

Wpływ metody wytwarzania membran polimerowych na właściwości elektrolitów żelowych do akumulatorów litowo-jonowych

Monika OSIŃSKA-BRONIARZ*, Agnieszka MARTYŁA, Bożena RYDZYŃSKA, Maciej KOPCZYK
– Centralne Laboratorium Akumulatorów i Ogniw Instytut Metali Nieżelaznych Oddział w Poznaniu

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2014, 68, 5, 459–467

Wstęp

Akumulatory litowo-jonowe stanowią od kilku lat główne źródło zasilania dla elektronicznych urządzeń konsumenckich. Zaletami baterii litowo-jonowych jest ich duża żywotność cykliczna oraz brak efektu pamięci, a to pozwala na stosunkowo długie użytkowanie tego rodzaju źródeł zasilania, bez konieczności ich wymiany. Typowe wtórne ogniwa litowo-jonowe zasilają prawie wszystkie przenośne urządzenia elektryczne, począwszy od telefonów komórkowych, poprzez laptopy, tablety aż po szczoteczki do zębów [1,2].

Ciekłe elektrolity, wykorzystywane powszechnie w akumulatorach litowo-jonowych, zapewniają stosunkowo wysokie wartości przewodnictwa jonowego, jednak ich lotne opary mogą doprowadzić do gwałtownego wybuchu baterii.

Od wielu lat prowadzone są liczne prace badawcze nad znalezieniem odpowiedniego elektrolitu stałego, który pozwoli na całkowite wyeliminowanie fazy ciekłej z ogniwa litowo-jonowego. Dotychczasowe wyniki prac badawczych dotyczących elektrolitów polimerowych nie prowadzą jeszcze do ich praktycznego wykorzystania [3÷6].

Alternatywą, będącą połączeniem ciekłych i polimerowych elektrolitów, wydają się być żelowe elektrolity polimerowe. Poprzez namaczanie w ciekłym elektrolicie następuje proces aktywowania membrany polimerowej, czyli wprowadzania jonów litu do specjalnie przygotowanej membrany o strukturze porowatej, zdolnej do zatrzymywania fazy ciekłej w licznych, pojedynczych porach [7]. Aktywowana membrana polimerowa wykazuje cechy stabilnego żelu, łącząc w sobie właściwości ciekłych i stałych elektrolitów [8].

Prace badawcze na całym świecie prowadzone są coraz częściej w kierunku poszukiwań nowych technologii wytwarzania oraz nowatorskich materiałów, zarówno polimerowych jak i nieorganicznych, pełniących rolę wypełniaczy, które mogłyby wpłynąć na podwyższenie zdolności transportu jonów litu. Wiele żelowych elektrolitów polimerowych charakteryzuje się coraz wyższym przewodnictwem, zbliżonym do przewodnictwa ciekłych elektrolitów; głównie dotyczy to kompozytowych żelowych elektrolitów polimerowych [9÷12].

W literaturze nie spotyka się prac pozwalających na bezpośrednie porównanie metod stosowanych do wytwarzania żelowych elektrolitów polimerowych z wykorzystaniem konkretnych, powszechnie do tych celów używanych polimerów, przygotowywanych w tym samym czasie i w zbliżonych warunkach otoczenia.

Na całym świecie od wielu lat wytwarzane są żelowe elektrolity polimerowe. Najbardziej znaną i powszechnie opisywaną w publikacjach naukowych metodą służącą do ich produkcji jest dwustopniowa metoda, tzw. *metoda Bellcore*. Jest to metoda jak najbardziej właściwa, ale ze względu na stosowane szkodliwe odczynniki (m.in. ftalan dibutylowy, eter dietylowy), niebezpieczna, zarówno dla zdrowia człowieka jak i dla środowiska naturalnego. Istnieje również wiele innych technik produkcji membran polimerowych, pozwalających na wyeliminowanie szkodliwych odczynników. Nie

zawsze jednak pozwalają one na utrzymanie parametrów fizykochemicznych i elektrochemicznych membran przygotowanych za pomocą metody dwustopniowej [5,13].

W niniejszej pracy prezentowane są wyniki prac badawczych dotyczących żelowych elektrolitów polimerowych do ogniw litowo-jonowych, wytwarzanych czterema różnymi metodami. Kryterium wyboru technik wytwarzania membran polimerowych stosowanych w trakcie prowadzonych prac, było skrócenie czasu trwania procesu przygotowywania membran oraz możliwość wyeliminowania zagrażających zdrowiu i środowisku naturalnemu rozpuszczalników wykorzystywanych do ich produkcji.

Celem prowadzonych prac badawczych było porównanie parametrów membran polimerowych na bazie kopolimeru PVdF/HFP oraz określenie najbardziej optymalnej, ekologicznej metody ich wytwarzania pozwalającej na zastosowanie tego rodzaju żelowych elektrolitów polimerowych w wysokoenergetycznych i bezpiecznych ogniwach litowo-jonowych.

