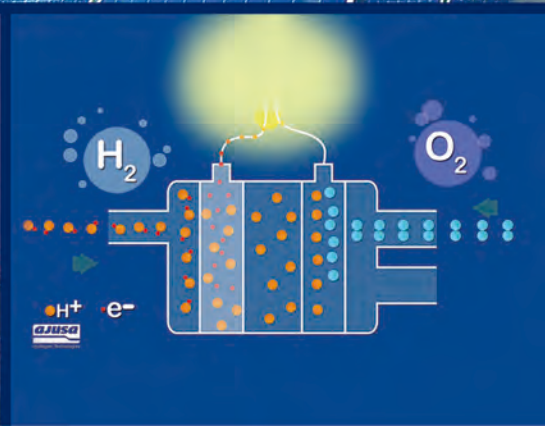


ВІДНОВЛЮВАНО-ВОДНЕВА ЕНЕРГЕТИКА І ПАЛИВНІ КОМІРКИ



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ АСПЕКТИ ВІДНОВЛЮВАНО-ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ І ПАЛИВНО-КОМІРЧАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

çà çäääëüí î þ ðäääèö³ºþ
Ð .Ì . Ñîëîí à

Київ
ВИДАВНИЦТВО
КІМ
2018

РОЗРОБЛЕННЯ РЕЖИМІВ ВИГОТОВЛЕННЯ АНОДУ ТА ЕЛЕКТРОЛІТУ КЕРАМІЧНОЇ ПАЛИВНОЇ КОМІРКИ МЕТОДОМ СТІЧКОВОГО ЛИТТЯ

İ İ ē 3 ø ē ī 2. Î.⁽¹⁾, Á Ð ī ā ī 3 ē ī ā n ū ē ē ē ā. İ.⁽¹⁾, 2 ā ā ī ÷ ā ī ē ī Ñ. Ā.⁽¹⁾, È ē ñ ō ī ā ī ē ī Í. Î.⁽¹⁾,
 Á Ð ī ā ī 3 ē ī ā n ū ē ē ē Ā. İ.⁽¹⁾, Á Ð ī ā ī 3 ē ī ā n ū ē ā 2. Ā.⁽¹⁾, Á ā Ð ā ī ā n ū ē ē ē Ā. 2.⁽¹⁾, Á Ð ē ÷ ā ā n ū ē ē ē İ. İ.⁽¹⁾,
 Ā ā ñ ē ē ū ° ā Î. Ā.⁽¹⁾, Ð ā ā ö ē Ÿ Ā. Ā.⁽¹⁾, Á 3 ē ō ŋ Ā. Ā.⁽²⁾, Ā' þ ī ā ī Ā.²⁽²⁾, Þ ī ÷ ā ā n ū ē ē ē Î. Ç.⁽²⁾,
 Ê ī ā ā ē ā ī ē Ê. Ê.⁽²⁾. Ñ ī ē ī ā ī Ñ. Î.⁽²⁾

(1)2 iñòèòóò i ðîáëàì ààððàëîçíàànòàà 3ì. 2. Ì. Ôðàíõààè÷à ÍÁÍ Óéðà;ìè, 03680, Êê;â, áõe. Êðæèæàíîñüêîâî 3, polishko.ihor@gmail.com

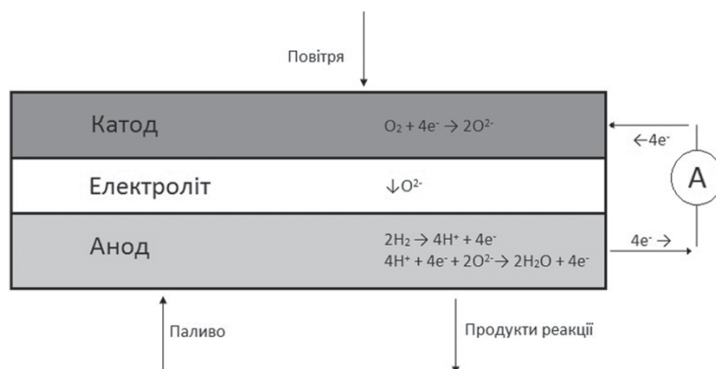
(2) ² Іїñòèòóò çààèüí î; òà íáíðààí^{3÷} î; î³ î³ î³. Á.². Âðíààññüêîâ Í Á Í Ôêðà; îè, 03680, ì. Êè; â, ìð. Îàèèàà³ íà, 32/34, belous@ionc.kiev.ua

