

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.02/30.12.2019.К/Т.35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ЖИЗЗАХ ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

МАМАТКУЛОВ АСИЛБЕК КИРҲИГИТОВИЧ

**ЭЛЕКТРОД ТАРКИБИНИ ВА СЕПАРАТОР ҒОВАКЛИГИНИ
ЎЗГАРТИРИБ, КИСЛОТАЛИ АККУМУЛЯТОРЛАР ИШ РЕСУРСИНИ
ОШИРИШ ВА ЗАРЯДСИЗЛАНИШИНИ КАМАЙТИРИШ**

02.00.11- Коллоид ва мембрана кимёси

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент - 2024

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)****Content of the dissertation abstract of doctor of Philosophy (PhD)****Маматкулов Асилбек Кирйигитович**

Электрод таркиби ва сепаратор ғоваклигини ўзгартириб, кислотали аккумуляторлар иш ресурсини ошириш ва зарядсизланишини камайтириш 3

Маматкулов Асилбек Кирйигитович

Повышение ресурсов кислотных аккумуляторов и уменьшение их саморазряда изменением состава электрода и пористости сепаратора..... 21

Mamatkulov Asilbek Kiryigitovich

By changing the electrode composition and separator porosity, increasing the working resource of acid batteries and reducing discharge..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 42

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**

DSc.02/30.12.2019.К/Т.35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ЖИЗЗАХ ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

МАМАТҚУЛОВ АСИЛБЕК ҚИРҲИГИТОВИЧ

**ЭЛЕКТРОД ТАРКИБИНИ ВА СЕПАРАТОР ҒОВАКЛИГИНИ
ЎЗГАРТИРИБ, КИСЛОТАЛИ АККУМУЛЯТОРЛАР ИШ РЕСУРСИНИ
ОШИРИШ ВА ЗАРЯДСИЗЛАНИШИНИ КАМАЙТИРИШ**

02.00.11- Коллоид ва мембрана кимёси

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2024

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В.2023.2.PhD/Т3571 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация иши Жиззах политехника институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.iopx.uz) ва «Ziyonet» ахборот таълим порталида (www.zionet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Эркабаев Фурқат Ильясович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Жумаева Дилноза Жўраевна
техника фанлари доктори, профессор

Сидиков Абдужалил Сиддиқович
кимё фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Бухоро муҳандислик-технология институти

Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузуридаги DSc.02/30.12.2019.К/Т.35.01 рақамли Илмий кенгашнинг « 03 » октябр 2024 йил соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90, e-mail: iopxanguz@mail.ru).

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (16-рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60); факс: (+99871) 262-79-90).

Диссертация автореферати 2024 йил « 18 » сентябр куни тарқатилди.
(2024 йил « 18 » сентябр № 16 - рақамли реестр баённомаси).



Б.С. Закиров
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, к.ф.д., проф.

Д.С. Салиханова
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш котиби, т.ф.д., проф.

И.Д. Эшметов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., проф.

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Бугунги кунда дунё миқёсида қайта тикланувчи энергиялардан самарали фойдаланиш, мавжуд энергия манбаалари ресурсларини ошириш ва уларнинг самарасиз йўқотилишини камайтириш долзарб ҳисобланиб, мазкур соҳа олимлари бу масалага катта эътибор қаратмоқда. Турли саноат корхоналарида ишлаб чиқариладиган қайта тикланувчи энергия манбаалари, хусусан аккумулятор батареяларини ишлаб чиқаришда замонавий технология ва таркибларни қўллаш, энергиянинг самарасиз сарфини олдини олиш ва бунда замонавий технологияларни қўллаш, юқори иқтисодий самарадорликка олиб келади ва бу экологик нуқтаи назардан ҳам долзарб ҳисобланади.

Жаҳонда кимёвий ток манбаалари ишлаб чиқариш корхоналарининг асосий вазифаларидан бири кам сарфли, юқори сиғимига эга энергия манбааларини яратиш, иккиламчи хом ашёлардан (утилизация қилинган) фойдаланиб, уларни регенерация жараёнлари орқали содда технологияларни яратиш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бу борада қатор илмий ечимларни асослашга хизмат қиладиган, жумладан: автомобил саноати корхоналари учун энергия сиғими юқори, энергия йўқотишлари нисбатан кам бўлган янги таркибли электродлардан иборат иккиламчи энергия манбааларини ишлаб чиқиш, иқтисодий ва экологик талаб доирасидаги технологияларни модернизация қилиш, иқлим шароитлари турлича бўлган регионларда эксплуатация қилинадиган, ҳарорат кескин ўзгарганда, шунингдек горизонтал ва вертикал ҳолатларда ишлай оладиган ҳамда ўз-ўзидан зарядсизланиш даражаси кам бўлган замонавий кимёвий ток манбаалари ишлаб чиқаришда янги технологияларни жорий қилиш устида олиб бориладиган тадқиқотларга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамизда ишлатилиш соҳасига қараб ҳар хил катталиқдаги ва турли даражадаги энергия сиғимларига эга бўлган энергия манбааларини яратиш борасида маълум назарий ва амалий натижаларга эришилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистонни ривожлантириш стратегиясининг учинчи йўналишида йўналишида «Автомобиль саноатида кооперацияни янада ривожлантириш орқали ишлаб чиқариш ҳажмини 1,4 бараварга, экспорт ҳажмини 2 бараварга ошириш»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, автомобил саноати корхоналари учун қўрғошин-кислотали аккумуляторлардаги электрод қотишмасининг таркибини ҳамда полипропилен сепараторларнинг ғовақлари ҳажмини ўзгартириш натижасида унинг юқори хизмат кўрсатиш самардорлигини ошириш, шунингдек ўз-ўзидан зарядсизланишини камайтиришга алоқадор технологиясини ишлаб чиқиш муҳим долзарб ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон “Янги Ўзбекистоннинг 2022-2026 йилларга мўлжалланган тараққиёт

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 сон «2022-2026 йилларда Янги Ўзбекистонни тараққиёт стратегияси тўғрисида» ги Фармони

стратегияси тўғрисида»ги Фармони ҳамда 2019 йил 3-апрелдаги ПҚ-4265-сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибadorлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2020 йил 28-декабрдаги ПҚ-4937-сон «Ўзбекистон Республикасининг 2021-2023 йилларга мўлжалланган инвестиция дастурини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2021 йил 13-февралдаги ПҚ-4992-сон «Кимё саноати корхоналарини янада ислоҳ қилиш ва молиявий соғломлаштириш, юқори қўшимча қийматга эга бўлган кимё маҳсулотлари ишлаб чиқаришни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги шунингдек, мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотларнинг республика фан ва технологиялари ривожланиши устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Диссертация тадқиқоти мавзусига доир замонавий илмий-техникавий адабиётлар таҳлилидан кўринадики, тадқиқ этилаётган кўрғошин-аккумуляторлар ва улардаги полипропилен материалли микроғовакли сепараторларнинг таркибий қисмлари, аккумулятордаги мусбат электроднинг ўзгаришига таъсир этувчи омилларнинг тадқиқотида коллоид-кимёвий жараёнларининг таъсирини тадқиқ этиш, шунингдек кўрғошин-кислотали аккумуляторларнинг ўз-ўзидан зарядсизланиш жараёнларида борадиган қайтар реакцияларнинг жадаллашувини камайтириш усуллариини такомиллаштириш масалалари муҳокама қилинган. Ўзбекистонда коллоид кимё соҳасида илмий фаолият олиб бориб, уларнинг қўлланилиш соҳаларини тадқиқ қилиш бўйича академик К.С.Ахмедов бошчилигида катта илмий мактаб яратилган. Мазкур илмий жамоанинг вакилларидан Э.А.Арипов, Ф.Л. Глекель, С.С.Хамраев, С.Н. Аминов, А.А.Агзамходжаев, В.А.Циганов, А.Исмамов, Ф.Қ. Қурбонов, С.Ишанходжаев, Гуро В.П. ва бошқалар коллоид кимё йўналишини ривожланиши учун салмоқли ҳисса қўшганлар.

Мамлакатимизда саноатнинг жадал ривожланиши билан замонавий технологиялар асосида тайёрланадиган иккиламчи ток манбаалари конструкцияларини такомиллаштириш устида, уларни турли иқлимли ҳудудларда самарали эксплуатация қилиш шароитлари, жумладан, корпусларини ихчам, мустаҳкам қилиб тайёрлаш, ҳажмига нисбатан энергия сиғимини ошириш, ўз-ўзидан зарядсизланиш каби салбий оқибатларни камайтириш устида олиб борилаётган ишлар мавжуд, аммо кўрғошин кислотали аккумуляторлар электрод таркибини такомиллаштириш ҳамда полипропилен материалли микроғовакли сепаратор ғовакларини қискартириш орқали унинг энергия самарадорлигини ошириш масалаларини тадқиқ этиш, унинг коллоид-кимёвий характеристикаларини ўрганиш орқали муаммонинг ечими назарий ва амалий нуқтаи назардан катта аҳамиятга эгадир.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим ёки илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация илмий тадқиқот иши Жиззах политехника институти илмий тадқиқот ишлари режасининг «Server Batari» MChJ корхонаси билан бажарилган (2021 йил 15 декабрда тузилган № 51 сонли шартнома) «Аккумулятор сепараторларига адсорбцияланган электролитнинг маълум баландликда сақланиб туришига кислота концентрацияси таъсирини аниқлаш» мавзусидаги хўжалик шартномаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади кўрғошин-кислотали аккумуляторлардаги электрод қотишмасининг таркибини ҳамда полипропилен материалли сепаратор микроғоваклари ҳажмини ўзгартириш орқали ишлаш самарадорлигини оширишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

кўрғошин-кальцийли аккумуляторларнинг узок муддат сақлашда хизмат кўрсатишини таъминлашда ташқи муҳит омилларининг (босим, ҳарорат, намлик каби) таъсирини ўрганиш;

кўрғошин-кальцийли электрод таркиби, микроғовакли полипропиленли сепараторлар ва уларнинг шакли, ўлчам аниқлиги ҳамда хомашё материаллар тури орқали омилларининг аккумулятор хизмат кўрсатишга таъсирини ўрганиш;

аккумулятордаги гель кўринишидаги фаол массанинг хизмат кўрсатиш муддатини ошириш учун қўш электродларни қўллашнинг экспериментал тадқиқотини тадқиқ этиш;

аккумулятордаги микроғовакли полипропилен материалли сепараторга адсорбцияланган электролит оқувчанлигининг ўз-ўзидан разрядланиш жараёнига таъсирини ўрганиш;

аккумулятордаги полипропилен материалли микроғовакли сепараторларнинг дастлабки, шунингдек ҳажми камайтирилгандан кейинги ҳолати бўйича сепаратор ғовакларининг сирт юзаси (ΔS ($\text{м}^2/\text{г}$)) ни паст ҳароратли азот адсорбция-десорбция усули орқали экспериментал тадқиқ этиш;

янги яратилган таркибли кўрғошин-кальцийли қотишмаларнинг физик-кимёвий характеристикаларини (ИҚ-спектр, Раман спектр ва рентгенфазавий таҳлил усуллари орқали) орқали тадқиқ этиш;

микроғовакли полипропилен сепараторларнинг коллоид-кимёвий хоссаларини замонавий усуллар орқали аниқлаш;

аккумуляторларнинг такомиллаштирилган кўрғошин-кальцийли электрод қотишмаларини саноатда қўллаш. Янги таркибли кўрғошин-кальцийли аккумуляторни саноатда қўллашда кутилаётган техник-иқтисодий самарадорликни баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида кўрғошин-кислотали аккумуляторлар, ғовакли сепараторлар, кимёвий ток манбаалари, уларни ташкил этувчи электрод қотишмалари, гель кўринишидаги электролитлар олинган.

Тадқиқотнинг предмети кўрғошин - кальцийли аккумуляторларда борадиган жараён самарадорлигининг электрод қотишмаси таркибига боғлиқлиги, гель кўринишидаги электролитларнинг ишлаш самарадорлигига боғлиқлиги жараёнларини физик-кимёвий, шунингдек полипропилен материалли сепаратор ғовакларини коллоид-кимёвий қонуниятларини ўрганишдан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Аналитик (титрлаш, нейтраллаш), физик-кимёвий (ИК-спектр, рентгенфазавий, Раман спектр), паст ҳарорали азот адсорбция-десорбция орқали сирт юзаси ($(\Delta S \text{ (м}^2/\text{г)})$) ҳамда ғоваклар ҳажмини тадқиқ этиш, инструментал (аккумулятор сепараторларининг турли ускуна ва мосламаларда синаш ва кўллаш) тадқиқот ва таҳлил усулларида фойдаланилган.

Диссертация тадқиқотининг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

кўрғошин-кислотали аккумулятор ишчи қисмидаги сепараторнинг коллоид-кимёвий ҳамда янги яратилган кўрғошин-кальцийли қотишманинг физик-коллоид ва кимёвий хоссалари аниқланган.

