

## AKUMULIATORIŲ MONOBLOKAI IR AUKŠTA TEMPERATŪRA

Vytautas Ščiuka, [www.secba.lt](http://www.secba.lt)

Reta vasara neatneša kaitros ir tuo pačiu – problemų elektroninę įrangą, ir ypačiai – akumuliatorių sistemas eksploatuojančioms tarnyboms. Puikiai žinoma, kad aukšta temperatūra – vienas didžiausių populiariųjų švino – rūgštinių akumuliatorių priešas. Esant 30-35°C lauko temperatūrai pavėsyje, netgi kontroliuojamos temperatūros akumuliatorinėse kondicionieriai sunkiai geba palaikyti optimalią 20°C temperatūrą, ką jau kalbėti apie patalpas su natūralia ventiliacija ar išorinius įrenginius, kur akumuliatoriai nuo aplinkos poveikio teapsaugoti metalinių konteinerių sienelių (galima tik įsivaizduoti, kiek gali pakilti temperatūra tokio konteinerio viduje). Kas tuo metu vyksta akumuliatoriaus viduje? Kiek sutrumpės jo tarnavimo laikas? Kaip sušvelninti temperatūros įtaką?

Jūsų dėmesiui pateikiame detalią aukštos temperatūros poveikio švino – rūgštiniam akumuliatoriui apžvalgą bei jos įtaką akumuliatorių amžiui. Taip pat šiame straipsnyje pristatysime efektyviausią šiuo metu sukurtą ir naudojamą akumuliatorių „apsaugą“ nuo aukštos temperatūros poveikio – rekombinacinį hermetizuotų švino – rūgštinių akumuliatorių katalizatorių. Anksčiau publikuotoje katalizatoriaus apžvalgoje (ją galite atsisiųsti adresu <http://www.secba.lt/download.php/fileid/69/>) didesnis dėmesys buvo skirtas katalizatoriaus poveikiui 2V akumuliatorių elementams, tad dabar koncentruosimės įvertinant jo poveikį 12V akumuliatorių monoblokams. 12V akumuliatorių monoblokai imti itin plačiai naudoti dėl jų sąlyginai didelio sukaupiamos energijos kiekio ir kompaktiškos formos. Monoblokus lengva montuoti, jie užima mažiau vietos, tad jie greitai užkariavo įvairios paskirties akumuliatorių sistemas, kur didesni 2V akumuliatorių elementai paprasčiausiai netilptų. Paprastai akumuliatorių baterijos, sudarytos iš 2V akumuliatorių elementų, yra eksploatuojamos kontroliuojamos temperatūros sąlygomis, tuo tarpu ekstremalioms darbinėms sąlygoms dažniausiai „pasmerkiami“ 12V monoblokai. Taigi, jei į 2V akumuliatorių elementus rekombinacinis katalizatorius montuojamas visų pirma ilgą amžių (jo dėka pasiekiamas net 20 m. hermetizuotų švino – rūgštinių akumuliatorių elementų tarnavimo amžius) ir stabilių darbinių parametrų visą tarnavimo amžių užtikrinimui, tai 12V monoblokuose katalizatorius pirmiausia yra efektyvi priemonė, leidžianti ženkliai sušvelninti neigiamą aukštos temperatūros poveikį.

Tad apie viską iš eilės.

### AKUMULIATORIŲ AMŽIUS – DU SKIRTINGI POŽIŪRIAI

Kalbant apie akumuliatorių amžių, būtina skirti dvi sąvokas:

- Projektinis amžius – tikėtinas teorinis akumuliatoriaus amžius, eksploatuojant idealiomis sąlygomis; nustatomas gamintojų pagal standartizuotą metodiką;
- Realus tarnavimo amžius – akumuliatoriaus tarnavimo amžius pagal vartotojų patirtį. Skirtumai tarp šių dviejų sąvokų, t.y., realaus tarnavimo amžiaus neatitikimas deklaruojamam projektiniam amžiui, keldavo ginčus jau skysto elektrolito (ventiliuojamų) akumuliatorių eroje; jie dar labiau paaštrėjo išplitus hermetizuotų vožtuvu reguliuojamų švino – rūgštinių (VRLA) akumuliatorių technologijai. Šią situaciją geriausiai paaiškina trumpa švino – rūgštinių akumuliatorių evoliucijos apžvalga.