Âñòóí

Êäðàì³÷í³ ìàèèáí³ êíì³ðèè (Ê Ì Ê) ° äèäèððí-
ðì³÷íèìè ìðèñòðíýìè, ýè³ çä³éñì þòù ìðýìà
ìäðòàðìðáíý ò³ì³÷íí; áíáðä³; ìàèèàà (áoäè-
áíäí³, áíäáíü, ìííííèñèä áóäèäò þ òì ù ì) òà
íèèñì þàä÷à (èèñáíü) á äèäèððè÷íó òà òàíèíáo
áíáðä³; [1-2]. Áòäèððèáí³ñòù ìäðòàðìðáíý
ò³ì³÷íí; áíáðä³; ìàèèàà á äèäèððè÷íó á Ê Ì Ê ñýä°
á³èüø á 60 %, à ìðè äèèððèñòàíí³ òòáíðáííáí
òàíèà, ì Ê Ê Á ì ìæá äíñýäàðè 95 % [3]. Áíáðáíäá-
íäðòþ÷³ ñèñòàìè ìá ìíííá³ Ê Ì Ê ìäðä³ æä äí-
ääèè ììæèèä³ñòù ìäòþ þàðè ääçíäððáíí ìðí-
ðýáíì 7-8 ðíè³ä³ ç³ çíèæáíýì áòäèððèáíñò³
äèäìòìæáíý äèäèððè÷íí; áíáðä³; 2-3 % ìá ð³è.

Òðààèò³éíà ÊÎÊ ñêèààà°òũñŷ ç ù³èũíîîî ãèèòðîîè³òò òà îîðòààòèò ãèèòðîîî³à îàèèèî ïũîîî (ðèñ. 1). Çàçàè÷àé, ñêèàîîî³ ÊÎÊ àèî-òîîèŷðòù ç òàèèò ìààð³àè³à: ãèèòðîîè³òò – ç ZrO_2 ñ(ä³îèèèà òèðèí³ð, ñòàà³è³çîîàíèé ó èóá³÷íé òàç³), àíîä³ èàòîä – ç $Ni - ZrO_2$ ñ $LaSrMnO_3 - ZrO_2$ èîîîî-çèò³à, ã³îîî³àíîî.

Ōī÷ âēñīē³ âēñīēōàòàò³é¹³ òàì ìāðàòóðē
(800–900 °N) ³ ìîēðàùóþòù áíáðãàòē÷¹³
îîēàçìèèè àēâēòðî³¹³÷îāî áāîáðàòîðà,
àēâ âîîè ððēðâēâðóþòù äãðàãàò³þ
âēàñòēâîñòâē ñēēââîâēò ÊĬÊ ³ ìâēâââ-
þòù æîðñòē³ âèìâè ùîāî âēáîðó ìàòð³-
âē³â ³ òãðîîîî³é âēâîðîââēáîîý ñēēââî-
âēò ÊĬÊ òà âñ³º; áíáðãîââîððóþ÷î;

[illegible][illegible]

Deñ. 1. Nõaì àòè÷íá çîáðàæáíý ÿëãñêç êãðàì³÷íêç
iàèèáiî; êîì³ðèè

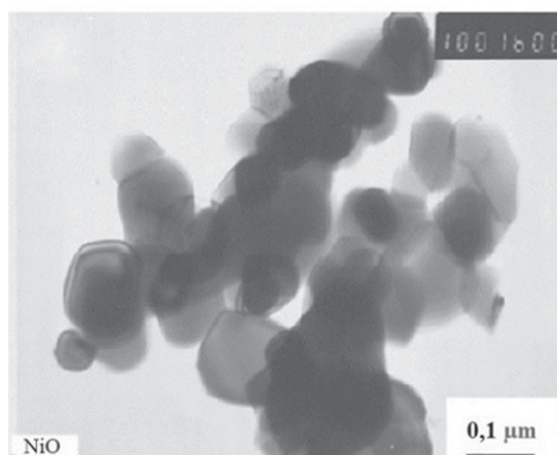
Íà ðàç³, æey ñîðíùáííý îðíòãñó îðeãíðó-
 àáííý ñõñíáíç³; òà, á³ëüø ôâîî, çããøåæeáííý
 ààðòíñ³ îðíòãñó æeãíðeñôíaóããè ííæé îíe³láð-
 çâ'ýçêö, à ñàìà àðeèöãê þeíçö (“Sigma-Aldrich”,
 NØÅ), vèà, íãñe³ëüèe íài â³ãîîî, ùà íá æeêî-