Część doświadczalna

Preparatyka membran polimerowych

Membrany polimerowe do żelowych elektrolitów polimerowych przygotowano wykorzystując cztery, znacząco różniące się od siebie, metody ich wytwarzania. W trakcie prowadzonych prac wykorzystano kopolimer polifluorowinylidenu i heksafluoropropylenu, (PVdF/HFP, Kynarflex 2751, Atofina), który stanowił jedyny składnik każdej z wytwarzanych matryc polimerowych.

Jako pierwszą przygotowano membranę polimerową z wykorzystaniem najbardziej rozpowszechnionej w literaturze naukowej metody dwustopniowej, polegającej na modyfikacji dwuetapowej metody Bellcore [5,14,15]. W trakcie prowadzonych prac kopolimer PVdF/HFP rozpuszczono w acetonie (Chempur, cz.d.a). Następnie do układu dodano plastyfikator w postaci ftalanu dibutylo (DBP, cz., Merck-Schuchardt). Tak przygotowaną mieszaninę poddawano wielogodzinnemu mieszaniu. Następnie roztwór wylano na płaską powierzchnię i pozostawiono w celu powolnego odparowywania rozpuszczalnika. W kolejnym etapie plastyfikowaną membranę polimerową poddano ekstrakcji w eterze dietylowym (Chempur, cz.d.a), w celu odmycia ftalanu dibutylo z membrany i wytworzenia w niej mikropor. Gotową membranę polimerową poddano suszeniu w próżni, w temp. 60°C, w czasie 24h.

Kolejną wykorzystywaną metodą do wytwarzania membran była metoda inwersji faz [13, 16, 17]. Zastosowano dwa odmienne układy rozpuszczalników. W układzie pierwszym wykorzystano do rozpuszczenia kopolimeru mieszaninę dwóch rozpuszczalników, znacznie różniących się od siebie temperaturami parowania, tj. mieszaninę N-metylopirolidonu (NMP, cz., Merck-Schuchardt) i acetonu (C₃H₆O, cz.d.a., Chempur). Kolejnym układem, stosowanym do wytwarzania membran polimerowych za pomocą metody inwersji faz, była mieszanina rozpuszczalników, z których tylko jeden był rozpuszczalnikiem PVdF/HFP. Do badań wykorzystano mieszaninę rozpuszczalników: dimetyloformaldehydu (DMF, cz.d.a., Chempur) i glicerolu (C₃H₈O₃,

Autor do korespondencji:
Dr inż. Monika OSIŃSKA-BRONIARZ, e-mail: monika.osinska@claiopoznan.pl

cz.d.a., POCH-Gliwice). Opisane powyżej układy z wykorzystaniem dwóch różnych układów rozpuszczalnikowych poddawano wieloetapowemu mieszaniu, aż do uzyskania jednorodnych mieszanin. Tak przygotowane mieszaniny wylewano następnie na gładką powierzchnię i poddawano powolnemu suszeniu wykorzystując różnice temperatur parowania poszczególnych rozpuszczalników, co umożliwiło wytworzenie por w strukturze membrany polimerowej. Membrany polimerowe suszono do momentu ustalenia się ich stałej masy, odpowiednio w 60°C i 120°C.

Kolejna metoda wytwarzania żelowych elektrolitów, wykorzystywana w trakcie prowadzonych prac, polegała na rozpuszczeniu kopolimeru PVdF/HFP w acetonie (C₂H₆O, cz.d.a., Chempur). Następnie jednorodną mieszaninę wylewano na szklaną płytkę, którą umieszczano w naczyniu wypełnionym parą wodną. Cały układ podgrzewano do temp. ok. 120°C w czasie 6h, w celu zakłócenia procesu parowania i wytworzenia porowatej struktury membrany [5, 13].

Wszystkie membrany polimerowe, które przygotowano z wykorzystaniem powyżej opisanych metodologii (Tab. I) poddano przed przystąpieniem do prac badawczych suszeniu w temp. 60°C w próżni, w czasie 24h. Wszystkie membrany polimerowe, oraz żelowe elektrolity polimerowe z ich wykorzystaniem, poddano szczegółowej charakterystyce fizykochemicznej i elektrochemicznej.

Tablica I

Zestawienie składu i metod wytwarzania membran polimerowych wykorzystywanych w trakcie prowadzonych prac

Akronim	Skład membrany polimerowej	Metody wytwarzania membrany polimerowej
BEL	100% PVdF/HFP	modyfikowana metoda dwustopniowa (Bellcore)
GL	100% PVdF/HFP	metoda z wykorzystaniem mieszaniny rozpuszczalników: DMF i glicerolu
NA	100% PVdF/HFP	metoda z wykorzystaniem mieszaniny rozpuszczalników: NMP i acetonu
PW	100% PVdF/HFP	metoda z wykorzystaniem pary wodnej

Charakterystyka fizykochemiczna membran polimerowych

Dla potwierdzenia usunięcia wykorzystywanych w trakcie wytwarzania membran rozpuszczalników wykonano widma FT-IR, stosując do tego celu technikę absorpcyjnej spektroskopii cząsteczkowej. Do badań wykorzystano spektrometr podczerwieni firmy Bruker, Equinox 55.

