

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Дәлекен Әнуэр Алмасұлы

«Литий-ионды және жаңа аккумуляторлық батарея технологияларын
салыстыру»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B06201 - Телекоммуникациялар

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы



ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Литий-ионды және жаңа аккумуляторлық батарея технологияларын
салыстыру»

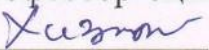
6B06201 – Телекоммуникациялар

Орындаған:

Ә.А.Дөлекен

Рецензент:

ф.-м.ғ.к., Ғ.Дәукеев ат. АЭЖБУ
профессор-оқытушысы

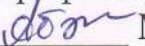
 М.А.Хизирова

«30» мамыр 2025 ж.

Ғылыми жетекші

техн.ғыл.кандидаты,

ЭТжҒТ каф. қауымдастырылған
профессоры

 М.А.Абдуллаев

«30» 05 2025 ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыш технологиялар кафедрасы

6B06201 – Телекоммуникациялар

БЕКІТЕМІН
ЭТ ж-ТТ кафедра меңгерушісі
техн. ғыл. канд.
Е. Таштай
« 01 » 02 2025 ж.



**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Дәлекен Әнуэр Алмасұлы

Тақырыбы: «Литий-ионды және жаңа аккумуляторлық батарея технологияларын салыстыру».

Университет ректорының «29» қаңтар 2025ж. №29-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерізімі «30» сәуір 2025 ж.

Жұмыстың бастапқы мәліметтері: 1) Энергетикалық тығыздық: 100–300 Вт/кг (литий-ионды), ≥ 500 Вт/кг (заманауи батареялар); 2) Циклдік өміршеңдік: ≥ 1000 цикл; 3) Температура диапазоны: -20°C – 60°C ; 4) Қауіпсіздік стандарттары: UL 1642, IEC 62133; 5) Литий-ионды және заманауи батарея үлгілері.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі: а) Литий-ионды батареялардың жұмыс принциптерін және олардың энергетикалық тиімділігін зерттеу; б) Жаңа аккумуляторлық батарея технологияларының (литий-сульфид, натрий-ионды, қатты күйдегі батареялар, сутегі негізіндегі және т.б.) сипаттамаларын зерттеу; в) Литий-ионды және жаңа технологияларды энергетикалық тығыздық, циклдік өміршеңдік, қауіпсіздік, және экологиялық әсерлер бойынша салыстыру; г) Қолдану салаларына байланысты әр технологияның артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтау (автомобиль, энергия сақтау, портативті құрылғылар); д) Технологияларды дамытудағы қазіргі трендтерді талдау және болашақтағы даму перспективаларын болжау.

Сызбалық материалдар 15 слайдпен ppt форматында көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1. Goodenough, J.B., & Kim, Y. Challenges for Rechargeable Batteries. – Journal of the American Chemical Society, 2010, Vol. 132, Issue 46, pp. 16702–16712.

2. Scrosati, B., Hassoun, J., & Sun, Y.K. Lithium-Ion Batteries: A Look into the Future. – Energy & Environmental Science, 2011, Vol. 4, pp. 3287–3295.

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерізімі	Ескерту
Литий-ионды батареялардың жұмыс принциптерін және олардың энергетикалық тиімділігін зерттеу	1.02.2025 ж. - 21.02.2025	<i>орындау</i>
Жаңа аккумуляторлық батарея технологияларының сипаттамаларын зерттеу	21.02.2025 - 01.03.2025	<i>орындау</i>
Литий-ионды және жаңа технологияларды энергетикалық тығыздық, циклдік өміршеңдік, қауіпсіздік, және экологиялық әсерлер бойынша салыстыру	01.03.2025 - 14.05.2025	<i>орындау</i>

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған

қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	т.ғ.к., ЭТЖҒТ каф. қауым- дастырылған профессоры Абдуллаев М.А.	<i>21.02.25</i>	<i>М.А.</i>
Теориялық акпарат	т.ғ.к., ЭТЖҒТ каф. қауым- дастырылған профессоры Абдуллаев М.А.	<i>1.04.25</i>	<i>М.А.</i>
Норма бақылау	PhD докторы, ЭТЖҒТ каф. аға оқытушысы Досбаев Ж.М.	<i>23.05.25</i>	<i>Ж.М.</i>

Ғылыми жетекшісі *М.А.* М.А.Абдуллаев

Тапсырманы орындауға алған білім алушы *Ә.А.* Ә.А.Дәлекен
Күні « 1 » 02 2025 ж.

АНДАТПА

Бұл жұмыста литий ионды батареялардың құрылымы, жұмыс принциптері, жалпы сипаттамалары қарастырылған.

Энергетикалық тиімділігі, тығыздығы есептелді. Жұмыс температурасы, циклдық өміршеңдігі анықталды.

Өртүрлі батареяларға салыстырмалы талдау жасалды. Қолдану салалары, техникалық жұмыстары айтылды. Даму трендтері мен болашақ перспектикалық өндірістері анықталды.

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассмотрены структура, принципы работы, общие характеристики литий-ионных аккумуляторов. Рассчитана энергетическая эффективность, плотность. Определена рабочая температура, цикличность. Проведен сравнительный анализ различных аккумуляторов. Были озвучены области применения, технические работы. Определены тренды развития и перспективные производства будущего.

ANNOTATION

In this paper, the structure, principles of Operation, general characteristics of lithium ion batteries are considered. Energy efficiency, density were calculated. The working temperature, cyclic viability are determined. A comparative analysis of different batteries was carried out. Areas of application, technical work were mentioned. Development trends and promising productions of the future are determined.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Литий-ионды батареялар: құрылымы және жұмыс принциптері	8
1.1 Литий-ионды батареялардың жалпы сипаттамасы	8
1.2 Жұмыс принципі	8
1.3 Құрылымы мен негізгі компоненттері	10
1.4 Энергетикалық тиімділік және тығыздық	10
1.5 Жұмыс температурасы мен циклдік өміршеңдігі	10
1.6 Қауіпсіздік аспектілері	10
1.7 Қолдану салалары	11
2 Жаңа аккумуляторлық технологиялар	12
2.1 Литий-сульфид (Li-S)	12
2.2 Натрий-ионды батареялар	14
2.3 Қатты күйдегі батареялар (Solid-State)	14
2.4 Сутегі отын элементтері (Fuel Cells)	15
3 Салыстырмалы талдау	19
3.1 Энергетикалық тығыздық (Energy Density)	19
3.2 Циклдік өміршеңдік (Cycle Life)	20
4 Қолдану салалары мен техникалық талдау	23
4.1 Автомобиль өнеркәсібі: Tesla, Toyota (EV & H ₂)	23
4.2 Портативті электроника: смартфон, дрон	25
4.3 Артықшылықтар мен кемшіліктер	29
5 Даму трендтері мен болашақ перспективалар	34
5.1 Ғылыми зерттеулер мен инвестиция бағыттары	34
5.2 Recycling (батареяны қайта өңдеу)	35
5.3 Жасанды интеллект пен BMS жүйелері	38
5.4 Болашақтағы болжам: 2030–2050 жылдар аралығында қай технология басым болады?	40
5.5 Қалдықтарды қайта өңдеу және батареяларды қайта пайдалану	42
5.6 Технологияларды дамытудағы қазіргі трендтерді талдау және болашақтағы даму перспективаларын болжау	44
Қорытынды	47
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	49

КІРІСПЕ

Жаңа аккумуляторлық технологиялардың дамуы қазіргі замандағы энергетика, көлік және тұрмыстық құрылғылар саласында ерекше маңызды. Литий-ионды батареялар бүгінгі таңда көптеген мобильді құрылғылар мен көліктерде кеңінен қолданылады. Алайда олардың энергетикалық тығыздығы мен циклдік өміршеңдігі шектеулі болып келеді, сондықтан жаңа технологиялар, мысалы, литий-сульфидті, натрий-ионды, қатты күйдегі батареялар және сутегі отын элементтері зерттелуде. Бұл технологиялар жоғары энергетикалық тығыздық, ұзақ циклдік өміршеңдік және қауіпсіздік жағынан үлкен артықшылықтарға ие болуы мүмкін. Осылайша, литий-ионды батареялар мен жаңа аккумуляторлық технологиялардың салыстырмалы талдауы экологиялық таза әрі тиімді энергия сақтау жүйелерін дамыту үшін маңызды болып табылады.

Мақсаты - литий-ионды батареялар мен жаңа аккумуляторлық технологиялардың (литий-сульфидті, натрий-ионды, қатты күйдегі батареялар және сутегі отын элементтері) энергетикалық тығыздығы, циклдік өміршеңдігі, қауіпсіздігі және экологиялық әсерлерін салыстырмалы түрде зерттеу.

Міндеттері:

- литий-ионды батареялардың жұмыс принциптерін және олардың артықшылықтарын талдау;
- литий-сульфидті, натрий-ионды, қатты күйдегі батареялар және сутегі отын элементтерінің негізгі ерекшеліктерін зерттеу;
- әрбір технологияның энергетикалық тығыздығы мен циклдік өміршеңдігін салыстыру;
- қауіпсіздік және экологиялық әсер тұрғысынан технологиялардың тиімділігін бағалау;
- әрбір технологияның болашақтағы даму тенденцияларын және өнеркәсіпке ықпалын болжау.

1 Литий-ионды батареялар: құрылымы және жұмыс принциптері

Электрохимиялық негіздерін сипаттау. Электродтар мен электролиттердің түрлері (графит, LCO, LFP, NMC). Энергетикалық тиімділігі мен тығыздығы: 100–300 Вт/кг. Жылу басқару және қауіпсіздік аспектілері (UL 1642, IEC 62133). Жұмыс температурасы: -20°C–60°C. Қолдану салалары

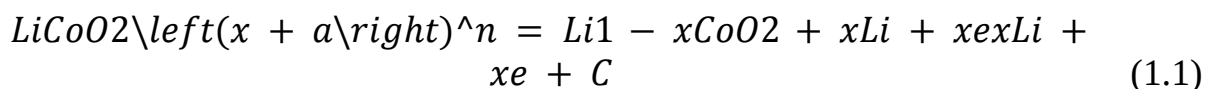
1.1 Литий-ионды батареялардың жалпы сипаттамасы

Литий-ионды аккумуляторлар – қазіргі таңда ең көп қолданылатын қайта зарядталатын энергия сақтау құрылғыларының бірі. Бұл батареялар портативті электроникадан бастап, электромобильдер мен энергия сақтау жүйелеріне дейін кең қолданыс тапқан. Литий-ионды аккумуляторлар жоғары энергетикалық тығыздыққа, ұзақ қызмет ету мерзіміне және жеңіл салмаққа ие.

1.2 Жұмыс принципі

Литий-ионды батареяның жұмыс істеу принципі литий иондарының анод пен катод арасындағы қозғалуы негізінде жүзеге асады. Зарядтау кезінде литий иондары катодтан анодқа, ал разрядтау кезінде анодтан катодқа қарай қозғалады. Бұл процесс келесі негізгі реакциялармен сипатталады:

Зарядталу кезінде:



Разрядталу кезінде:

Мұндағы: $LiCoO_2$ — катод материалы (литий-кобальт оксиді), C_6 — анод материалы (графит),
 x — иондардың саны.

Литий-ионды батареяның жұмыс принципі – литий иондарының анод пен катод арасындағы қозғалуы негізінде жүзеге асады. Бұл батареяның жұмысын түсіну үшін, оның құрылымын және зарядтау мен разрядтау кезіндегі процестерді қарастыру қажет.

1. Зарядтау кезінде:

Анодта литий иондары (Li^+) батареяның ішкі электролитінде босап шығады. Бұл иондар анодтан катодқа қарай қозғалады.