аккумуляторлардаги полипропилен материалли сепараторнинг маълум босим остида сиқилиши натижасида ғоваклар ҳажмининг кичрайиши аниқланиб, сирт юзаси $42,4 \text{ м}^2/\text{г}$ дан $36,9 \text{ м}^2/\text{г}$ гача, t-Plot бўйича мезоғоваклар юза ҳажми $77,2 \text{ м}^2/\text{г}$ дан $67,5 \text{ м}^2/\text{г}$ га камайгани кўрсатиб берилиши натижасида умумий ғоваклар ҳажмининг дастлабки ғовакларига нисбатан 15 % га камайиши изотерма эгрлари асосида коллоид кимёвий усул орқали исботланган;

аккумуляторда битта мусбат электрод қотишмаси ўрнига кўш электрод қотишмалари кўлланганда электронлар ҳаракати қисман тартибланиши натижасида, ишлаш самарадорлигини ва хизмат муддати 30 % га узайтирилишига ҳамда 100 цикл давомидаги электр сиғимини йўқотилиши 20% гача камайтирилиши аниқланган;

рентгенфазали таҳлиллар асосида учта кўрғошин элементи битта кальций элементи бирикиб кўрғошин-кальцийли (CaPb_3) бирикма ҳосил бўлиши ва унинг миқдори 5,1 % қийматни ташкил этиши орқали кўрғошин-кальцийли қотишманинг мустаҳкамлигини ошириши асосланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

кўрғошин-кислотали аккумуляторларнинг ўз-ўзидан зарядсизланиш миқдорининг камайишига полипропилен микроғовакли сепаратор ғоваклари ҳажми оптималлаштирилган.

кўрғошин-кислотали аккумуляторлар ишлаб чиқаришда кўрғошин-сурма қотишмали электрод ўрнига янги таркибдаги кўрғошин-кальцийли электрод қотишмаси тайёрлаш технологияси яратилган ва вақтинчалик технологик регламент ишлаб чиқилган.

кўрғошин-кислотали аккумуляторларнинг такомиллаштирилган кўрғошин-кальцийли электрод қотишмалари ишлаб чиқаришда кўлланилган ва кутилаётган техник-иқтисодий самарадорлиги ҳисобланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Олинган натижалар кимёвий (титрлаш ҳамда нейтраллаш), физик-кимёвий (ИК-спектр, Раман спектр, рентгенфазавий таҳлил), коллоид-кимёвий (паст ҳарорали азот адсорбция-десорбцияси) таҳлил натижалари, инструментал (аккумулятор сепараторларининг турли ускуна ва мосламаларда синаш ва қўллаш) асосида, шунингдек тажриба-синов натижаларининг назарий ҳисоблаш натижаларига мос келиши ҳамда ишлаб чиқаришга йўлга қўйилганлиги билан тасдиқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундан иборатки, иккиламчи қўрғошин-кислотали аккумулятор батареяларида ўз-ўзидан зарядсизланиш жараёни турли ташқи омиллардан ташқари сепараторнинг ғоваклигига, электрод тайёрланадиган қотишмаларнинг таркибига ва гель кўринишидаги фаол массанинг оқувчанлигига боғлиқ бўлиб, тадқиқотлар давомида олинган натижалар аккумуляторларнинг ўз-ўзидан зарядсизланишини камайтириш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, кимёвий ток манбаалари, хусусан қўрғошин-кислотали аккумуляторлар ишлаб чиқаришда қўрғошин-сурма қотишмали электрод таркибидаги сурманинг ўрнига кальций метали киритилиши ҳисобига тескари реакциялар секинлаштирилиши орқали ўз-ўзидан зарядсизланишини камайтиради ва бу эса самарадорлиги юқори бўлган замонавий аккумуляторлар ишлаб чиқаришга хизмат қилади. шунингдек, тадқиқот натижаларида олинган маълумотлар ОТМ бакалавриат ва магистратура талабаларига мутахассислик фанидан тор йўналишларга оид билимларини оширишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Кислотали аккумуляторлар учун ўз-ўзидан зарядсизланиш жараёнини камайтириш мақсадида янги таркибдаги қўрғошин-кальций қотишмали ва қўш электродларни қўллаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

кислотали аккумуляторлар учун янги таркибдаги қўрғошин-кальций қотишмали электродларни қўллаш технологияси «Жиззах аккумулятор заводи» АЖ ишлаб чиқариш шароитида амалиётга жорий қилинган («Узавтосаноат» АЖнинг 2023 йил 16 июндаги 17/17-25-0822-сон маълумотномаси). Натижада, аккумуляторлардаги қўрғошин-сурма электродларни янги қўрғошин-кальций электродлар билан алмаштириш аккумуляторларнинг ўз-ўзидан зарядсизланишини йилига 23,9% га камайтириш имконини берган;

аккумуляторлардаги калин мусбат электрод қотишмалари ўрнига қўш электродларни қўллаш «Жиззах аккумулятор заводи» АЖда амалиётга жорий қилинган («Узавтосаноат» АЖнинг 2023 йил 16 июндаги 17/17-25-0822-сон маълумотномаси). Натижада, аккумулятор конструкциядаги калин мусбат электродлар қўш электродларга алмаштирилганда аккумулятор 100 иш циклида электр сифимининг пасайишини 20% га камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот ишининг натижалари 20 та, жумладан 4 та халқаро ва 16 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 16 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси ОАК нинг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 6 та, жумладан Scopus руйхатига кирган журналларда 1 та мақола, шунингдек 3 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, 4 та боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 112 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ ҚИСМИ

Кириш қисмида ишнинг долзарблиги ва ҳозирги кундаги зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва асосий вазифалари тавсифланган, тадқиқотнинг объекти ва предмети аниқланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этилиши, шунингдек чоп этилган илмий ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Қўрғошин-кислотали аккумуляторлар тизимлари бўйича адабиётлар таҳлили**» деб номланган биринчи бобида замонавий адабиётларнинг шарҳлари танқидий ва таҳлилий асосда шакллантирилган бўлиб, бугунги кундаги долзарб муаммоларнинг мазкур соҳа олимлари томонидан олиб борилган илмий тадқиқот ишланмалари таҳлил этилган. Диссертация ишида қўрғошин-кислотали аккумуляторларда электрод қотишмасининг кимёвий таркибини ҳамда сепаратор ғовақлари ҳажмини ўзгартириш натижасида, унинг хизмат кўрсатиш самардорлигини ошириш ва зарядсизланишини камайтириш мақсад сифатида белгилаб олинган ва қатор вазифаларнинг ечими белгилаб олинган.

Диссертациянинг «**Қўрғошин-кислотали аккумулятор ишчи қисмларининг коллоид- кимёвий хусусиятлари**» деб номланган иккинчи бобида аккумуляторларнинг иш самардорлигини оширишда сепараторлар сирт юзаси ва ғовақлар ҳажмининг ўзгаришлари бўйича олиб борилган экспериментал тадқиқот натижалари келтирилган бўлиб, бунда сепаратор сиқилиш даражасининг юклама катталигига боғлиқлиги таъсири, электролитнинг сепараторга сорбцияланиш даражаси ва унинг турли босимларда сепаратор ғовақларининг ўзгаришига таъсирлашиши, шунингдек сепараторга сорбцияланган электролит сатҳининг ва баландлигининг тақсимланиши бўйича тадқиқотлар уларнинг ғовақлари ҳажми бўйича маълумотларни олинган. Тадқиқотлар давомида эса дастлабки ҳамда ғовақларининг ҳажми камайтирилган, яъни маълум босим остида

таъсирлашувдан кейинги кўринишдаги электролит сифатида танланган маълум концентрацияда сульфат кислота юттирилган сепараторнинг паст ҳароратли азот адсорбция ва десорбцияси бўйича сирт юзалари ва ғовакларининг ҳажми бўйича қиёсий натижаларининг таҳлиллари бажарилган.

Мазкур диссертация тадқиқот ишида дисперс қаттиқ модда (объект) сифатида аккумуляторлар учун асосий қисмлардан бири бўлган сепаратор ҳисобланади. Сепаратор (полипропилен хомашёси) юпқа ғовакли мембрана бўлиб, анод ва катодни ажратувчи ҳамда улар ўртасидаги қисқа туташувларни олдини олиш ва улар орасидаги ионлар оқимини таъминлаш орқали батареянинг ишлашида асосий рол ўйнайди. Сепаратор ва унинг ғовак ҳажмларида суюқ модда сифатида сульфат кислотанинг тарқалиши дисперс системани ташкил этади.

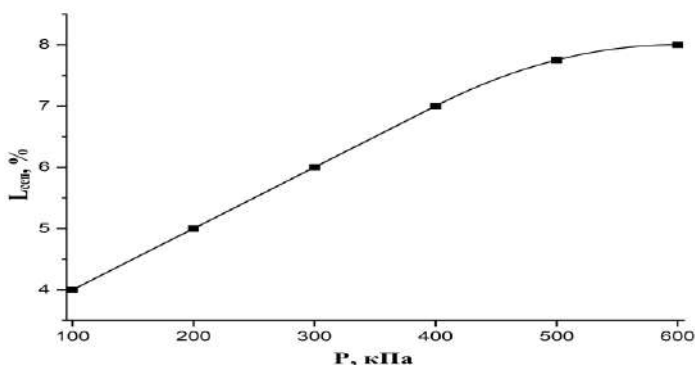
Қўрғошин-кислотали аккумулятордаги электролитнинг полипропиленли сепаратор микроғовакларига сорбцияланишидаги боғлиқликни ўрганиш жараёни бўйича тажрибалар олиб борилди. Тадқиқотлар жарёнида микроғовакли полипропилен материалли сепаратор ғовакларида тақсимланадиган электролитнинг сорбцияланиш кинетикасини ўрганиш учун статик босимда сепаратор ғовакларида 27 % ли сульфат кислота сорбцияланиш жараёнлари олиб борилди. Жараён давомида олинган натижалар 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Полипропиленли сепаратор ғоваклари ҳажмининг босим ўзгаришига боғлиқлиги

Р, кПа	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
γ_p , %	91	90,6	88,1	86,5	84,8	82,4	78,1	75,5	72,9	70,3

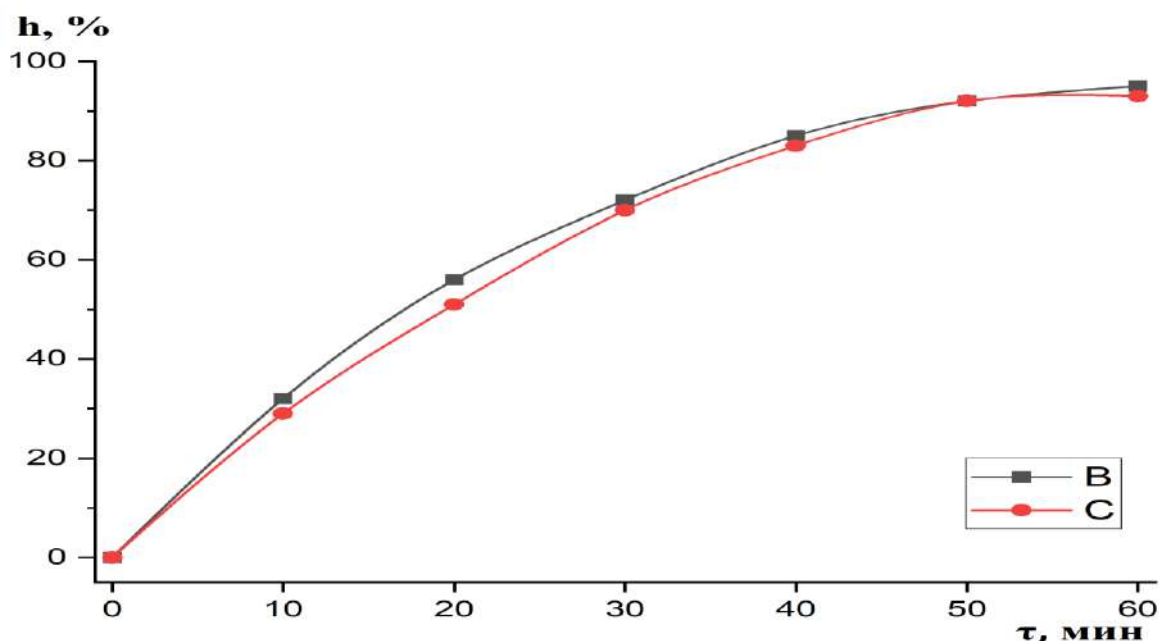
Полипропиленли сепараторлар зичлиги $1,27 \text{ г/см}^3$ бўлган электролит билан сорбцияланганда бериладиган юклама даражасининг ўзгариши сепартор чўзилишига боғлиқлиги эгрилигидаги маълумотлар 2-расмда келтирилган.



2-расм. Электролит билан тўлдирилган сепараторда босим ўзгаришининг сепаратор чўзилишига боғлиқлиги

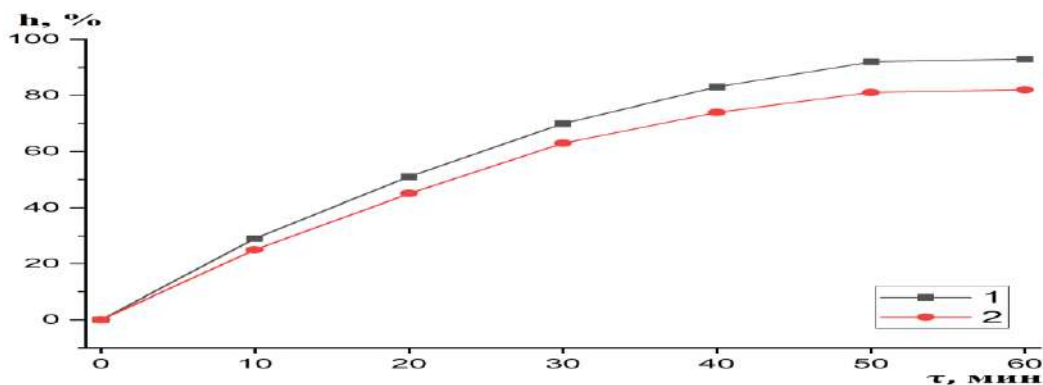
2-расмда электролит билан тўлдирилган сепараторда босим ўзгаришининг сепаратор чўзилишига боғлиқлиги эгрилиги бўйича маълумотлар келтирилган ва 100 кПа да 4,6 %, 200 кПа да 5,2 %, 500 кПа да 7,6 %, 600 кПа да 7,9 % қийматларга эга бўлди. Натижалардан хулоса шуки, аккумулятор блокини йиғишда сепараторларга бериладиган босимни мақбуллаштиришни эътиборга олиш талаб қилинади. Сепараторларни сиқиш даражаси электролитнинг умумий баландлик бўйлаб текис тақсимланиши, сепаратордаги электролит ҳажми ва кислороднинг айланиши самарасини эътиборга олган ҳолда танланиши лозим.