W trakcie prowadzonych prac wykonano również analizę rentgenograficzną poszczególnych membran polimerowych, wykorzystując dyfraktometr proszkowy Philips typ 1050. Uzyskane dyfraktogramy, pozwoliły na określenie składu membran oraz umożliwiły wyznaczenie stopnia krystaliczności membran polimerowych wytwarzanych różnymi metodami. Stopień krystaliczności, określający ilościowy udział fazy krystalicznej w badanej membranie, wyznaczony został na podstawie zależności matematycznej pomiędzy powierzchnią fazy krystalicznej materiału a całkowitą powierzchnią pod krzywą dyfrakcyjną, obejmującą fazę krystaliczną i amorficzną badanej membrany. Stopień krystaliczności wyznaczono wykorzystując poniższą zależność matematyczną:

$$\text{st. krystaliczności} = \frac{\text{pow. fazy krystalicznej}}{\text{pow. fazy krystalicznej} + \text{pow. fazy amorficznej}} * 100\%$$

Membrany poddano również analizie struktury topograficznej z wykorzystaniem techniki skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM), umożliwiającej identyfikację struktury morfologicznej i pozwalającej na określenie średniej wielkości por powstałych w trakcie procesu wytwarzania membran polimerowych. Do pomiarów wykorzystano aparat pomiarowy EVO®40 firmy ZEISS.

Ilość zaabsorbowanego rozpuszczalnika, jaką są w stanie zatrzymać w swojej strukturze membrany polimerowe, wyznaczono wykorzystując pomiar zmiany masy membrany zanurzonej w cieplem medium w zależności od czasu. Do badań wykorzystano fragment każdej z wytworzonych membran o znanej masie, który przed przystąpieniem do badań poddawany został dodatkowemu suszeniu w temp. 60°C w czasie 24h. Ilość zaabsorbowanej fazy cieplej wyznaczony został z poniższej zależności matematycznej:

$$\text{wzrost masy membrany} = \frac{m_t - m_0}{m_0} * 100\%$$

m₀ - masa suchej membrany; m_t - masa membrany po upływie określonego czasu

Charakterystyka elektrochemiczna żelowych elektrolitów polimerowych

W celu aktywowania membran polimerowych, kawałki membran, w postaci krążków o znanej średnicy i grubości, zanurzano w elektrolicie LP30, będącym 1M roztworem soli litu, heksafluorofosforanu litu (LiPF₆, ≥ 99,99%, Aldrich) w mieszaninie 1:1 węglanu dietylenowego (EC ≥ 99%, Aldrich) i węglanu dimetylenowego (DMC ≥ 99%, Sigma-Aldrich). Czas aktywacji membran polimerowych wynosił 1 godzinę.

Wyznaczenie wartości przewodnictw właściwych żelowych elektrolitów polimerowych dokonano wykorzystując technikę spektrometrii impedancyjnej (EIS) w szerokim zakresie temperaturowym. Układem pomiarowym było dwuelektrodowe naczynie typu Swagelok, w którym pomiędzy dwiema stalowymi elektrodami umieszczono żelowy elektrolit polimerowy o znanej średnicy i grubości. Wartości przewodnictw właściwych żelowych elektrolitów wyznaczano z wykresu Nyquista oraz zależności matematycznej pomiędzy wartościami oporu a geometrią elektrolitu $\sigma = l/R^*A$, gdzie l, to grubość elektrolitu, cm; A - powierzchnia elektrolitu, cm²; R - opór elektrolitu wyznaczony z wykresu Nyquista.

Do pomiarów wykorzystano aparat PARSTAT 2263 oraz komorę klimatyczną Votsch pozwalającą na kontrolowanie temperatury pomiaru z dokładnością do ± 0,2°C.

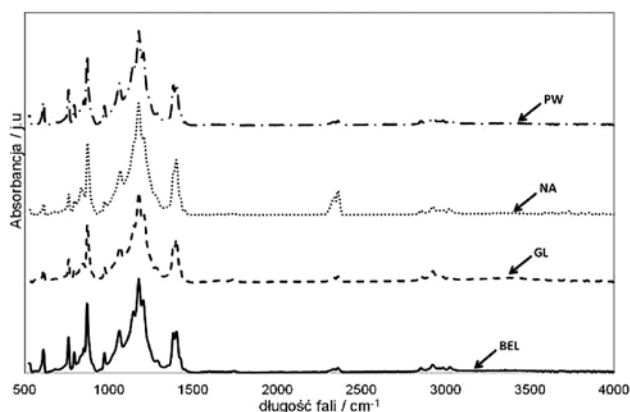
Pomiar stabilności anodowej został wykonany techniką voltamperometrii cyklicznej w ogniwie pomiarowym Li/elektrolit żelowy/Pt, w której metaliczny lit pełnił rolę elektrody odniesienia i przeciw elektrody, a elektroda platynowa pełniła rolę elektrody pracującej. Pomiar odbywał się od potencjału spoczynkowego do 6 V, w temp. 25°C, z wykorzystaniem aparatu pomiarowego PARSTAT 2263 i niezbędnego oprogramowania.