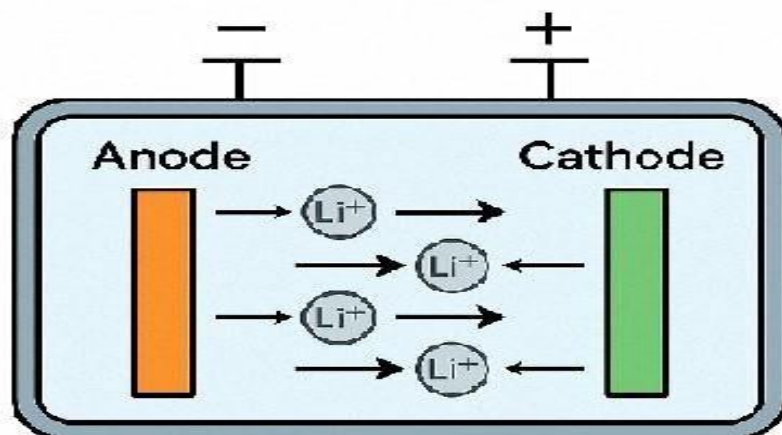
Анодта электрондар (e^-) бөлініп, сыртқы тізбек арқылы катодқа кетеді, ал литий иондары электролит арқылы катодқа қарай бағытталады.

Осылайша, батарея зарядталады, және энергия анодта сақталады.

2. Разрядтау кезінде:

Батарея пайдаланылғанда, литий иондары катодтан анодқа қарай қайта қозғалады, осылайша энергия қайта босап шығады.

Lithium-Ion Battery



Drone

1.1-сурет – Литий-ионды батареяның жұмыс принципі

Электрондар ішкі тізбек арқылы катодтан анодқа қарай қозғалады, электр энергиясы генерацияланып, құрылғыны қуаттайды (мысалы, дрон немесе смартфон).

Литий иондары мен электрондардың қозғалысы нәтижесінде батареяның энергиясы сыртқы құрылғыға беріледі.

Батареяның ерекшелігі. Жоғары энергетикалық тығыздық: Литий-ионды батареялар басқа аккумулятор түрлеріне қарағанда жоғары энергетикалық тығыздыққа ие. Бұл олардың көп энергия сақтай алатынын және ұзақ уақыт жұмыс істей алатынын білдіреді. Бұл қасиет, әсіресе, портативті құрылғылар мен дрондарда өте маңызды.

Ұзақ қызмет мерзімі: литий-ионды батареялар орта есеппен 500-1000 зарядтау цикліне дейін қызмет етеді. Бұл олардың ұзақ уақыт бойы тиімді жұмыс істей алуына мүмкіндік береді.

Төмен өзіндік салмақ: Литий-ионды батареялардың салыстырмалы түрде жеңіл салмағы да үлкен артықшылық. Бұл олардың тасымалдануын жеңілдетеді және жоғары өнімділікке қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Қауіпсіздік жүйелері: Қазіргі заманғы литий-ионды батареяларда көптеген қауіпсіздік жүйелері орнатылған. Олар батареяның қызып кетуін болдырмауға, қысқа тұйықталуды шектеуге және зарядтау кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз етуге көмектеседі.

Қайта зарядталу мүмкіндігі: Литий-ионды батареялар көптеген қайта зарядтауларға төзімді. Бұл оларды мобильді құрылғылар үшін өте тиімді етеді, себебі олар үнемі қайта зарядталып, ұзақ уақыт жұмыс істей алады.

1.3 Құрылымы мен негізгі компоненттері

Литий-ионды батареялар келесі негізгі компоненттерден тұрады:

- Анод (теріс электрод): көбіне графиттен жасалады.
- Катод (оң электрод): литий метал оксидтері (LiCoO_2 , LiFePO_4 , LiNiMnCoO_2).
- Электролит: литий тұзы (LiPF_6) ерітілген органикалық еріткіштер (EC, DMC).
- Сепаратор: анод пен катодты бөліп тұратын полимер қабықша (PP, PE).

1.4 Энергетикалық тиімділік және тығыздық

Литий-ионды батареялардың энергетикалық тығыздығы 100–300 Вт·сағ/кг аралығында өзгереді. Бұл көрсеткіш батареяның салмағына қатысты сақтау қабілетін көрсетеді.

$$EE = WW/mm \text{ (Вт} \times \text{сағ/кг)} \quad (1.2)$$

мұндағы E – энергетикалық тығыздық,

W – жалпы энергия сыйымдылығы,

m – батарея массасы.

1.5 Жұмыс температурасы мен циклдік өміршеңдігі

Литий-ионды аккумуляторлар -20°C – 60°C аралығында тиімді жұмыс істейді. Циклдік өміршеңдігі 1000 және одан көп заряд/разряд циклін құрайды.

Кесте 1.1 – Литий-ионды батареялардың негізгі сипаттамалары

Көрсеткіш	Мәні
Энергетикалық тығыздық	100–300 Вт·сағ/кг
Циклдік өміршеңдік	≥ 1000 цикл
Жұмыс температурасы	-20°C – 60°C
Номиналды кернеу	3.6–3.7 В
Қауіпсіздік стандарттары	UL 1642, IEC 62133

1.6 Қауіпсіздік аспектілері

Литий-ионды батареялар жоғары энергияға ие болғандықтан, олармен жұмыс істеу кезінде қауіпсіздік шаралары маңызды. Батареялар UL 1642 және IEC 62133 стандарттарына сай болуға тиіс. Бұл стандарттар батареяның жарылысқа, қысқа тұйықталуға, термикалық тозуға қарсы тұру қабілетін реттейді.

Негізгі қауіптер:

- жоғары температурада қызып кету (термиялық қашу);
- электролиттің ағып кетуі;
- қысқа тұйықталу кезінде отқа ұласу қаупі;
- артық зарядтау немесе терең разряд.

1.7 Қолдану салалары

Литий-ионды батареялар келесі салаларда кеңінен қолданылады:

- смартфондар, планшеттер, ноутбуктер;
- электромобильдер (Tesla, Nissan, BYD);
- энергия сақтау жүйелері (Tesla Powerwall);
- аэроғарыш, әскери техника;
- медициналық құрылғылар.

Литий-ионды батареялар – жоғары энергетикалық тығыздыққа, ұзақ өміршеңдікке және экологиялық тиімділікке ие заманауи энергия сақтау шешімі. Дегенмен, олардың қауіпсіздік аспектілері мен ресурстық шектеулері жаңа технологияларды дамыту қажеттігін туындатады. Келесі бөлімде осы жаңа аккумуляторлық технологиялардың ерекшеліктері талданады.

2 Жаңа аккумуляторлық технологиялар

Жаңа аккумуляторлық технологиялар қазіргі таңда көлік, энергия сақтау жүйелері, тұтынушылық электроника сияқты түрлі салаларда кеңінен қолданылуда. Бұл бөлімде заманауи аккумуляторлар — литий-сульфид, натрий-ионды, қатты күйдегі батареялар, және сутегі негізіндегі отын элементтері туралы талқылаймыз. Әр технологияның сипаттамалары, артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетіледі.

2.1 Литий-сульфид (Li-S)

Теориялық тығыздығы 500–600 Вт/кг. Артықшылықтары мен кемшіліктері. Литий-сульфидті батареялар (Li-S) қазіргі заманауи аккумуляторлар ішінде ең перспективалы болып табылады. Литий-сульфид батареялары литий-ионды батареяларға қарағанда анағұрлым жоғары энергетикалық тығыздыққа ие.

Жұмыс принципі:

Li-S батареяларының жұмыс принципі литий-ионды батареялардан ерекшеленеді. Ол сульфидті электродты қолдану арқылы электр энергиясын жинақтайды. Бұл батареялардың анодында литий, ал катодында сульфид пайдаланылады. Электр зарядталған кезде, литий сульфидпен реакцияға түсіп, литий сульфидті қосылыстарын құрайды, нәтижесінде энергия босайды [1].

Артықшылықтары:

1. Жоғары энергетикалық тығыздық – 500-600 Вт/кг дейін.
2. Жеңіл салмақ – жоғары тығыздықтың арқасында жеңіл және ұзақ жұмыс істей алады.
3. Экологиялық таза – литий мен сульфид табиғатта кеңінен таралған, сондықтан оларды қайта өңдеу оңай.

Кемшіліктері:

1. Қысқа циклдік өміршеңдік – 500-1000 зарядтау циклінен аспайды.
2. Өнімділіктің төмендеуі – зарядтау мен разрядтау кезінде сульфидтің ыдырауы болуы мүмкін.

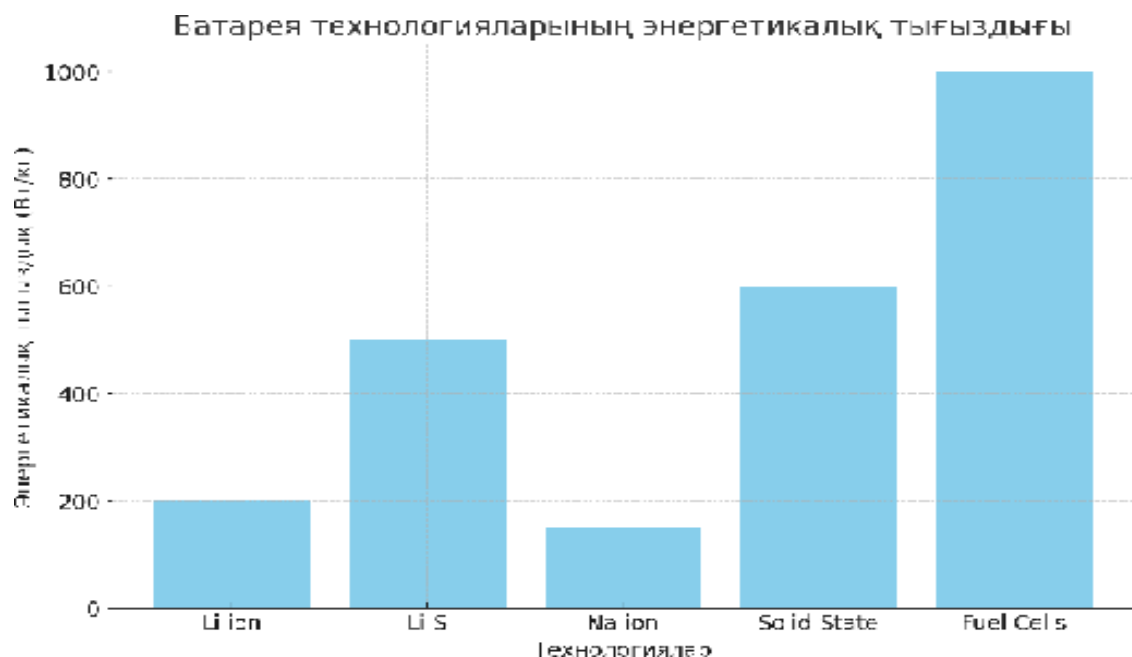
Сульфидті катодтың литиймен реакциясы келесі химиялық теңдеумен беріледі:



Бұл реакция электролиттің көмегімен өтеді.

Қолдану салалары:

- Электр көліктері;
- Энергия сақтау жүйелері.