Сепараторга адсорбцияланган электролитнинг маълум баландликда сақланиб туришига кислота концентрацияси таъсирини ва оптимал шароитларини танлаш бўйича тажрибалар олиб борилди. Бунда электролит оқувчанлигининг сепараторни турли сиқилиш даражаларида турли электролит зичликларида қай даражада ўзгариши амалда текширилди (3-5-расмлар). Тажрибаларни қатлами 4 қаватли сепараторда мос равишда сиқиш даражалари 0 %, 40 % ва 70 % бўлганда ҳамда электролит сифатида 28 % ли ва 37 % ли сульфат кислота қўлланганда (28 % ли электролит аккумулятор ишлайдиган энг кичик концентрация, 37 % ли электролит янги аккумуляторга қуйиладиган электролит концентрациялари) эгрилик чизиқларининг ўзгариши кузатилди.



3-расм. Электролитнинг сепаратор баландлиги бўйича тарқалиши. Сиқилиш даражаси 0%; кислота концентрацияси В – 28 %, С- 37 %

Бунда 3-расмда сиқилиш даражаси 0% бўлганда кислота концентрацияси электролитнинг полипропиленли сепаратор баландлиги бўйлаб тарқалишига таъсир қилмаслиги аниқланди.

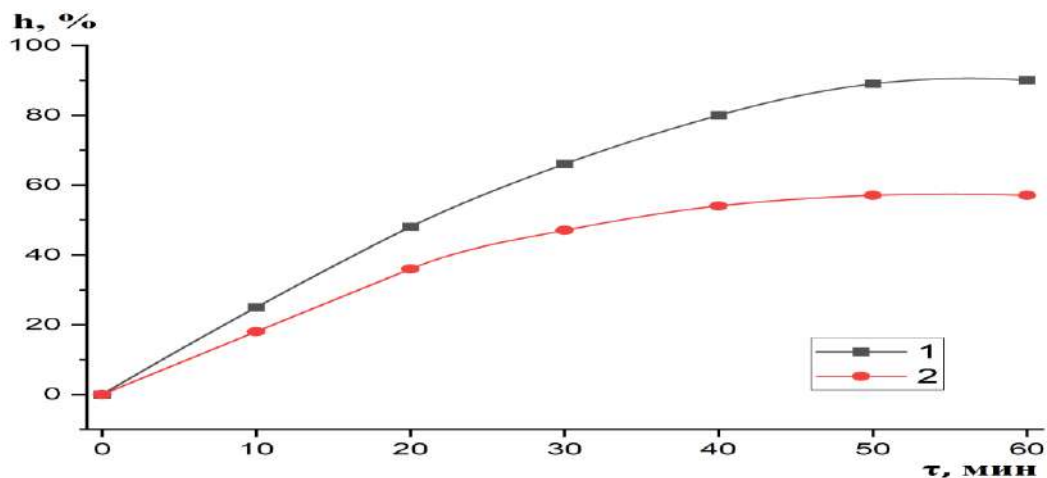


4-расм. Электролитнинг сепаратор баландлиги бўйича тарқалиши. Сиқилиш даражаси 40 %; кислота концентрацияси 1– 28 %, 2-37 %

Тажрибалар давомида 2 қаватли сепараторда сиқилиш даражаси 40 % бўлган намунада кислота концентрацияси электролитнинг сепаратор баландлиги бўйлаб тарқалишига таъсирнинг камлиги кузатилди. Электролитнинг сепаратор баландлиги бўйича тарқалиши бўйича тадқиқот натижалари 4-расмда келтирилган.

Сиқилиш даражаси 70 % бўлган учинчи намунада эса кислота концентрацияси электролитнинг сепаратор баландлиги бўйлаб тарқалишига сезиларли таъсир кўрсатиши аниқланган (5-расм).

Сепараторлар 70 % гача сиқилганда ундаги нисбатан йирик ғовакликларнинг ўлчамлари кичраяди, боши берк ғовакликларнинг сони кўпаяди ва электролитни баландликда ушлаб туришда капилляр кучларнинг роли орта бошлайди. Ўтказилган тадқиқотлар давомида олинган натижалардан маълум бўлдики, сиқилиш даражаси 0-40 % бўлганда, кислота концентрациялари 28-37 % да электролитнинг сепаратор баландлиги бўйлаб тарқалиш самарасига, оқиб кетишига деярли таъсир қилмайди. Сиқилиш даражаси 50-70 % да унинг қийматига қараб турли концентрацияли электролитларнинг сепараторда оқиб кетиши фарқ қилади, бунда концентрацияси ошиб бориши билан унинг оқиб кетиши камайиб боради.



5-расм. Электролитнинг сепаратор баландлиги бўйича тарқалиши. Сиқилиш даражаси 70 %; кислота концентрацияси 1– 28 %, 2-37 %

Полипропилен материалли микроҗовакли сепараторнинг дастлабки ва маълум босим остида сиқилгандан кейинги җовакларининг ҳажмига паст ҳароратли адсорбатнинг адсорбцияланишининг қиёсий натижалари бўйича маълумотлар 2-жадвалда келтирилган. Экспериментал тадқиқотлар асосида олинган маълумотларнинг қиёсий таҳлили асосида унинг солиштирма сирт юзаси дастлабкига нисбатан деярли 14 % га, t-Plot бўйича микроҗовак ўлчами эса 13 % га, умумий мезаҗовакларининг ҳажми эса 15 % га камайганини кўрсатди.

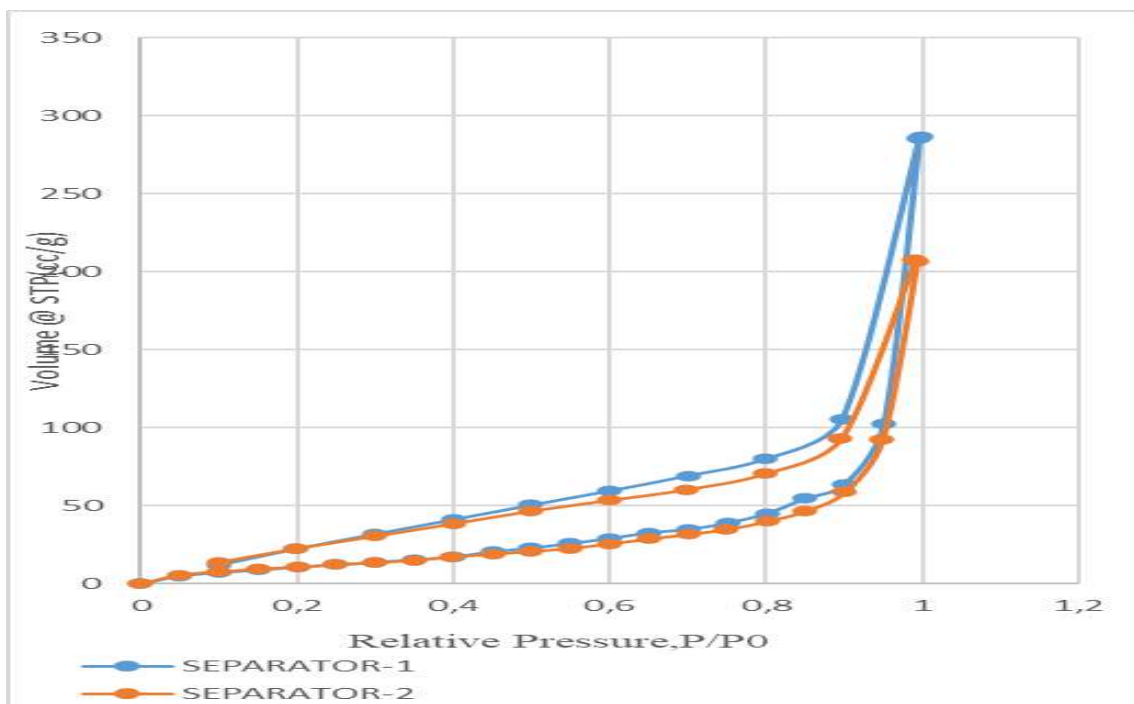
2-жадвал

Паст ҳароратли азот адсорбцияси бўйича дастлабки ва кейинги сепараторларнинг қиёсий текстура характеристикалари

Муҳим тестур характеристикалари	Дастлабки полипропилен сепаратор намунаси	Сиқилган сепаратор намунаси
$S_{БЭТ}, м^2/г$	42,4000	36,8884
t-Plot бўйича микроҗоваклар ўлчами, $м^2/г$	41,8100	40,9598
t-Plot бўйича ташқи сирт майдони, $м^2/г$	77,2342	67,4664
ВН адсорбциясида җоваклар сиртининг умумий майдони, $м^2/г$	61,5734	55,4808
ВН десорбциясида җоваклар сиртининг умумий майдони, $м^2/г$	143,6808	124,1310
t-Plot бўйича микроҗовакларнинг ҳажми, $см^3/г$	0,017324	0,012695
Мезаҗовакларнинг умумий ҳажми, $см^3/г$	0,077293	0,066022
Ғовакларнинг умумий ҳажми (НК), $см^3/г$	0,014753	0,013652
Ўртача җовак диаметри (4V/A by BET), Å	9,325 Å	7,601 Å
Ғовакнинг ўртача кенглиги, Å	14,310 Å	12,562 Å

Бунда сепараторнинг умумий ҳажми (t-Plot) ўзгармасдан доимий сақланганини кўриш мумкин.

Ҳар иккала намунада ҳам микроҗовакларнинг мавжудлиги изотерма натижаларидан кўринади, аммо адсорбцияланиш миқдорининг камлиги орқали дастлабки сепараторнинг җоваклари ҳажмининг миқдори 15 % миқдорга қадар камайганини кўрсатади. Мазкур қиймат эса дастлабки сорбцияланишда тахминан $280 см^3/г$ дан юқори кўрсаткични кўрсатса, ҳажм җоваклари сиқилгандан кейинги намунада сорбцияланиш миқдорининг қиймат кўрсаткичи бирмунча камайганини, яъни $200 см^3/г$ қиймат миқдоригача сорбцияланишни кузатиш мумкин (6-расм).



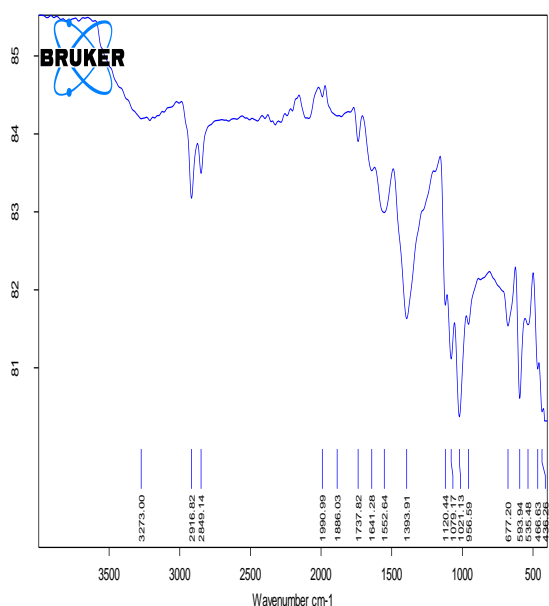
6- Расм. Паст ҳароратли азот адсорбцияси бўйича дастлабки ва кейинги сепараторларнинг қиёсий изотерма натижалари

Полипропилен материал асосида тайёрланган сепаратор ҳамда маълум босим иштирокида ғовакларининг ҳажми камайтирилган намуналарда паст ҳароратли азот адсорбция-десорбция усули орқали олинган текстур характеристикалари сепаратор намунасида микроғоваклар мавжуд эканлигини, шунингдек дастлабки намунага нисбатан кейинги ҳажми 15 % га камайганини, бу эса сепаратор ғоваклари ҳажмига сорбцияланадиган электролит миқдорини ва оқувчанлигининг камайишига ҳамда қўрғошин-кислотали аккумуляторнинг иш қобилиятини ошишга хизмат кўрсатишини тўла тасдиқлайди.

Диссертациянинг «Қўрғошин-кальцийли қотишманинг физик ва коллоид – кимёвий хоссалари» деб номланган учинчи бобида қўрғошин-кальцийли қотишманинг физик-кимёвий характеристикалари ҳамда гел кўринишидаги электролитларнинг қўлланилиши бўйича экспериментал натижалар қўлга киритилган. Бунда эса қўрғошин-кислотали аккумуляторлар учун янги таркибдаги қўрғошин-кальцийли электродлар ишлаб чиқиш технологияси яратилган. Янги таркибдаги қўрғошин-кальцийли қотишманинг физик-кимёвий характеристикалари ИҚ-спектр ва Раман спектр, шунингдек рентгенфазавий таҳлил усулларида аниқланган (7-расм).