Wyniki badań i ich omówienie

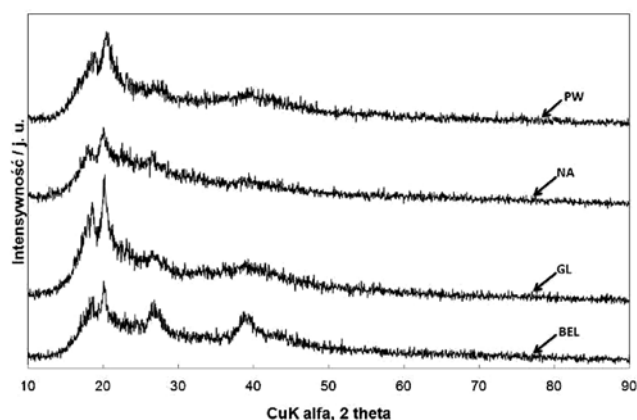
Na Rysunku 1 przedstawiono widma FT-IR membran polimerowych przygotowanych z wykorzystaniem czterech, znacznie różniących się od siebie, technik ich wytwarzania. Uzyskane widma poszczególnych membran potwierdzają całkowite usunięcie z ich struktury rozpuszczalników i związków chemicznych wykorzystywanych w procesie wytwarzania. Prawidłowy przebieg procesu produkcji membran polimerowych potwierdzony został również za pomocą analizy rentgenograficznej.

Na Rysunku 2 przedstawiono dyfraktogramy otrzymywanych membran. Membranę polimerową (BEL), do przygotowania której wykorzystano jedną z najbardziej rozpowszechnionych metod wytwarzania membran, charakteryzuje dyfraktogram zawierający refleksy przy kątach 2θ ok. 27° i ok. 39° odpowiadające strukturze PVdF-HFP (karta PDF4+ 00-042-1650). Wykorzystanie do wytwarzania membran polimerowych z kopolimeru PVdF/HFP z wykorzystaniem poszczególnych rozpuszczalników, powoduje zmiany w intensywnościach refleksów a nawet zanik tych, które występują przy kątach 2θ równych ok. 27° i ok. 39°. Wyznaczono również sto-

pień krystaliczności (Tab. 2), którego wartości są bardzo do siebie zbliżone. Świadczy to o braku bezpośredniego wpływu stosowanej techniki przygotowywania membrany polimerowej na wartość stopnia krystaliczności.



Rys. 1. Widma FT-IR membran polimerowych



Rys. 2. Dyfraktogramy rentgenowskie membran polimerowych wytwarzanych różnymi metodami

Tablica 2

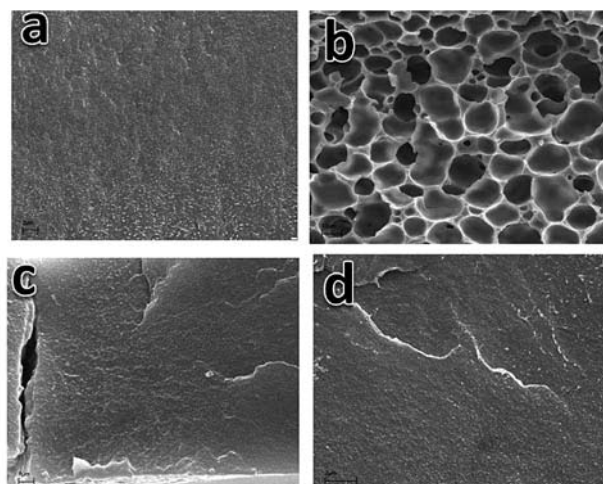
Stopień krystaliczności membran polimerowych przygotowanych różnymi metodami

Akronim membrany polimerowej	Stopień krystaliczności
PW	12,11
NA	11,01
GL	11
BEL	10