Skysto elektrolito akumuliatorių projektinio amžiaus nustatymas paremtas teigiamo elektrodo korozijos greičiu. Akumuliatorių technologija buvo nuolatos tobulinama, eliminuojant kitus akumuliatorių amžiaus trumpėjimą galinčius sukelti veiksnius, todėl teigiamo elektrodo korozija tapo esminiu faktoriumi, sąlygojančiu viso akumulatoriaus amžių. Tai, kad skysto elektrolito akumulatoriai yra tokie ilgaamžiai (paprastai apie 20 metų), visų pirma yra teigiamo elektrodo konstrukcijos ir jo sudėties tobulinimo pasekmė. Gryno (išvalyto nuo priemaišų) švino žaliava ir didesnė teigiamų elektrodų aktyviosios medžiagos masė (paprastai variant – storesnės teigiamo elektrodo sienelės) užtikrina ilgaamžiškumą. Atitinkamai buvo sukurti testavimo metodai, pagal teigiamo elektrodo korozijos greitį galintys tiksliai nustatyti projektinį akumuliatorių amžių. Kaip parodė patirtis, vartotojai galėjo pagrįstai tikėtis analogiško projektiniam realaus akumuliatorių tarnavimo amžiaus dar ir todėl, kad šio tipo akumuliatorių baterijos būdavo eksploatuojamos išimtinai kontroliuojamos aplinkos patalpose, kur temperatūra retai kada viršydavo idealias normas.

Nors hermetizuotiems akumulatoriams taip pat yra itin aktuali teigiamo elektrodo korozija, tačiau esant minimalizuotam elektrolito kiekiui, išryškėjo ir kiti fatališki veiksniai. Hermetizuotų akumuliatorių eros pradžioje jų projektinio amžiaus nustatymui buvo naudojami tie patys skysto elektrolito akumuliatorių technologijoje pasiteisinę metodai. Manoma, kad ir šiuo atveju vienintelis amžių ribojantis faktorius bus teigiamo elektrodo korozija, tačiau laikas parodė, jog tai buvo klaidingas požiūris. Tačiau hermetizuoti akumulatoriai, kurių elektrolitas yra imobilizuotas stiklo audinio mikroplošto separatoriuose arba surištas su želine medžiaga, nesielia visiškai taip pat kaip jų „giminaičiai“ su skystu elektrolitu. Deja, yra daugiau nei vienas hermetizuotų akumuliatorių amžių įtakojantis faktorius, ypač eksploatuojant juos aukštesnėje temperatūroje. Išaiškėjus šiam faktui, gamintojai įdiegė daugybę patobulinimų, apimančių terminalų hermetizavimo technologiją, apsauginio vožtuvo konstrukciją, elektrodų lydinis ir konstrukciją, gamyboje naudojamų žaliavų grynumą ir k.t. Visų patobulinimų tikslas buvo vienas – susieti akumulatoriaus projektinį amžių su teigiamo elektrodo korozijos greičiu, užtikrinant, kad jokie kiti veiksniai nesukels akumulatoriaus gedimų. Didžiąją dalimi, šis tikslas buvo pasiektas, akumuliatorių monoblokus eksploatuojant idealioje aplinkos temperatūroje (20-25°C).

Būtina paminėti, kad hermetizuotų 12V monoblokų projektinis amžius visada bus mažesnis nei 2V elementų (analogiškos technologijos) ir vienareišmiškai trumpesnis nei skysto elektrolito akumuliatorių elementų. Įprastinis 12V monoblokų projektinis amžius yra 6-12 metų, priklausomai nuo technologijos ir, žinoma, kainos, mokamos už juos. Trumpesnį projektinį amžių nulemia tai, jog akumuliatorių monoblokų teigiami elektrodai paprastai sudaryti iš plonesnių plokštelių. Tokia konstrukcija leidžia išgauti tokią pat talpą kompaktiškesniame pavidale (užimama mažiau vietos) ir mažesniais kaštais, nei analogiškos talpos, tačiau kur kas didesnių gabaritų 2V akumuliatorių elementai; t.y. vartotojas gauna tą patį kiekį rezervuotos energijos už mažesnę kainą ir mažesniame plote, tik trumpesnio projektinio amžiaus. Eksploatuojant iš 12V akumuliatorių monoblokų sudarytas baterijas kontroliuojamos temperatūros patalpose, jų realus tarnavimo amžius paprastai atitinka projektinį ir yra vartotojams priimtinas. Problemos dažniausiai kyla, kai akumuliatorių monoblokai eksploatuojami aukštesnėse temperatūrose. Tuomet skirtumas tarp projektinio ir realaus tarnavimo amžiaus paprastai būna itin ženklus. Ankstyvus gedimus tokiais atvejais dažniausiai sukelia pagreitinusi teigiamo elektrodo korozija ir elektrolito išdžiūvimas dėl vandens praradimo elektrolito tirpale. 12V monoblokai dažniausiai pasirenkami dėl mažesnių įrangimo kaštų, tačiau naudojant 12V akumuliatorių monoblokus nekontroliuojamos temperatūros sąlygomis, dažno akumuliatorių keitimo naujais sąnaudos gali būti nepateisinamai didelės (ypatingai kai akumuliatorių baterijas reikia keisti nutolusioje vietovėse).

