

Խ.Հ. ՄԱՆԱՍԵԼՅԱՆ, Ա.Գ. ՂՈՒԼՅԱՆ, Ս.Ա. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

ՌԵԳԵՆԵՐԱՑԻՈՆ ԶԵՐՄԱ-ԷԼԵԿՏՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՂԲՅՈՒՐ

Նկարագրված է փոքր հզորությամբ էլեկտրական էներգիայի՝ ակտիվացված փայտածխային հիմքով ջերմա-էլեկտրաքիմիական աղբյուր, որը կարող է կիրառվել որպես առանձին էներգահավաք սարք, ինչպես նաև համակցվել էլեկտրական էներգիայի այլ աղբյուրների հետ:

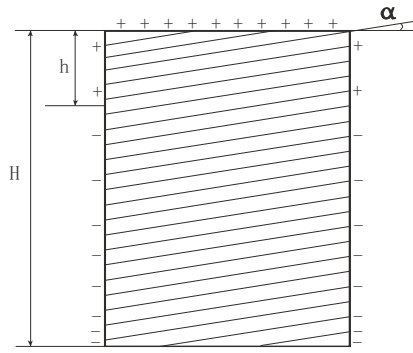
Առանցքային բառեր. ակտիվացված փայտածուխ, էլեկտրաքիմիական աղբյուր, ռեգեներացիոն բևեռափոխություն:

Ներածություն: Բնապահպանական, էներգախնայողական և հրատապ բնույթի այլ քաղաքակրթական պահանջներից ելնելով՝ աշխարհի զարգացած երկրների շատ գիտնականներ ինտենսիվ հետազոտություններ են կատարում էլեկտրական էներգիայի նոր, առավել արդյունավետ և թարմացվող (Renewable Electric Sources - RES) աղբյուրներ ստեղծելու ուղղությամբ: Էլեկտրական էներգիայի այդպիսի այլընտրանքային աղբյուրների հիման վրա ստեղծվում և շահագործման են հանձնվում զանազան նոր տեխնիկական սարքեր, մրցունակ տրանսպորտային միջոցներ, կենցաղային հարմարավետ էլեկտրական սարքեր, տեղայնացված փոքր և միջին հզորությամբ էլեկտրակայաններ, ավելի հզոր ու տարողունակ կուտակիչներ, փոքրածավալ ու շարժունակ լիցքավորող սարքեր և այլն:

Էներգետիկական նպատակներով օգտագործվող նյութերից մեկը՝ փայտածուխը, կիրառվում է անհիշելի ժամանակներից: Սակայն փորձերը ցույց են տալիս [1], որ փայտածուխն ունի դեռևս չբացահայտված հատկություններ և որակներ, որոնք լրացուցիչ հետազոտությունների կարիք ունեն:

Աշխատանքը վերաբերում է էլեկտրական էներգիայի՝ փայտածխային հիմքով ջերմա-էլեկտրաքիմիական աղբյուր ստեղծելուն, որը կարող է կիրառվել որպես առանձին EH սարք, ինչպես նաև համակցվել էլեկտրական էներգիայի այլ աղբյուրների հետ: Հատկապես արդյունավետ կարող է լինել այդ սարքի համակցումն արևային էներգիայի ֆոտովոլտային կամ ջերմային փոխակերպիչների հետ:

Աշխատանքի նկարագրությունը: [1]-ում նկարագրված է փայտածխի կտորի ակտիվացման ուրույն եղանակ, որի շնորհիվ դրա հակադիր հարթ մակերևույթները ջրային և ոչ ջրային էլեկտրոլիտների միջավայրերում ձեռք են բերում հակառակ նշանով լիցքեր, ինչի շնորհիվ նշված մակերևույթների էլեկտրաքիմիական պոտենցիալների միջև առաջանում է որոշակի տարբերություն (նկ. 1):



Նկ. 1. *H*-փայտածխի կտորի բարձրությունը, *h*-դրական լիցքերի տիրույթը, α -փայտածխի բնական շերտերի և ակտիվացված մակերևույթի միջև կազմված անկյունը ($0 \leq \alpha \leq \pi/2$)

Փայտածխի նմուշի միակողմանի ակտիվացվածության Z աստիճանը գնահատվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$Z = \ln\left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right), \quad (1)$$