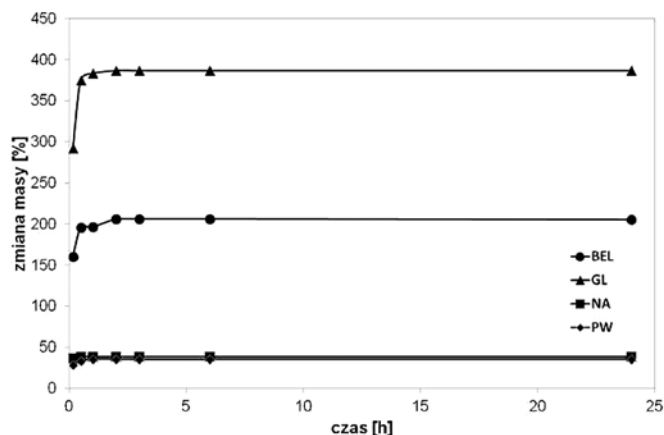
Zdjęcia powierzchni topograficznej membran polimerowych wytworzonych różnymi metodami, wykonane za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM), przedstawione zostały na Rysunku 3. Membrana wytworzona za pomocą modyfikowanej metody Bellcore – BEL (Rys. 3a) charakteryzuje się strukturą porowatą, w której średnica poszczególnych mikropor nie przekracza 2µm. Membrana, do produkcji której wykorzystano glicerol (Rys. 3b), charakteryzuje się wysokim stopniem porowatości, a średnica pojedynczych porów wynosi ok. 10–15 µm. Membrany polimerowe wytworzone metodą z wykorzystaniem NMP lub pary wodnej (Rys. 3c i 3d) charakteryzują się bardzo jednorodną budową. Nie zaobserwowano istnienia mikropor w ich strukturach.

Dokonano również analizy kinetyki absorpcji fazy ciekłej przez membrany polimerowe (Rys. 4). Na podstawie zmiany masy membrany zanurzonej w ciekłym rozpuszczalniku o gęstości zbliżonej do gęstości ciekłego elektrolitu oceniono zdolności absorpcyjne suchych membran kompozytowych. Ilość elektrolitu, jaką są w sta-

nie zaabsorbować membrany polimerowe, jest bardzo istotnym parametrem polimerowych elektrolitów żelowych. To właśnie ilość wchłoniętego przez membranę elektrolitu, a w zasadzie znajdujących się w nim jonów litu, decyduje o transporcie jonowym w ogniwie co bezpośrednio wpływa na parametry całego ogniwka litowo-jonowego. Zaobserwowano, że największą zdolność do absorpcji fazy ciekłej wykazuje membrana polimerowa wytwarzana z wykorzystaniem glicerolu-GL (ok. 400%), następnie membrana wytwarzana metodą dwustopniową-BEL (ok. 230%). Najmniejszą zdolność pochłaniania fazy ciekłej wykazują membrany wytwarzane z wykorzystaniem NMP i pary wodnej – NA, PW (ok. 50%). Maksymalne wysycenie porów badanych membran następuje po ok. 0,5–1h od momentu rozpoczęcia procesu aktywacji.



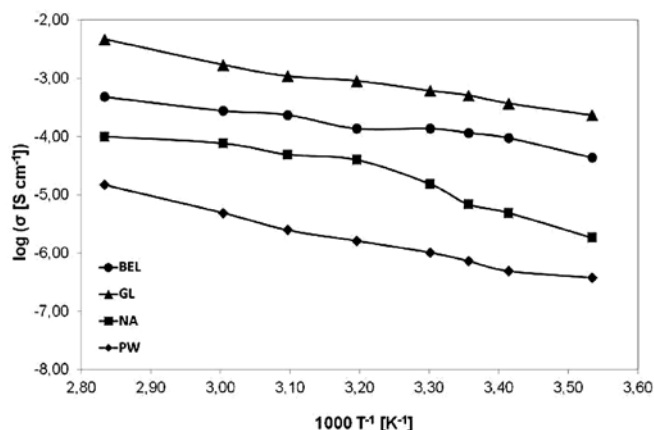
Rys. 3. Zdjęcia powierzchni przekrojów membran polimerowych wykonane metodą skaningowej mikroskopii elektronowej membran wytworzonych następującymi metodami: a) metoda Bellcore; b) z wykorzystaniem mieszaniny rozpuszczalników: DMF i gliceryny; c) metoda z wykorzystaniem mieszaniny rozpuszczalników: NMP i acetonu; d) metoda z wykorzystaniem pary wodnej



Rys. 4. Pomiary zdolności absorpcyjnych suchych membran polimerowych zanurzonych w węglanie propylenu (PC)

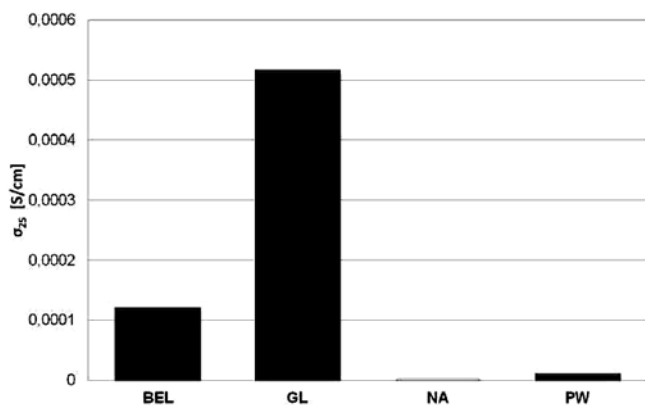
W kolejnym etapie prowadzonych prac badawczych wyznaczono temperaturową zależność przewodnictwa właściwego żelowych elektrolitów polimerowych (Rys. 5 i 6). Zaobserwowano, że najwyższe wartości przewodnictw właściwych w badanym przedziale temperaturowym wykazuje żelowy elektrolit polimerowy, z membraną polimerową wytwarzaną z wykorzystaniem glicerolu (GL), który w temp. 25°C wykazuje wartość przewodnictwa właściwego równą $0,51 \cdot 10^{-3} \text{ S/cm}$. W przypadku elektrolitów żelowych, zawierających membranę polimerową wytwarzaną jedną z najbardziej rozpowszechnionych metod – modyfikowaną metodą Bellcore (BEL), przewodnictwo właściwe tego elektrolitu jest 5-krotnie niższe w porównaniu do elektrolitu z wykorzystaniem membrany GL i osiąga w temp. 25°C