Ó yēiñò³ iēāñòèò³èàòìðà àèēiðēñòìāòáàèè
 àèáòòèèòðàèèò; ìl̥³l̥àð – àòèèòàèp̥l̥içà; ðl̥ç-
 ÷èííèè – ³çl̥iðl̥ièēl̥iàéè ñl̥èðò.

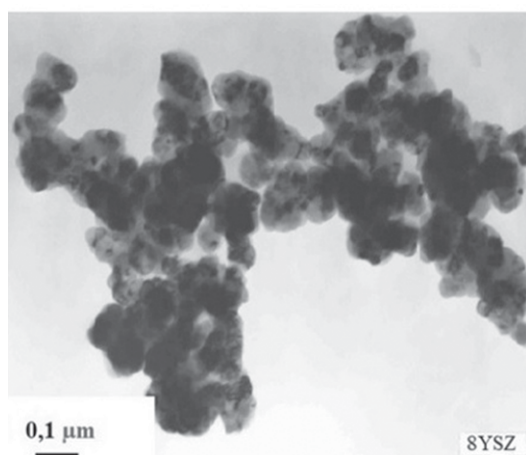
Ноніаіс; әеу еедөу аідоааеē о ааа аоаіе. Іадоēē аоаі – ідеаідоааііу діс÷еіо ііēіадо, іеаңдөо³еаоіда оа діс÷еііеēа. Çі³ооаеēē ðа÷іаеіе çа аіііііаіі іааі³оііаі çі³ооа÷а іде оаі іадоадо³ 50 °Ñ, ідіюаіі 1,5 аіа. Іаңооііеē аоаі – аіааааііу а³аііа³аііаі іідіеое ç ііааеуеē çі³ооааііуі о аадоаааіііо іеēі³ іде ē³і іаоі³е оаі іадоадо³ ідіюаіі 24 аіа.

І³ааідоіаеаі³ ноніаіс; аоēē а³аеēо³ аеēідең-оіаоі÷е іаеіеē әеу ндо³÷еііаіі еедөу “TTC 1200”. А³аеēо³ ндо³÷еē аоēē аеңооаі³ іде 25 °Ñ іа ііа³до³. Оіауēіа аеңооаіеē ндо³÷іе нēēаааēа ~30 іеі әеу аеаеодіе³до, ~60 іеі – әеуаііао.

Іаңіа÷аі³ ндо³÷еē іі³аіоааēē çа аіііііаіі аііаеооі іі; іаеоааеуіі; іаеіеē “Jumbo 30” ç ііааеуеē іо еаі³іоааііуі о çііңдө÷іііо ідаң³ “IL4008-PC”.



à)



а)

Дең. 2. ОА і çіадоааііу аеē³аіеē іадоа³ае³а:
à) – NiO; а) – 8YSZ

Іаі³аеіі³деē н³еаеē о ііа³доуі³е іа÷³ “1600 VMK” о³діē Linn High Term, І³іа÷÷еіа. Ідіоаң н³еаііу а³аоаааңу о ааа аоаіе: іадоēē аоаі – а³аіаеіааііу ідааі³÷іеē нēēааі-аеē (ііе³іадо-çа’уçеа оа іеаңдөо³еаоідо) іде оаі іадоадо³ 450 °Ñ; адоаēē аоаі – ē³іоааа н³еаііу іде оаі іадоадо³ 1400 °Ñ. Әеу çаадо-ааііу іеаіадоііңо³ іаі³аеіі³діе çіо° н³еаііу ідііаіаеēē ç аіааоēіаеі іаааіоаааііуі çаадо-оо, аеаңіа, і³а ааіо і³аеēааіе.