## TEMPERATŪROS ĮTAKA AKUMULIATORIŲ TARNAVIMO AMŽIUI

Laikui bėgant, akumuliatorių resursai senka – tai neišvengiamas ir nesustabdomas procesas, kuris vyksta nuolat. Vis dėlto, tai nėra stabilūs ir nekintantys procesai – egzistuoja eilė faktorių, galinčių įtakoti akumuliatorių senėjimo greitį. Tai gali būti konstrukcijos ypatumai, tokie kaip elektrodų gamyboje naudojamų žaliavų grynumas, elektrodų plokštelių storis, jų konstrukcija ir k.t. Taip pat senėjimo greitį veikia specifiniai aplinkos ir eksploatavimo režimo faktoriai. Kartu veikdama, ši faktorių visuma nulemia akumuliatorių senėjimo intensyvumą, ir, atitinkamai – jų amžių bei realaus tarnavimo amžiaus skirtumus lyginant su projektiniu.

Ko gero pats svarbiausias iš veiksnių, įtakančių akumuliatorių senėjimą, yra aplinkos temperatūra. Ypač svarbu tai įvertinti atsižvelgiant į faktą, kad vis daugiau įrangos su akumuliatorių sistemomis eksploatuojama nekontroliuojamos ar nepakankamai kontroliuojamos temperatūros sąlygomis. Praeityje skysto elektrolito akumulatoriai būdavo testuojami padidintos temperatūros aplinkoje, siekiant sutrumpinti eksperimentų laiką, tačiau net negalvojant, kad akumulatoriai kada nors gali būti eksploatuojami tokiomis sąlygomis. Tuo tarpu dabar, naudojant hermetizuotos technologijos 12V akumuliatorių monoblokus nekontroliuojamos temperatūros sąlygomis, du ar net tris kartus normą viršijanti aplinkos temperatūra tampa įprastu reiškiniu vasaros laikotarpiu. Pagrindinis klausimas vartotojui – kiek gi laiko tarnaus akumulatoriai tokiomis sąlygomis?

Aukšta temperatūra trumpina akumuliatorių amžių, nes jos įtakoje spartėja visos cheminės reakcijos. Akumuliatorių gamintojai puikiai susipažinę su Arenijaus dėsniumi (Dr. Svante Arrhenius – švedų mokslininkas, 1903 m. gavęs chemijos Nobelio premiją), nusakančiu temperatūros poveikiu cheminių reakcijų greičiui. Jo esmė, kalbant apie švino – rūgštinius akumulatorius: kiekvienas aplinkos temperatūros padidėjimas 10°C nuo normos, dvigubai pagreitina akumuliatoriuje vykstančių cheminių reakcijų visumą ir taip sutrumpina jo tarnavimo amžių per pusę.

Kai hermetizuotos technologijos švino – rūgštinius akumulatorius eksploatuojamas aukštoje temperatūroje, pastebimos tokios pasekmės kaip išaugusi palaikomojo įkrovimo srovė (reikalinga palaikyti pilną akumuliatorių įkrovimo lygį ir tiesiogiai proporcinga akumuliatorių savaiminiam išsikrovimui), paspartėjęs vandens praradimas elektrolito tirpale bei pagreitėjusi teigiamo elektrodo korozija.