ИҚ-спектридаги тебраниш частоталари тегишли қийматлар орқали ифодаланганда 3273 см^{-1} соҳада Me–OH гуруҳларнинг валент тебранишини, 2928 см^{-1} ва 2856 см^{-1} соҳаларда эса C–H тебранишларини, 1393 см^{-1} соҳада бўлса Ca–O боғининг валент тебранишини, шунингдек 1018 см^{-1} - 1179 см^{-1} соҳада Me–OH гуруҳнинг деформацион тебранишини, 677 см^{-1} соҳада эса Pb–O боғларининг валент тебранишини, 535 см^{-1} соҳада Pb–O деформацион

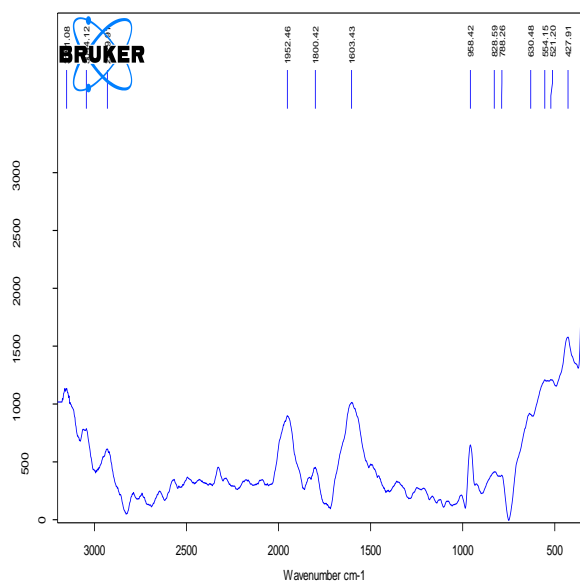
тебраниши ҳамда 466 см^{-1} соҳаларда Ca-O тебраниши ҳисобига борадиган тебраниш частоталарини кузатилиши аниқланди.



C:\Users\BRUKER\Documents\Bruker\OPUS_8.7.10\DATA\MEAS1.14 1 Instrument type and / or accessory 4/22/2024

Page 1/1

A)



C:\Users\Public\Documents\Bruker\OPUS_8.7.10\Data1_1_0_0_20240422-145450_en.0 1 1 22.04.2024

Page 1 of 1

B)

7–расм. Қўрғошин кальцийли қотишманинг А) ИҚ (7.1) ва Б) Раман спектр (7.2) таҳлили

Тадқиқот давомида мазкур қўрғошин кальцийли қотишманинг таркибида Al, Pb каби бошқа бирикмаларнинг ҳам маълум миқдорда мавдужлиги тасдиқланди.

3- жадвал

Қўрғошин-кальцийли қотишманинг маълум ютилиш соҳаларида ҳосил бўлган функционал гуруҳлари тўғрисидаги маълумотлар

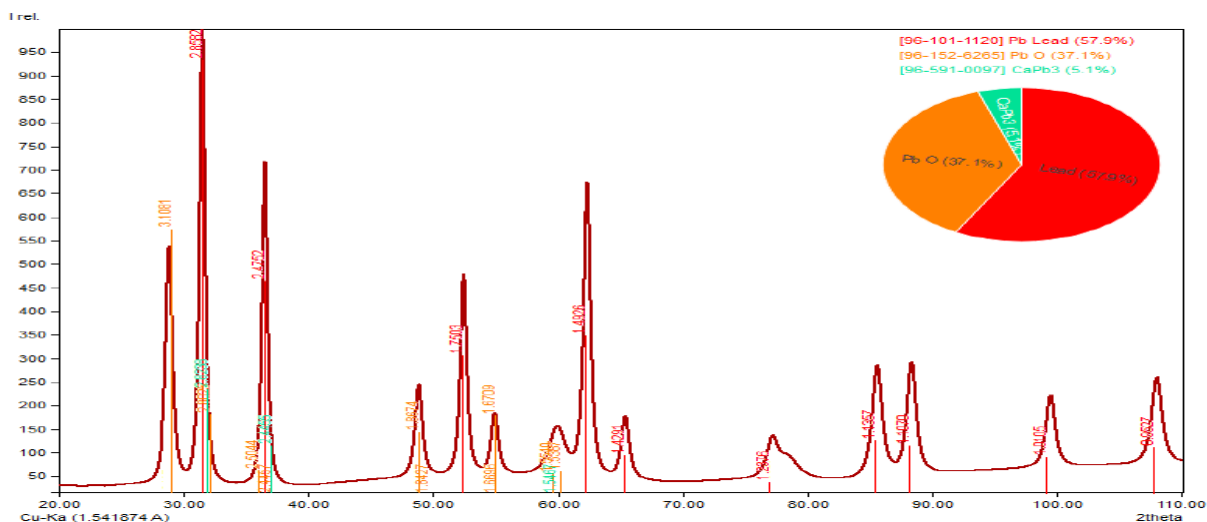
Функционал гуруҳлар	Me-OH	Pb-O	Al-OH	Ca-O	Pb-O
Ютилиш соҳаси	3273 см^{-1}	828 см^{-1}	427 см^{-1}	1393 см^{-1} , 466 см^{-1}	677 см^{-1} , 535 см^{-1}

Олиб борилган экспериментал тадқиқотлар адабиётлар таҳлилига мос бўлиб, Sb-O учун ҳос бўлган асосий интенсив тебранишлар 1617 см^{-1} соҳада ҳамда 1401 см^{-1} соҳаларида кенгайган шаклида намоён бўлиши маълум эканлиги аниқланди. Олинган қўрғошин-кальцийли қотишма намунасининг Раман-спектридаги тебраниш частоталари тегишли қийматлар (4- жадвал) асосида 958 см^{-1} соҳада Ca-O боғининг тебраниши, соҳада Pb-O боғларнинг тебраниши, 427 см^{-1} соҳада Al-OH гуруҳ тебраниши 466 см^{-1} соҳаларда Ca-O тебраниши ва 333 см^{-1} соҳада Pb-O тебраниши ҳисобига тебраниш частоталари кузатилиши аниқланди.

Қўрғошин-кальцийли қотишманинг рентгенфазавий тадқиқоти ICDD PDF-2 2011 ҳамда COD (Crystallography Open Database) натижалари таҳлилида халқаро маълумотлар баъзасига эга бўлган Crystall impact match 3.16 дастуридан фойдаланилди (8-расм).

Қўрғошин-кальцийли қотишма намунасининг Раман спектр таҳлили бўйича олинган натижалари

Функционал гуруҳлар	Ca-O	Pb-O	Al-OH	Ca-O	Pb-O
Ютилиш соҳаси	958 cm^{-1}	828 cm^{-1}	427 cm^{-1}	466 cm^{-1}	333 cm^{-1}

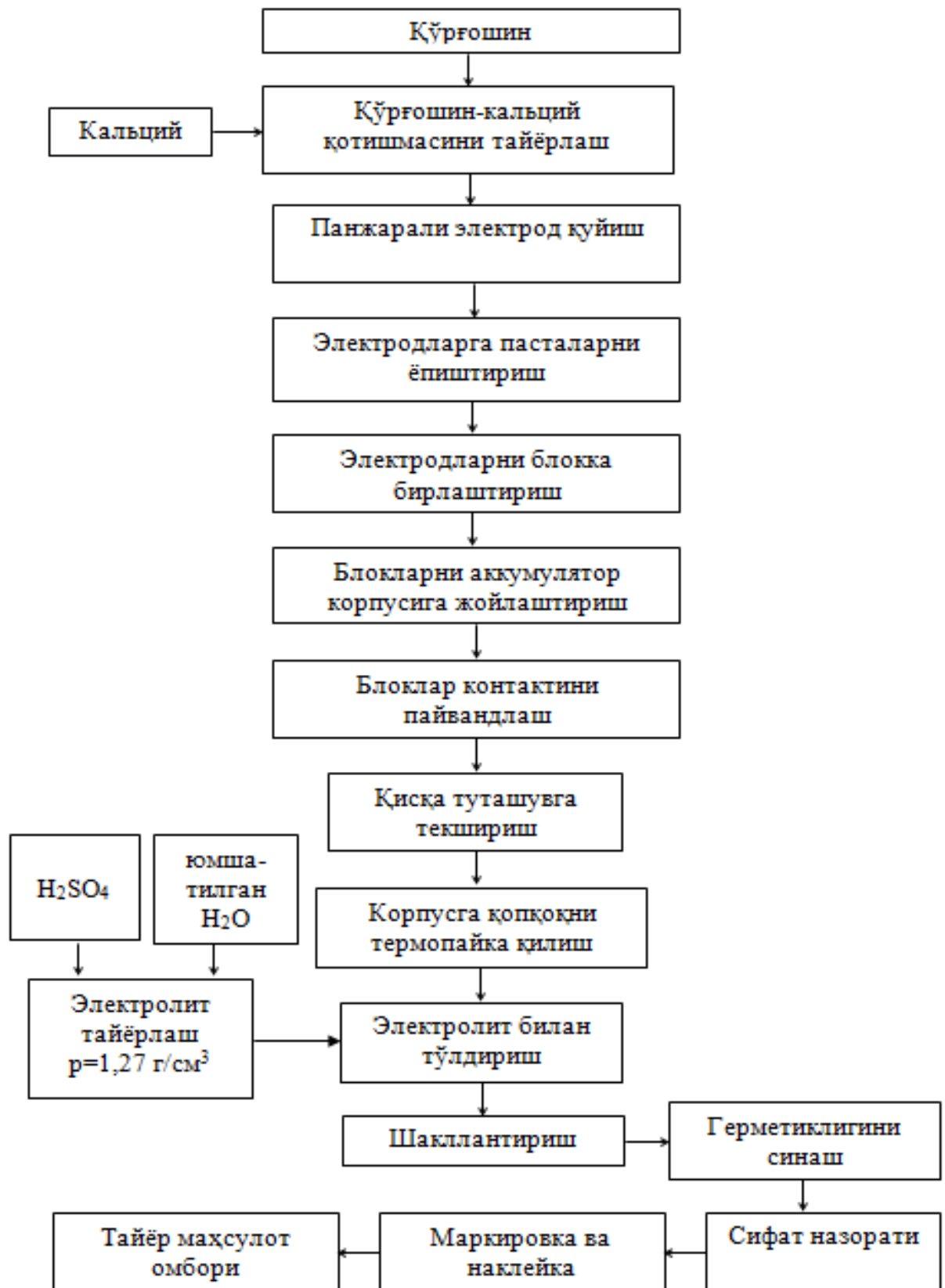


8-расм. Кальций орқали бириккан қўрғошин қотишмасининг рентгенограммаси

Тадқиқотлар давомида 8-рамда келтирилган рентгенфаза таҳлил натижалари тажриба намунасида асосан Pb [96-101-1120] ($d = 2.85, 2.47, 1.75, 1.49, 1.42, 1.23, 1.13, 1.10, 1.01$ ва 0.95 \AA), PbO [96-152-6265] ($d = 3.10, 1.86, 1.67$ ва 1.53 \AA) ва CaPb₃ [96-591-0097] ($d = 2.83, 2.44, 1.54 \text{ \AA}$) тегишли дифракция чизиқлари борлигини исботлаб берди. Тажриба намунасини миқдорий таҳлил қилинганда эса Pb - 57,9 %, PbO - 34 %, CaPb₃ – 5,1 % ни ташкил қилиши аниқланди.

Рентгенфаза таҳлил натижаларини ва ҳалқаро маълумотлар базаси - ICDD PDF-2 билан солиштирилганда Pb, PbO, CaPb₃ бирикмалар учун барча дифракцион максимумлар тўлиқ мос келиши тасдиқланди. Олинган натижалардан намуна таркибига легирлаш мақсадида қўшилган Ca метали Pb билан CaPb₃ бирикмасини ҳосил қилиши аниқланди. Бунда Ca металининг миқдори умумий массага нисбатан 1-1.5 % миқдорида қўшилганини инобатга олиб, рентгенфаза таҳлил натижаларида учта қўрғошин элементига битта кальций элементи бирикиб қўрғошин-кальцийли (CaPb₃) бирикма ҳосил бўлган ва унинг миқдор 5.1 % қийматни ташкил этишининг аниқланиши натижаларни ишончлилигидан далолат беради.

Диссертациянинг «Янги таркибдаги қўрғошин-кальцийли электрод қотишмаларини саноат–синови натижалари ва иқтисодий самарадорлиги» деб номланган тўртинчи бобда олинган натижалар асосида қўрғошин-кальций қотишмали электроддан иборат аккумулятор батареялари ишлаб чиқаришнинг принципиал технологик схемаси яратилган (9-расм).



9- расм. Қўрғошин-кальцийли электродли аккумуляторлар тайёрлаш жараёни
принципиал технологик схемаси

Янги таркибдаги кўрғошин-кальцийли электродларни “JIZZAX AKKUMULYATOR ZAVODI” АЖ ишлаб чиқариш шароитида саноат-тажриба синовлари натижалари келтирилган. Кислотали аккумуляторлар учун янги таркибдаги кўрғошин-кальцийли электродларни қўллашдан кутилаётган иқтисодий самарадорлик “JIZZAX AKKUMULYATOR ZAVODI” АЖ корхонасида фақат сурмани кальцийга алмаштиришдан кутилаётган иқтисодий самарадорлик 20,0 млрд сўмни ташкил қилган (5-жадвал).