որտեղ ρ_1 -ը փայտածխային նմուշի ակտիվացված մակերեսի տեսակարարար դիմադրությունն է, ρ_2 -ը՝ փայտածխային նմուշի չակտիվացված մակերեսի տեսակարարար դիմադրությունը:

Փայտածխի դեռևս չակտիվացված նմուշի դեպքում $\rho_1 = \rho_2 \approx 10^5 \dots 10^8$ Օմ-սմ, $\rho_1 / \rho_2 = 1$, $Z = 0$:

Որքան բարձր է Z -ի արժեքը, այնքան փայտածխային նմուշի էլշուն ավելի մեծ է ստացվում տվյալ էլեկտրոլիտի միջավայրում: Աղ. 1-ում բերված են $Z=3$ միակողմանի ակտիվացվածության աստիճան և հիմքի 1,5 սմ² մակերես ունեցող սկավառակաձև ($H=0,3$ սմ) 8 միատեսակ փայտածխային նմուշների էլշունների մեծությունները՝ սենյակային ջերմաստիճանի 18...25°C բնական փոփոխության պայմաններում, իսկ աղ. 2-ում՝ նույն չափսերն ունեցող փայտածխային նմուշի էլշունի արժեքները՝ Z -ի տարբեր արժեքների և 20°C սենյակային ջերմաստիճանի դեպքում, երբ այն ընկղմվում է մեթանոլի 98%-անոց լուծույթի մեջ:

Աղյուսակ 1

Փայտածխային նմուշների էլշունների արժեքները տարբեր էլեկտրոլիտներում

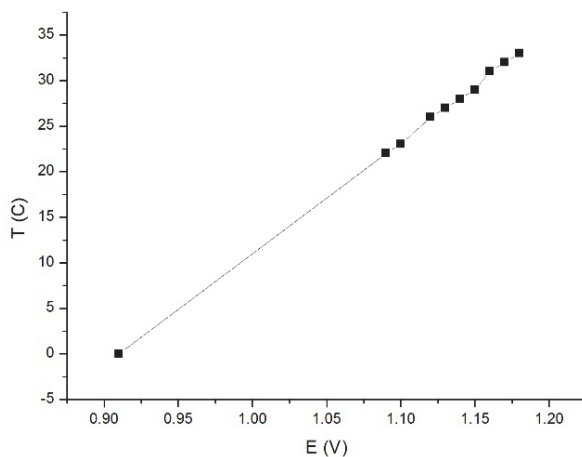
Էլեկտրոլիտ	Թորած ջուր	Հագեցած աղաջուր	Հագեցած սոդայաջուր	20% HCl	20% KOH	5% KMnO ₄	15% H ₂ SO ₄	98% CH ₃ OH
E(V)	0.13...0.18	0.15...0.20	0.23...0.28	0.18...0.23	0.25...0.30	0.28...0.32	0.30...0.35	0.45...0.50

Էլշուի կախվածությունը ակտիվացման Z աստիճանից

Z	2.5	3.0	4.0	4.5
$E(V)$	0.23...0.35	0.45...0.50	0.53...0.58	0.62...0.75

Աղ. 1-ում նշված էլեկտրոլիտների չորանալուց կամ ցնդելուց հետո էլշուների արժեքները հավասարվում են զրոյի: Ուստի, որպեսզի փայտածխային նմուշն ավելի երկար ժամանակով պահպանի էլշուի մեծությունը, հետագա փորձերը կատարվել են այնպիսի էլեկտրոլիտով, որն օժտված է շրջակա միջավայրից ջուր կլանելու հատկությամբ և միաժամանակ ունի բարձր իոնային հաղորդականություն: 85 և ավելի բարձր տոկոսանոց օրթոֆոսֆորական թթուն (H_3PO_4), որը, ինչպես հայտնի է, կիրառվում է ժամանակակից PAFC տիպի թարմացվող աղբյուրներում [2], օժտված է հենց այդպիսի հատկություններով և ջերմաստիճանների լայն տիրույթում ($0...200^\circ C$) երկար ժամանակ ($40\ 000$ ժ և ավելի [2]) պահպանում է իր հեղուկ վիճակը և իոնային հաղորդականությունը: Վերջինս մեծանում է ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց, սակայն ավելի բարձր ջերմաստիճանների դեպքում օրթոֆոսֆորական թթուն լրիվ ջրազրկվում է՝ վերածվելով պիրոֆոսֆորական թթվի ($H_4P_2O_7$):