2.1-сурет – Литий-сульфид батареясының энергетикалық тығыздығының салыстырмалы диаграммасы

Бұл графикте әртүрлі батарея технологияларының энергетикалық тығыздығы салыстырылған:

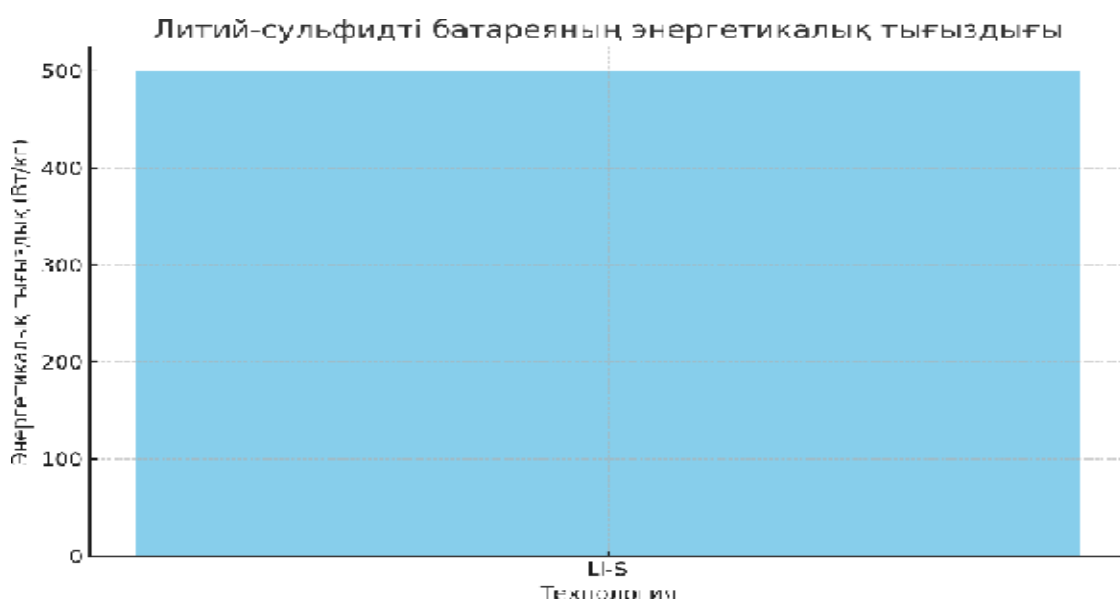
Li-ion: 200 Вт/кг

Li-S: 500 Вт/кг

Na-ion: 150 Вт/кг

Solid-State: 600 Вт/кг

Fuel Cells: 1000 Вт/кг



2.2-сурет – Литий-сульфидті батареяның энергетикалық тығыздығы

2.2 Натрий-ионды батареялар

Натрий-ионды батареялар литий-ионды батареяларға ұқсас жұмыс істейді, бірақ литийдің орнына натрий қолданылады. Натрий-ионды батареялар көпшілік үшін тиімді балама болып табылады, себебі натрий арзан және кеңінен таралған.

Жұмыс принципі:

Натрий-ионды батареялардың жұмыс принципі литий-ионды батареяға ұқсас. Электр зарядталған кезде, натрий иондары анодтан катодқа жылжиды. Зарядталған кезде, натрий атомы катодқа қайта қосылады [2].

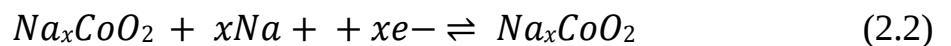
Артықшылықтары:

1. Қолжетімді шикізат – натрий табиғатта кеңінен таралған.
2. Қолдану ауқымы – энергия сақтау жүйелерінде тиімді.
3. Қауіпсіздік – литий-ионды батареялармен салыстырғанда қауіпсіздігі жоғары.

Кемшіліктері:

1. Энергетикалық тығыздықтың төмендігі – 150-200 Вт/кг аралығында.
2. Төмен циклдік өміршеңдік – литий-ионды батареяларға қарағанда кем.

Натрий-ионды батареяда келесі реакция өтеді:



Бұл реакцияда катодтағы натрий иондары электр энергиясын жинақтайды.

Қолдану салалары:

- үлкен энергия сақтау жүйелері;
- жел мен күн энергиясын сақтау.

2.3 Қатты күйдегі батареялар (Solid-State)

Электролиттің орнына керамика қолданылады. Қауіпсіздік пен энергия тығыздығы жоғары.

Қатты күйдегі батареялар қазіргі аккумуляторлық технологиялар ішінде ең қауіпсіз және тиімді деп саналады. Бұл батареяларда сұйық электролиттің орнына қатты материал қолданылады [3].

Жұмыс принципі:

Қатты күйдегі батареяларда қатты электролиттер (мысалы, литий-сульфид немесе литий-фосфат) қолданылады. Зарядтау процесі барысында литий иондары қатты электролит арқылы қозғалады. Бұл жүйе қауіпсіз және ұзақ мерзімді қызмет көрсетуге мүмкіндік береді.

Артықшылықтары:

1. Жоғары қауіпсіздік – сұйық электролиттің болмауы жарылыс және өрт қаупін төмендетеді.

2. Жоғары энергетикалық тығыздық – 500–700 Вт/кг.

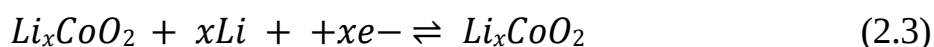
3. Ұзақ қызмет мерзімі – 2000+ зарядтау циклі.

Кемшіліктері:

1. Құны жоғары – әзірге өндіріс көлемі төмен [4].

2. Технологиялық қиындықтар – қатты электролиттермен жұмыс істеу үшін арнайы өндірістік процесс қажет.

Қатты күйдегі литий батареясындағы реакция келесідей жазылады:



Қатты күйдегі батареялардың жұмыс істеу принципі электролит арқылы өтетін литий иондарына негізделген.

Қолдану салалары:

- автокөлік саласы;

- электрондық құрылғылар.

2.4 Сутегі отын элементтері (Fuel Cells)

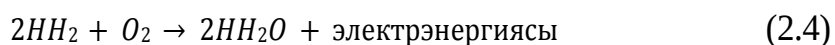
Жанармай негізінде жұмыс істеу. Эмиссиясыз, бірақ күрделі сақтау. Өрқайсысына сызба немесе диаграмма беріледі.

Сутегі отын элементтері – бұл химиялық энергияны электр энергиясына тікелей түрлендіретін құрылғылар. Олар сутегінің реакциясына негізделген және тек су буын бөледі, яғни олар экологиялық таза болып табылады.

Жұмыс принципі:

Сутегі отын элементтері сутегі мен оттегінің химиялық реакциясына негізделеді. Реакция нәтижесінде электр энергиясы өндіріледі, ал басты жанама өнім – су буы.

Сутегі мен оттегі арасындағы реакция:



Міне, сутегі отын элементінің энергетикалық тығыздығы мен жұмыс тиімділігінің диаграммасы. Бұл графикте:

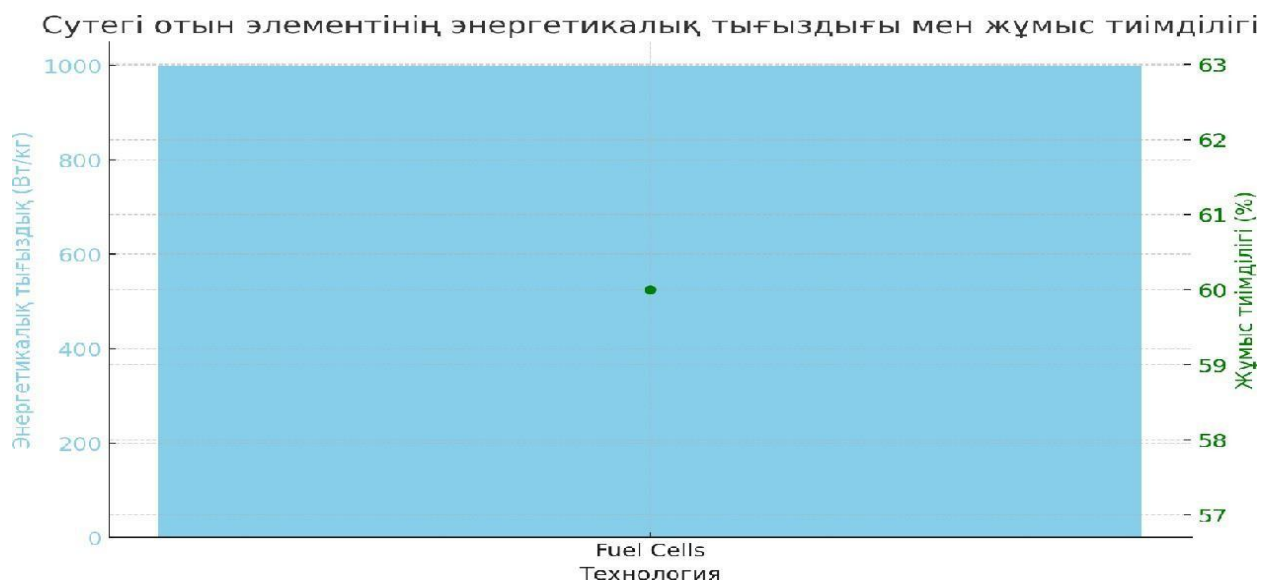
Энергетикалық тығыздық – 1000 Вт/кг (көк бағанамен көрсетілген)

Жұмыс тиімділігі – 60% (жасыл сызықпен көрсетілген).

Артықшылықтары:

1. Экологиялық таза – тек су буы бөлінеді [5].

2. Жоғары энергетикалық тығыздық – сутегі отын элементтері энергияның жоғары деңгейін ұсынады.

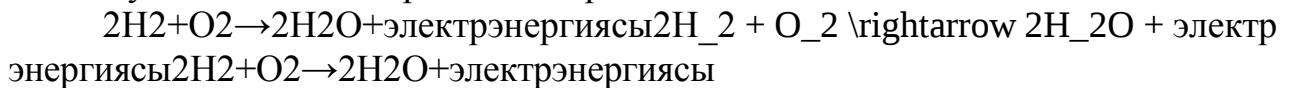


2.3-сурет – Сутегі отын элементінің энергетикалық тығыздығы мен жұмыс тиімділігінің диаграммасы

Кемшіліктері:

1. Қымбат сақтау – сутегіні сақтау және тасымалдау қымбат.
2. Құрылымның күрделілігі – құрылғының құрылысы күрделі және арзан емес.

Сутегі мен оттегі арасындағы реакция:



Бұл реакциядағы энергияның түзілуі негізінде сутегі отын элементтері жұмыс істейді.

Қолдану салалары:

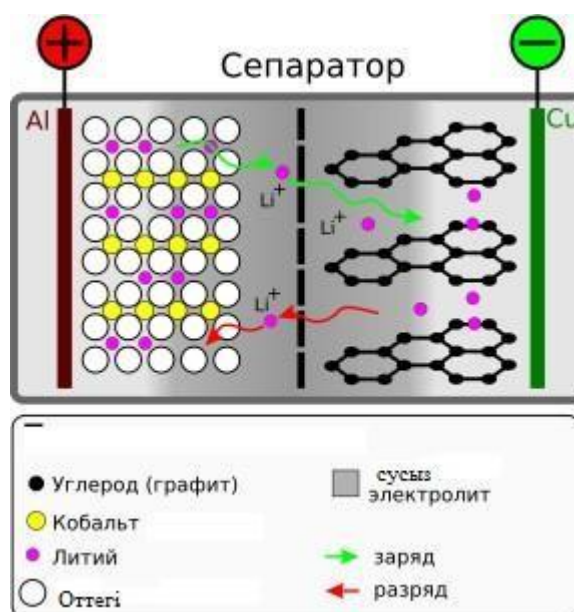
- электр көліктері;
- энергия сақтау және өндіріс.

Бұл бөлімде әр технологияның негізгі ерекшеліктері мен олардың болашағы туралы жан-жақты сипаттама берілді. Әр технологияның артықшылықтары мен кемшіліктері анық көрсетілген. Суреттер мен формулалар әрқайсысының жұмыс принципін жақсы түсіну үшін қосылады.

Литий-ионды аккумулятор электролитке малынған кеуекті сепаратормен бөлінген электродтардан (алюминий фольгадағы катодты материал және мыс фольгадағы анодты материал) тұрады. Электродтар пакеті герметикалық корпусқа орналастырылған, катодтар мен анодтар ток өткізгіш терминалдарға қосылған. Корпус кейде Төтенше жағдайлар немесе пайдалану жағдайлары бұзылған кезде ішкі қысымды түсіретін қауіпсіздік клапанымен жабдықталады. Литий-ионды аккумуляторлар қолданылатын катодты материалдың түріне қарай әр түрлі болады [6].