5-жадвал

“JIZZAX AKKUMULYATOR ZAVODI” АЖ корхонасида янги технологияни жорий қилишдан кутилаётган иқтисодий самарадорлик

Хом ашё	1 та аккумуляторга сарф, кг	1 йил учун сарф, кг	Нархи, Сўм/кг	Жами харажатлар, млн.сўм
Сурма	0,034	34 000	40 000	1 360,0
Кальций	0,002	2 000	30 000	+ 60,0
Янги таркибли электрод қотишмасини қўллашдан кутилаётган йиллик фойда				1 300,0

“JIZZAX AKKUMULYATOR ZAVODI” АЖ корхонасида бир йилда 1 000 000 дона шартли аккумулятор ишлаб чиқаришда кўрғошин-сурмали қотишма олишда сурма учун йилига 1 360,0 млн сўм харажат қилинади, бу электродни кўрғошин-кальцийли электродга алмаштирилганда 60 млн сўмлик кальций сарф бўлади, ҳар бир аккумулятордан 1300 сўм иқтисод қилинса, йиллик ишлаб чиқариш қувватини ҳисобга олганда йилига 1,3 млрд сўм фойда олиш мумкин.

ХУЛОСА

1. Сепаратор сиқилиш даражасининг юклама катталигига боғлиқлигини аниқлаш бўйича олиб борилган тадқиқот натижаларидан шундай хулоса қилиндики, сепараторнинг оптимал ғовақлигини ва мустақамлигини максимал даражада сақлаб қолиш учун сепараторни сиқиш тезлиги иложи борица минимал даражада олиб борилиши керак.

2. Тадқиқотлар давомида полипропилен материалли сепараторга электролит сорбцияланганда унинг ҳамжмий кенгайишини ҳамда микроғовақли сепараторни маълум босим остида сиқилгандан кейин ортга қайтмаслиги аниқланди ва буни аккумулятор элементларини йиғиш жараёнида эътиборга олиш лозим.

3. Электролитнинг баландлик бўйича тақсимланишига микроғовақли сепараторнинг сиқилиш даражасини ўрганиш бўйича олиб борилган тадқиқот натижаларига асосан, сепараторларни сиқиш даражаси электролитнинг бутун баландлик бўйлаб текис тақсимланиши, сепаратордаги электролит ҳажми ва кислороднинг айланиши самарасини эътиборга олган холда танланиши керак.

4. Электролитнинг сепаратор баландлиги бўйича тақсимланиши кислота концентрациясига боғлиқ бўлиб, электролитнинг зичлиги камайиши билан унинг оғирлиги камаяди, зичликнинг камайиши қовушқоқликнинг йўқолишига олиб келади, бу эса унинг сепаратордан пастга оқиб кетишини кучайтиради ва иш самарасини туширади.

5. Қўрғошиннинг кальций метали билан қотишмаси қўрғошиннинг мустақамлигини ошириб, ички ва ташқи деформацияга чидамли бўлишини таъминлайди, ўз-ўзидан зарядсизланишини камайтиради, шунингдек аккумуляторларнинг эксплуатацион хоссаларини ошишига хизмат қилади.

6. Гель кўринишидаги қуюқлаштирилган электролитлар қўлланганда, гель холдаги электролит электрод блоки ғоваклариде фаол масса турғунлигини оширади, оқувчанлигини камайтиради, натижада бундай аккумуляторлар оддий электролитли аккумуляторларга қараганда 2 марта кўп хизмат қилади.

7. Қўрғошин-сурма қотишмалде электрод таркибидеги сурма кальцийга алмаштирилганда ўз-ўзидан зарядсизланиш даражаси йилига 24 % гача камайди. Янги технологияни қўллашдан кутилаётган фойда битта корхона мисолида 20,0 млрд сўмни ташкил этди ва таклиф этилаётган гель кўринишидаги электролитлар қўллаш эса хизмат кўрсатилмайдиган кимёвий ток манбаалари тайёрлаш имконини беради.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02/30.12.2019.К/Т.35.01 ПРИ ИНСТИТУТЕ
ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ**

ДЖИЗАКСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

МАМАТКУЛОВ АСИЛБЕК КИРЙИГИТОВИЧ

**Повышение ресурсов кислотных аккумуляторов и
уменьшение их саморазряда изменением состава
электрода и пористости сепаратора**

02.00.11- Коллоидная и мембранная химия

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент - 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером № В.2023.2.PhD/T3571

Диссертация выполнена в Джизакском политехническом институте.
Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.ionx.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу (www.ziyonet.uz)

Научный руководитель:

Эркабаев Фуркат Ильясович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Жумаева Дилноза Джураевна
доктор технических наук, профессор

Сидиков Абдужалил Сиддиқович
доктор химических наук, профессор

Ведущая организация:

Бухарский инженерно-технологический институт

Защита диссертации состоится “3” октября 2024 года в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.02./30.12.2019.K/T.35.01 при Институте общей и неорганической химии (Адрес: 100170, Ташкент, Мирзо Улугбек, 77-а.тел.: (+99871) 262-56-60, факс: (+99871) 262-76-90, e-mail: ionxanruz@nuu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии (Зарегистрировано № 16). Адрес: 100170, Ташкент, ул. Мирзо - Улугбека, 77-а.тел.: (+99871) 262-56-60, факс: (+99871) 262-76-90.

Автореферат диссертации разослан “18” сентября 2024 года.
(реестр протокола рассылки № 16 от «18» сентября 2024 года).



Б.С. Закиров
Председатель научного совета по
присуждению учёных степеней, д.х.н., профессор

Д.С. Салиханова
Учёный секретарь научного совета
по присуждению учёных степеней, д.т.н., проф.

И.Д. Эшметов
Председатель научного семинара при
научном совете по присуждению ученой
степени, д.х.н., проф.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Сегодня эффективное использование возобновляемых источников энергии, увеличение ресурсов существующих источников энергии и снижение их неэффективных потерь считаются актуальными во всем мире, и ученые в этой области уделяют этому вопросу большое внимание. Использование современных технологий и комплектующих при производстве возобновляемых источников энергии, особенно аккумуляторов, производимых на различных промышленных предприятиях, предотвращение неэффективного потребления энергии и использование при этом современных технологий, приводит к высокой экономической эффективности, и это считается актуальным с экологической точки зрения.

В мире одной из основных задач предприятий по производству химических источников энергии является создание недорогих, мощных источников энергии, используя вторичное сырье (утилизируемое) и создавая простые технологии за счет процессов его регенерации. В этом отношении он служит обоснованием ряда научных решений, в том числе: разработка вторичных источников энергии, состоящих из электродов нового состава с высокой энергоемкостью и относительно низкими энергопотерями для предприятий автомобильной промышленности, модернизация технологий в рамках экономических и экологических требований, особое внимание уделено исследованиям по внедрению новых технологий в производство современных химических источников энергии, которые эксплуатируются в регионах с различными климатическими условиями, могут работать в горизонтальном и вертикальном положениях, имеют низкую скорость саморазряда.

В нашей республике достигаются определенные теоретические и практические результаты по созданию источников энергии различной мощности и разного уровня энергетической мощности в зависимости от области использования. В третьем направлении стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы определены важные задачи «Увеличение объёма производства в 1,4 раза и объёма экспорта в 2 раза за счёт дальнейшего развития кооперации в автомобильной промышленности». В связи с этим для предприятий автомобильной промышленности актуальной является разработка технологии, связанной с повышением ее высокой эффективности службы и снижением саморазряда в результате изменения состава электродного сплава в свинцово-кислотных аккумуляторах и размера полипропиленовые сепараторы.

Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 «О Стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы», УП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию химической промышленности и повышению ее инвестиционной привлекательности», УП -4937 от 28 декабря 2020 года «О мерах по

реализации инвестиционной программы Республики Узбекистан на 2021-2023 годы», УП -4992 от 13 февраля 2021 года «О мерах по дальнейшему реформированию и финансовому укреплению предприятий химической промышленности, развитию производства химической продукции с высокой добавленной стоимостью», а также данное диссертационное исследование служит в определенной степени решению задач, определенных в нормативных правовых документах, связанных с данной деятельностью.

Соответствие исследований приоритетам развития науки и техники республики. Данное исследование является седьмой частью развития общественной науки и техники. Оно осуществлялось в рамках приоритетного направления «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. Из анализа современной научно-технической литературы по теме диссертационного исследования видно, что изучаемые свинцово-кислотные аккумуляторы и компоненты микропористых сепараторов из полипропиленового материала в них, изучение влияния коллоидно-химических процессов в изучение факторов, влияющих на изменение положительного электрода в аккумуляторе, также обсуждались вопросы совершенствования методов снижения ускорения обратных реакций в процессах саморазряда свинцово-кислотных аккумуляторов и исследования физико-химических характеристик свинцово-кислотных аккумуляторов. В Узбекистане была создана крупная научная школа под руководством академика К.С. Ахмедова, ведущая научную деятельность в области коллоидной химии и исследовавшая области их применения. Среди представителей этого научного коллектива — Е.А. Арипов, Ф.Л. Глекель, С.С. Хамраев, С.Н. Аминов, А.А. Агзамходжаев, В.А. Цыганов, А. Исматов, Ф.К. Курбанов, С. Ишанходжаев и другие внесли значительный вклад в развитие коллоидной химии.

В условиях бурного развития промышленности в нашей стране по совершенствованию конструкций вторичных источников тока, изготовленных на основе современных технологий, условий их эффективной эксплуатации в различных климатических регионах, в том числе придания их корпусам компактности и долговечны, над увеличением энергоемкости по сравнению с их размерами, ведутся работы над уменьшением негативных последствий, таких как саморазряд, однако с теоретической и практической точки зрения важное значение имеют исследование проблем повышения энергоэффективности свинцово-кислотных аккумуляторов за счет улучшения состава электрода и уменьшения пор полипропиленового микропористого сепаратора, а также результаты решения проблемы путем исследования его коллоидно-химических характеристик.

Связь исследования с исследовательскими планами высшего или научно-исследовательского учреждения, в котором была выполнена диссертация. Диссертационное научно-исследовательская работа выполнена в рамках хозяйственного договора плана научно-исследовательских работ Джизакского политехнического института с предприятием ООО «Сервер

Батари» (договор №51 заключен 15 декабря 2021 года) по теме «Определение влияние концентрации кислоты на сохранность электролита, адсорбированного на сепараторах аккумуляторов на определенной высоте».

Целью исследования: определение состава электродного сплава в свинцово-кислотных аккумуляторах и изменение размера пор микропористого сепаратора с полипропиленовым материалом и его влияние на эффективность эксплуатации.

Задачи исследования:

изучить влияние внешних факторов окружающей среды (таких как давление, температура, влажность) на обеспечение длительного хранения свинцово-кальциевых аккумуляторов;

изучение влияния состава свинцово-кальциевых электродов, микропористых полипропиленовых сепараторов, их формы, точности размеров и типа сырья на срок службы аккумуляторов;

экспериментальное исследование применения двойных электродов для увеличения срока службы активной массы в виде геля в аккумуляторе;

исследование влияния текучести электролита, адсорбированного на сепараторе с микропористым полипропиленовым материалом в аккумуляторе, на процесс саморазряда;

экспериментальное исследование площади поверхности (ΔS ($\text{м}^2/\text{г}$)) пор сепаратора в исходном состоянии и после уменьшения размеров микропористых сепараторов из полипропиленового материала в аккумуляторе методом низкотемпературной адсорбции-десорбции азота;

исследование физико-химических характеристик свинцово-кальциевых сплавов вновь созданного состава (методами ИК-спектра, спектра Раман и рентгенофазового анализа);

определение коллоидно-химических свойств микропористых полипропиленовых сепараторов современными методами;

промышленное использование улучшенных свинцово-кальциевых электродных сплавов аккумуляторов. Оценка ожидаемой технико-экономической эффективности промышленного применения свинцово-кальциевых аккумуляторов нового состава.

Объектами исследования являются пористые сепараторы, химические источники тока, в частности свинцово-кислотные аккумуляторы, входящие в их состав электродные сплавы, гелевый электролит.

Предметом исследования является изучение физико-химических процессов эффективности процессов в свинцово-кальциевых аккумуляторах в зависимости от состава электродного сплава, эффективности гелевых электролитов, а также коллоидно-химических закономерностей работы пор сепаратора, изготовленных из полипропиленового материала.

Методы исследования. Химические (титрование, нейтрализация), физико-химические (ИК-спектр, рентгенофазовый, спектр Раман), исследование площади поверхности (ΔS ($\text{м}^2/\text{г}$)) и объема пор методом низкотемпературной адсорбции-десорбции азота. Использовались

инструментальные (испытание и применение аккумуляторных сепараторов в различной технике и устройствах) методы исследования и анализа.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определены коллоидно-химические свойства сепаратора в рабочей части свинцово-кислотного аккумулятора, а также физико-коллоидные и химические свойства вновь созданного свинцово-кальциевого сплава.

в результате сжатия сепаратора полипропиленового материала в аккумуляторах под определенным давлением определено изменение размера пор, площадь поверхности составила от 42,4 м²/г до 36,9 м²/г, по t-Plot - графику площадь поверхности пор составила от 77,2 м²/г до 67,5 м²/г., уменьшение общего объема пор на 15% по сравнению с исходным объемом пор подтверждено коллоидно-химическим методом на основе изотермических кривых;

при использовании в аккумуляторе двухэлектродных сплавов вместо одного положительного электродного сплава в результате частичного упорядочения движения электронов установлено, что производительность и срок службы могут быть увеличены на 30%, а потеря электрической емкости за 100 циклов можно снизить до 20%;

на основе рентгенофазового анализа доказано, что три элемента свинца соединяются с одним элементом кальция с образованием свинцово-кальциевого соединения (CaPb₃) и его количество составляет 5,1 %, повышая прочность свинцово-кальциевого сплава;

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

размер пор полипропиленового микропористого сепаратора оптимизирован для уменьшения количества саморазряда свинцово-кислотных аккумуляторов.