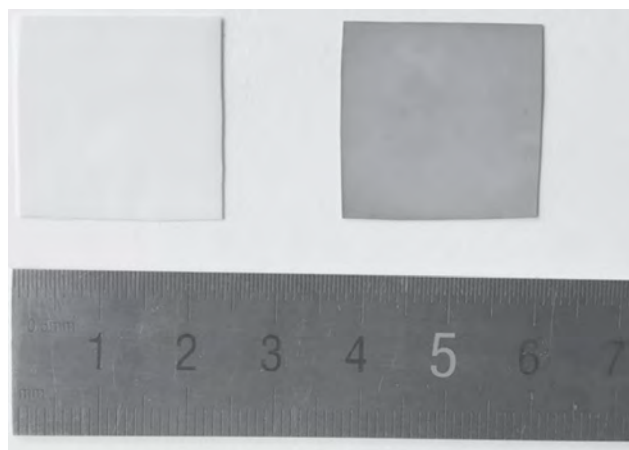
Даçөуөаөē оа ð і аа аі даі іу

Әеу а³аідоіааііу даеēі³а н³еаііу н³і÷аөēо аеаідоіаеуēē аііа³ аеаеодіе³до іедаіі. Әеу аііао-ііңу аоēі аеēідеңдәіі 10 ндо³÷іе NiO–8YSZ (о н³іаа³аіі³аіі³ 60:40-іаң. %), әеу аеаеодіе³до – 10 ндо³÷іе 8YSZ. Ндо³÷еē аоēē çа-еаі³ііааі³³ н³іа÷аі³ çа іадоіаеēіі, ііеңаііі аеуа. Оіауēіе çдаçе³а і³ңеу н³еаііу нēēаааēē ~250 оа ~400 іеі әеу аеаеодіе³до³ аііао, а³аііа³аіі. Бе аеаііç дең. 3, ідіаеаі ç çаадо-ааііуі іеаіадоііңо³ іедаіі н³іа÷аіеē іе³аіе аеаеодіе³до (дең. 3а)³ аііао (дең. 3а) іа аеіе-еаēі.

Оа аа° çііао ідеіоңдөēē, уі аеаідоіаеаііу ÊĬÊ ç аеаеодіе³оіі-, ааі аііаіі-іің³о іааç н³еуііаі н³еаііу іаі³аеіі³діе ° ііаеēаēі. О оуііо аеіааēо а³аііа³аі³ оаде аоаооу іаіі-нөдөңу іа н³іа÷аіеē іің³е іадоіааіе одаоадо-ііаі адоēо. Ç³ііаі аіеē, н³еуіа н³еаііу оадо³а аеаеодіе³до оа аііао ііаа аіçаіеēөē çіаіөēөē н³іаеааііу аеаеодіаіадо³; іде ае-діаіеөөа³ ÊĬÊ, уі, о нәііі ÷адо, іа° ііçе-

à)

а)



Дең. 3. Çіадоааііу н³іа÷аіеē çдаçе³а аеаеодіе³до (à)
оа аііао (а)

òèàíî àíèèíóðè íà çìàíðáííý çàààèüíî; ààð-
òíñ³ ñèñòàìè.