wartość przewodnictwa właściwego równą $\sigma = 0,12 \cdot 10^{-3} \text{ S/cm}$. Elektrolity żelowe zawierające membranę polimerową NA i PW w temp. 25°C, przyjmują bardzo niskie wartości przewodnictw właściwych, odpowiednio $0,84 \cdot 10^{-6} \text{ S/cm}$ i $0,69 \cdot 10^{-5} \text{ S/cm}$.

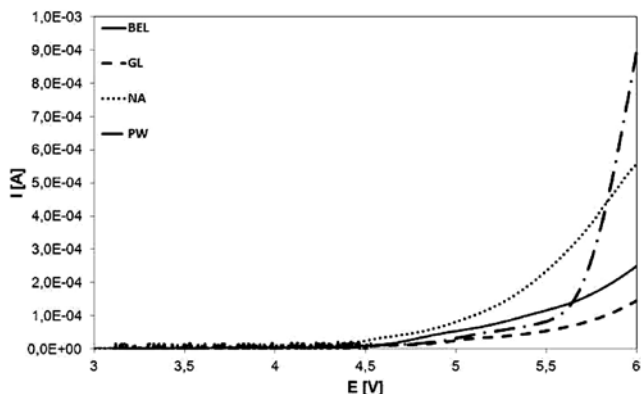


Rys. 5. Krzywe Arrheniusa wyznaczone dla poszczególnych elektrolitów polimerowych w zależności od temperatury. Zakres temperatur: 10–80°C

Wartości przewodnictw poszczególnych żelowych elektrolitów polimerowych bardzo dobrze korelują ze zdolnością pochłaniania fazy ciekłej przez membrany polimerowe wykorzystywane do ich przygotowywania. Im wyższa jest wartość zaabsorbowanej ilości ciekiego elektrolitu przez daną membranę polimerową, tym wyższe wartości przewodnictw właściwych wykazują żelowe elektrolity polimerowe.



Rys. 6. Wartości przewodnictwa właściwego dla badanych elektrolitów polimerowych w temp. 25°C



Rys. 7. Wykresy stabilności anodowej żelowych elektrolitów polimerowych. Zakres pomiarowy potencjałów: od E spoczynkowego do 6V, prędkość skanowania 10mV/s

Krzywe liniowej voltamperometrii żelowych elektrolitów polimerowych z wykorzystaniem membran polimerowych wytwa-

rzanych za pomocą różnych technik przedstawiono na Rysunku 7. Zaobserwować można znaczące różnice w wartościach prądów utleniania oraz zakresu napięcia rozkładowego badanych układów. Zdecydowanie najbardziej stabilnym żelowym elektrolitem jest elektrolit powstały przez aktywację membrany GL, a następnie elektrolit żelowy z membraną polimerową BEL. Polimerowe elektrolity żelowe z membranami NA i PW charakteryzują się znacznie mniejszym zakresem napięcia rozkładu oraz wyższymi wartościami natężenia prądu utleniania, w porównaniu do elektrolitów powstałych przez aktywację membran GL i BEL.

Podsumowanie

W wyniku prowadzonych prac zaobserwowano wpływ sposobu wytwarzania membran polimerowych na właściwości żelowych elektrolitów polimerowych z wykorzystaniem kopolimeru PVdF/HFP. Metoda wytwarzania membran polimerowych za pomocą inwersji faz z wykorzystaniem mieszaniny rozpuszczalników DMF i glicerolu, pozwala na uzyskanie najbardziej porowatej struktury membrany polimerowej i jednocześnie najwyższej zdolności do absorpcji fazy ciekłej, ok. 400% w stosunku do masy suchej membrany. Żelowe elektrolity polimerowe z wykorzystaniem membrany GL wykazują także wyższe wartości przewodnictw właściwych w badanym zakresie temperaturowym, w stosunku do pozostałych badanych żelowych elektrolitów polimerowych. Na podkreślenie zasługuje również fakt, że wytwarzanie membran polimerowych metodą inwersji faz w układzie rozpuszczalnikowym DMF-glicerol, po aktywowaniu w cieplem elektrolicie, pozwala na zwiększenie zdolności transportu jonów. Zastosowanie tego rodzaju układu rozpuszczalników pozwala również na zmniejszenie ilości wykorzystywanych w trakcie prowadzonych prac szkodliwych rozpuszczalników oraz skrócenie procesu produkcji membran.