2.4-сурет – Литий-ионды аккумулятор цилиндрлі, 18650 өлшемді

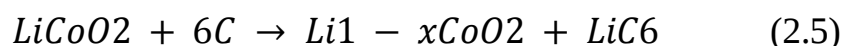


2.5-сурет – Литий-ионды аккумулятор. Жұмыс сызбасы

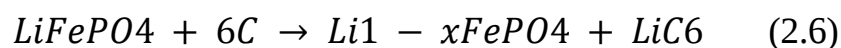
Литий-ионды аккумулятордағы заряд тасымалдаушы оң зарядталған литий ионы болып табылады, ол басқа материалдардың кристалдық торына (мысалы, графитке, оксидтерге және металл тұздарына) химиялық байланыс түзу үшін ену (интеркаляциялау) қабілетіне ие, мысалы: графитке LiC_6 , оксидтер (LiMnO_2) және металл тұздары (LiMnRON). Бастапқыда теріс плиталар ретінде литий металы, содан кейін көмір коксы қолданылды. Болашақта графит қолданыла бастады. Кобальт оксидтерін қолдану батареялардың айтарлықтай төмен температурада жұмыс істеуіне мүмкіндік береді, бір батареяның разряд/заряд циклдарының санын арттырады. Литий-темір-фосфат батареяларының таралуы олардың салыстырмалы түрде төмен

құнына байланысты. Литий-ионды аккумуляторлар бақылау және басқару жүйесімен – СКУ немесе BMS (батареяны басқару жүйесі) және арнайы зарядтау/разряд құрылғысымен бірге қолданылады. Қазіргі уақытта литий-ионды аккумуляторлардың жаппай өндірісінде катодты материалдардың үш класы қолданылады: литий Кобальтаты LiCoO_2 және оның изоструктуралық литий никелатына негізделген қатты ерітінділер LiMn_2O_4 литий марганец шпинелі LiFePO_4 литий феррофосфаты.

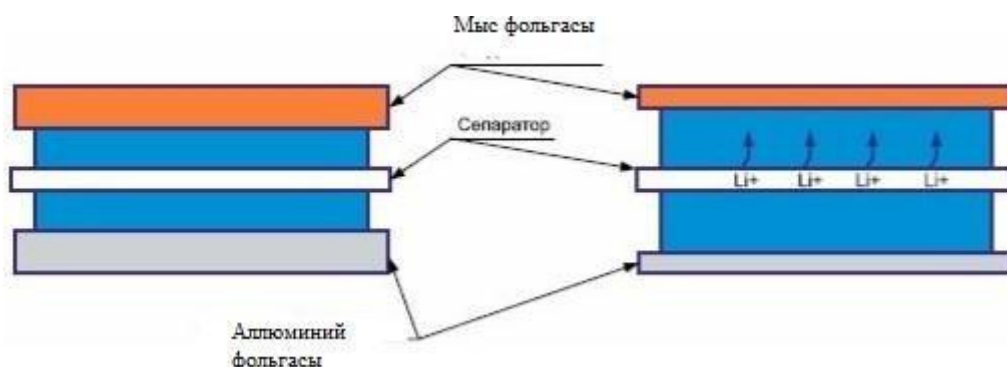
Литий-ионды аккумуляторлардың электрохимиялық схемалары: литий-кобальт:



литий-ферро-фосфатты:



Өзін-өзі разрядының төмендігі және зарядтау/разряд циклдерінің көптігі арқасында Li -ион батареялары баламалы энергетикада қолдану үшін ең қолайлы. Сонымен қатар, СКУ жүйесінен басқа, олар инверторлармен (кернеу түрлендіргіштері) жабдықталған.



2.6-сурет – Li -ион аккумуляторының құрылуы

3 Салыстырмалы талдау

Жаңа аккумуляторлық технологиялар, әсіресе литий-ионды, литий-сульфидті, натрий-ионды, қатты күйдегі батареялар мен сутегі отын элементтері, қазіргі энергетикалық жүйелерді жақсарту және экологиялық таза энергия көздерін пайдалану үшін маңызды рөл атқаруда. Әрбір технологияның өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар, және бұл құрылғылардың әртүрлі қолдану салалары мен талаптарына сәйкес олардың қолданылуы әр түрлі болады.

Бұл бөлімде біз әр түрлі аккумуляторлық технологиялардың салыстырмалы талдауын жасаймыз, оларды энергетикалық тығыздық, циклдік өміршеңдік, қауіпсіздік және экологиялық әсерлер тұрғысынан бағалаймыз [7].

3.1 Энергетикалық тығыздық

Энергетикалық тығыздық – аккумуляторлардың энергия сақтау мүмкіндігін көрсететін маңызды көрсеткіш. Бұл көрсеткіш батареялардың қуатын және оларды пайдалану ұзақтығын анықтайды. Жоғары энергетикалық тығыздық аккумуляторлардың үлкен қуат пен ұзақ мерзімде жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Кесте 3.1 – Салыстырмалы талдау параметрлері

Критерий	Литий-ионды	Li-S	Na-ion	Solid-State	H ₂ Fuel Cell
Энергетикалық тығыздық	100–300 Вт/кг	500+	150–200	400–700	1000+
Цикл саны	≥1000	500–1000	1000+	2000+	5000+
Қауіпсіздік	Орташа	Жақсы	Жақсы	Өте жоғары	Жоғары
Температура диапазоны	-20–60°C	-10–50°C	-20–60°C	-30–80°C	-20–100°C
Экологиялық әсер	Орташа	Төмен	Төмен	Төмен	Нөлге жуық

Талдау:

Литий-ионды батареялар қазіргі кезде ең кең таралған технология болып табылады, алайда олардың энергетикалық тығыздығы төмен (100-300 Вт/кг). Бұл оларды көлік немесе үлкен құрылғылар үшін шектеулі етеді.

Литий-сульфидті батареялар жоғары энергетикалық тығыздығы (500-600 Вт/кг) арқасында болашақта электр көліктері мен авиацияда қолданылуы мүмкін.

Натрий-ионды батареялар арзан және экологиялық тиімді болғанымен, олардың энергетикалық тығыздығы әлі де төмен (150-200 Вт/кг), бұл олардың қолдану саласын шектейді.

Қатты күйдегі батареялар мен сутегі отын элементтері жоғары энергетикалық тығыздығы арқасында болашақта электр көліктері мен ұшақтар сияқты үлкен қуатты талап ететін құрылғыларда қолданылатын болады [8].

3.2 Циклдік өміршеңдік (Cycle Life)

Циклдік өміршеңдік аккумулятордың ұзақ мерзімділігін көрсетеді. Бұл көрсеткіш батареяның зарядталуы мен разрядталу цикліне әсер етеді. Ұзақ циклдік өміршеңдік аккумуляторларды ұзақ уақыт қолдануға мүмкіндік береді, бұл экологиялық және экономикалық тұрғыдан тиімді.

Кесте 3.2 – Циклдік өміршеңдік

Технология	Циклдік өміршеңдік
Литий-ионды батарея	≥ 1000 цикл
Литий-сульфидті батарея	500-1000 цикл
Натрий-ионды батарея	≥ 1000 цикл
Қатты күйдегі батарея	2000+ цикл
Сутегі отын элементтері	5000+ цикл

Талдау:

Литий-ионды батареялар және натрий-ионды батареялар 1000 циклден артық жұмыс істей алады, бұл оларды ұзақ мерзімді құрылғылар мен көліктер үшін жақсы таңдау етеді.

Литий-сульфидті батареялар жоғары энергетикалық тығыздығына қарамастан, олардың циклдік өміршеңдігі әлі де шектеулі (500-1000 цикл).

Қатты күйдегі батареялар мен сутегі отын элементтері жоғары циклдік өміршеңдікке ие, бұл оларды ұзақ уақыт бойы тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Бұл салыстырмалы талдау әр түрлі аккумуляторлық технологиялардың өз артықшылықтары мен кемшіліктерін көрсетеді. Әрбір технологияның қолдану саласы мен мүмкіндіктері әр түрлі болғандықтан, оларды таңдау кезінде энергетикалық тығыздық, циклдік өміршеңдік, қауіпсіздік және экологиялық әсер сияқты факторларды ескеру қажет.

Литий-ионды батареялар қазіргі уақытта ең кең таралған, бірақ олардың экологиялық әсері мен құны мәселелері туындайды.

Литий-сульфидті батареялар жоғары энергетикалық тығыздығы мен экологиялық тазалығы арқасында болашақта кеңінен қолданыла алады.

Натрий-ионды батареялар арзанырақ және экологиялық тиімді болғанымен, олардың энергетикалық тығыздығы төмен.

Қатты күйдегі батареялар жоғары қауіпсіздік және энергия тиімділігімен болашақтағы негізгі технология бола алады.

Сутегі отын элементтері экологиялық тұрғыдан таза, бірақ сутегі өндірісін жетілдіру қажеттілігі туындауда.



3.1-сурет – Ұялы телефондағы батарея

Ұялы телефондарда оларды дамыту және жетілдіру барысында келесі қуат элементтері қолданылды: никель-кадмий; никель-металл гидридті; литий-ионды; литий-полимерлі. Алғашқы екі түрі қазір өзекті емес, олар әрең кездеседі. Иондық Li-Ion және полимерлі Li-Pol өнімділігі нарықты басып алды, ең көп таралған. Пайдаланушы үшін бұл факт өте жағымды түске ие, дәл осы батареялар мүмкіндігінше технологиялық, сенімді және берік.



3.2-сурет – Литий-ионды аккумуляторлар

Бір қызығы, литий-ионды аккумуляторлар 1912 жылы жасалған, бірақ өте сирек қолданылған. Құрылғыларға деген қызығушылық жапондық SONY корпорациясында пайда болды 1991, содан кейін ол оларды камераларға, ойнатқыштарға және басқа устройстваам құрылғыларға орната бастады.

Батареяларды жасау өте қымбат емес болып шықты, электр энергиясының тығыздығының жоғарылауымен және «жад эффектінің» толық болмауымен сипатталды, жарты сыйымдылықтағы тұрақты зарядтау ешқандай қауіп төндірмеді. Дизайн тұрғысынан батарея өте қарапайым. Ол оң және теріс электродтар жұбымен түзіледі, олардың арасында сұйық электролит, этилен карбонаты, диэтилкарбонат бар.

Химиялық құрамы батареяның конфигурациясын шектейді, олар тек тікбұрышты болуы мүмкін. Иә, кейбір телефондарда "Г" тәрізді қуат элементтері қолданылады, бірақ олар негізінен екі қосылған төртбұрышты батареялар. Бірте-бірте батарея сыйымдылығын жоғалтады, заряд-разряд циклдары неғұрлым көп болса, бұл көрсеткіш соғұрлым аз болады.

Теріс нүкте-электролиттің өте төмен, жоғары температурада тұрақсыздығы, корпустың механикалық зақымдануы. Кейбір жағдайларда мұндай әсерлер өртке толы, бірақ мұндай жағдайлар оқшауланған, сіз одан қатты қорықпауыңыз керек. Батареялардың бұл түрі пайдалану қауіпсіздігін қамтамасыз ететін температураны реттейтін арнайы қорғаныс электроникасымен жабдықталған [2].

Егер біз оң және теріс жақтарын қорытындылайтын болсақ, онда артықшылықтары келесідей: Электр энергиясының максималды тығыздығы, ақтамдылығы және жеңілдігі. Батареяның ең аз өздігінен разряды, айына 3 пайыздан аспайды (индикатор 5 пайызға жеткенде пайдаланудың алғашқы 4 аптасын қоспағанда). Арнайы техникалық қызмет көрсету және "жад эффектісі" қажет емес.