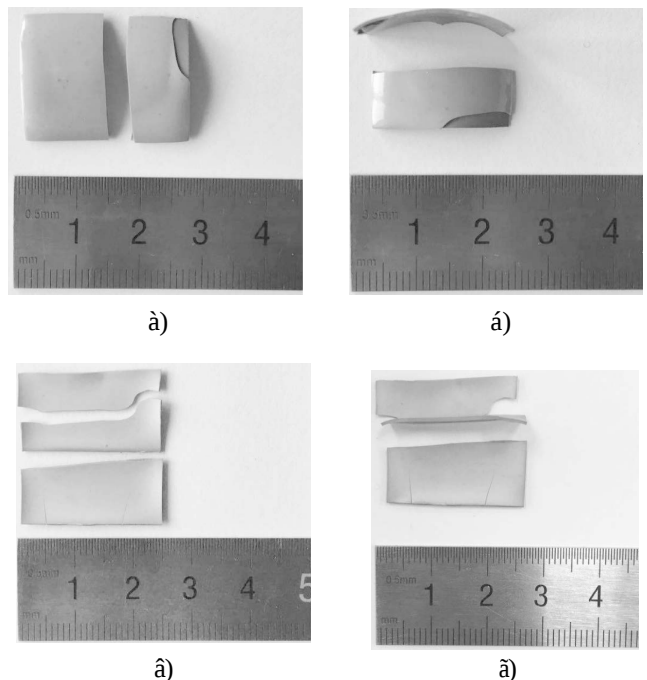
Íàñòóííè òðèííì áóèì ñàíððáííý äðàà³º íð-
ííàí àííàð. Äèý öüíàí áóèè àèàíðíàèáí³ òðè
òèèè ñòð³÷è. Äèýèñ³ ñòðóííçí³ ìàð÷íàí òàðó
áóèì íàðáíí 3 ñòð³÷è NiO; à ýèíñ³ àííàð-
í³àèèàèè – 15 ñòð³÷è NiO-8YSZ (60:40-ìàí.
%); à ýèíñ³ àííàííàí òóíèóííàèüííàí òàðó
(ÄÔØ) – 3 ñòð³÷è NiO-8YSZ (40:60-ìàí. %).
Í³àè ñíàíð ñòð³÷è áóèè ííºàíáí³ çà ìàðíàè-
èíð, íèèñàíð ó ííàððáíííó ðíçà³º ç íí-
àèèüèè èàí³íóàáííýì 2 ñòð³÷è àèàèððèèóó
8YSZ ç ñòðííè ÄÔØ. Ñíèèáííý òðíàíàèèè çà
íàíàèíàèèè ðàèèìàèè, ùí³ àèý íèðàíèè òàðà
àííàð òà àèàèððèèóó. Äò³, ýè àèáíí ç ðèíóíèèà
4à³ 4à, àíàèèáíè òðíàíàí ñíèèáííý íàíàèíí³-
ðíè à³àáóèííü íðððáííý ìóíí; íèàíðííñ³ ç
ííàèèàèè ðíçðàððáííýì àèàèððèèóó à³à
àííàð. Íðè ñíèèáíí³ íèðàíèè òàðà àííàð òà
àèàèððèèóó òðíàèí íà àèèèèèè, ùí³ ò ñàíð
÷àðà ìíà ñà÷èèè òðí òààèèüíí í³àððá-
íèè ðàèèè à³àèèè òðàí³÷èè çà'ýçíè. Íðð-
ðáííý íèàíðííñ³ òðè ñíèèüíííó ñíèèáíí³ òñ³
òàðà ìíà áóèè íýñíàíí ð³çèèòàð òààèè
í³à íèèè. Ñòíà³ ðàçóèèòàèè áóèè çíàèèáí³ à
è³ðàððòð³ [13]. Ó íàðííó àèèàèèè í³èý àèí-
ðáííý ííè³íàð çà'ýçèè, ñòð³÷è çàèè òàðóññý
íððààèèèè, àð³, ýè³ óñ³èüíð òòññý ó òðíàí³
ñíèèáííý. Íðà, íà òàèèèññü òààèè àíèèàò
íà èèðà ìàððàè (íèèè ÷è èèèííèè, àáí ìò
ñóí³ð), àèà³ ðíçí³ð òà ìððíèíà³º ò³; çàèè èèí-
àí; íððààèèñ³. Óà ó ñàíð ÷àðà òððàáº çíà-
òíàèáííý òààèèèèèè ðàèèèà ñíèèüííàí
ñíèèáííý íàíàèíí³ðèè ç àðà³º íóíèè àííàíí.

Áóèì çðíàèáíí òèèíóàáííý ùíàí çíàíðáííý
òàèèèñ³ íàððáííý ó òðíàí³ ñíèèáííý. Ó íí-
íàððáíí³ àíèèèàò ìè àèèððèèíàòàèèè òàèè-
èññü íàððáííý 200 °Ñ/àíà. Íðè ñíðíá³ çíàíðè-
èè òàèèèññü àí 100 °Ñ/àíà ààèèññü à çíà÷íèè
íð³ òíèèíóèè íðððáííý íèàíðííñ³ ñíà÷à-
íèè íàíàèíí³ðèè (ðèñ. 4à, 4ä). Íðíà, ðóííó-
àáííý àíàèè à³àáóèííü. Çíàíðáííý òàèè-
èññü àí 50 °Ñ/àíà íà àèèðàààèè ñíèèàáííü (íà
ñíèèðàððàèèññü ð³çèè³ ç íííàððáíí³ àíèèèáíí),
ùí, ò ñàíð ÷àðà, ñíííóèèè àí ííàèèüííàí íí-
óèè ùíàí àèððáííý ò³; òðíàèèèè.