при производстве свинцово-кислотных аккумуляторов вместо электрода из свинцово-сурьмяного сплава создана технология изготовления новой композиции свинцово-кальциевого электродного сплава и разработан временный технологический регламент.

при производстве свинцово-кислотных аккумуляторов были использованы усовершенствованные свинцово-кальциевые электродные сплавы и рассчитана ожидаемая технико-экономическая эффективность

Достоверность результатов исследования. Зависит от результатов химического (титрование и нейтрализация), физико-химического (ИК-спектр, Раман спектр, рентгенофазовый анализ), коллоидно-химического (низкотемпературная адсорбция-десорбция азота) анализа, инструментальные (испытания аккумуляторных сепараторов в различных аппаратах и устройствах и применениях), а также подтвержденные согласованием результатов экспериментальных испытаний с результатами теоретических расчетов и запуском производства.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в том, что процесс саморазряда во вторичных свинцово-кислотных аккумуляторах

зависит от пористости сепаратора, состава сплавов, из которых изготовлен электрод, и текучести активной массы в виде геля, помимо различных внешних факторов, а результаты, полученные в ходе исследований, объясняются снижением саморазряда аккумуляторов.

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что при производстве химических источников тока, в частности свинцово-кислотных аккумуляторов, за счет введения в электрод из свинцово-сурьмяного сплава металлического кальция вместо сурьмы происходит саморазряд аккумулятора. снижается, и это служит для производства современных аккумуляторов с высоким КПД, а также, информация, полученная в результате исследования, служит для повышения уровня знаний студентов и аспирантов вуза по узким направлениям специализации.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по использованию свинцово-кальциевого сплава и двойных электродов нового состава с целью снижения процесса саморазряда свинцово-кислотных аккумуляторов:

технология применения электродов из свинцово-кальциевого сплава нового состава для свинцово-кислотных аккумуляторов внедрена в практику в производственных условиях АО «Джизакский аккумуляторный завод» (справка АО «Узавтосаноат» № 17/17-25-0822 от июня 16, 2023). В результате замена свинцово-алюминиевых электродов в аккумуляторах на новые свинцово-кальциевые позволила снизить саморазряд аккумуляторов на 23,9% в год.

в АО «Узавтосаноат» внедрено на практике использование двойных электродов вместо толстых сплавов положительных электродов в батареях (справка АО «Узавтосаноат» № 17/17-25-0822 от июня 16, 2023). В результате замена толстых положительных электродов в конструкции батареи двойными электродами позволила снизить снижение электрической емкости батареи на 20% за 100 рабочих циклов.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований обсуждались на 16 в том числе 2 международных и 4 национальных научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликована 16 научная работа, из них 6 опубликовано в научных изданиях, рекомендованных к публикации основных научных результатов докторских диссертаций ОАК Республики Узбекистан, в том числе 1 статья в журналах, входящих в списке Scopus, а также 3 в республиканских и 2 в зарубежных журналах.

Структура и объём диссертации. Состав диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 107 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во вводной части обосновывается актуальность и необходимость темы диссертации, описываются цель и основные задачи исследования, определяются объект и предмет исследования, совместимость с приоритетными направлениями развития науки и техники, описано соответствие приоритетам развития науки и техники Республики Узбекистан, научная новизна и практические результаты исследований, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение результатов исследований на практику, а также представлены опубликованные научные работы и сведения о структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной **«Анализ литературы по свинцово-кислотным аккумуляторным системам»**, на критической и аналитической основе сформированы обзоры современной литературы, а также научные разработки ученых данной области актуальных проблем современности. проанализировано. В дипломной работе в результате изменения химического состава электродного сплава и размера сепараторных пор в свинцово-кислотных аккумуляторах поставлена цель повышения эффективности его службы и уменьшения разряда, а также определены решения ряда задач.

Вторая глава диссертации под названием **«Коллоидно-химические свойства рабочих частей свинцово-кислотных аккумуляторов»** содержит результаты экспериментальных исследований по изменению площади поверхности и размера пор сепараторов для повышения эффективности аккумуляторов, в которых изучено влияние степени сжатия сепаратора на размер загрузки, степень сорбции электролита сепаратором и ее влияние на изменение пор сепаратора при различных давлениях, а также исследования распределения уровня и высоты электролита, сорбированного на сепараторе, позволили получить информацию о размере их пор. В ходе исследований проведен анализ сравнительных результатов низкотемпературной адсорбции и десорбции азота поверхностными поверхностями и размером пор сепаратора с серной кислотой определенной концентрации, выбранной в качестве электролита после воздействия исходного и уменьшенного размера пор, т.е. при определенном давлении.

В данной диссертации сепаратор является одной из основных частей аккумуляторов как дисперсного твердого вещества (предмета). Сепаратор (полипропиленовое сырье) представляет собой тонкую пористую мембрану, разделяющую анод и катод и играющую ключевую роль в работе аккумулятора, предотвращая короткие замыкания между ними и обеспечивая поток ионов между ними. Дисперсия серной кислоты как жидкого вещества в сепараторе и его поровых объемах образует дисперсную систему.

Проведены эксперименты по процессу изучения зависимости электролита от сорбции электролита в свинцово-кислотном аккумуляторе на микропорах полипропиленового сепаратора. В ходе исследований были

проведены процессы сорбции 27% серной кислоты в порах сепаратора при статическом давлении с целью изучения кинетики сорбции электролита, распределенного в порах сепаратора микропористым полипропиленовым материалом. Результаты, полученные в ходе процедуры, представлены в таблице 1.

Таблица - 1

Результаты зависимости пор полипропиленового сепаратора от изменения давления

Р, кПа	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
γ_p , %	91	90,6	88,1	86,5	84,8	82,4	78,1	75,5	72,9	70,3

Данные по кривой зависимости удлинения сепаратора от изменения уровня нагрузки при сорбции полипропиленовых сепараторов электролитом плотностью 1,27 г/см³ представлены на рис. 2.

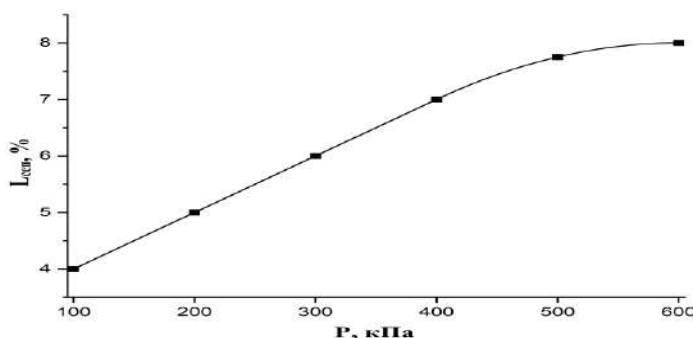


Рисунок 2. Зависимость уровня нагрузки от изменения давления в сепараторе, заполненном электролитом, и его удлинении

На рисунке 2, основанном на экспериментальных исследованиях, показана степень удлинения при различных давлениях, когда сепаратор полностью сорбирует электролит, и составляет 4,6% при 100 кПа, 5,2% при 200 кПа и 5,2% при 500 кПа 7,6 %. , при 600 кПа оно имело значения 7,9 %. По результатам сделан вывод о необходимости учитывать оптимизацию давления, прикладываемого к сепараторам, при сборке аккумуляторного блока. Степень сжатия сепараторов следует выбирать с учетом равномерного распределения электролита по общей высоте, объема электролита в сепараторе и эффективности циркуляции кислорода.

Были проведены эксперименты по влиянию концентрации кислоты на удерживание адсорбированного на сепараторе электролита на определенной высоте и подбору оптимальных условий. При этом практически проверялось, насколько изменяется текучесть электролита при различных плотностях электролита при разных степенях сжатия сепаратора (рисунки 3-5). Эксперименты проводились в 4-слойном сепараторе со степенью 0%, 40% и 70% соответственно при использовании 28% и 37% сернокислого электролита (28% электролит – самая низкая концентрация, при которой

работает аккумулятор, 37 % электролита - это электролит, залитый в новую концентрацию аккумулятора) и наблюдалось изменения кривых линий.

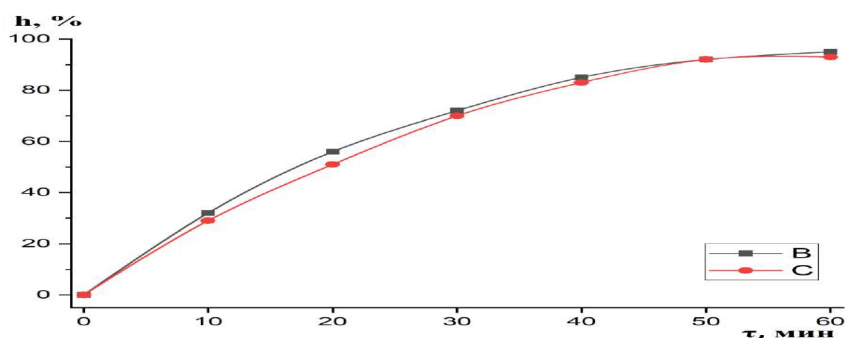


Рисунок 3. Распределение электролита по высоте сепаратора. Степень сжатия составляет 0%; концентрация кислоты V - 28%, S - 37%

При этом на рисунке 3 установлено, что концентрация кислоты не влияет на распределение электролита по высоте полипропиленового сепаратора при степени сжатия 0%.

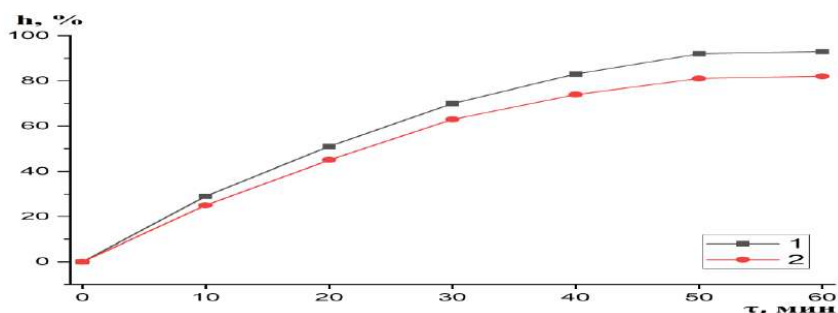


Рисунок 4. Распределение электролита по высоте сепаратора. Степень сжатия 40%; концентрация кислоты 1-28%, 2-37%

В ходе экспериментов было замечено, что концентрация кислоты в образце со степенью сжатия 40 % в 2-слойном сепараторе мало влияет на диффузию электролита по высоте сепаратора. Результаты исследования распределения электролита по высоте сепаратора представлены на рис. 4.

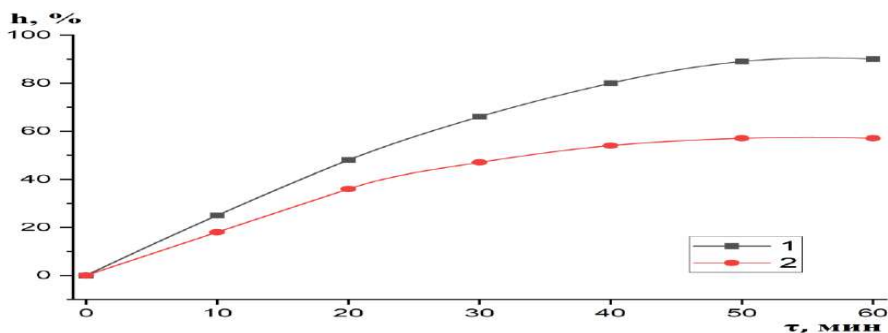


Рисунок 5. Распределение электролита по высоте сепаратора. Степень сжатия 70%; концентрация кислоты 1-28%, 2-37%

В третьем образце со степенью сжатия 70 % установлено, что концентрация кислоты оказывает существенное влияние на распределение электролита по высоте сепаратора (рис. 5).

При сжатии сепаратора до 70 % размеры сравнительно крупных пор в нем уменьшаются, количество тупиковых пор увеличивается и роль капиллярных сил в удержании электролита на высоте начинает возрастать. По результатам, полученным в ходе проведенных исследований, установлено, что при степени сжатия 0-40 % концентрации кислоты 28-37 % практически не влияют на течение электролита по высоте сепаратора. При степени сжатия 50-70% в зависимости от ее значения расход электролитов разной концентрации в сепараторе различен, при этом его расход уменьшается с увеличением концентрации.

В таблице-2 приведены сравнительные результаты адсорбции низкотемпературного адсорбата на объем пор полипропиленового материала микропористого сепаратора после сжатия под определенным давлением. На основе сравнительного анализа данных об удельной поверхности, объеме микро- и мезопор, суммарном размере адсорбируемых пор, а также важных характеристик объемного распределения этих образцов, полученных на основе экспериментальных исследований, его удельная поверхность практически равна 14% по сравнению с оригиналом, а размер микропор согласно t-Plot показывает уменьшение на 13% и уменьшение общего размера микропор на 15%.