Praca powstała w ramach działań badawczych DS 3787/E – 138/ S /2013 finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Literatura

1. V. Etacheri, R. Marom, R. Elazari, G. Salitra, D. Aurbach: *Challenges in the development of advanced Li-ion batteries*. Energy Environ. Sci. 2011, **4**, 3243-3262.
2. D.Linden, T.B.Reddy: *Handbook of Batteries*. 3rd Edition, McGraw-Hill 2002, chapter 35.
3. D. Aurbach, in: W.A. van Schalkwijk, B. Scrosati (Eds.): *Advances in Lithium-ion Batteries*. Kluwer, New York, 2002, p. 7, Chapter 1.
4. J.W. Fergus: *Ceramic and polymeric solid electrolytes for lithium-ion batteries*. Journal of Power Sources 2010, **195**, 4554.
5. A.M. Stephan: *Review on gel polymer electrolytes for lithium batteries*. European Polymer Journal 2006, **42**, 21.
6. S. Ahmad: *Polymer electrolytes: characteristics and peculiarities*. Ionics 2009, **15**, 309.
7. E.Andrzejewska, A.Dembna, I.Stępnik: *Trójskładnikowe stałe elektrolity polimerowe zawierające cieczy jonowe*. Przemysł Chemiczny 2010, **89/11** 1189-1192.
8. M. Kopczyk, M. Osińska-Broniarz: *Akumulator-ekologiczna alternatywa źródła energii dla napędu w systemie transportu*. Wiadomości Elektrochemiczne 2013, **6**.
9. M. Walkowiak, M. Osińska, T. Jesionowski, K. Siwińska-Stefańska: *Synthesis and characterization of a New hybrid TiO₂/SiO₂ filler for lithium conducting gel electrolytes*. Centr. Eur. J. Chem. 2010, **8**[6], 1311-1317.
10. M. Osińska, M. Walkowiak, A. Zalewska, T. Jesionowski: *Study of the role of ceramic filler in composite gel electrolytes based on microporous polymer membranes*. J Membrane Sci. 2009, **326**, 582-588.
11. N.H. Idris, M.M. Rahman, J.Z. Wang, H.K. Liu: *Microporous gel polymer electrolytes for lithium rechargeable battery application*. Journal of Power Sources 2012, **201**, 294-300.
12. F.Liu, N.Awanis Hashim, Y.Liu, M.R. Moghared Abed, K. Li: *Progress in the production and modification of PVdF membranes*. Journal of Membrane Science 2011, **375**, 1-27.

13. G. Li, Z. Li, P. Zhang, H. Zhang, Y. Wu: *Research on gel polymer electrolyte for Li-ion batteries*. Pure Appl. Chem., Vol. **80**, No. 11 2008, 2553-2563.
14. A.S. Gozdz, C.N. Schmutz, J.M. Tarascon, Application: U.S. Patent 93-26904, 1993.
15. P. Arora, Z. Zhang: *Battery separators*. Chemicals Reviews 2004, **104**, 4419-4462.
16. A. M. Stephan, Y. Saito: *Ionic conductivity and diffusion co-efficient studies of PVdF/HFP polymer electrolytes prepared using phase inversion technique*. Solid State Ionics 2002, **148**, 475.
17. Q. Xia, X. Wang, W. Li.: *Macroporous polymer electrolytes based on PVDF/PEO-b-PMMA block copolymer blends for rechargeable lithium ion battery*. Journal of Membrane Science 2009, **333**(1-2), 117-122.

*Dr inż. Monika OSIŃSKA-BRONIARZ jest absolwentką Wydziału Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej. Stopień doktora nauk chemicznych uzyskała w 2006 r. Obecnie pracuje na stanowisku adiunkta w Instytucie Metali Nieżelaznych, Oddział w Poznaniu, Centralne Laboratorium Akumulatorów i Ogniw. Nieustannie poszerza swoją wiedzę w obszarze nowatorskich materiałów i rozwiązań technologicznych mogących mieć zastosowanie w akumulatorach litowo-jonowych, litowo-powietrznych oraz ogniwach paliwowych.

e-mail: monika.osinska@clao.poznan.pl tel. 61 2797 803

Dr Agnieszka MARTYŁA w 2004 r. uzyskała stopień doktora nauk chemicznych na Wydziale Chemii Uniwersytetu A. Mickiewicza w Poznaniu. Obecnie pełni funkcję kierownika Pracowni Struktury w Zakładzie Zaawansowanych Materiałów, w Instytucie Metali Nieżelaznych, Oddział w Poznaniu, Centralne Laboratorium Akumulatorów i Ogniw. W centrum zainteresowań naukowych: materiały katalityczne, ogniwa paliwowe, fotowoltaika.