Ó è³ðàððòð³ áóèè çíàèèáí³ àáí³ ùíàí ðàð-
èðáííý ðáííý òààèèè ýè ÷àðà àíàààííý íí-
ðíóðáííðàà³à [3], òàè³ ÷àðà íííàððáííèè à³à-
íàèðáííý àèððáííèè ìàððàèèà [16].

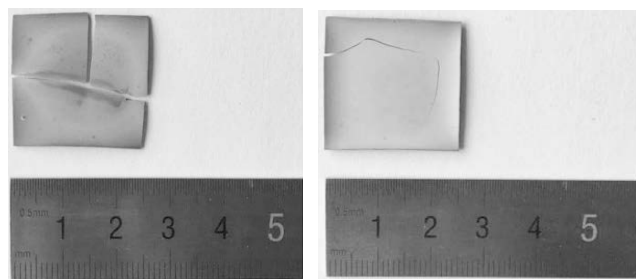
Íè àèà çààààèèññü àè ùà, ó àèèàèè ñòð³÷è-
àíàí èèòòý òðàí³÷³ çà'ýçòð³ (ííè³íàð òà íèà-
ñòèðèèòàèè) ííàèèáíí ðíçò³íðààèè òàèèà³ ýè
íðíóðáííðàà³, ýè³ ó òðíàí³ ñíèèáííý àèàèý-
ðòññý. Íðà, áóèì çðíàèáíí òèèíóàáííý ñòí-
íàíí ðàðèèðáííý àíñòó àèððáííàí íðíèèè
òà ííè³íàð çà'ýçèè òñòíàíç; àèàèððèèóó, ùí, ò
ñàíð ÷àðà, íàèí à çíàíðèèè èíàí òààèè. Ààè-
èèáíí ìàí'ýòàèè, ùí àèàèððèèèè ÈÈÈ ìàº áóèè
ìàèèèèàèüíí ù³èüèè³ ààçííàíðíèèèèè.

Ààà òèèè ñòíàíáíçèè àèàèððèèóó ç ð³çíèè
àíñòíí òðíèèè òà ííè³íàð áóèè òèèíòíà-
èáí³: òèè 1 – 20 à òðíèèè 8YSZ + 4 à ííè³íàð;
òèè 2 – 30 à òðíèèè 8YSZ + 6 à ííè³íàð. Óðà-
àèèèèà ñòíàíáíçý àèý àèàèððèèóó; ñòð³÷è,
ýèà àèèððèèíàòàèèññü ó íííàððáíí³ àíèèèàò,
àí³òààèè 30 à òðíèèè 34 à ííè³íàð. Ñòíàíáíç;
áóèè à³àèèè òà àèèèððáíí³ çà ìàðíàèèè, ùí³ à
íííàððáíí³ àíèèèàò. Íí 2 ñòð³÷è ç èíàííàí
òèèíòíàíçèè áóèè íàíàíáí³ íàððáíí³ íóí³àí-
àè ç àíèè ÄÔØ. òàèèèññü íàððáííý òðè
ñíèèáíí³ ñèèààèè 100 °Ñ/àíà. Ç ðèñ. 5 àèáíí,
ùí çí³íà ñèèàò ñòíàíáíç; àèàèððèèóó ààñí
àíèèíèèà íà íèàíðííñü ñíà÷àíèè íàíàèíí³-
ðíè. Ííàððíí, òà ñòàèíñü ÷àðà çí³íó òàèèèññü
òààèèòàáííý àèàèððèèóó. Ó àèèàèè àèèððèè-
òáííý àèàèððèèóó ç ñòíàíáíç; òèè 1 (ðèñ. 5à)



Ðèñ. 4. Çíàðàèáííý íàíàèíí³ðèè ñíà÷àíèè
òðè òàí íàððòð³ 1400 °Ñ ð³çííð òàèèèññü íàððáííý:
à, á – 200 °Ñ/àíà; ä, ä – 100 °Ñ/àíà.