Aukšta temperatūra įtakoja palaikomojo įkrovimo srovės padidėjimą dėl pagreitėjusių visų akumuliatoriuje vykstančių cheminių reakcijų, kurių pasekoje padidėja savaiminis išsikrovimas (jam kompensuoti akumulatorius iš įkroviklių „reikalauja“ didesnės įkrovimo srovės). Tuo tarpu padidėjęs vandens praradimas elektrolito tirpale – tiesioginė išaugusios palaikomojo įkrovimo srovės pasekmė. 1830 metais mokslininkas Maiklas Faradėjus (Michael Faraday) atrado, kad elektros srovės įtakoje, vanduo skyla į sudedamąsias dalis – vandenilį ir deguonį. Šios skilimo reakcijos greitis tiesiogiai proporcingas per vandenį leidžiamos srovės stipriui. Kadangi vanduo sudaro dalį elektrolito tirpalo (švino – rūgštiniuose akumuliatoriuose elektrolitas yra tam tikros koncentracijos sieros rūgšties tirpalas vandenyje), kuo didesnė įkrovimo srovė tiekama į akumuliatorių, tuo didesnis kiekis vandens skyla į vandenilio ir deguonies dujas. Susidarius slėgiui, šios dujos iš akumulatoriaus per apsauginį vožtuvą išleidžiamos į aplinką, taip laikui bėgant sukeliama elektrolito išdžiūvimą. Teigiamo elektrodo korozijos pagreitėjimas aukštos temperatūros įtakoje taip pat susijęs su išaugusia palaikomojo įkrovimo srove. Koroziją sukelia negrįžtama teigiamą elektrodą sudarančio švino oksidacijos reakcija, švinui prisijungiant elektrolizės metu susidaranti deguonį. Didžioji dalis ant teigiamo elektrodo susidarancio švino dioksido iškrovimo metu pakeičia savo būseną (akumuliatoriui išsikraunant susidaro švino sulfatas), tačiau dalis oksidacijos yra negrįžtama, ir sukelia koroziją. Išaugusi temperatūra greitina pačią cheminę reakciją, o padidėjusi palaikomojo įkrovimo srovė tiesiogiai įtakoja teigiamo elektrodo poliarizaciją (perkrovimą), taip pat skatinančią koroziją.

Lentelėje pateikiame apibendrintą išaugusios aplinkos temperatūros poveikio švino – rūgštiniams akumuliatoriams schemą:

<b>Aukštos temperatūros sukeltas efektas</b>	<b>Priežastys</b>
Išaugusi palaikomojo įkrovimo srovė	Akumuliatoriaus cheminės reakcijos vyksta greičiau, augant aplinkos temperatūrai (Arenijaus dėsnis).
Padidėjęs vandens praradimas elektrolito tirpale	Vandens skilimas į vandenilį ir deguonį (elektrolizė) tiesiogiai proporcingas per jį tekančios srovės stipriui (Faradėjaus dėsnis).
Pagreitėjusi teigiamo elektrodo korozija	Korozijos reakcijos greitis tiesiogiai susijęs su temperatūra ir įkrovimo srovės stipriu.

Atlikta eilė eksperimentų leido apibrėžti palaikomojo įkrovimo srovės didėjimą, augant aplinkos temperatūrai. Lentelėje pateikiame tipinius palaikomojo įkrovimo srovės priklausomybės nuo temperatūros duomenis:

<b>Temperatūra</b>	<b>Palaikomojo įkrovimo srovė (mA / 100Ah)</b>
30°C	0,04
40°C	0,15
50°C	0,25

Kaip matome, akumuliatorių palaikomojo įkrovimo srovė sparčiai auga, didėjant aplinkos temperatūrai.

Aukštesnėje temperatūroje per akumuliatoriaus elektrolitą tekant didesnei palaikomojo įkrovimo srovei, daugiau vandens skyla į vandenilio ir deguonies dujas, atitinkamai – daugiau jų išleidžiama į aplinką, elektrolite netenkant vandens. Vandens praradimo elektrolite priklausomybė nuo temperatūros pateikiama lentelėje (šaltinis: Berndt, Dietrich. *“Maintenance-Free Batteries Based on Aqueous Electrolyte, Lead-Acid, Nickel/Cadmium, Nickel/Metal Hydride – A Handbook of Battery Technology, 3rd Edition.”* Research Studies Press, LTD. Baldock, Hertfordshire, England. 2003. P 159):

<b>Temperatūra</b>	<b>Per metus prarandamas vandens kiekis elektrolite (gramai / 100Ah)</b>
25°C	9,0
35°C	18,3

Prarandamo vandens kiekis augant temperatūrai yra tiesiogiai proporcingas palaikomojo įkrovimo srovės didėjimui; tegalime eilinį sykį konstatuoti, kad Faradėjus buvo teisus.