Վերը նշված թույլատրելի ջերմաստիճանների տիրույթում միակողմանի ակտիվացված և օրթոֆոսֆորական թթվով խոնավացված փայտածխի կտորի էլշուի մեծությունը կարող է ծառայել որպես տվյալ միջավայրի ջերմաստիճանի ցուցիչ (ջերմաչափ), եթե այն նախապես տրամաչափարկվի ջերմաստիճանի փոփոխությանը համապատասխան (նկ. 2):

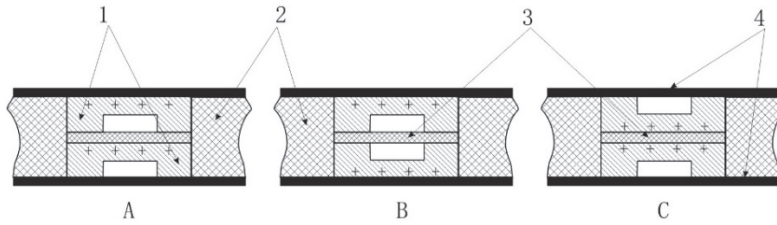


Նկ. 2. Փայտածխային հիմքով էլեկտրաքիմիական աղբյուրի էլշուի կախվածությունը միջավայրի ջերմաստիճանից

Փայտածխային նմուշի ակտիվացված և չակտիվացված մակերևույթներին միևնույն մետաղից պատրաստված (Zn, Al, Fe, Ti և այլն) հոսանքահավաք էլեկտրոդներ ամրակայելու կամ պարզապես հպելու դեպքում այն վերածվում է պարզ կառուցվածք ունեցող հոսանքի աղբյուրի, որի արտաքին շղթային միացված բեռով անցնող հոսանքի մեծությունը գծայնորեն կախված է միջավայրի ջերմաստիճանից:

Ելքային հզորության մեծացման նպատակով աղբյուրի ներքին կառուցվածքի հետագա մի քանի բարդացումների հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ ջերմաստիճանից ելքային հոսանքի կախվածության ուղղագծային կապը որոշ դեպքերում կարող է խախտվել և ձեռք բերել անկայուն, ռեզոնանսային բնույթ, ինչը կարող է հանգեցնել նաև աղբյուրի բևեռների նշանափոխության: Մասնավորապես, աղբյուրի ներքին կառուցվածքի բարդացման այդպիսի օրինակ է մեկի փոխարեն երկու միակողմանի ակտիվացված և նույն չափսերն ունեցող փայտածխային նմուշների օգտագործումը, որոնք իրարից առանձնացված են օրթոֆոսֆորական թթվով ներծծված զատիչով (separator): Փորձերը ցույց են տալիս, որ այդպիսի աղբյուրը ձեռք է բերում ցայտուն արտահայտված ջերմա-էլեկտրաքիմիական աղբյուրի հատկություններ:

Աղբյուրի ներսում փայտածխային նմուշների և զատիչի փոխդասավորության հնարավոր երեք տարբերակները պատկերված են նկ. 3-ում: Նկ. 3-A-ում փայտածխային նմուշների ակտիվացված և չակտիվացված մակերևույթների փոխդասավորությունը կենտրոնում տեղադրված զատիչի նկատմամբ պայմանականորեն անվանել ենք ներաղբյուրային կամ ներքին հաջորդական միացում (ՆՀՄ), իսկ նկ. 3-ի B և C դեպքերը՝ ներքին զուգահեռ միացում (ՆԶՄ): Էլեկտրատեխնիկայում կիրառվող աղբյուրների հաջորդական և զուգահեռ արտաքին միացումներից դրանք տարբերվում են նրանով, որ հոսանքի աղբյուր հանդիսացող փայտածխային նմուշների զույգերը գտնվում են միևնույն էլեկտրոլիտի միջավայրում և, հետևաբար, իրենց ներքին հոսանքի առումով անկախ չեն: Այդ պատճառով, եթե նմուշներն ունեն նույն երկրաչափական չափսերն ու միակողմանի ակտիվացվածության նույն Z աստիճանը, և աղբյուրն օրվա ընթացքում գտնվում է ջերմադինամիկական քիչ թե շատ կայուն հավասարակշռության վիճակում (երբ ամբողջ աղբյուրը կամ դրա մետաղական էլեկտրոդներից մեկը հատուկ չի տաքացվում որևէ ջեռուցիչով), ապա ՆՀՄ դեպքում ընդհանուր էլշուն փոքր է ստացվում փայտածխային նմուշների առանձին էլշունների գումարից, իսկ ՆԶՄ դեպքում՝ ընդհանուր էլշունի արժեքը որոշակի փոքր լայնությամբ և անկանոն պարբերությամբ տատանվում է զրոյական արժեքի շուրջը:

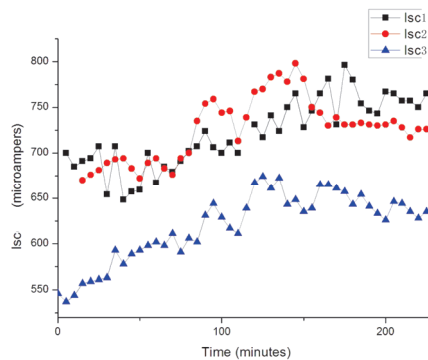


Նկ. 3. A-ՆՀՄ, B և C-ՆՁՄ. 1 – փայտածխային նմուշներ, 2 – դիֆուզիոն-կլանկան կրիչ, 3 – գառիչ, 4 – հոսանքահավաք մետաղական էլեկտրոդներ

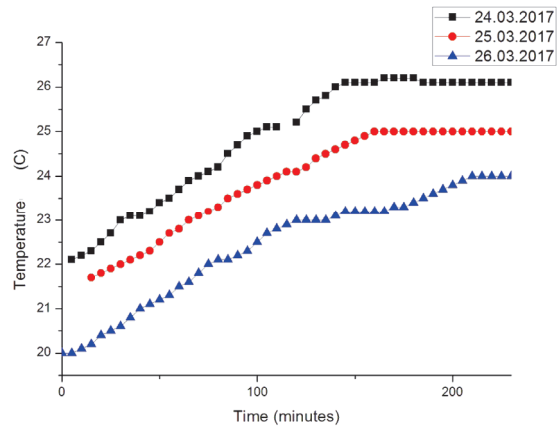
Նկ. 3-ում «+» նշանով նշված են միակողմանի ակտիվացված փայտածխային նմուշների ակտիվացված մակերևույթները: Որպես դիֆուզիոն-կլանկան կրիչ (2) բոլոր երեք տարբերակներում օգտագործվել է ֆտորապլաստե թիթեղ, որն օժտված է հիդրոֆոբ հատկությամբ, ջերմակայուն է և ունի ծավալի ջերմային ընդարձակման փոքր գործակից:

ՆՀՄ դեպքի համար (A), երբ աղբյուրի բևեռների միջև անընդհատ ռեժիմով միկրոամպերմետր է միացված, կարճ միացման հոսանքի (Isc) փոփոխությունները, կախված սենյակային ջերմաստիճանի եռօրյա (ցերեկային 4 ժամերի) փոփոխությունից, բերված են համապատասխանաբար նկ. 4-ում և 5-ում: Ինչպես երևում է նկ. 4-ում, այս դեպքում հոսանքի (և էլշուրի) ջերմաստիճանային կախվածությունը ոչ թե ուղղագծային բնույթ է կրում, այլ պարզորոշ նկատելի են հոսանքի միջին արժեքի շուրջը փոքր լայնությամբ անկանոն տատանումներ:

Այդ տատանումների լայնությունը խիստ աճում է՝ ժամանակ առ ժամանակ հանգեցնելով բևեռների նշանափոխության, երբ ՆՀՄ կամ ՆՁՄ (B, C) աղբյուրների հոսանքահավաք մետաղական երկրենո էլեկտրոդներից մեկը որոշակի կարճ ժամանակով (5...10 րոպեի ընթացքում) տաքացվում է որևէ ջեռուցիչով, օրինակ՝ շիկացման լամպով, արևի էներգիայի խտացուցիչով և այլն:



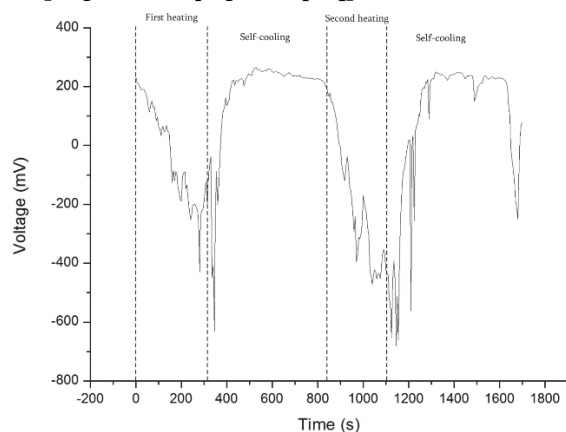
Նկ. 4. ՆՀՄ տիպի աղբյուրի կարճ միացման հոսանքի փոփոխությունը՝ կախված ժամանակից