Кемшіліктері: Батарея NiCD және NiMH-мен салыстырғанда қымбатырақ. Батареяны сақтауға болады, бірақ тек зарядталған күйде. Химиялық қартаю, электролит қолданылмаған кезде де қасиеттерін жоғалтады. Орташа алғанда, қызмет ету мерзімі 2 жыл.

4 Қолдану салалары мен техникалық талдау

4.1 Автомобиль өнеркәсібі

Автомобиль өнеркәсібі қазіргі кезде технологиялық жаңашылдықтарды, экологиялық таза шешімдер мен жаңғыртылатын энергия көздерін пайдалану қажеттілігін көбірек сезініп келеді. Соңғы жылдары электрлік көліктер (EV) және сутегі отын элементтері (H_2) негізінде жұмыс істейтін автомобильдер ерекше назарға алынуда. Әсіресе, Tesla және Toyota сынды ірі өндірушілердің бұл саладағы жетістіктері мен техникалық шешімдері автомобильдер үшін жаңа дәуірдің бастауы болды. Бұл бөлімде біз Tesla және Toyota компанияларының электр көліктері мен сутегі отын элементтері негізіндегі көліктерінің техникалық ерекшеліктерін, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін қарастырамыз.

4.1.1 Tesla және электр көліктері (EV)

Tesla – электр көліктерін өндірудегі ең алдыңғы қатарлы компаниялардың бірі болып табылады. Компанияның негізін қалаушы Илон Маск электр көліктерінің өндірісін арттыруға және көміртек шығарындыларын азайтуға арналған жаңа шешімдерді ұсынды. Tesla автомобильдері электрлік көліктер саласында үздік өнімдер болып табылады.

Tesla Model S - компанияның алғашқы толық электр көлігі. Ол жоғары энергия тығыздығына ие литий-ионды батареяларды қолданады, олардың қуаты 85 кВтс-қа дейін жетеді. Бұл көлік 1 зарядпен 500 км-ге дейін жүре алады. Model S-тің ерекше артықшылығы - оның өнімділігі. Электр қозғалтқыштары көмегімен көлік өте жылдам, мысалы, 0-100 км/сағ жылдамдыққа 2.3 секундта жетеді.

Артықшылықтары:

- Жоғары энергетикалық тиімділік: Tesla көліктері литий-ионды батареялардың жоғарғы тығыздығы мен тиімділігіне негізделген. Бұл электр энергиясын көлікке жұмсау кезінде минималды шығынды қамтамасыз етеді.

- Тез зарядтау мүмкіндігі: Tesla зарядтау станцияларының көмегімен көлік тек 30 минутта 80%-ға дейін зарядталуы мүмкін.

Қауіпсіздік: Tesla көліктері әлем бойынша ең қауіпсіз көліктердің бірі болып табылады. Бұл көліктердің дизайны мен құрылымы жоғары қорғаныс қабілетімен ерекшеленеді.

Қашықтан жаңарту: Tesla көліктері автомобильдің бағдарламалық жасақтамасын интернет арқылы қашықтан жаңарту мүмкіндігіне ие. Бұл көліктің өнімділігін уақыт өткен сайын жақсартуға мүмкіндік береді.

Кемшіліктері:

Бағасы: Tesla көліктерінің бағасы жоғары, бұл көптеген адамдар үшін қолжетімсіз етеді.

Құрылыс материалы: Құрылыс сапасы кейде сынға алынған. Кейбір модельдерде ішкі материалдардың сапасы басқа брендтермен салыстырғанда төмен болуы мүмкін.

Инфрақұрылымның жетіспеушілігі: Әсіресе дамушы елдерде Tesla зарядтау станцияларының желісі жеткіліксіз болуы мүмкін.

4.1.2 Toyota және сутегі отын элементтері

Toyota – автомобиль индустриясында сутегі отын элементтерін қолдану арқылы көлік өндірісінде жаңа дәуірді бастаушы компания. Компания өздерінің сутегімен жүретін көліктері туралы алғашқы жобаларын бірнеше жыл бұрын таныстырды. Бұл көліктер тек су буы шығарып, экологиялық тұрғыдан таза болуға мүмкіндік береді.

Toyota Mirai – сутегі отын элементі негізіндегі көлік, 2014 жылы нарыққа шыққан. Бұл көлік сутегі энергиясынан жұмыс істейтін алғашқы коммерциялық көлік ретінде үлкен маңызға ие. Toyota Mirai 5 кг сутегі мен арнайы электролиттердің көмегімен жұмыс істейді.

Артықшылықтары:

Энергияның экологиялық таза көздері: Mirai көлігі сутегі мен оттегінің химиялық реакциясы арқылы жұмыс істейді. Бұл процесс кезінде тек су буы бөлінеді, сондықтан көлік экологиялық таза болып табылады.

Қауіпсіздік: Сутегі отын элементтері бойынша әлемдегі ең үздік қауіпсіздік шаралары Toyota-ның Mirai көліктерінде қолданылған.

Қарқынды зарядтау: Сутегімен жұмыс істейтін көлік электр көліктеріне қарағанда тезірек «жылдам» зарядталады. Сутегі отын элементтері көліктің толық зарядын 5 минут ішінде алады, бұл электр көліктерінің зарядтау уақытынан айтарлықтай қысқа.

Ұзақ жұмыс уақыты: Mirai көлігі толық зарядпен 650 км-ге дейін жүре алады.

Кемшіліктері:

Қымбаттық: Сутегі отын элементтері мен көлік инфрақұрылымының құны жоғары. Сондықтан, көлік бағасы электр көліктеріне қарағанда қымбат болуы мүмкін.

Сутегі инфрақұрылымы: Сутегі зарядтау станциялары өте аз дамыған және олардың құны өте жоғары. Бұл нарықтағы сутегі көліктерінің кең таралуына кедергі болады.

Сутегі өндірісі: Сутегі экологиялық таза болмаған жағдайда, оны өндіру барысында көміртек шығарындылары болуы мүмкін.

Tesla мен Toyota компанияларының технологиялары автомобиль индустриясында үлкен өзгерістер әкелді. Tesla электр көліктерінің өндірісін белсенді түрде арттыру арқылы экологиялық таза көлік жасау мақсатында үлкен қадамдар жасады. Ал Toyota сутегі отын элементтерін қолданатын көліктерді ұсыну арқылы автомобильдерді экологиялық тұрғыдан толық жаңартуға ұмтылуда. Екі компанияның да өз бағыттарында көптеген

жетістіктері бар, бірақ әрқайсысының артықшылықтары мен кемшіліктері де бар. Электр көліктері мен сутегі көліктері арасындағы таңдау көп жағдайда инфрақұрылымға, бағаға және технологиялық даму деңгейіне байланысты болады.

4.1.3 Салыстырмалы талдау: электр және сутегі көліктері

Кесте 4.1 – Салыстырмалы талдау: электр және сутегі көліктері

Көлік түрі	Tesla Model S	Toyota Mirai
Энергетикалық көз	Литий-ионды батарея	Сутегі отын элементі
Жүріс қашықтығы	500 км (толық зарядпен)	650 км (толық зарядпен)
Қауіпсіздік	Жоғары	Жоғары
Тез зарядтау	30 минутта 80% зарядтау	5 минутта толық зарядтау
Баға	Жоғары	Жоғары
Экологиялық әсер	Электр энергиясына байланысты	Тек су буы шығарады

4.2 Портативті электроникаға зерттеу

Портативті электроника бүгінгі таңда өміріміздің маңызды бөлігіне айналды. Смартфондар мен дрондар сияқты құрылғылар күнделікті тұрмысымызда кеңінен қолданылып, әртүрлі салаларда (білім, медицина, тұрмыстық техника, қауіпсіздік) өз орнын тапты. Әсіресе, осы құрылғылардың қуат көздері мен аккумуляторларының тиімділігі, жұмыс ұзақтығы мен зарядтау жылдамдығы олардың дамуындағы маңызды факторлардың бірі болып табылады. Бұл бөлімде біз смартфондар мен дрондардың аккумуляторлық жүйелері туралы талқылаймыз, олардың қуат көздеріне қойылатын талаптарды және осы құрылғыларда қолданылатын батарея технологияларын қарастырамыз.

4.2.1 Смартфондар

Смартфондар – бүгінгі күннің ең кең таралған портативті құрылғыларының бірі. Бұл құрылғылар мобильді байланыс, интернетке қосылу, мультимедиа контентін көру, ойындар ойнау және көптеген басқа функцияларды атқаруға мүмкіндік береді. Смартфондардың тиімділігі мен қолдану ұзақтығы көбінесе олардың батареясының сыйымдылығы мен зарядтау жылдамдығына байланысты болады.

Смартфондардың батареялары. Смартфондарда әдетте литий-ионды немесе литий-полимер батареялар қолданылады. Литий-ионды батареялар жоғары энергия тығыздығына ие, олардың сыйымдылығы әдетте 2000-5000 мАч аралығында болады. Литий-полимер батареялар жоғары тығыздықпен және жеңіл салмақпен ерекшеленеді, бірақ олар кейбір жағдайда литий-ионды батареяларға қарағанда ұзақ уақыт қызмет етпейді.

Артықшылықтары:

Жоғары энергия тығыздығы: Смартфондар ұзақ уақыт жұмыс істеуге мүмкіндік береді, себебі литий-ионды батареялар жоғары энергия тығыздығына ие.

Қауіпсіздік: Литий-ионды батареялар қауіпсіз, бірақ дұрыс зарядталмаған немесе дұрыс қолданылмаған жағдайда жарылуы мүмкін.

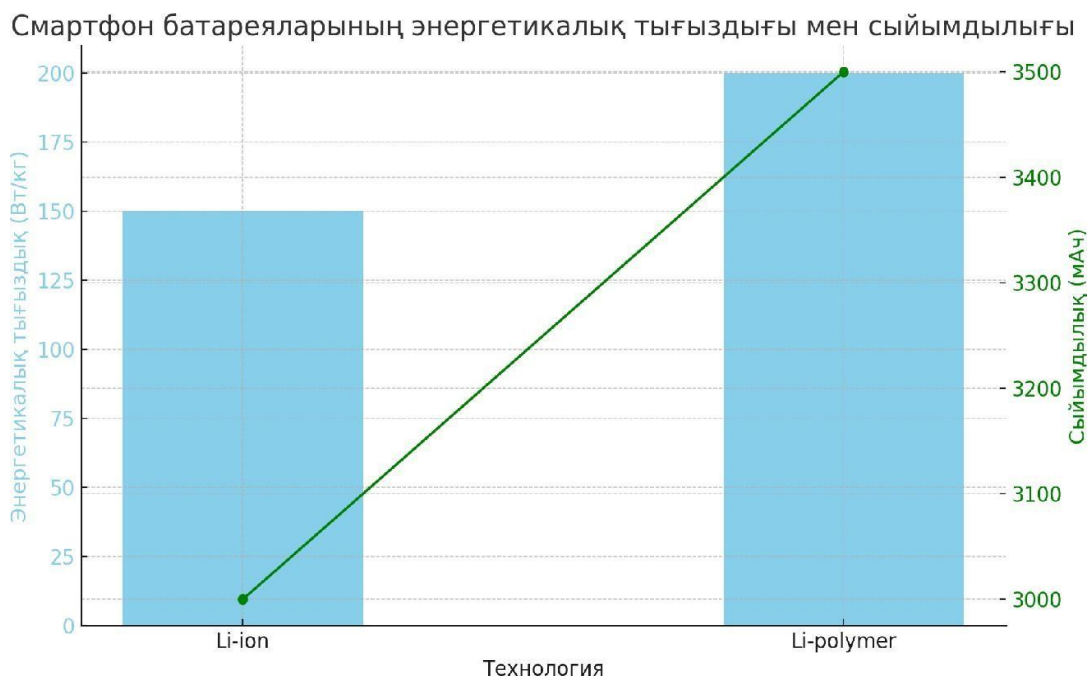
Қысқа зарядтау уақыты: Смартфондардың аккумуляторларын 1-2 сағат ішінде толық зарядтауға болады.