Įsitikinta, kad temperatūros augimas sukelia palaikomojo įkrovimo srovės padidėjimą, didesnę prarandamo vandens kiekį elektrolite bei paspartėjusią teigiamo elektrodo koroziją, bet kaip tai atsiliepia akumuliatorių tarnavimo amžiui? Akivaizdu, kad aukšta temperatūra trumpina akumuliatorių amžių, tad taikant Arenijaus dėsningumą bei visus aukščiau minėtus faktorius, buvo gana tiksliai apskaičiuotas tikėtinas hermetizuotų švino – rūgštinių akumuliatorių amžius, esant aukštesnėms už normalią temperatūroms:

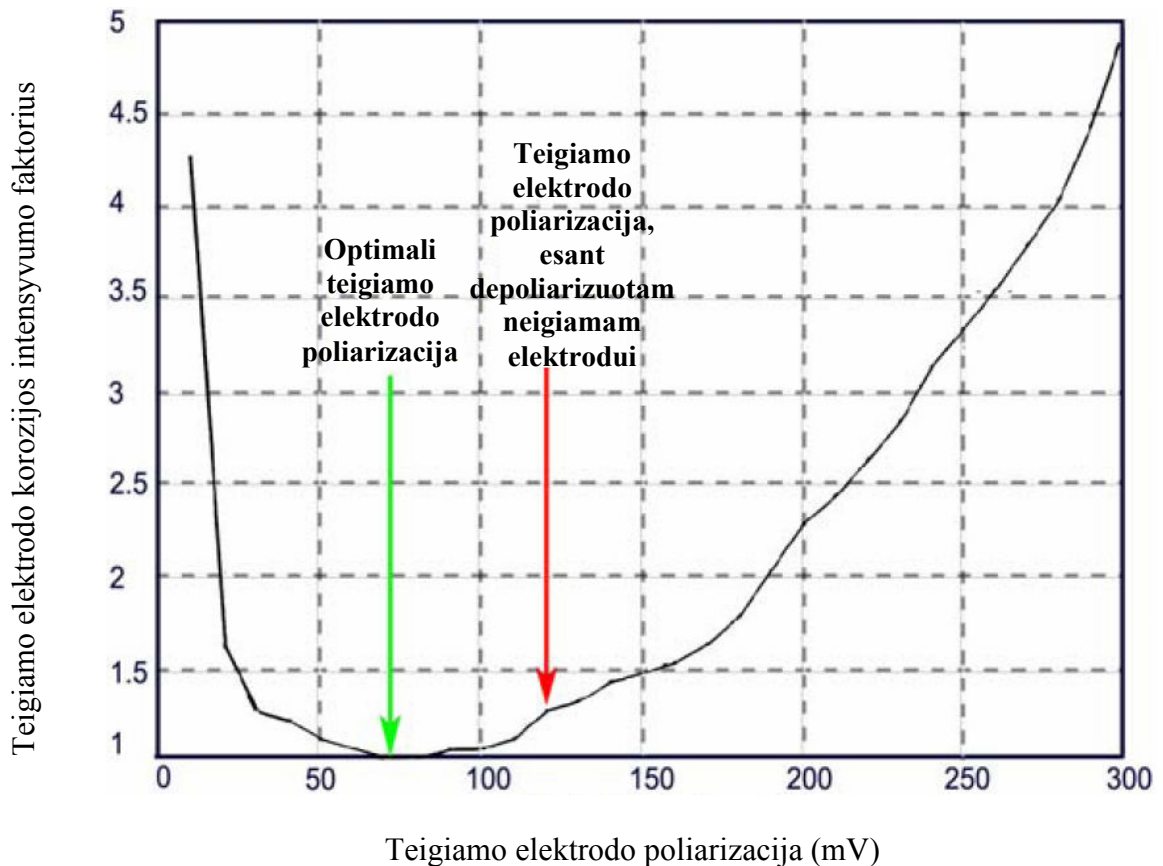
<b>Tikėtinas realus akumuliatorių tarnavimo amžius</b>		
<b>Temperatūra</b>	<b>6 metų projektinio amžiaus akumuliatorių monoblokai</b>	<b>12 metų projektinio amžiaus akumuliatorių monoblokai</b>
25°C	6 metai	12 metų
35°C	3 metai	6 metai
45°C	1,5 metų	3 metai
55°C	9 mėnesiai	1,5 metų
65°C	4,5 mėnesio	9 mėnesiai

Kaip matome, realus švino – rūgštinių akumuliatorių tarnavimo amžius mažėja per pusę, temperatūrai pakilus kiekvienais 10°C. Taigi, temperatūros poveikis akumuliatorių tarnavimo amžiui yra milžiniškas. Taip pat labai svarbu atminti, kad Lietuvos platumoje, vasarą nekontroliuojamos temperatūros patalpose temperatūra dažnai viršija 35°C, o lauko įrengimų baterijų skyriaus konteineryje – neretai ir 55°C (paprastas pavyzdys: kiekvienas pajuntame, kiek vasarą gali prikaisti automobilio salonas, o prisiminkime, kad akumuliatoriai dar ir patys išskiria nemažą šilumos kiekį).