Таблица-2

Сравнительные текстурные характеристики предварительные и после сепараторов низкотемпературной адсорбции азота

Важные характеристики испытаний	Предварительные результаты проб сепаратора микропористого полипропиленового материала	Результаты образца сепаратора после пористого уплотнения
$S_{БЭТ}, м^2/г$	42,4000	36,8884
Размер микропор по t-Plot, $м^2/г$	41,8100	40,9598
Площадь внешней поверхности по t-Plot, $м^2/г$	77,2342	67,4664
Общая площадь поверхности пор при адсорбции ВДН, $м^2/г$	61,5734	55,4808
Общая площадь поверхности пор при десорбции ВДН, $м^2/г$	143,6808	124,1310
размер микропор по t-Plot, $см^3/г$	0,017324	0,012695
Общий объем мезопор, $см^3/г$	0,077293	0,066022
Общий объем пор (НК), $см^3/г$	0,014753	0,013652

Средний диаметр пор (4V/A by BET), Å	9,325 Å	7,601 Å
Средняя ширина пор, Å	14,310 Å	12,562 Å

Видно, что общий объем сепаратора (t-Plot) остается постоянным. Наличие микропор в обоих образцах видно по результатам изотерм, но из-за низкой степени адсорбции объем пор исходного сепаратора уменьшен до 15%. Если это значение превышает примерно 280 см³/г при начальной сорбции, можно наблюдать, что показатель величины сорбции в образце после сжатия объемных пор несколько снижается, то есть величина сорбции увеличивается. до 200 см³/г. (Рисунок - 6)

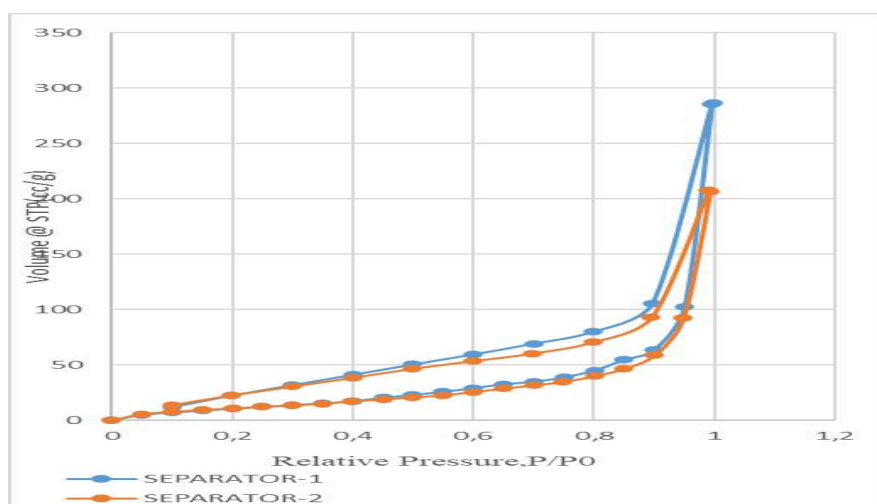


Рисунок-6. Сравнительные результаты изотерм пре- и постсепараторов по низкотемпературной адсорбции азота

Текстурные характеристики, полученные методом низкотемпературной адсорбции-десорбции азота сепаратора на основе полипропиленового материала и образцов с уменьшенным размером пор при определенном давлении, показывают, что в образце сепаратора имеются микропоры, а последующий объем имеет уменьшилось на 15% по сравнению с исходным образцом, что свидетельствует о количестве электролита, сорбированного размером пор сепаратора, и полностью подтверждает, что он служит для уменьшения утечек и повышения производительности свинцово-кислотного аккумулятора.

Третья глава диссертации под названием «**Физические и коллоидно-химические свойства свинцово-кальциевого сплава**» содержит экспериментальные результаты по физико-химическим характеристикам свинцово-кальциевого сплава и использованию гелевых электролитов. При этом была создана технология разработки свинцово-кальциевых электродов нового состава для свинцово-кислотных аккумуляторов. Из физико-химических характеристик свинцово-кальциевого сплава нового состава

были проведены ИК-спектры и Раман спектр, а также методы рентгенофазового анализа (рис. 7).

Когда частоты колебаний в ИК спектре выражаются соответствующими величинами, валентные колебания групп Me–ОН в области 3273 см^{-1} , колебания С–Н в области 2928 см^{-1} и 2856 см^{-1} , и колебания С–Н в области 1393 см^{-1} и валентное колебание связи Са–О, а также деформационное колебание группы Me–ОН в области 1018 см^{-1} - 1179 см^{-1} , валентное колебание связей Рb–О в области 677 см^{-1} , деформационное колебание Рb–О в области 535 см^{-1} и 466 см^{-1} , а также было обнаружено, что частоты колебаний, обусловленные колебанием Са–О.

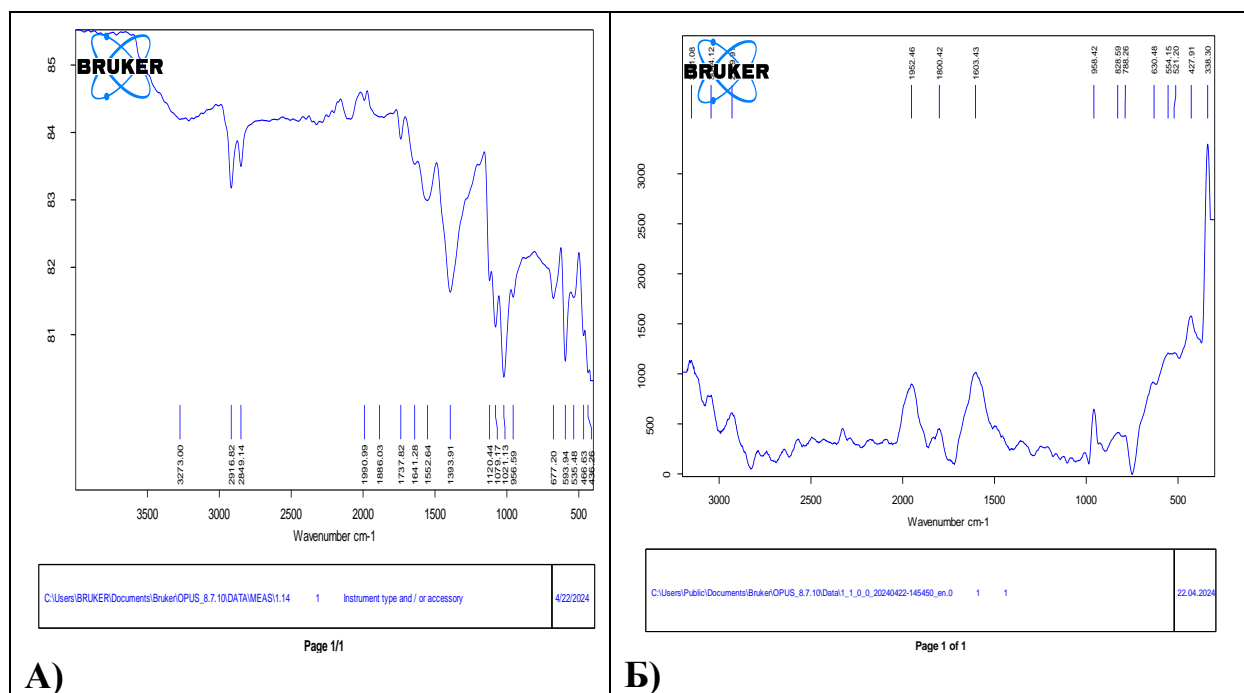


Рисунок 7. Анализ А) ИК (7.1) и Б) спектра комбинационного рассеяния света (7.2) свинцово-кальциевого сплава

В ходе исследований было установлено, что в составе данного свинцово-кальциевого сплава подтверждено наличие ряда других соединений, таких как Me=Al, Рb, Са.

Таблица-3

Информация о функциональных группах, образующихся в определенных областях поглощения свинцово-кальциевого сплава.

Функциональные группы	Me–ОН	Рb–О	Al–ОН	Са–О	Рb–О
Площадь поглощения	3273 см^{-1}	828 см^{-1}	427 см^{-1}	1393 см^{-1} , 466 см^{-1}	677 см^{-1} , 535 см^{-1}

Проведенные экспериментальные исследования согласуются с анализом литературы и установлено, что основные интенсивные колебания, характерные для Sb–О, проявляются в области 1617 см^{-1} и в развернутом виде

в области 1401 см^{-1} . Частоты колебаний в спектре комбинационного рассеяния полученного образца свинцово-кальциевого сплава исходя из соответствующих значений (табл. 4) представляют собой колебание связи Ca-O в области 958 см^{-1} , колебание связи Pb-O в области 427 см^{-1} и колебания группы Al - OH в области 466 см^{-1} . Установлено, что наблюдаются частоты колебаний, обусловленные вибрациями Ca-O в сфере 1 и колебаниями Pb-O в сфере 333 см^{-1} .

Таблица-4

Результаты рамановского спектрального анализа образца свинцово-кальциевого сплава

Функциональные группы гурухлар	Ca-O	Pb-O	Al-OH	Ca-O	Pb-O
Поле поглощения	958 см^{-1}	828 см^{-1}	427 см^{-1}	466 см^{-1}	333 см^{-1}

Рентгенофазовый анализ свинцово-кальциевого сплава с использованием программного обеспечения Crystall Impact Match 3.16 с ICDD PDF-2 2011 и международной базой данных COD (Crystallography Open Database). Результаты исследования представлены на рентгенограмме сплава свинца, плавленного кальцием (рис. 8).

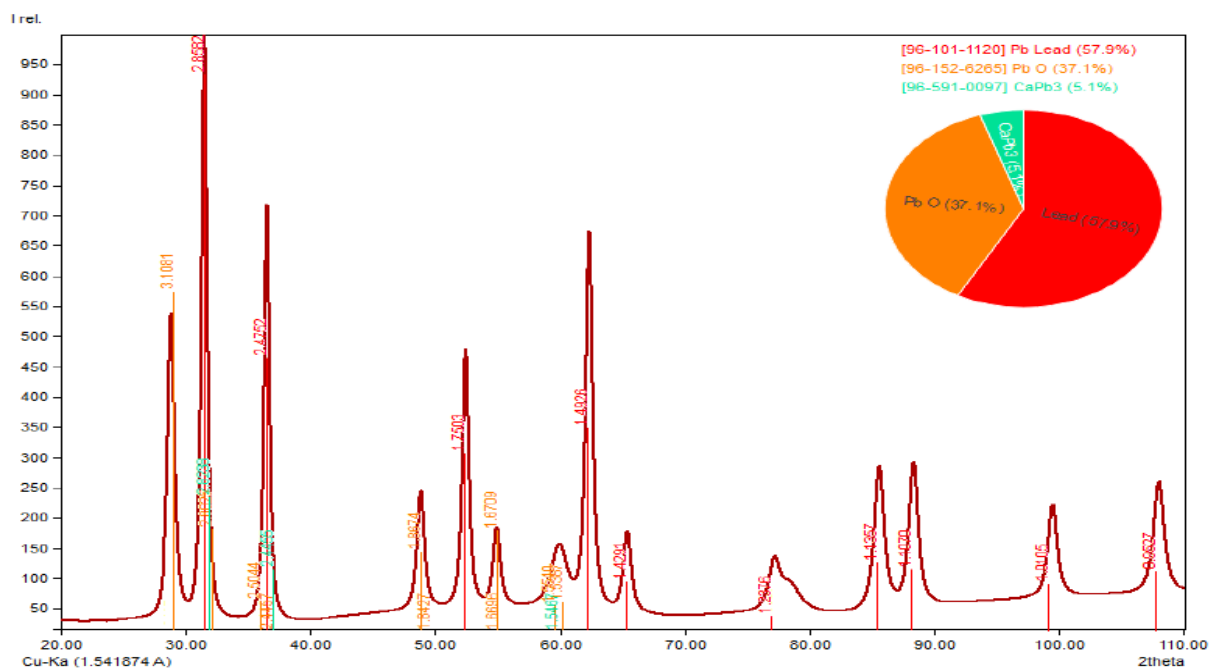


Рисунок 8. Рентгеновское изображение свинцового сплава, плавленного кальцием

В ходе исследований были представлены результаты рентгенофазового анализа, представленные на рисунке 8, в экспериментальном образце преимущественно Pb [96-101-1120] ($d = 2.85, 2.47, 1.75, 1.49, 1.42, 1.23, 1.13, 1.10, 1.01$ ва 0.95 \AA), PbO [96-152-6265] ($d = 3.10, 1.86, 1.67$ ва 1.53 \AA) ва

CaPb_3 [96-591-0097] ($d = 2.83, 2.44, 1.54 \text{ \AA}$) и доказал, что существуют соответствующие дифракционные линии. Количественный анализ экспериментальной пробы показал, что Pb - 57,9%, PbO - 34%, CaPb_3 - 5,1%. Сравнивая результаты рентгенофазового анализа с международной базой данных - ICDD PDF-2, было подтверждено, что все дифракционные максимумы для соединений Pb, PbO, CaPb_3 подтверждает полное соответствие. По полученным результатам установлено, что соединение CaPb_3 образуется при добавлении в состав образца металла Са с целью легирования. Учитывая, что количество металлического Са добавлялось в количестве 1-1,5% от общей массы, в результатах рентгенофазового анализа установлено, что один элемент кальция сочетается с тремя элементами свинца и свинцом. образовалось соединение кальция (CaPb_3), его количество составляет 5,1%, что свидетельствует о достоверности результатов.

На основе полученных результатов в четвертой главе диссертации **«Результаты промышленных испытаний и экономическая эффективность свинцово-кальциевых электродных сплавов нового состава»** разработана принципиальная технологическая схема производства аккумуляторных батарей, состоящих из электродов из свинцово-кальциевых сплавов. был создан (рис. 9).



Рисунок 9. Принципиальная технологическая схема производства аккумуляторов со свинцово-кальциевыми электродами.