Նկ. 5. Սենյակային ջերմաստիճանի փոփոխությունը՝ կախված ժամանակից

Նկ. 6-ում բերված է ՆՀՄ տիպի աղբյուրի բաց շղթայի լարման փոփոխության ժամանակային պատկերը, երբ հոսանքահավաք մետաղական (Zn) էլեկտրոդներից մեկը (դրական բևեռը) կարճատև ժամանակահատվածներով տաքացվում է և ապա, մի փոքր ավելի երկար ժամանակահատվածի ընթացքում, բնական ճանապարհով (ինքնաբերաբար) հովացվում:

Նույնպիսի բուռն գործընթացներ են դիտվում նաև ՆԶՄ տիպի աղբյուրի բևեռներից մեկի տաքացման-հովացման դեպքում:



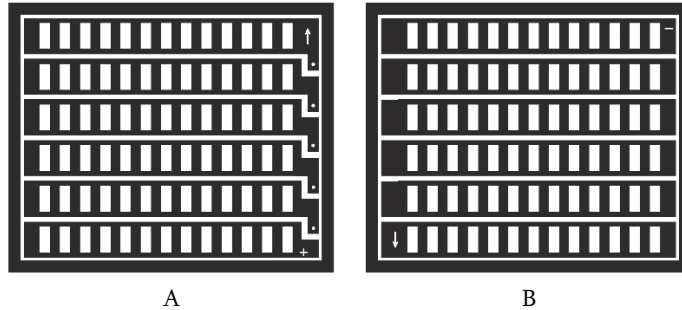
Նկ. 6. ՆՀՄ տիպի աղբյուրի բաց շղթայի լարման փոփոխության ժամանակային պատկերը

Հետազոտության արդյունքները: Փայտածխային հիմքով ջերմա-էլեկտրաբիմական աղբյուրի մի քանի փորձնական նմուշների համար անընդհատ ռեժիմով երկարաժամկետ (1 տարի և ավելի) իրականացված՝ ելքային պարամետրերի չափումների արդյունքները (որոնց մի փոքր մասն է միայն ներկայացված նկ. 4-ի և

6-ի միջոցով) ցույց են տալիս, որ բաց շղթայի լարման առումով դրանք համեմատելի են և որոշ ջերմային ռեժիմների դեպքում նաև գերազանցում են արևային էներգիայի ֆոտովոլտային փոխակերպիչների մոնո-բջիջներին, որոնք աշխարհագրական միջին լայնություններում արևի ուղիղ ճառագայթների տակ ապահովում են 0,6...0,7 Վ լարում:

Օգտագործվող էլեկտրոլիտի իոնային հաղորդականության բավարար մեծացման շնորհիվ՝ կարող են համեմատելի դառնալ նաև էլեկտրաէներգիայի այդ երկու տեսակի աղբյուրների արտաքին շղթաներով անցնող հոսանքների մեծությունները: Ուստի նախատեսում ենք հետագա աշխատանքի ընթացքում մանրակրկիտ հետազոտություններ կատարել՝ օգտագործվող էլեկտրոլիտի տեսակի և բաղադրության հնարավորինս ճիշտ ընտրության նպատակով: Օրինակ՝ մեր նախնական փորձերը ցույց են տալիս, որ օրթոֆոսֆորական թթվին որոշակի փոքր քանակությամբ մանգանի օքսիդի (MnO_2) և/կամ ջրածնի գերօքսիդի (H_2O_2) հավելումը զգալիորեն մեծացնում է աղբյուրի արտաքին շղթայով անցնող հոսանքի մեծությունը: Ուշագրավ հեռանկարային արդյունքներ է խոստանում նաև օրթոֆոսֆորական թթվի փոխարեն ծծմբով հարստացված մոլիբդենի սուլֆիդի (MoS_x , $x=3^{2/3}$) օգտագործումը, որը, բացի այն բանից, որ օրթոֆոսֆորական թթվին զգալիորեն գերազանցում է շրջակա միջավայրից ջուր կլանելու հատկությամբ (hygroscopicity), ունի նաև լույսի ազդեցությամբ ջուրն առանց էլեկտրոլիզի դիսոցելու հատկություն [3]: Վերջին հատկությունը լայն հնարավորություններ կարող է ընձեռել, որպեսզի սույն աշխատանքում նկարագրված փայտածխային հիմքով ջերմա-էլեկտրաքիմիական աղբյուրներն արդյունավետ կերպով համակցվեն ինչպես արևային էներգիայի ֆոտովոլտային փոխակերպիչների, այնպես էլ ջրածնային «վառելիքով» աշխատող՝ PAFC և այլ տիպի էլեկտրաքիմիական գեներատորների հետ:

ՆՀՄ կամ ՆՋՄ տիպի մի քանի միանման աղբյուրներ ընդհանուր դիէլեկտրիկական կրիչի վրա արտաքին հաջորդական-գուգահեռ միացումների միջոցով տեղակայելով՝ հնարավոր է ստեղծել կիրառական նշանակություն ունեցող ջերմա-էլեկտրաքիմիական գեներատոր կամ EH սարք, որը հնարավոր կլինի օգտագործել ինչպես առանձին՝ որպես էլեկտրաէներգիայի անկախ կամ պահուստային աղբյուր, այնպես էլ որևէ այլ տիպի աղբյուրի, օրինակ՝ արևային էներգիայի ֆոտովոլտային կամ ջերմային փոխակերպիչների հետ համակցելով: Նկ. 7-ում պատկերված է մեր կողմից այդ նպատակի համար նախագծված ընդհանուր դիէլեկտրիկական կրիչի տեսքը, որի A (դրական բևեռ) և B (բացասական բևեռ) մակերևույթային կողմերից երևացող պրիզմայաձև խոռոչները նախատեսված են ՆՀՄ կամ ՆՋՄ տիպի միանման աղբյուրների տեղակայման համար:



Նկ. 7. Բջջային ջերմա-էլեկտրաքիմիական աղբյուրի դիէլեկտրիկական կրիչը՝ դրական (A) և բացասական (B) բևեռներով

Քանի որ այստեղ նկարագրված ՆՀՄ և ՆՁՄ տիպի աղբյուրների արտաքին շղթայով անցնող հոսանքը, կարճաժամկետ տաքացումների և հովացումների ընթացքում և դրանց հետևանքով, նշանափոխ բնույթ է կրում, ապա ներկայացվող նախագծի շրջանակներում անհրաժեշտ է ստեղծել նաև փոփոխական հոսանքը հաստատունի վերածող սարք (AC to DC Convertor), առանց որի, ըստ էության, հնարավոր չէ առանձին EH սարքերը համակցել ինչպես իրար հետ, այնպես էլ էլեկտրական էներգիայի այլ տիպի աղբյուրների հետ: Խնդրի իրագործման դժվարությունն այն է, որ հոսանքի աղբյուրի լարման մեծության բացարձակ արժեքը տատանվում է $0...2\text{Վ}$ լարման տիրույթում, և դասական ուղղման մեթոդներից (օրինակ՝ դիոդների միջոցով) օգտվելն էներգետիկ առումով լրիվ անիմաստ է՝ դրանց չափազանց ցածր օ.գ.գ. ունենալու պատճառով: Նմանատիպ EH սարք և նշված խնդրին լուծում տվող AC/DC փոխակերպիչը նկարագրված են, օրինակ, [4]-ում, որտեղ միջավայրում առկա վիբրացիաների մեխանիկական էներգիան անշարժ կոճի և շարժական մագնիսի միջոցով վերածվում է նշանափոխ էլեկտրական հոսանքի:

Սակայն [4]-ում ներկայացված AC/DC փոխակերպիչի սխեման, որը պարունակում է անկախ սնուցման աղբյուր, օգտագործվող էլեկտրոնային սխեմաների նախնական սնուցումն ապահովելու առումով մեր դեպքում կիրառելի չէ, քանի որ $0,4\text{ Վ}$ -ը գերազանցող և հակառակ բևեռականություն ունեցող լարումից կարող են բացվել [4]-ում նկարագրված սխեմայում առկա այն կիսահաղորդչային էլեմենտների p-n անցումները, որոնք տվյալ բևեռականության դեպքում պարտադիր պետք է փակ մնային: Անհրաժեշտ է նաև, որ լրացուցիչ սնուցման աղբյուրից ծախսված նախնական էներգիան լինի չափազանց փոքր այն էներգիայից, որն ակնկալում ենք ստանալ մեր հոսանքի աղբյուրից՝ դրա մի մասը հատկացնելով լրացուցիչ սնուցման աղբյուրի վերալիցքավորմանը: Նախատեսվում է օգտագործել լարման փոխակերպման այնպիսի մեթոդներ և փոխակերպող էլեկտրոնային

սխեմաների այնպիսի բազա, որոնք թույլ կտան նաև համեմատաբար էժան գներով էներգիա կուտակել մեծ թվով հոսանքի աղբյուրներից՝ ապահովելով փոխակերպիչ սարքերի բարձր արդյունավետությունը:

Նախատեսում ենք AC/DC փոխակերպիչի նոր, ավելի արդյունավետ սխեմա մշակելու և պատրաստելու միջոցով լուծում տալ նաև այդ մասնավոր խնդրին:

Եզրակացություն: Հոսանքահավաք միևնույն մակերեսների դեպքում փայտածխային հիմքով ջերմա-էլեկտրաքիմիական աղբյուրն ակնհայտ առավելություններ ունի նաև կիսահաղորդչային ջերմաէլեմենտների համեմատ, ինչպես էլքային հզորության ու էներգատարողության, այնպես էլ գնային առումներով: Ի տարբերություն ֆոտովոլտային փոխակերպիչներում և ջերմաէլեմենտներում կիրառվող կիսահաղորդչային նյութերի, որոնք թանկարժեք են և իրենց բնական պաշարներով սահմանափակ, փայտածուխն էժան է և բնական ճանապարհով վերարտադրվող:

Աղբյուրի երկարաժամկետ օգտագործման առումով ՆՁՄ տիպի աղբյուրն ավելի գերադասելի կարող է լինել, քան ՆՀՄ տիպի աղբյուրը, քանի որ ՆՁՄ տիպի աղբյուրի ներսում ընթացող օքսիդա-վերականգնողական ռեակցիաների ուղղության քվադի-պարբերական փոփոխությունը՝ կապված աղբյուրի ջերմաստիճանային բևեռափոխությունների հետ, ավելի արդյունավետ կերպով կարող է կանխել հոսանքահավաք մետաղական էլեկտրոդներից մեկի միակողմանի քայքայման գործընթացը՝ ժամանակ առ ժամանակ վերականգնելով այն:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Patent RA № 3009 A. The Method of Preparing Electro-chemical Source/**Kh.H. Manaselyan.** - 2016.
2. **Sammes N., Bove R., Stahl K.** Phosphoric acid fuel cells: Fundamentals and applications // Current Opinion in Solid State and Materials Science.- 2004.- 8.- P. 372–378.
3. Surface Water Dependent Properties of Sulfur Rich Molybdenum Sulfides - Electrolyteless Gas Phase Water Splitting/ **T. Daeneke, N. Dahr, P. Atkin, et al** //ACS Nano.- 2017.- Vol. 11, issue 7.- P. 6782-6794.
4. **Madhuri K., Srujana A.** Low Voltage Energy Harvesting by an Efficient AC-DC Step-Up Converter// IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering.- 2013.- Vol. 7, issue 3.- P. 32-47.

ՀՀ ԳԱԱ ՌՖԷԻ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 05.08.2021:

Х.А. МАНАСЕЛЯН, А.Г. ГУЛЯН, С.А. САРГСЯН
РЕГЕНЕРАЦИОННЫЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ ИСТОЧНИК

Описывается маломощный термоэлектрохимический источник электричества на основе активированного древесного угля, который может использоваться в качестве автономного устройства для сбора энергии, а также в сочетании с другими источниками электричества.

Ключевые слова: активированный уголь, электрохимический источник, регенерационная перемена полюсов.

КН.Н. MANASELYAN, A.G. GHOU LYAN, S.A. SARGSYAN
A REGENERATIVE ELECTROCHEMICAL SOURCE

A low-power thermo-electrochemical source of electricity based on activated charcoal, which can be used as a stand-alone device for energy harvesting system, as well as in combination with other sources of electricity is described.

Keywords: activated carbon, electrochemical source, regenerative pole reversal.