### **KAIP PASIEKTI PILNĄ PROJEK TINĮ AMŽIŲ?**

Akumuliatorių konstrukcija yra itin kompleksiška. Esminis klausimas – kokie veiksmai ir konstrukcijos elementų patobulinimais turi būti atliekami, kad realus tarnavimo amžius atitiktų projektinį? Visuose švino – rūgštiniuose akumuliatoriuose pagrindinis amžių įtakojantis veiksnys yra teigiamo elektrodo korozija. Laimei, tai yra pakankamai gerai suprastas ir apskaičiuojamas procesas. Plačiausiai naudojamas grafikas, vaizduojantis kaip korozija veikia teigiamą elektrodą, yra išvestas J.J. Lander, daugelį metų tyrinėjančio švino – rūgštinių akumuliatorių procesus. Kaip matyti grafike (Pav. 1), yra zona, kur korozijos poveikis yra minimalus, o taip pat zonos, kur jis išauga.

Pagrindinė taisyklė: teigiamo elektrodo korozijos intensyvumas tiesiogiai priklauso nuo elektrodo poliarizacijos (teigiamam elektrodui tenkančios įkrovimo įtampos). Įkrovikliams tiekiant į akumuliatorių fiksuotą palaikomojo įkrovimo įtampą, dalis jos tenka elektrodų krūvio palaikymui ir tam tikromis proporcijomis yra „pasidalinama“ tarp teigiamo ir neigiamo elektrodų. Paprastas šio proceso išaiškinimas: palaikomoji įkrovimo įtampa standartiškai yra 2,25V elementui Akumulatoriaus elemento (pilnai įkrauto) atviros grandinės įtampa yra maždaug 2,15V. Taigi, įtampų skirtumas, sudarantis apie 100mV (0,1V) ir yra elektrodų poliarizacijos palaikymui reikalinga įtampa. Dalį jos „pasiima“ neigiamas elektrodas, o visa likusi dalis tenka teigiamam. Jei prie neigiamo elektrodo deguonies – vandenilio rekombinacijos procesas vyksta pernelyg intensyviai (rekombinacinis hermetizuotų akumuliatorių principas), neigiamas elektrodas tampa depoliarizuotu ir visa elektrodams skirta įtampa tenka teigiamam elektrodui. Tai sukelia ženklų akumulatoriaus disbalansą ir pagreitina teigiamo elektrodo koroziją. Dar blogesnė situacija susidaro akumuliatorių eksploatuojant aukštos temperatūros sąlygomis – išaugusi palaikomojo įkrovimo srovė tiesiogiai įtakoja teigiamo elektrodo poliarizacijos lygį.

**Pav. 1: Teigiamo elektrodo korozijos intensyvumo priklausomybė nuo poliarizacijos**

Pažymėtina, kad per maža teigiamo elektrodo poliarizacija taip pat skatina jo koroziją, tačiau hermetizuotuose švino – rūgštiniuose akumuliatoriuose teigiamas elektrodas visada turi polinkį į per didelę poliarizaciją; pernelyg maža yra stebima tik specifinėmis aplinkybėmis laboratorinėmis sąlygomis.

## **REKOMBINACINIS HERMETIZUOTŲ AKUMULIATORIŲ KATALIZATORIUS**

Detalūs Philadelphia Scientific (Philadelphia Scientific – mokslinių tyrimų bendrovė, kurianti ir diegianti inovatyvias industrinių akumuliatorių sistemų technologijas) kompanijos eksperimentai įrodė, kad akumuliatoriaus viršutinėje dalyje (dar vadinamame dujų sektoriuje) įmontavus rekombinacinį katalizatorių, yra atstatoma elektrodų poliarizacijos pusiausvyra. Tą akivaizdžiai patvirtina vidutiniškai perpus mažesnė, nei analogiškų akumuliatorių be katalizatoriaus, palaikomojo įkrovimo srovė. Kadangi palaikomojo įkrovimo srovė ir teigiamo elektrodo poliarizacija yra tiesiogiai susiję ir tiesiogiai proporcingos, mažesnė palaikomojo įkrovimo srovė reiškia mažesnę teigiamo elektrodo poliarizaciją ir mažesnę korozijos greitį. Rekombinacinio katalizatoriaus poveikis hermetizuotuose akumuliatoriuose visų pirma pasireiškia iškaikoma optimalia neigiamo elektrodo poliarizacija. Katalizatorius vandenilio ir deguonies dujas rekombinuoja atgal į vandenį, taip atlikdamas neigiamo elektrodo darbą, todėl neigiamas elektrodas nepraranda savo krūvio, atitinkamai teigiamas – nėra perkraunamas. Plačiau rekombinacinio katalizatoriaus poveikis aprašytas studijoje adresu <http://www.secba.lt/download.php/fileid/69/>.