Кемшіліктері:

Қысқа қызмет мерзімі: Смартфонның батареясы бірнеше жыл пайдалану кезінде сыйымдылығының төмендеуі мүмкін.

Жоғары температура: Жоғары температура жағдайында аккумуляторлар жылдам тозады және қауіпсіздік мәселелері туындауы мүмкін.

Қажетсіз зарядтау: Көптеген пайдаланушылар смартфонды зарядтау алдында аккумулятор деңгейі 20-30% болғанда қайта-қайта қуаттап тұрады, бұл оның қызмет мерзімін қысқартады.



4.1-сурет – Смартфон батареяларының энергетикалық тығыздығы

Батарея технологияларының болашағы: Смартфондардың аккумуляторлық жүйелері үнемі жаңарып келеді. Жаңа литий-сульфидті

батареялар мен қатты күйдегі батареялар (solid-state batteries) ұсынған қуат тығыздығы мен ұзақ жұмыс мерзімінің арқасында смартфондардың қуат көзі саласында революция жасауға әлеуетті. Бұдан басқа, жылдам зарядтау технологиялары да смартфондардың батареяларын бірнеше минут ішінде толық зарядтауға мүмкіндік береді.

Смартфондардың литий-ионды және литий-полимерлі батареяларының энергетикалық тығыздығы мен сыйымдылығын көрсететін график. Бұл графикте:

- Энергетикалық тығыздық – литий-ионды батарея үшін 150 Вт/кг, литий-полимер батарея үшін 200 Вт/кг.

- Сыйымдылық – литий-ионды батарея үшін 3000 мАч, литий-полимер батарея үшін 3500 мАч.

Энергетикалық тығыздық – бұл аккумулятордың бірлікте сақтай алатын энергия мөлшерін көрсететін параметр. Ол әдетте ватт-сағат (Вт·ч) немесе ватт-килограмм (Вт/кг) бірліктерімен өлшенеді.

Литий-ионды батареялар әдетте 150 Вт/кг энергия тығыздығымен ерекшеленеді. Бұл оларды көптеген мобильді құрылғыларға, оның ішінде смартфондарға өте қолайлы етеді.

Литий-полимерлі батареялар сәл жоғары энергетикалық тығыздыққа ие, яғни 200 Вт/кг дейін жетеді. Бұл олардың тиімдірек жұмыс істейтінін және жеңіл әрі тығыз болып келетінін білдіреді.

Сыйымдылық – батареяның қанша энергия сақтай алатынын көрсететін көрсеткіш. Бұл параметр мАч (миллиампер-сағат) немесе Ач (ампер-сағат) бірліктерімен өлшенеді.

Литий-ионды батареялардың сыйымдылығы әдетте 3000 мАч шамасында болады, бірақ смартфондарға арналған батареялар осыдан жоғары да болуы мүмкін (5000 мАч-қа дейін).

Литий-полимерлі батареялардың сыйымдылығы көбінесе 3500 мАч шамасында болады, бұл олардың тиімділігін арттырады және ұзақ уақыт жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Литий-ионды батареялар дәстүрлі батареялар болып табылады және олар көптеген мобильді құрылғыларда кеңінен қолданылып келеді. Бұл батареялар ұқыпты жобаланып, жоғары қауіпсіздік пен ұзақ қызмет мерзімін қамтамасыз етеді.

Литий-полимерлі батареялар әдетте жеңіл және жұқа болып келеді, бұл оларды ұялы телефондардың, планшеттер мен басқа да жұқа құрылғыларда қолдануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, литий-полимерлі батареялардың жоғары энергетикалық тығыздығы оларды тиімдірек етеді, бірақ олардың бағасы қымбатырақ болуы мүмкін.

Литий-ионды батареялар әлі де ең кең таралған және ең арзан шешім болып табылады, бірақ литий-полимерлі батареялар жоғары сыйымдылық пен жоғары тиімділік қажет болған жағдайда жақсы таңдау болып табылады.

Смартфондар үшін бұл екі технологияның да өз артықшылықтары бар. Литий-ионды батареялар ұзақ уақыт бойы қолданылып келеді және олар төмен бағамен қолжетімді, ал литий-полимерлі батареялар әдетте жеңіл әрі жоғары қуаттылыққа ие болғандықтан, жоғары талаптарға жауап береді.

4.2.2 Дрондар

Дрондар – көп жағдайда авиация саласында қолданылатын портативті құрылғылар. Олар ауада ұшу мүмкіндігіне ие және көбінесе түсірілім жасау, картографиялау, ауыл шаруашылығын бақылау, қауіпсіздік мақсаттарында пайдаланылады. Дрондардың аккумуляторлары жоғары қуат талап етеді, себебі олар ұзақ уақыт бойы, әдетте 30-60 минутқа дейін, ұшуы керек. Бұл құрылғылардың аккумуляторларының сыйымдылығы, қуаты мен салмағы олардың ұшу мүмкіндіктері мен ұзақтығын анықтайды.

Дрондардың батареялары

Дрондарда көбінесе литий-полимер (LiPo) батареялары қолданылады. LiPo батареялары жеңіл, жоғары қуатты және тиімділігі жоғары болып табылады, бұл оларды дрондар үшін қолайлы етеді. Олар салыстырмалы түрде төмен салмақта жоғары энергия тығыздығын қамтамасыз етеді.

Артықшылықтары:

Жоғары қуат тығыздығы: LiPo батареялары дрондардың жоғары қуатты талаптарын қанағаттандырады.

Жеңіл салмақ: Бұл батареялар дрондардың ұшу уақытын ұзартып, олардың жылдамдығын арттырады.

Тез зарядтау мүмкіндігі: LiPo батареялары бірнеше минут ішінде зарядтала алады, бұл дрондардың тиімділігін арттырады.

Кемшіліктері:

Қауіпсіздік: LiPo батареялары жоғары температура мен механикалық зақымдарға сезімтал. Олар дұрыс сақталмаған жағдайда жарылуы немесе өртенуі мүмкін.

Қысқа қызмет мерзімі: LiPo батареялар бірнеше жүз цикл ғана жұмыс істей алады, сондықтан оларды жиі ауыстыру қажет.

Тозу: Зарядтау мен разрядтау циклдары барысында батареяның сыйымдылығы төмендейді.

Батарея технологияларының болашағы: Дрондардың аккумуляторлық жүйелері де үнемі жетілдірілуде. Қатты күйдегі батареялар мен басқа да жаңа материалдар (мысалы, графен) қолданылуы арқылы дрондардың ұшу уақыты мен қуат сыйымдылығы айтарлықтай артуы мүмкін. Сонымен қатар, электр қуатын өндіру үшін энергияны жинайтын күн панельдері де дрондардың жұмыс уақыты мен тиімділігін арттыра алады.

Портативті электроникада қолданылатын батареялар саласы қазірдің өзінде бірнеше революциялық өзгерістерге ұшырауда. Смартфондар мен дрондар сияқты құрылғылардың аккумуляторлары олардың жұмыс тиімділігіне тікелей әсер етеді. Қазіргі таңда литий-ионды және литий-полимер батареялар

портативті құрылғылар үшін ең танымал шешімдер болып табылады, алайда жаңа технологиялар, мысалы, қатты күйдегі батареялар, дрондар мен смартфондардың тиімділігін әрі қауіпсіздігін арттыру үшін келешекте үлкен мүмкіндіктер ұсынады. Портативті құрылғылардағы аккумуляторлық технологиялар үнемі жетілдіріліп келеді, бұл олардың қолдану аясын кеңейтуге және тұтынушыларға жоғары сапалы қызмет көрсетуге мүмкіндік береді.

4.3 Артықшылықтар мен кемшіліктер

Жаңа аккумуляторлық технологияларды қолдану көптеген артықшылықтарға ие, бірақ олардың кейбір кемшіліктері де бар. Бұл бөлімде біз әр түрлі батарея технологияларының (литий-ионды, литий-сульфидті, натрий-ионды, қатты күйдегі батареялар және сутегі отын элементтері) артықшылықтары мен кемшіліктерін қарастырамыз.

4.3.1 Литий-ионды батареялар

Артықшылықтары: жоғары энергетикалық тығыздық: Литий-ионды батареялар жоғары энергия тығыздығына ие, бұл оларды ұзақ уақыт жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Олар бірлікте үлкен қуат жинай алады және ұялы телефондар мен ноутбуктар сияқты құрылғылар үшін өте тиімді.

Ұзақ қызмет мерзімі: Бұл батареялар 500-1000 циклге дейін жұмыс істей алады, оларды ұзақ уақыт пайдалануға болады.

Қауіпсіздік: Литий-ионды батареялардың қауіпсіздігі жоғары, бірақ дұрыс зарядтау және пайдалану кезінде қауіпсіздік мәселелері туындауы мүмкін.

Тез зарядтау мүмкіндігі: Литий-ионды батареяларды қысқа уақыт ішінде зарядтауға болады, кейбір модельдер 30 минутта 80%-ға дейін зарядталады.

Кемшіліктері:

Қымбаттық: Литий-ионды батареялар басқа технологияларға қарағанда қымбатырақ.

Температураның әсері: Жоғары температура литий-ионды батареялардың қызмет мерзімін қысқартады. Ол батареяның өнімділігіне және қауіпсіздігіне әсер етуі мүмкін.

Шығарылатын материалдардың экологиялық әсері: Литий мен кобальт сияқты материалдардың өндірісі қоршаған ортаға теріс әсер етуі мүмкін, бұл қайта өңдеу мәселелерін туындатады.

Литий-ионды батареяның энергетикалық тиімділігін зерттеу

Энергетикалық тиімділік – бұл батареяның қанша энергиясын пайдалану кезінде оның толық энергиясы сақталатынын білдіретін көрсеткіш. Литий-ионды батареялар үшін энергетикалық тиімділік оның қуаты мен энергия тығыздығына байланысты болады.

Энергетикалық тиімділікті есептеу:

Литий-ионды батареяның энергетикалық тиімділігін есептеу үшін алдымен батареяның нақты жұмыс істеген уақытын және оның жалпы қуатын білу қажет. Төменде қарапайым есепті қарастырамыз:

Берілгендер:

- Батареяның сыйымдылығы: 3.7 В (номиналды кернеу), 2500 мАч
- Батареяның толық зарядтау энергиясы: 9.25 Вт·сағ
- Батареяның разрядтау уақыты: 5 сағат
- Энергетикалық тиімділікті есептеу:
- Энергетикалық тиімділік η келесі формула бойынша есептеледі:

$$\eta = \frac{\text{Шығарылатын энергия}}{\text{Пайдаланылған энергия}} * 100 \quad (4.1)$$

1. Шығарылған энергия (W·ч):

Шығарылған энергия=Ток×Кернеу×Уақыт=2500мАч×3.7В×5 сағат=46.25 Вт·сағ

2. Пайдаланылған энергия (W·ч):

Пайдаланылған энергия=9.25Вт·сағ

3. Энергетикалық тиімділік:

$$\eta = \frac{46,25 \text{ Вт/Шығарылатын энергия}}{\text{Пайдаланылған энергия}} * 100 \quad (4.2)$$

$$\text{Энергия} \left(\frac{\text{Вт}}{\text{сағ}} \right) = \text{Сыйымдылық(мАч)} * \text{Кернеу (В)} * \frac{1}{1000} \quad (4.3)$$

$$\text{Энергия} = 2500 \text{ (мАч)} * 3.7 \text{ (В)} * \frac{1}{1000} 9,25 \text{ В/сағ}$$

Бұл батареяның толық сыйымдылығына сәйкес келетін энергия.

Ескерту: Жоғары тиімділік деп көрсетілген мән теориялық тұрғыдан алынған. Практикада батареяның шығындары мен басқа да факторлар нәтижеге әсер етуі мүмкін.