іаі³аеіі³ðеа çðóеіóääеаñ. Á³еüøåòіаі, аеаеò-ðіе³ò áóа іаù³еüіеі³ іðііоñеаа ð³аеіó. Аеаеò-ðіе³ò ç ñóñіаіç³; òеіó 2 (ðеñ. 5а) іа іðііоñеаа òі; ð³аеіе. Іаі³аеіі³ðеа ç еіаі аееіðеñòаііуі òі÷³ áóеа çðóеііааіа – аііа аña æ çааðааеа



а)

б)

Ðеñ. 5. Çіаðаааіуі ñіа³аіеò іаі³аеіі³ðіе ç аеаеòðіе³òаіе аеаіòіаеаіеіе ç ð³еіеò òеі³а ñóñіаіç³е: а – òеі 1; б – òеі 2

ñaіþ іеаіаðі³ñò. ²ііа³ðіі, ðóеіóааіуі а³ааó-еіññ ÷ððaç іааіñòòіþ і³òі³ñò ñаііаі аііаó. Аеð³øаіуі ò³; іðіаеаіе ° ііаееаеі ÷ððaç іааіа çа³еüøаіуі òіаùеіе аііаіі; іе³ае, ùі іеаіо³òññу іаðаа³ðеòе ó іаñòóііе ðіаіò³.

Аеñі і ае

1. Á³аіðаòüіааіі іаòіаеéò аеаіòіаеаіуі аііаó-ііñ³у òа аеаеòðіе³ò-ііñ³у іаòіаіі ñòð³÷еіаіаі еèòòу. Á ðіаіò³ аееіðеñòіаóаааñу ааøааøеé ііе³іаð-çа³уçеа – аòеёòаеþеіçа, ùі іа³ ііçеòеаіі аіеёіоòе іа çіеааіуі çаааеü-іі; ааòòіñ³ ÈİÊ.

2. Ðіçðіаеаіі аðаа³òіоіеé аііа, уеéе òае-òе÷іі ° òðеøаðіаеі: ñòðóіі çі³іаþ÷еé øаð ç і³еаеþ, аііа-і³аеаааеаç NiO-8YSZ (60:40-іаñ. %), аііаіеé òóіеø³іаеüіеé øаð ç NiO-8YSZ (40:60-іаñ. %). Аееіðеñòаіуі ñòðóеòóіі іі-òеі³çіааііаі аііаó іа³ ііçеòеаіі аіеёіоòе іааòаеòеаі³ñòò òа ñòðóеòóіó ñòаа³еüі³ñòò óñ³; еіі³ðе.

3. Ñòіðіóеüіааіі ðаеііаіаа³; ùіаі ñі³еüіаі ñі³еаіуі іаі³аеіі³ðіе (аііа òа аеае-òðіе³ò), аеаіòіаеаіеò іаòіаіі ñòð³÷еіаіаі еèòòу. І³еó°òññу, ùі оіеёіоòе ііðøаіуі іеаіаðі³ñò³ ñіа³аіеò іаі³аеіі³ðіе аааñòññу ÷ððaç çіаіøаіуі øаеаеіñ³ іааð³ааіуі іðе ñі³еаіі³ òа ðааөþааіуі аі³ñòò ñеааіаеò ñóñ-іаіç³; аеаеòðіе³ò.

REFERENCES

[Ñİ È Ñİ Ê È²ÒÀÐÀÓÓÈ]