## KATALIZATORIAUS POVEIKIS AUKŠTOJE TEMPERATŪROJE

Tiriant rekombinacinio katalizatoriaus poveikį 12V akumuliatorių monoblokams, eksploatuojamiems aukštoje temperatūroje, eksperimento būdu buvo testuojami 12V 100Ah talpos akumuliatorių monoblokai (testavimą atliko Philadelphia Scientific). Eksperimentui buvo atrinkti 4 identiški akumuliatorių monoblokai, iš jų buvo įmontuota po 6 rekombinacinius katalizatorius (po vieną kiekvieno akumuliatorių elemento apsauginiame vožtuve), o likę du palikti standartinės konstrukcijos – kontroliniai. Visiems keturiems akumuliatoriams buvo prijungtas palaikomasis įkrovimas ir jie buvo testuojami 30°C, 40°C ir 50°C aplinkos temperatūros sąlygomis 14, 14 ir 46 dienas atitinkamai, nuolatos matuojant palaikomojo įkrovimo srovę.

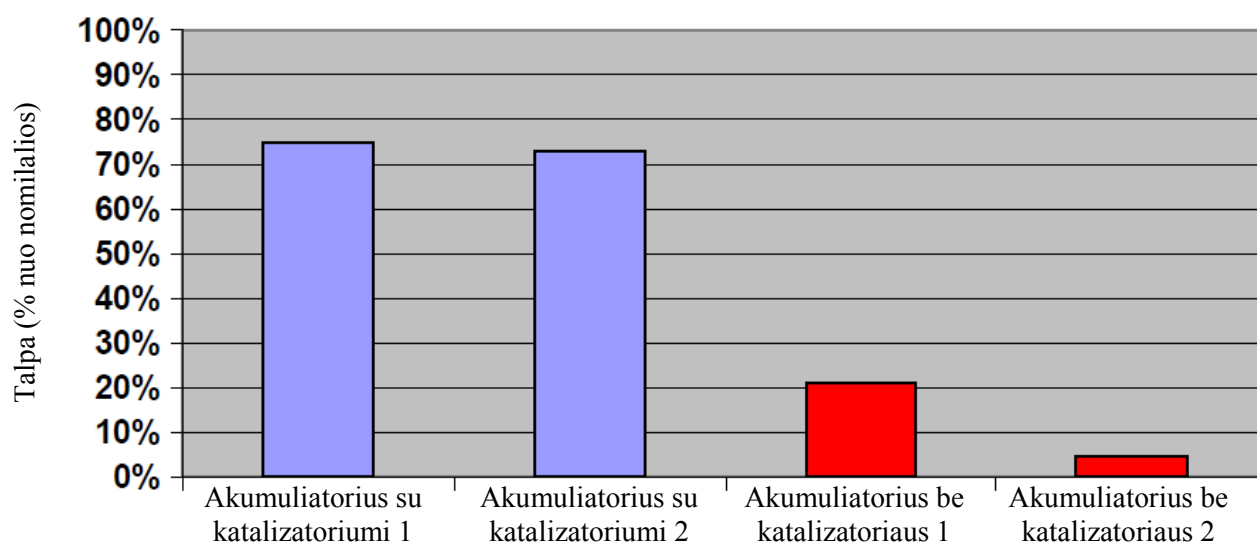
Temperatūra	Palaikomojo įkrovimo srovė (mA / 100Ah)		Katalizatoriaus efekto koeficientas
	Akumuliatoriai su katalizatoriumi	Akumuliatoriai be katalizatoriaus	
30°C	0,02	0,04	0,5
40°C	0,08	0,15	0,5
50°C	0,14	0,25	0,6

Kaip rodo užfiksuoti rezultatai, akumuliatorių monoblokų su rekombinaciniu katalizatoriumi palaikomojo įkrovimo srovės visame tirtame temperatūrų diapazone buvo apytikriai dvigubai mažesnė nei akumuliatorių be katalizatoriaus. Taip pat galima apibendrinti, kad katalizatoriaus poveikis augant aplinkos temperatūrai nesikeičia, t.y., jo efektyvumas mažinant palaikomojo įkrovimo srovę nei didėja, nei mažėja, kylant temperatūrai. Gauti rezultatai rodo teigiamą katalizatoriaus poveikį aukštoje temperatūroje eksploatuojamiems 12V akumuliatorių monoblokams.

