

doprovázejících iontů (např.  $H^+$  a  $OH^-$ ), zejména při jejich větších koncentracích. Vzhledem k uvedeným skutečnostem nacházejí ISE širší uplatnění spíše v laboratorních aplikacích nežli pro kontinuální provozní měření.

Pro měření pH lze využít i **polovodičové senzory pH**, jejichž uspořádání je podobné tranzistorům řízeným polem typu MOSFET (3). Oproti skleněným elektrodám jsou polovodičové senzory odolnější proti mechanickému namáhání. Senzory obsahují ve svém těle i referenční elektrodu a teplotně citlivou. Ve srovnání se skleněnými elektrodami mají polovodičové elektrody také menší kyselou i alkalickou chybu. Závislost výstupního signálu na teplotě odpovídá Nernstově rovnici, takže směrnice závislosti mezi pH a napětím při 8 °C je  $-55,8 \text{ mV/pH}$ , zatímco při 61 °C je  $-66,3 \text{ mV/pH}$ . Tato závislost ale může být vykompenzována při zpracování signálu podle údaje vestavěného teplotně citlivého čidla (4).

Pro měření napětí z elektrochemického článku nutno použít **převodník s vysokou vstupní impedancí**. Na obr. 6. jsou ukázky elektrod a převodníků signálu pro provozní aplikace. Gelové elektrody AP300 s variabilním procesním připojením jsou vhodné pro širokou škálu průmyslových aplikací včetně potravinářství, vodárenství, farmacie a chemického průmyslu s možností použití až do teploty 105 °C. Jedno nebo dvoukanálový univerzální převodník AX400 lze použít pro měření pH, vodivosti a rozpuštěného kyslíku; montáž je možná na stěnu nebo do panelu. Převodník/regulátor JUMO dTRANS pH 02 (obr. 6.b) lze použít pro měření pH, redox potenciálu, koncentrace amoniaku, pro jednotkové elektrické signály a teplotu. Přístroj může být nasazen jako dvoubodový, třibodový, třibodový-krokový nebo spojený regulátor. Kontrastní grafický displej umožňuje zobrazení vstupních signálů jako číslice nebo jako sloupcový graf.

### Souhrn

V článku jsou probrány teoretické základy potenciometrických snímačů využívaných pro měření pH. Je popsána konstrukce skleněné elektrody a jsou uvedeny charakteristické vlastnosti skleněné membrány. V přehledu jsou zmíněny i další typy membrán

a typů elektrochemických snímačů, snímače ponorné a průtokové. Jsou uvedeny příklady elektrodových sond a převodníků pro průmyslové použití.

**Klíčová slova:** elektrochemické snímače, potenciometrické snímače, hodnota pH, snímače pH, skleněná elektroda, ponorné a průtokové snímače pH.

### Literatura

1. McMILLAN, G. K.; CONSIDINE, D. M.: *Process/Industrial Instruments and Controls Handbook*. New York: McGraw/Hill, 1999.
2. HOLZBECHER, Z. ET AL.: *Analytická chemie*. Praha: SNTL/ALFA, 1987.
3. Ďaďo S., Kreidl M.: *Senzory a měřicí obvody*. Praha: ČVUT, 1999.
4. BARTOVSKÝ, T.; KADLEC, K.; KADLEC, P.: Měření složení. In KADLEC, K. ET AL. (EDIT.): *Měření a řízení v potravinářských a biotechnologických výrobcích*. Ostrava: Key Publishing, 2015, s. 345–466.

### Kadlec K.: Measurement of Process Variables in Sugar Industry: Electrochemical Sensors – pH Measurement

The paper discusses the theoretical foundations of potentiometric sensors used for pH measurement. The structure of a glass electrode is described and the characteristics of a glass membrane are shown. Other types of membranes and electrochemical sensors are mentioned in the overview; immersion and flow-through pH sensors are also included too. Examples of electrode probes and transducers for industrial applications are given.

**Key words:** electrochemical sensors, potentiometric sensors, pH value, pH sensors, glass electrode, immersion and flow-through pH sensors.

### Kontaktní adresa – Contact address:

doc. Ing. Karel Kadlec, CSc., Vysoká škola chemicko-technologická, Fakulta chemicko-inženýrská, Ústav fyziky a měřicí techniky, Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice, Česká republika, e-mail: karel.kadlec@vscht.cz

## Jak lze také využít cukr: cukrový peeling

Princip peelingové kosmetiky je založen na miniaturních kouscích plastu, které obrušují a zjemňují kůži. Přináší však i rozsáhlé ekologické problémy. Jen v USA se dnes dostává vodními toky do oceánů zhruba osm bilionů mikroperliček denně. Množství spláchnutých částic v USA, jež nejsou čističkami zachyceny, by pokrylo 300 tenisových kurtů denně – a to se přitom jedná o pouhé jedno procento z celkového množství. Podle australských vědců nejdeme v roce 2050 plasty v žaludcích 99 % všech mořských ptáků, s rybím masem se dříve nebo později se dostanou i do potravinového řetězce lidí. V USA proto zákon o kosmetice zakázal mikroperličky od 1. července 2017. Asociace Cosmetics Europe doporučila ukončit používání peelingu založeného na kouscích plastu do konce roku 2020, ekologové však upozorňují, že to je až příliš dlouhá doba.

Mikroperličky přitom lze jednoduše nahradit přírodními alternativami, oblíbené jsou rozmanitá zrníčka plodů, mletá káva, především však cukr.

Cukr má vynikající abrazivní vlastnosti, jemně odstraní odumřelé buňky a navíc pokožku dostatečně hydratuje. Společně s cukrem se do peelingů přidávají i různé oleje, kakaové boby a další prospěšné látky, díky kterým bude pleť krásně jemná a zářivá. Pokud jste došli k závěru, že komerčně vyráběné cukrové peelinky jsou příliš drahé, vyzkoušejte vlastní cukrový peeling. Na výrobu jeho základu budete potřebovat jeden malý šálek cukru a malé množství oleje – olivového, kukuřičného, arašídového nebo slunečnicového. Do cukru ho přidejte tolik, abyste dosáhli pastovité konzistence. Je třeba, aby cukr byl bílý, hnědý cukr, třtinový, má tendenci působit v peelingu lehký pach melasy. K připravenému cukrovému základu můžete přidat řadu užitečných a kůži prospěšných složek, nejlépe těch, které nejvíce vyhovují vaší kůži, a také si můžete určit své preferované aroma.

*Jaroslav Gebler, redakčně upraveno a kráceno*