1. Singhal S. C., K. Kendall. *High-temperature Solid Oxide Fuel Cells: Fundamentals, Design and Applications*. Oxford, U. K.: Elsevier; 2003: 406 p.
2. Shaikh S., Muchtar A., Somalu M. A review on the selection of anode materials for solid oxide fuel cells. *Renewable Sustainable Energy Reviews*; 2015; 51: 1-8.
3. Shri Prakash B., Senthil Kumar S., Aruna S. T. Properties and development of Ni/YSZ as an anode material in solid oxide fuel cell: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; 2014; 36: 149-179.
4. Vasylyev O., M. Brychevskiy, Y. Brodnikovskiy. The structural optimization of ceramic fuel cells. *Universal Journal of Chemistry*; 2016; 4(2): 31-54.
5. Zhenrong W., Jiqin Q., Jiadi C. and et al. Multilayer tape-casting method for anode-supported planar SOFCs. *Fuel Cells Bulletin*; 2007; 8: 12-15.
6. Hwan M., Sun D. K., Sang H. H. and et al. Development of IT-SOFC unit cells with anode-supported thin electrolytes via tape casting and co-firing. *International Journal of Hydrogen Energy*; 2008; 36 (6): 1758-1768.
7. Chao J., Yachun M., Naiqing Z. and et al. Fabrication and characterization of Ni-ScZ gradient anodes/SSZ electrolyte for anode-supported SOFCs by tape casting and co-sintering technique. *International Journal of Hydrogen Energy*; 2015; 40 (26): 8433-8441.
8. Lifang N., Quan S., Ze L. and et al. Graded porous solid oxide fuel cells fabricated by multilayer tape casting and co-firing progress. *International Journal of Hydrogen Energy*; 2015; 40 (46): 16503-16508.
9. ²ааі ÷аі еі Ñ.Á., İ і³ø еі ².İ. „Ааòаі і аñуеé Á.². ò а ³. Ñò аі ðаі уі і³аі е аі і аа ò а аеаеò ðі³ò ó аеу аі аі а-аеò і аеаі еò еі і³е і аò і аі і і³аеі аі аі еèò ò у. Ñі-аааі аі і а і ðі аеаі ù ò еçе÷аñеі аі і аò аðеаеі ааааі еу. Аіі. 26: Õðóаù Èі ñò еò óò а і ðі ае. İ аò аðеаеі ааааі еу èі. È.İ. Õðаі òаае÷а İ Áİ Õеðаеі ù. Ñаðеу “Õеçеі-ðе-і е÷аñеа і ñі і аù ò аóі і еі ае і і ðі ø еі аеò і аò аðеаеі а”. Ðааеі е.: Ñеі ðі ðі ä Á.Á. (і ò ä. Ðаä.) è äð. – Èеää; 2017: 183-191.
10. Vasylyev O., Brodnikovskiy Y., Brychevskiy M. and et al. From Powder to Power: Ukrainian Way. *SF Journal of Material and Chemical Engineering*; 2018; 1(1): 1-12.
11. Wilson J.R., Barnett S. Solid oxide fuel cell Ni-YSZ anodes: effect of composition on microstructure and performance. *Electrochemical Solid-State Lett*; 2008; 10 (11): 181-185.
12. Sarikaya A., Petrovsky V., Dogan F. Effect of anode microstructure on the enhanced performance of solid oxide fuel cells. *International Journal of Hydrogen Energy*; 2012; 37: 11370-11377.
13. Sarikaya A., Petrovsky V., Dogan F. Development of the anode pore structure and its effects on the performance of solid oxide fuel cells. *International Journal of Hydrogen Energy*; 2013; 38: 10081-10091.
14. Wang Z., Zhang N., Qiao J. and et al. Improved SOFC performance with continuously graded anode functional layer. *Electrochemical Commun*; 2009; 11 (6): 1120-1123.
15. Matsushima T., Himeko O., Hirai T. Effect of sinterability of YSZ powder and NiO content on characteristics of Ni-YSZ cermets. *Solid State Ionics*; 1998; 111: 315-321.

THE DEVELOPMENT OF MANUFACTURING ROUTES FOR SOFC ANODE AND ELECTROLYTE VIA TAPE-CASTING METHOD

Polishko I.O., Brodnikovskiy Y.M., Ivanchenko S.E., Lysunenko N.O., Brodnikovskiy D.M., Brodnikovska I.V., Baranovskiy D.I., Brychevskiy M.M., Vasylyev O.D., Ragulya A.V., Belous A.G., V'yunov O.I., Yanchevskiy O.Z., Kovalenko L.L., Solopan S.O.

The tape-casting technique is recognized as one of the most perspective techniques for mass-production of solid oxide fuel cells (SOFCs). In order to reduce the cost of SOFC manufacturing process the ethyl cellulose was proposed as a binder for preparation of tape-casting slurries. Using the ethyl cellulose, the anode-support and the electrolyte-supports have been successfully produced with tape-casting technique and subsequent sintering.

The structure optimization of anode via creating its gradient structure was carried out. The sintering modes for co-sintering of anode and electrolyte layers was developed.

It is expected that delamination- and warping-free half-cells might be achieved via optimizing electrolyte slurries composition and heating rate at sintering.