Kitas žingsnis – tą naudą išreikšti skaičiais.

Tam akumuliatorių monoblokai buvo testuojami palaikomojo įkrovimo režime 50°C aplinkos temperatūroje 356 dienas. Praėjus šiam laikotarpiu, atlikti talpos matavimai pateikė tokius rezultatus (Pav. 2):

**Pav. 2: Talpos matavimo rezultatai po 356 dienų testavimo 50°C temperatūroje**



Skirtumas, akumuliatorių su katalizatoriais likutinę talpą lyginant su kontrolinių akumuliatorių, yra daugiau nei ženklus. Talpa yra vienas pagrindinių akumuliatorių būklės indikatorių, tad šie rezultatai taip pat indikuoja fizinės akumuliatorių būklės skirtumus.

Siekiant nustatyti testuojamų akumuliatorių amžių sudarytomis eksperimentinėmis sąlygomis, viso eksperimento metu kasdien buvo atliekami akumuliatorių impedanso matavimai (plačiau apie šią metodiką: <http://www.secba.lt/download.php/fileid/68> ). Remiantis jais nustatytas akumuliatorių gedimo momentas (laikoma, kad akumuliatorius nebetinkamas tolesniam naudojimui, kai jo talpa sumažėja iki  $\leq 80\%$  pradinio lygio) pateikiamas lentelėje:

<b>Remiantis impedanso matavimu nustatyta akumuliatorių gedimo diena po eksperimento pradžios</b>	
Akumuliatoriai su katalizatoriumi	350 dienų
Akumuliatoriai be katalizatoriaus	250 dienų

Katalizatoriaus technologija patobulinti akumuliatoriai eksperimentinėmis sąlygomis „išgyveno“ 100 dienų ilgiau, nei įprasti kontroliniai. O tai yra 40% ilgesnis tarnavimo amžius, tai reiškia – 40% efektyvesnės investicijos.

## **IŠVADOS**

Naudojant 12V akumuliatorių monoblokus nekontroliuojamos temperatūros sąlygomis, vasaros laikotarpiu pakylanti temperatūra dramatiškai trumpina jų tarnavimo laiką. Sąlyginai mažas investicijas į kompaktiškas, iš 12V monoblokų sudarytas akumuliatorių baterijas, atsveria dažno jų keitimo kaštai. Nuolatinis vartotojų spaudimas verčia akumuliatorių gamintojus ieškoti technologinių sprendimų, leidžiančių prailginti akumuliatorių monoblokų amžių aukštesnėje temperatūroje. Vienas iš efektyviausių tokių sprendimų – rekombinacinio katalizatoriaus technologija.

Eksperimentai patvirtino ženklų rekombinacinio katalizatoriaus poveikį, leidžiantį prailginti 12V akumuliatorių monoblokų tarnavimo amžių, eksploatuojant juos aukštoje temperatūroje. Pažymėtina, kad katalizatoriaus įtakoje dvigubai sumažėjusi palaikomojo įkrovimo srovė, akseleruojanti akumuliatoriaus senėjimo procesus, 30°C aplinkos temperatūroje yra tokia pat, kaip standartinių akumuliatorių – 20°C temperatūroje. Kitaip tariant, katalizatoriaus technologija leidžia išlaikyti pilną akumuliatoriaus projekcinį amžių, net jį nuolatos eksploatuojant 30°C aplinkos temperatūroje.

Švino – rūgštiniai akumuliatoriai ir toliau išlieka vienu pagrindiniu ir ekonomiškai efektyviausiu rezervinės energijos šaltiniu. Rekombinacinio katalizatoriaus technologija yra vienas iš svarbių komponentų, padedančių prailginti jų tarnavimo amžių aukštos temperatūros sąlygomis.

*Naudojant ar platinant šį straipsnį, būtina nurodyti SEC Baltic kaip šaltinį.*

*Dėl išsamesnės informacijos ir/arba detalesnių eksperimentinių duomenų prašome kreiptis į autorių.*