

Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum  
Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica

---

Cyril Dočkal  
Automatické elektromagnetické váhy

*Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica*, Vol.  
4 (1963), No. 1, 135--138

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/119797>

**Terms of use:**

© Palacký University Olomouc, Faculty of Science, 1963

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

*Katedra anorganické chemie a metalogy chemie přírodovědecké fakulty  
Vedoucí katedry: Prof. RNDr. Mečislav Kuraš*

## AUTOMATICKÉ ELEKTROMAGNETICKÉ VÁHY

CYRIL DOČKAL

(Předloženo dne 1. října 1962)

Při studiu koroze kovů, kinetiky oxydace, tepelného rozkladu látek je nutně sledovat změnu váhy zkoumaného vzorku v závislosti na čase případně na teplotě. Při tomto sledování se používá zpravidla vah s možností plynulého odečítání změn váhy, případně i automatické registrace těchto změn.

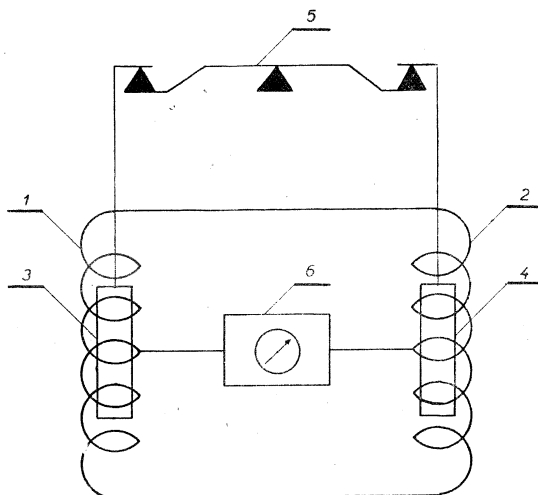
V literatuře bylo popsáno mnoho různých typů automatických registrujících analytických vah. Rozsáhlou rešerší zpracovali S. Gordon a C. Campbell [1]. Podle principu činnosti je možné dosud známé typy rozdělit na registrující váhy výchylkového typu a registrující váhy s automatickou kompensací výchylky do nulového bodu.

U automatických registrujících vah výchylkového typu je výchylka z nulové polohy indikována opticky, tj. odrazem světelného paprsku zrcátkem spřaženým s vahadlem vah [2], nebo elektricky, např. pomocí diferenciálního transformátoru [3] nebo odporového tensometru [4]. Byly také popsány registrující váhy, využívající v měřicím ústrojí radioaktivní isotopy, při čemž jako čidlo indikující velikost výchylky slouží detektor ionisujícího záření [5]. Měřicí rozsah je u jednodušších provedení tohoto typu vah velmi malý, např. 10 mg [3] a možno jej zvětšit využitím hydrostatického principu [6] nebo pomocí elektromechanického zařízení na automatické přidávání závaží při dosažení mezní výchylky [7] a pod.

Popsané nevýhody jsou zčásti odstraněny u vah s kompensací výchylky do nulového bodu. Váhy tohoto typu v podstatě sestávají z vlastního měřicího ústrojí vah, nulového indikátoru a kompensčního ústrojí. U dosud popsaných vah tyto části tvoří samostatné jednotky vzájemně vhodně spřažené. Např. k indikaci výchylky vah z rovnovážné polohy se nejčastěji používá fotočlánků se zaočněním nebo osvětlením úměrným výchylce [8], diferenciálních transformátorů [9] a pod. V těchto obvodech vzniká signál poskytující informaci o velikosti a směru výchylky vah z nulové polohy, který po zesílení elektricky ovládá kompensční ústrojí, působící

zpětně na vlastní měřicí ústrojí vah. K indikaci, případě registraci váhových změn slouží pak elektrická veličina úměrná síle nutné ke kompensaci vah do nulové polohy. Kompensační ústrojí je zpravidla založeno na využití silových účinků elektrického proudu v elektromagnetickém [10] nebo magnetoelektrickém [11] měřicím přístroji, který je vhodně spřažen s vlastním ústrojím vah.

Jistou nevýhodou dosud popsaných typů vah je buď velmi úzký rozsah, v němž



Obr. 1. Principiální schéma zapojení elektrické části automatických vah.

- 1, 2 — cívky s vyvedeným středem vinutí,
- 3, 4 — ferromagnetická jádra,
- 5 — vahadlo vah,
- 6 — galvanoměr s fázově citlivým usměrňovačem.

