	3
EK 23-K-100	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+						+	+	+	14
poľské				+	+			+		+		+	+	+							7
RW III	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	19
RW II	+							+		+						+					4

Z tab. 1 vyplýva, že okrem elektród RW III sa z výrobkov n. p. Kablo čo do elektrických vlastností horenia oblúka najviac podobajú elektródam typu RW I elektródy EK 23-K-100 a elektródy SU a typu RW II elektródy EG 8101, EG 8565, EK 25/H/6, ako aj elektródy poľskej výroby.

Naproti tomu vyhodnotenie podrobností uvedených parametrov poukazuje na to, že vlastnosti horenia oblúka medzi elektródami niektorých typov sa podobajú viac jednému, resp. druhému typu alebo ani jednému.

Na základe uvedených údajov komplexného vyhodnotenia fyzikálnych vlastností spektrálnych elektród, ako aj elektrických vlastností charakterizujúcich horenie oblúka medzi nimi možno rozhodnúť pri nahradení elektród jednej proveniencie inými, resp. posudzovať stabilitu vlastností výrobkov.

Ako sme uviedli, dosiaľ nie sú známe všetky súvislosti medzi jednotlivými fyzikálnymi vlastnosťami elektród, ovplyvňujúcimi ich použiteľnosť pre spektrálnu analýzu, v dôsledku čoho ešte nie je dobre možné vyrábať elek-



Tabuľka 2  
Porovnávacia elektróda RW II

Parameter Elektróda	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
SU					+				+	+			+					+		5
3131/5	+		+	+		+			+			+			+			+	+	9
3134/5		+			+	+						+		+	+					6
EG 8101	+	+	+	+	+	+	+				+	+		+	+		+	+	+	14
EG 8565		+	+		+	+	+				+	+	+	+	+	+	+			12
EK 25/4/6				+			+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	12
EK 25/Š/4			+	+			+				+									4
EK/K/10																				0
EK 23-K-100	+		+		+			+	+	+			+	+						8
poľské		+			+		+	+	+	+	+		+	+			+	+	+	12
RW I	+							+		+						+				4
RW III	+							+		+						+				4

tródy s vopred požadovanými všetkými rozhodujúcimi vlastnosťami. Preto je prvoradou požiadavkou spektroskopistov na výrobcu spektrálnych elektród, aby kvalita elektród bola ustavične rovnaká a prakticky nemenná, čo jedine zaručuje plynulú prácu s elektródami z rozličných dodávok, ako časove za sebou prichádzajú.

K zabezpečeniu kontroly stabilnosti vlastností dodávaných spektrálnych elektród môže pri striktnom dodržiavaní kvality surovín a technologického postupu prispieť aj komplexná kontrola vlastností výrobkov, ktorej základy, vyjmúc stanovenie čistoty výrobkov, som sa snažil podať v tejto práci. Experimentálny materiál, získaný dlhodobou sústavnou komplexnou kontrolou výrobkov spektrálnych elektród, môže slúžiť ako vodidlo pre ďalšie štúdium vzťahov medzi štruktúrou a vlastnosťami látok, ktoré tvorí základ pre ideálnu výrobu látok s vopred presne definovanými vlastnosťami.

*Ďakujem inž. J. Petrovičovi za vyhotovenie röntgenogramov.*

### Súhrn

Experimentálne sa sledovali elektrické parametre horenia oblúka medzi elektródami výroby n. p. Kablo, Bratislava, závod Elektrokarbon, Topoľčany a porovnali sa s niektorými zahraničnými výrobkami. Získané výsledky sa posudzujú v súvisi s elektrickou vodivosťou a röntgenograficky zistenou štruktúrou. Tieto výsledky umožňujú kontrolu stabilnosti výroby elektród, čo je jednou zo základných požiadaviek zo strany spotrebiteľov.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
УГОЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

ЭДУАРД ПЛШКО

Институт неорганической химии Словацкой академии наук в Братиславе

## Выводы

Были исследованы электрические параметры горения дуги на угольных электродах ответственного производства (Кабло, Топольчаны) и на некоторых электродах зарубежного производства. Полученные результаты обсуждаются в связи с электропроводностью и рентгенографическим способом определенной структурой. Результаты исследования предоставляют возможность контроля постоянства качества угольных электродов для спектрального анализа.

Поступило в редакцию 14. 10. 1960 г.

UNTERSUCHUNG EINIGER PHYSIKALISCHEN  
EIGENSCHAFTEN VON SPEKTRALKOHLEELEKTRODEN

EDUARD PLŠKO

Institut für anorganische Chemie an der Slowakischen Akademie der Wissenschaften  
in Bratislava

## Zusammenfassung

Es wurden elektrische Bedingungen der Bogenentladung zwischen Kohleelektroden inländischer Herkunft (Kablo, Topolčany) untersucht und mit einigen ausländischen Erzeugnissen verglichen. Die ermittelten Ergebnisse werden in Zusammenhang mit der elektrischen Leitfähigkeit und der röntgenographisch bestimmten Feinstruktur diskutiert. Die Ergebnisse ermöglichen eine Kontrolle der Qualitätsstabilität von Spektralkohleelektroden.

In die Redaktion eingelangt den 14. 10. 1960

## LITERATÚRA

1. Ahrens L. H., *Spectrochemical Analysis*, Cambridge 1954, 33. — 2. Rüssmann H. H., *Dizertácia*, Mnichov 1957.

Do redakcie došlo 14. 10. 1960

*Adresa autora:*

Inž. Eduard Plško, C. Sc., Bratislava, Kollárovo nám. 2, Chemický pavilón SVŠT.