Dr inż. Bożena RYDZYŃSKA ukończyła studia na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej na kierunku Technologia Chemiczna Nieorganiczna (1997). Jest adiunktem w Pracowni Baterii Rezerwowych w Instytucie Metali Nieżelaznych Oddział w Poznaniu. Specjalność – chemiczne źródła prądu.

Dr inż. Maciej KOPCZYK, prof. IMN jest absolwentem Wydziału Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej. Od wielu lat pełni funkcję dyrektora Poznańskiego Oddziału Instytutu Metali Nieżelaznych, Centralnego Laboratorium Akumulatorów i Ogniw. Zainteresowania naukowe: technologia chemiczna, elektrochemia, chemiczne źródła prądu.

Aktualności z firm

News from the Companies

Dokończenie ze strony 446

Beta-endorfiny w gotowości

Hormony te zwiększają agresywność komórek układu odpornościowego wobec nowotworu; i to spowodowało, że grupa amerykańskich uczonych przedstawiła pomysł leczenia nowotworów poprzez przeszczepianie do mózgu komórek nerwowych odpowiedzialnych za wydzielanie beta-endorfiny. Dr Kamińska z Wojskowego Instytutu Medycznego w Warszawie. chce sprawdzić, czy istnieje bezpośrednie powiązanie pomiędzy stanem emocjonalnym pacjenta, poziomem beta-endorfin, a jego odpowiedzią na leczenie onkologiczne. Badania zostaną przeprowadzone dzięki wygranej w konkursie INTER Fundacji na rzecz Nauki Polskiej (100 tys. PLN, w tym 20 tys. PLN stypendium oraz subwencja w wysokości 80 tys. PLN).

Podczas prowadzonych badań stan emocjonalny pacjenta będzie określony na podstawie specjalnie przygotowanego testu psychologicznego; poziom beta-endorfiny będzie oznaczany we krwi osoby badanej; w dalszym etapie badań onkolog prowadzący danego pacjenta udzieli informacji, jak odpowiedział on na leczenie. (em)

(<http://www.naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news,399249,beta-endorfiny-w-gotowosci.html>, 5.05.2014 r.)

Wodór w grafenowym baku

Z programu Graf-Tech Narodowego Centrum Badań i Rozwoju zostanie sfinansowany projekt, który prowadzi prof. Piotr Kula z Politechniki Łódzkiej, a jego zespół wspiera partner przemysłowy Seco/Warwick – spółka notowana na GPW.

Prace tego zespołu są przełomowe w skali światowej, bowiem dotyczą wykorzystywania w motoryzacji wodoru zamiast ropy. Grafenowe zbiorniki na paliwo wodorowe umożliwią pojazdowi przemierzenie Polski od Tatr do Bałtyku na jednym baku. Grafen wytwarzany w zespole prof. Kuli jest ultralekki i ma wysoką wytrzymałość. Testy potwierdzają, że można go z powodzeniem stosować jako materiał

do przechowywania wodoru. Taki materiał będzie mógł pochłaniać i oddawać wodór poprzez zmianę temperatury. Chemiczne związanie poszczególnych atomów wodoru z powierzchnią grafenu umożliwi jego magazynowanie. Przechowywany w ten sposób wodór nie będzie obniżał swojego stężenia z upływem czasu. W odpowiednim momencie poprzez podgrzanie złoża wodór odzyskiwany będzie w stanie cząsteczkowym. Taki wodór może w przyszłości stanowić źródło zasilania silników samochodów czy statków kosmicznych. Zanim zastosowanie grafenu przyniesie gospodarce dochody i ułatwi życie, potrzeba wielu inwestycji Narodowe Centrum Badań i Rozwoju przeznaczyło na projekt prawie 4,9 mln PLN, a ok. 1,3 miliona PLN dopłaca do badań firma Seco/Warwick SA. (em) (więcej na www miesiecznikchemik.pl)

(<http://www.naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news,400058,wodor-w-grafenowym-baku.html>, 5.05.2014 r.)

Zespół wspierający badaczy i przedsiębiorców w zdobywaniu grantów UE

Zespół ds. zwiększania aktywności i udziału polskich naukowców i przedsiębiorców w unijnym programie Horyzont 2020, to jeden z rezultatów Okrągłego Stołu Humanistyki, który w lutym odbył się z inicjatywy Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW). Powstanie również zespół ds. wypracowania mechanizmów wzmacniających interdyscyplinarność badań naukowych i studiów. Konieczność wprowadzenia systemowych rozwiązań w tej kwestii podkreślało wielu uczestników obrad Okrągłego Stołu Humanistyki.

Jako kolejny ma być powołany zespół ds. wprowadzenia zajęć ogólnouniwersyteckich na wszystkich kierunkach studiów. O efektach prac poszczególnych zespołów, Minister ma informować na bieżąco poprzez stronę internetową i biuletyn MNiSW. (em)

(<http://www.naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news,399797,specjalny-zespol-wesprze-badaczy-i-przedsiębiorcow-w-walce-o-granty-ue.html>, 5.05.2014 r.)

Dokończenie na stronie 477