možno vážiti nebo složitost konstrukce. Cílem této práce bylo vypracovat návrh analytických vah na kterých by bylo možné při jednoduchosti konstrukce plynule sledovat váhové změny v nastavitelném rozsahu od 10—100 mg, případě i více, s možností automatické registrace. Jako vhodný typ byly zvoleny váhy s automatickou kompensací do nulového bodu. Od dosud popsaných řešení se liší zejména v tom, že funkce nulového indikátoru a kompensálního ústrojí jsou sdruženy v jednom

prvku, takže odpadá jejich vzájemné spřažení přes elektronický člen. Tím bylo dosaženo maximální jednoduchosti a tudíž i spolehlivosti v provozu. Principiální schéma je na obr. 1. Elektrická část měřicího ústrojí se skládá z cívek 1, 2 s vyvedeným středem. Jednotlivé sekce cívek jsou vzájemně zapojeny v obvodu Wheatstoneova můstku, v jehož jedné úhlopříčce je zapojen přes fázově citlivý usměrňovač měřicí přístroj 6 s malým vnitřním odporem, zatím co v druhé úhlopříčce je můstek připojen na zdroj stabilizovaného střídavého proudu. Do každé cívky zasahuje symetricky ferromagnetické jádro 3, 4, zavěšené na vahadle vah 5. Z elektrického hlediska tvoří tento celek samokompensující Wheatstoneův můstek, jehož činnost možno vyložit takto: V rovnovážném stavu, kdy jsou jádra přesně uprostřed cívek, jednotlivé sekce cívek kladou střídavému proudu stejný induktivní odpor. Průtokem střídavého proudu se na nich vytvoří tudíž stejný napěťový spád, takže měřicím přístrojem zapojeným v úhlopříčce můstku neprotéká žádný proud a silové účinky elektrického proudu, působící na jednotlivá jádra se navzájem ruší. Dojde-li k porušení mechanické rovnováhy vah vlivem váhové změny, posunou se jádra v protichůdném směru a způsobí současně změnu induktivního odporu jednotlivých sekcí. Tím se poruší i elektrická rovnováha můstku, neboť napěťový spád na protilehlých sekcích cívek bude různý. Např. jádro 3 se přesune do dolní sekce cívky 1 a jádro 4 do horní sekce cívky 2, při čemž napěťový spád na horní sekci bude u cívky 2 větší než u cívky 1, zatím co na dolní sekci bude tomu naopak. Vlivem rozdílu napětí na protilehlých sekcích bude protékat úhlopříčkou můstku střídavý proud, jehož intenzita je úměrná velikosti výchylky vah z rovnovážné polohy a tím i změně zatížení. Fáze střídavého proudu udává pak smysl výchylky z rovnovážné polohy, tj. zda jde o váhový úbytek nebo přírůstek. Vzhledem k tomu, že měřicí přístroj 6, zapojený v úhlopříčce můstku má malý vnitřní odpor, protéká v nerovnovážném stavu sekci cívky s menším induktivním odporem, tj. sekci z níž se jádro vlivem zatížení vah poněkud vysunulo, proud, který silovými účinky magnetického pole přitahuje vysunutá jádra do původní polohy a kompenzuje tak automaticky výchylku vah z rovnovážné polohy. Působením těchto sil nezažijou však jádra rovnovážnou polohu přesně, nýbrž s jistou odchylkou, při níž protéká cívkami proud právě potřebný ke kompenzaci změny zatížení.

Ve shora popsaném provedení automatických vah byly použity vzduchové cívky válcového tvaru, z nichž každá měla dvě sekce po 1750 závitů drátu o průměru 0,5 mm. Zdroj střídavého napětí byl stabilizován ferresoančním stabilizátorem a jeho napětí bylo možno měnit od 6 V do 30 V. Jako indikátor elektrické nerovnováhy sloužil galvanoměr s kontaktním fázově citlivým usměrňovačem. Změnou citlivosti galvanoměru bylo možno měnit citlivost vah v požadovaném rozsahu.

#### LITERATURA

- [1] *Gordon S., Campbell C.*: Anal. Chem. 32, 271R, 1960.
- [2] *Kuhlmann W. H. F.*: Der Mechaniker 18, 146—7, 1910.
- [3] *Šatava V.*: Silitáty 1, 188—90, 1957.
- [4] *Bartlett E. S., Williams D. N.*: Rev. Sci. Instr. 28, 919—21, 1957.
- [5] *Blau M., Carlin J. R.*: Electronics 21, 78—82, 1948.
- [6] *Campbell C., Gordon S.*: Anal. Chem. 29, 298—301, 1957.
- [7] *Alderhalden E.*: Skand. Arch. Physiol. 29, 75—83, 1913; Fermentforschung 1, 155—64, 1914.
- [8] *Blázek A.*: Hutnické listy 12, 1096—1102, 1957; Silitáty 1, 158—63, 1957.
- [9] *Garn P. D.*: Anal. Chem. 29, 839—41, 1957.
- [10] *Eyraud J.*: J. chim. phys. 47, 104, 1950.
- [11] *Müller R. H.*: Anal. Chem. 32, 97A, 1960.

#### Резюме

#### АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЧЕСКИЕ ВЕСЫ ЦЫРИЛ ДОЧКАЛ

Были описаны простые автоматические электромагнитические весы с компенсацией отклонения в нулевой пункт.

#### Summary

#### AUTOMATIC ELECTROMAGNETIC SCALES CYRIL DOČKAL

A simple automatic electromagnetic null-type scales was described.