Представлены результаты производственно-экспериментальных испытаний в условиях производства свинцово-кальциевых электродов нового состава АО «ДЖИЗАКСКИЙ АККУМУЛЯТОРНЫЙ ЗАВОД». Экономическая эффективность, ожидаемая от применения свинцово-кальциевых электродов нового состава для свинцово-кислотных аккумуляторов на предприятии АО «ДЖИЗАКСКИЙ АККУМУЛЯТОРНЫЙ ЗАВОД» (табл. 5).

Таблица-5

Предприятие АО «ДЖИЗАКСКИЙ АККУМУЛЯТОРНЫЙ ЗАВОД» и экономическая эффективность, ожидаемая от внедрения новой технологии

Сырье	Трата на 1 аккумулятор, кг	Трата на 1 год, кг	Цена, Сўм/кг	Общие затраты, млн.сўм
Сурьма	0,034	34 000	40 000	1 360,0
Кальций	0,002	2 000	30 000	+ 60,0
Ожидаемая годовая прибыль от использования электродного сплава нового состава				1 300,0

В АО «ДЖИЗАКСКИЙ АККУМУЛЯТОРНЫЙ ЗАВОД» при производстве 1 000 000 условных аккумуляторов в год на сурьму тратится 1 360,0 млн сум, при производстве свинцово-сурьмяного сплава, при замене этого электрода на свинцово-кальциевый электрод – 60 млн сум кальция расходуется каждый, если сэкономить на аккумуляторе 1300 сумов, то с учетом годовой производственной мощности можно получить 1,3 млрд сумов прибыли в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. По результатам исследований, проведенных по определению зависимости степени уплотнения сепаратора от размера загрузки, сделан вывод, что для максимального сохранения оптимальной пористости и прочности сепаратора необходимо повышать скорость уплотнения сепаратор должен располагаться как можно ниже.

2. В ходе исследований было установлено, что при сорбции электролита на сепараторе полипропиленового материала происходит его общее расширение и микропористый сепаратор не возвращается в исходное состояние после сжатия под определенным давлением, и это следует учитывать в процессе сборки элементов аккумулятора.

3. По результатам исследования степени сжатия микропористого сепаратора до распределения электролита по высоте степень сжатия сепараторов следует выбирать с учетом равномерного распределения электролита по всей высоте, объем электролита в сепараторе и влияние циркуляции кислорода.

4. Распределение электролита по высоте сепаратора зависит от концентрации кислоты, при уменьшении плотности электролита уменьшается его масса.

5. Сплав свинца с металлическим кальцием повышает прочность свинца, обеспечивает устойчивость к внутренней и внешней деформации, снижает саморазряд, а также служит для повышения эксплуатационных свойств аккумуляторов.

6. При использовании загущенных электролитов в виде геля электролит в растворе геля повышает устойчивость активной массы в порах электродного блока, снижает ее текучесть, в результате такие аккумуляторы служат в 2 раза дольше аккумуляторов с обычными электролитами.

7. При замене сурьмы в электроде из сплава свинец-сурьма на кальций скорость саморазряда снизилась до 24% в год. Ожидаемая прибыль от применения новой технологии составила 20,0 млрд сумов в случае одного предприятия, а использование предлагаемого гелевого электролита позволяет готовить необслуживаемые химические источники тока.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC
DEGREES DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 AT INSTITUTE OF GENERAL
AND INORGANIC CHEMISTRY**

JIZZAKH POLYTECHNIC INSTITUTE

MAMATKULOV ASILBEK KIRYIGITOVICH

**BY CHANGING THE ELECTRODE COMPOSITION AND SEPARATOR
POROSITY, INCREASING THE WORKING RESOURCE OF ACID
BATTERIES AND REDUCING DISCHARGE**

02.00.11 - Colloid and membrane chemistry

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2024

The dissertation subject of Doctor of philosophy (PhD) is registered by the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan with registration numbers B.2023.2.PhD/T3571.

The dissertation has been carried out at the Institute of Jizakh Politechnical.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian and English) is posted on the web page of Scientific council at the address of www.inp.uz and Information-educational portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Research Supervisor:

Erkabaev Furkat Ilyasovich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Jumaeva Dilnoza Joraevna
doctor of technical sciences, professor

Sidikov Abdujalil Siddikovich
doctor of chemical sciences, professor

Leading organization:

Bukhara institute of engineering and technology

Defense will take place on 3 October 2024 at 14⁰⁰ o'clock at the meeting of scientific council DSc 02/30.12.2019.K/T.35.01 under Institute of General and Inorganic Chemistry. Address: 77-a, Mirzo Ulugbek Street, Mirzo Ulugbek District, 100170, Tashkent, tel.: (99871) 262-56-60, Fax: (99871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru.

Dissertation can be reviewed at the Information-resource Centre at the Institute of General and Inorganic Chemistry of AS RUz (registration number 16). (Address: 77-a, Mirzo Ulugbek Street, 100170, Tashkent, tel.: (99871) 262-56-60).

Abstract of dissertation was mailed by «18» September 2024 y.

(mailing report № 16, from «18» September 2024 year).



Zakirov B.S.
Chairman of the scientific Council awarding
scientific degrees,
doctor of chemical sciences, professor

Salikhanova D.S.
Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

I.D. Eshmetov
Chairman of scientific seminar
council on awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor.

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work: is to improve the performance of lead-acid batteries by changing the composition of the electrode alloy and the size of the polypropylene separator micropores.

The object of the research work: in particular, lead-acid batteries, their constituent electrode alloys, porous separators, gel electrolytes were used as the object of the research.

The scientific novelty of the dissertation research is as follows: it was found that self-discharge decreases by 23.9% due to the slowing down of the rate of reverse reactions when replacing the lead-antimony alloy electrode with the lead-calcium alloy electrode in lead-acid batteries.

as a result of compressing the polypropylene material separator in accumulators under a certain pressure, it was found that the size of the pores decreased, the surface area decreased from 42.4 m²/g to 36.9 m²/g, according to the t-plot, the surface area of the pores decreased from 77.2 m²/g to 67.5 m²/g. as a result of showing a decrease in g, the reduction of the total pore volume by 15% compared to the initial pores was proven by the colloidal chemical method based on the isotherm curves;

when double electrode alloys are used instead of a single positive electrode alloy in the accumulator, as a result of the partial arrangement of the electron movement, it has been determined that the efficiency of operation can be extended and the loss of electrical capacity during 100 cycles can be reduced up to 20%;

on the basis of x-ray phase analysis, it is proved that three lead elements are combined with one calcium element to form a lead-calcium (CaPb₃) compound and its amount is 5.1%, which increases the strength of the lead-calcium alloy.

Implementation of research results. Based on the scientific results obtained on the use of lead-calcium alloy and double electrodes of a new composition in order to reduce the self-discharge process for lead-acid batteries:

the technology of using lead-calcium alloy electrodes of a new composition for lead-acid batteries has been put into practice in the production conditions of "Jizzakh Battery Plant" JSC ("Uzavtosanoat JSC reference No. 17/17-25-0822 dated June 16.2023). As a result, replacement of lead-aluminum electrodes in batteries with new lead-calcium electrodes made it possible to reduce self-discharge of batteries by 23.9% per year.

the use of double electrodes instead of thick positive electrode alloys in batteries has been put into practice at "Jizzakh Accumulator Plant" JSC (Reference No. 17/17-25-0822 of JSC "Uzavtosanoat" dated June 16, 2023). As a result, when the thick positive electrodes in the battery structure were replaced by double electrodes, the battery allowed to reduce the decrease in electrical capacity by 20% in 100 operating cycles.

The structure and scope of the thesis. The content of the dissertation consists of an introduction, 4 chapters, a conclusion, a list of used literature and appendices. The volume of the dissertation was 112 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. А.К.Маматкулов, Ф.И.Эркабаев, О.Т.Маллабоев, А.М.Хурмаматов. Degree of absorption of battery electrolyte in the separator and factors affecting the process // Namangan muhandislik-texnologiya instituti ilmiy-texnika jurnali. управление 2022, №3 140-146 б. **(02.00.00., №18)**

2. А.К.Маматкулов, Р.А.Алиева. Аккумулятор батареяларда фойдаланилаётган электролитнинг хусусияти ва электродларининг таркибини ўзгартириш орқали уларнинг ўз-ўзидан зарядсизланишини камайтириш усуллари// “Kompozitsion materiallar”- ilmiy- texnikaviy va amaliy jurnal 2-сон 2021 yil 239-242 bet **(02.00.00., №4)**

3. А.К.Маматкулов, Э.И.Рўзматов, Ф.И.Эркабаев, Г.Ю.Жумаева. Исследование процесса уменьшения саморазряда кислотных аккумуляторов. //Химическая технология. Контроль и управление 2020, №2 (92) pp.10-15 12-15 б. **(02.00.00., №10)**

4. А.К.Маматкулов, Ф.И.Эркабаев, Н.Т.Рашидова. Changing the self-discharge of acid batteries from temperature and ways to reduce it // American journal of applied science and technology. Volume 03 Issue 06-23. 39-45 б **(SJIF Impact Factor №23)**

5. А.К.Маматкулов, Ф.И.Эркабаев, Н.Т.Рашидова. The effect of acid concentration on the distribution of the electrolyte by separator height // The American Journal of Applied sciences. Volume 05 Issue 10-2023. 39-45 б. **(SJIF Impact Factor №23)**

II бўлим (II часть; part II)

6. А.К.Маматкулов, Ф.И.Эркабаев. Factors affecting electrolytic level maintenance in acid batteries // E3S Web of Conferences 401, 03067 (2023) Conmechydro – 2023. **(Scopus)**

7. А.К.Маматкулов, Э.И.Рўзматов. Способ уменьшения процесса саморазряда кислотных аккумуляторов // “Янги Ўзбекистонни қуриш ва ривожлантиришда ёшларнинг фаоллиги” мавзусидаги IV онлайн конференция, Наманган Давлат Университети, 2-секция Техника ва Информатика 2020 йил 135-139 б

8. А.К.Маматкулов, Ф.И.Эркабаев, Э.И.Рўзматов, И.Рўзматов. Саморазряд кислотных аккумуляторов от температуры и способы его уменьшения // Инновацион техника ва технологияларнинг атроф муҳит муҳофазаси соҳасидаги муаммо ва истикболлари мавзусидаги халқаро илмий-техник анжумани 2020 йил 311-315 б

9. А.К.Маматкулов, Ф.И.Эркабаев. Изменение степени саморазряда кислотных аккумуляторов от состава электрода // Ферганский политехнический институт международная научно-техническая

конференция. Совершенствование и внедрение инновационных идей в области химии и химической технологии. 23-24 октября 2020 г 430-433 стр.

10. А.К.Маматкулов, Ф.И.Эркабаев. Уменьшение саморазряда кислотных аккумуляторов изменением состава электрода //Актуальные проблемы инновационных технологий химической, нефтегазовой и пищевой промышленности. Сборник трудов научно-технической конференции 18-19 ноября 2020 г. 75-77 стр.

11. А.К.Маматкулов, Ф.И.Эркабаев. Уменьшение саморазряда кислотных аккумуляторов изменением состава электрода // XXIV Всероссийская конференция молодых учёных-химиков (с международным участием) Нижний Новгород, 20-22 апреля 2021 г 163-164 стр

12. А.К.Маматкулов, Ф.И.Эркабаев. Кислотали аккумуляторлар сепаратори сикилиш даражасининг қолдиқ деформацияга таъсири // Қорақалпоғистон Республикасида кимё ва кимёвий технология соҳалари ривожининг долзарб масалалари» мавзусидаги илмий-амалий конференция материаллари тўплами 2021 йил 24 март 335-337 б.

13. А.К.Маматкулов, Ф.И.Эркабаев, А.М. Хурмаматов. Қўрғошин-кислотали аккумулятор электролитининг сепараторга шимилиш даражаси ва унга турли омиллар таъсири // Международная научно - техническая конференция Роль современной химии и инноваций в развитии национальной экономики. Фергана 27-29 мая 2021 года 129-131 стр

14. А.К.Маматкулов. Аккумулятордаги электролит сатҳи баландлигига таъсир этувчи омилларни ўрганиш // «Mahalliy xomashyolar va ikkilamchi resurslar asosida innovatsion texnologiyalar» mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to'plami. Urganch shahri, Urganch davlat universiteti, 2021. I jild 52-54 б

15. А.К.Маматкулов. Аккумулятор батареяларда фойдаланилаётган электродларининг таркибини ўзгартириш орқали уларнинг ўзўзидан зарядсизланишини камайтириш усуллари // «Жиззах политехника институти. Ишлаб чиқаришнинг техник, муҳандислик ва технологик муаммолари инновацион ёчимлари» Халқаро миқёсидаги илмий-техник анжуман. 1-қисм 29.10.2021 йил 362-365 б

16. А.К.Маматкулов, Ф.И.Эркабаев. Уменьшения процесса саморазряда кислотных аккумуляторов // «Нефть-газ саноатида инновациялар, замонавий энергетика ва унинг муаммолари» 2-халқаро конференция материаллари 29.10.2021 й 406-408 б

Автореферат «Ўзбекистон кимё журнали»
тахририяида тахрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз
тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Нашриёт лицензияси



Нашриёт лицензияси № 1385, 21.01.2021 й.
25.09.2024-йилда босишга рухсат этилди.
Қоғоз бичими 60x84 1/16. “Times New Roman” гарнитураси.
Шартли босма тобоғи 3,0. Адади 100 нусха.
Буюртма рақами №: 19-24.
Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси
“Фан” нашриёти давлат корхонасида чоп этилди.
100047, Тошкент ш, Яхё Фуломов кўчаси, 70-уй.
Тел.с: +998994868981.
email: fan_ndk@mail.ru