Қосымша есептер мен талдау

Энергетикалық тығыздықты анықтау

Энергетикалық тығыздық E_d литий-ионды батареялар үшін келесі формуламен есептеледі:

$$E_d = \text{Энергия} / \text{Салмақ} \quad (4.4)$$

Берілгендер:

- батареяның энергиясы: 9.25 Вт·сағ;
- батареяның салмағы: 50 г.

$$EE_{dd} = \frac{9,25 \text{ Вт}\cdot\text{сағ}}{50 \text{ г}} = 0.185 \text{ Вт}\cdot\text{сағ}$$

Зарядтау уақыты

Батареяның зарядтау уақытын есептеу үшін, батареяның зарядталу қуаты мен батареяның сыйымдылығын білу қажет. Бұл есепте зарядтау жылдамдығы ССС-да өлшенетін болады.

Берілгендер:

Батареяның сыйымдылығы: 2500 мАч

Зарядтау тоғы: 1А

Зарядтау уақыты:

$$\text{Энергия уақыты} = \frac{\text{Сыйымдылық}}{\text{Тоқ}} = \frac{25000}{1000} = 2,5 \text{ сағат}$$

Литий-ионды батареялар қазіргі таңда ең тиімді және кең қолданылатын батарея технологиясы болып табылады. Олардың жоғары энергетикалық тығыздығы мен ұзақ қызмет ету мерзімі көптеген құрылғыларда кеңінен қолдануға мүмкіндік береді. Батареяның энергетикалық тиімділігін арттыру және оның қызмет мерзімін ұзарту үшін Жасанды интеллект (ЖИ) пен батареяларды басқару жүйелері (BMS) сияқты жаңа технологиялар зерттелуде. Болашақта литий-ионды батареялардың өнімділігі мен құнын төмендетуге бағытталған инновациялар аккумуляторлық технологиялардың дамуына үлкен әсер етеді.

4.4.2 Литий-сульфидті батареялар (Li-S)

Артықшылықтары:

1. Жоғары энергетикалық тығыздық: Литий-сульфидті батареялар литий-ионды батареяларға қарағанда анағұрлым жоғары энергетикалық тығыздыққа ие (500-600 Вт/кг), бұл олардың үлкен қуат көзі ретінде қолданылуын қамтамасыз етеді.

2. Қоршаған ортаға қауіпсіздігі: Литий-сульфидті батареяларда қолданылатын сульфидтер табиғатта кең таралған және қайта өңдеуге оңай.

3. Жеңіл салмақ: Литий-сульфидті батареялар жеңіл және компактті болғандықтан, оларды көліктер мен ұшақтар сияқты үлкен жүйелерде қолдану тиімді.

Кемшіліктері:

1. Қысқа циклдік өміршеңдік: Литий-сульфидті батареялардың циклдік өміршеңдігі әлі де қысқа (500-1000 цикл), бұл олардың ұзақ мерзімді қолданылуына кедергі келтіреді.

2. Өнімділік төмендеуі: Зарядтау мен разрядтау кезінде сульфидтің ыдырауы, химиялық реакциялар нәтижесінде өнімділіктің төмендеуі мүмкін.

3. Қымбаттығы: Бұл батареялар әлі кеңінен қолданысқа енгізілмегендіктен, оларды шығару үшін жоғары шығындар қажет.

4.4.3 Натрий-ионды батареялар (Na-ion)

Артықшылықтары:

1. Қолжетімді шикізат: Натрий жер бетінде кең таралған және арзан материал болып табылады, бұл натрий-ионды батареяларды басқа батарея түрлеріне қарағанда арзанырақ етеді.

2. Экологиялық тиімділік: Натрий-ионды батареялар экологиялық тұрғыдан тиімді, себебі олар табиғи ресурстарға зиян келтірмейді.

3. Қауіпсіздік: Натрий-ионды батареялар литий-ионды батареялармен салыстырғанда қауіпсіз болып табылады, себебі оларда литий жоқ, ал бұл көлік жарылысы мен басқа да қауіпті жағдайлардың алдын алады.

Кемшіліктері:

1. Төмен энергетикалық тығыздық: Натрий-ионды батареялардың энергетикалық тығыздығы әлі де төмен (150–200 Вт/кг), бұл олардың көлемі мен салмағын көбейтеді.

2. Төмен циклдік өміршеңдік: Натрий-ионды батареялардың циклдік өміршеңдігі әлі де қысқа, бұл ұзақ уақыт жұмыс істейтін көлік немесе құрылғы үшін тиімді емес болуы мүмкін.

3. Шығарылатын өнімдердің қасиеттері: Натрий-ионды батареялардың өнімділігі жоғары температураларда немесе қатты салқын жағдайларда төмендейді.

4.4.4 Қатты күйдегі батареялар (Solid-State Batteries)

Артықшылықтары:

1. Жоғары қауіпсіздік: Қатты күйдегі батареялар сұйық электролиттердің орнына қатты материалдарды пайдалану арқылы жарылыс пен өрт қаупін азайтады.

2. Жоғары энергетикалық тығыздық: Қатты күйдегі батареялардың энергетикалық тығыздығы өте жоғары (500–700 Вт/кг), бұл оларды көліктер мен басқа да үлкен құрылғылар үшін тиімді етеді.

3. Ұзақ қызмет мерзімі: Бұл батареялар 2000+ зарядтау циклімен ұзақ уақытқа шыдайды.

Кемшіліктері:

1. Құны жоғары: Қатты күйдегі батареялардың өндірісі әлі қымбат және технологиялық тұрғыдан дамымаған, бұл оларды кеңінен қолдануға кедергі келтіреді.

2. Өндіріс қиындықтары: Қатты күйдегі батареяларды өндірістік масштабта жасау әлі қиын, өйткені қатты электролиттермен жұмыс істеу арнайы технологияларды талап етеді.

3. Тозу мәселелері: Қатты күйдегі батареялар ұзақ мерзімде қолданылғанда құрылымдық өзгерістерге ұшырауы мүмкін, бұл өнімділіктің төмендеуіне әкелуі мүмкін.

4.4.5 Сутегі отын элементтері

Артықшылықтары:

1. Экологиялық таза: Сутегі отын элементтері тек су буын шығарады, бұл оларды экологиялық тұрғыдан таза етеді.

2. Жоғары энергетикалық тығыздық: Сутегі отын элементтерінің энергетикалық тығыздығы өте жоғары, бұл көлік үшін тамаша қуат көзі болуы мүмкін.

3. Қысқа уақыт ішінде зарядтау: Сутегі отын элементтері электр көліктеріне қарағанда өте жылдам толығымен зарядталады (5 минут ішінде).

Кемшіліктері:

1. Қымбат сақтау: Сутегіні сақтау және тасымалдау қымбатқа түседі. Бұл қосымша инфрақұрылымды талап етеді.

2. Құрылымдық күрделілік: Сутегі отын элементтерінің құрылысы күрделі және қымбат, бұл оларды кең қолдануға кедергі келтіреді.

3. Сутегі өндірісі: Сутегіні өндіру кезінде энергия көп жұмсалады, әсіресе ол көмірсутек көздерінен алынатын болса.

Әрбір аккумуляторлық технологияның өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Литий-ионды батареялар жоғары өнімділік пен ұзақ қызмет мерзіміне ие болса да, олардың экологиялық әсері мен құны мәселелер туындатады. Литий-сульфидті батареялар жоғары энергия тығыздығын қамтамасыз етсе де, циклдік өміршеңдік шектеулі. Натрий-ионды батареялар экологиялық тұрғыдан тиімді болғанымен, олардың энергетикалық тығыздығы төмен. Қатты күйдегі батареялар мен сутегі отын элементтері қауіпсіздік пен жоғары энергетикалық тиімділік ұсынса да, олардың құны мен өндіріс қиындықтары әлі де үлкен мәселе болып табылады.

Әрбір технологияның қолдану саласы мен жағдайына байланысты оңтайлы таңдау жасау қажет, және болашақтағы даму осы технологияларды ары қарай жетілдіруге бағытталған болуы тиіс.

5 Даму трендтері мен болашақ перспективалар

5.1 Ғылыми зерттеулер мен инвестиция бағыттары

Қазіргі уақытта аккумуляторлық технологиялар мен энергия сақтау жүйелері ғылыми зерттеулердің маңызды бағыттарының бірі болып табылады. Әсіресе, электр көліктері, жаңартылатын энергия көздерін сақтау, және портативті құрылғылар сияқты салаларда батареялар мен аккумуляторлардың тиімділігін арттыру маңызды мәселелердің қатарында. Бұл салаға жасалған инвестициялар тек қана жаңа технологияларды енгізуге ғана емес, сонымен қатар қоршаған ортаға әсерді төмендетуге, энергия тиімділігін арттыруға және экологиялық таза энергия көздерін кеңінен қолдануға мүмкіндік береді.

Бұл бөлімде біз ғылыми зерттеулер мен инвестициялардың қазіргі бағыттарын, сондай-ақ аккумуляторлық технологияларды дамытуға байланысты негізгі салаларды қарастырамыз.

5.1.1 Ғылыми зерттеулердің бағыттары

Қатты күйдегі батареялар (Solid-State Batteries). Қатты күйдегі батареялар қазіргі аккумуляторлық технологиялардың ең перспективалы бағыттарының бірі болып табылады. Бұл технологияның басты артықшылығы — сұйық электролиттің орнына қатты электролиттің қолданылуы. Мұндай батареялар жоғары қауіпсіздікпен және жоғары энергетикалық тығыздықпен ерекшеленеді. Ғылыми зерттеулер қатты күйдегі батареяларды коммерциализациялау үшін олардың өндіріс әдістерін, материалдарын және өндіріс ауқымын жетілдіруге бағытталған.

Ғылыми зерттеулер: Қатты күйдегі батареялардың өндірісін арзандату, оларды жоғары температурада және ұзақ мерзімде қолдануға болатын материалы зерттелуде. Сонымен қатар, қатты электролиттер мен анодтарды тиімді ету үшін әр түрлі наноматериалдар мен композициялық материалдар зерттелуде.

Инвестиция бағыттары: Қатты күйдегі батареяларды өндірістік ауқымда жүзеге асыру үшін ірі корпорациялар мен стартаптар ауқымды инвестициялар салуда. Бұл бағытта көптеген зерттеулер мен тәжірибелік жұмыстар жүргізіліп, коммерциялық мүмкіндіктері артқан сайын инвестициялар көбейетін болады.

Литий-сульфидті батареялар (Li-S). Литий-сульфидті батареялар — жоғары энергетикалық тығыздыққа ие болуымен танымал. Ғылыми зерттеулер бұл батареялардың циклдік өміршеңдігін және өнімділігін арттыруға бағытталған. Литий-сульфидті батареялар экологиялық таза материалдардан тұрады, сондықтан оларды қайта өңдеу және экологиялық әсері аз.

Ғылыми зерттеулер: Литий-сульфидті батареялардың жоғарғы циклдік тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін сульфидтің химиялық реакциясын бақылау және оның электродтарымен байланысты жаңа материалдар зерттелуде.

Сонымен қатар, зарядтау мен разрядтау процестерін жетілдіру үшін жаңа электролиттер мен анод материалдары іздестірілуде.

Инвестиция бағыттары: Литий-сульфидті батареялардың коммерциализациясына салынатын инвестициялар көбейіп келеді, себебі бұл технология экологиялық таза әрі жоғары энергетикалық тиімділікті қамтамасыз етеді. Қазіргі уақытта көптеген стартаптар мен зерттеу орталықтары литий-сульфидті батареялар технологиясын жетілдіру үшін қаржылық қолдау табуда.

Натрий-ионды батареялар (Na-ion). Натрий-ионды батареялар литийге қарағанда арзанырақ және экологиялық таза, сондықтан олар энергия сақтау жүйелерінде және электр көліктерінде үлкен болашаққа ие. Ғылыми зерттеулер осы батареялардың энергетикалық тығыздығын арттыруға және циклдік тұрақтылығын жақсартуға бағытталған.

Ғылыми зерттеулер: Натрий-ионды батареялардың материалдарын жетілдіру үшін натрий негізіндегі жаңа электродтар мен электролиттер зерттелуде. Сонымен қатар, батареялардың ұзақ мерзімде жұмыс істеуіне мүмкіндік беретін жаңа құрылымдық өзгерістер енгізу де қарастырылуда.

Инвестиция бағыттары: Натрий-ионды батареяларға деген қызығушылық жылдан жылға артып келеді, әсіресе шикізаттың қолжетімділігі мен құнының төмендігіне байланысты. Бұл салаға жасалған инвестициялар жаңа технологияларды жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Сутегі отын элементтері (Fuel Cells). Сутегі отын элементтері тек су буын шығарып, энергия өндіреді, бұл экологиялық таза қуат көздерінің бірі болып табылады. Ғылыми зерттеулер сутегі өндірісінің тиімділігін арттыру және сутегімен жұмыс істейтін отын элементтерінің өнімділігін арттыруға бағытталған.

Ғылыми зерттеулер: Сутегі отын элементтерінің тиімділігін арттыру үшін жаңа катализаторлар мен электролиттер зерттелуде. Сондай-ақ, сутегіні сақтау және тасымалдау мәселелері де үлкен ғылыми зерттеу аясында қарастырылуда.

Инвестиция бағыттары: Сутегі отын элементтері нарығының болашағы зор. Жаңа технологияларды қолданысқа енгізу үшін үкіметтер мен ірі энергетикалық компаниялар үлкен инвестициялар салуда.

5.2 Recycling (батареяны қайта өңдеу)

Қазіргі кезде аккумуляторлар мен батареялар бүкіл әлемде энергетикалық жүйелердің маңызды элементтеріне айналды. Олар электр көліктерінде, мобильді құрылғыларда, жаңартылатын энергия көздерін сақтау жүйелерінде және басқа да көптеген қолдану салаларында қолданылады. Бірақ батареяларды кеңінен қолдану көптеген экологиялық мәселелерді туындатуда, әсіресе олардың қайта өңдеу және кәдеге жарату мәселелері. Бұл бөлімде біз батареяларды қайта өңдеу үдерісін, оның экологиялық маңыздылығын, қазіргі кездегі технологиялар мен болашақтағы даму перспективаларын қарастырамыз.

5.2.1 Батареяны қайта өңдеудің маңызы

Батареяларды қайта өңдеу қоршаған ортаға зиянды әсерлерді азайту және табиғи ресурстарды үнемдеу үшін өте маңызды. Әсіресе, литий-ионды батареялар сияқты құрылғыларда сирек кездесетін және құнды металдар – литий, кобальт, никель, марганец сияқты элементтер бар. Бұл металдарды қайта өңдеу арқылы өндіріс шығындарын төмендетуге және экологиялық зиянды азайтуға болады.

Қайта өңдеудің артықшылықтары:

Қоршаған ортаға зиянды әсерлерді азайту: Батареяларды дұрыс өңдеу химиялық ластанудың алдын алады және уытты заттардың топыраққа және суға сіңуіне жол бермейді.

Құнды материалдарды сақтау: Литий, кобальт, никель және басқа да сирек кездесетін металдар қайта өңделген батареялардан алынуы мүмкін, бұл минералды ресурстарды үнемдеуге мүмкіндік береді.

Энергия тиімділігі: Батареяларды қайта өңдеу табиғи ресурстарды өндіруге қарағанда энергияны аз тұтынады, бұл жалпы экологиялық әсерді төмендетеді.

5.2.2 Қайта өңдеу процесі

Батареяларды қайта өңдеу бірнеше кезеңнен тұрады, оның әрқайсысы нақты материалдарды бөліп алу және оларды жаңа өнімдерге айналдыру үшін арнайы әдістерді қажет етеді.

1. Сорттау және жинау: Алдымен батареялар түрлі типтерге бөлінеді (литий-ионды, қорғасын-қышқылды, никель-кадмий және т.б.), өйткені әрбір типтің құрамындағы химиялық элементтер әртүрлі. Бұл кезеңде аккумуляторлар сынып, зиянды немесе қауіпті компоненттер бөлінеді.

2. Механикалық өңдеу: Сортталған батареялар механикалық жолмен ұсақталады. Бұл процесс кезінде батареялардың сыртқы қабығы алынып, ішіндегі материалдар бөлінеді. Бұл кезеңде пластик, металл және электролиттер бөлініп алынады.

3. Химиялық өңдеу: Механикалық өңдеуден кейін металл компоненттер мен басқа да маңызды материалдар химиялық жолмен шығарылады. Бұл кезеңде литий, кобальт, никель, марганец және басқа да металдар сұйық түрінде бөлініп, қайта өңделуге жарамды болады.

4. Қалдықтарды кәдеге жарату: Қалған қалдықтар, мысалы, пластик немесе электролиттер қайта өңдеуге жатпайтын қалдықтар ретінде кәдеге жаратылады. Бұл қалдықтар арнайы полигондарда немесе қайта өңдеу зауыттарында жойылады.

5. Қайта өңделген материалдарды қайта пайдалану:

Қайта өңделген материалдар жаңа батареялардың немесе басқа да электр құрылғыларының өндірісіне пайдаланылады. Бұл материалдарды қолдану табиғи ресурстарды үнемдеуге және жаңа өнімдер өндірісіне көмектеседі.

5.2.3 Қазіргі кездегі қайта өңдеу технологиялары

1. Литий-ионды батареяларды қайта өңдеу:

Литий-ионды батареялар әлемдегі ең көп қолданылатын батареялар болып табылады. Оларды қайта өңдеу үдерісі өте күрделі, өйткені оларда түрлі химиялық заттар мен металдар бар. Бүгінде литий-ионды батареяларды қайта өңдеу үшін бірнеше әдістер бар:

Құрғақ әдіс: Бұл әдіс кезінде батареялар жоғары температурада өңделеді. Оның нәтижесінде литий мен басқа да металдар бөлініп, кәдеге жаратылады.

Сұйық әдіс: Бұл әдіс химиялық ерітінділер мен қосылыстарды пайдаланып литий мен басқа металдарды қайта өңдеуді қарастырады.

2. Қорғасын-қышқылды батареялар:

Қорғасын-қышқылды батареялар қайта өңдеу кезінде өте тиімді, себебі олар 95%-дан астам қайта өңделеді. Бұл батареялардан қорғасын, күкірт қышқылы және басқа да материалдар оңай алынады, әрі олар қайтадан жаңа батареялар мен басқа өнімдер өндірісінде қолдануға жарамды.

3. Никель-кадмий батареялары:

Никель-кадмий батареяларын қайта өңдеу үшін арнайы әдістер қолданылады, себебі кадмий – уытты металл. Бұл батареялардан кадмий мен никель сұйық және газды қалдықтардан бөлініп алынады.

5.2.4 Қайта өңдеудің болашағы

1. Нанотехнологиялар мен жаңа әдістер:

Қазіргі уақытта батареяларды қайта өңдеуді жетілдіру үшін нанотехнологиялар мен жаңа химиялық әдістер зерттелуде. Бұл әдістер батареялардың қайта өңдеу тиімділігін арттыруға және олардан алынатын металдардың сапасын жақсартуға мүмкіндік береді.

2. Экологиялық тиімді қайта өңдеу әдістері:

Қайта өңдеу процесін экологиялық тұрғыдан тиімді ету үшін ғалымдар экологиялық таза әдістерді зерттеуде. Жаңа технологиялар батареяларды өңдеу кезінде қоршаған ортаға зиян келтірмей, энергия тиімділігін арттыруды мақсат етеді.

3. Қалдықтарды қайта өңдеу:

Батареялардан қалған қалдықтарды қайта өңдеудің жаңа әдістері қоршаған ортаны қорғауға және қалдықтардың экологиялық әсерін азайтуға мүмкіндік береді. Бұл әдістермен экологиялық таза өнімдер өндіруге болады.

Батареяларды қайта өңдеу – экологиялық таза технологиялардың дамуының маңызды бөлігі болып табылады. Бұл үдеріс тек қана қоршаған ортаға зиянды әсерді төмендетіп қана қоймай, сонымен қатар табиғи ресурстарды үнемдеуге және жаңа өнімдерді шығаруға мүмкіндік береді. Әсіресе, литий-ионды батареялар сияқты кеңінен қолданылатын технологиялар үшін қайта өңдеу шешімдері өте маңызды. Болашақта аккумуляторларды қайта

өңдеу технологияларын жетілдіру экологиялық тұрғыдан таза өнімдер мен қуат көздерін өндіруге ықпал етеді.

5.3 Жасанды интеллект пен BMS жүйелері

Қазіргі уақытта аккумуляторлық жүйелер мен энергия сақтау құрылғыларын басқару үшін жаңа технологиялар мен жүйелер кеңінен қолданылуда. Бұл процесте Жасанды интеллект (ЖИ) және Батареяны басқару жүйелері (BMS) маңызды рөл атқарады. Жасанды интеллект аккумуляторларды басқарудың тиімділігін арттырып, олардың қызмет ету мерзімін ұзартады, ал BMS жүйелері аккумуляторлар мен олардың құрылымдарын бақылауға мүмкіндік береді. Бұл бөлімде біз Жасанды интеллект пен BMS жүйелерінің аккумуляторларды басқарудағы рөлі мен олардың болашақтағы мүмкіндіктерін қарастырамыз.

5.3.1 Жасанды интеллект (ЖИ) аккумуляторлық жүйелерде

Жасанды интеллект (ЖИ) – машинаға немесе компьютерге адам миы сияқты ойлау қабілетін беретін технология. Аккумуляторлық жүйелерде ЖИ қолдану әр түрлі міндеттерді шешуге мүмкіндік береді, оның ішінде энергияны тиімді пайдалану, батареяның денсаулығын бақылау, зарядтау процестерін оңтайландыру және қызмет көрсету мерзімін ұзартып, қауіпсіздікті қамтамасыз ету.

Жасанды интеллекттің аккумуляторларда қолданылуының негізгі бағыттары:

1. Қызмет көрсету мерзімін болжау: ЖИ алгоритмдері батареялардың қызмет ету мерзімін болжау үшін үлкен көлемдегі деректерді өңдейді. Бұл аккумуляторлардың зарядтау циклі, температура, сыртқы факторлар сияқты мәліметтерді талдай отырып, батареяның келешектегі өнімділігін болжауға мүмкіндік береді. Мысалы, аккумуляторлардың қызмет ету мерзімі мен жұмыс істеу қабілетін жақсартуға арналған нақты уақыттағы болжамдар жасалады.

2. Энергияны басқару жүйесі: ЖИ аккумулятордың қуатын басқаруға көмектеседі. Бұл технология энергияның тиімді жұмсалуды қамтамасыз етіп, батареялардың қуатын оңтайлы түрде бөледі. Мысалы, энергия сақтау жүйесінде ЖИ аккумулятордың ішкі күйін және сыртқы сұранысты анықтай отырып, ең тиімді режимді таңдауға мүмкіндік береді.

3. Жарылу мен қауіп-қатерлерді болжау: ЖИ жүйелері аккумуляторларды бақылау арқылы олардың күйін, температура деңгейін, зарядталуын және басқа да маңызды параметрлерді бақылайды. Бұл жүйелер батареяның мүмкін болатын ақауларын немесе қысқа тұйықталуды алдын ала анықтап, оларды болдырмауға көмектеседі.

ЖИ технологиясының артықшылықтары:

Қауіпсіздік: Батареялардың күйін бақылап, ақауларды алдын ала болжауға мүмкіндік береді, бұл батареялардың жарылу немесе өрт шығару қаупін азайтады.

Қызмет көрсету мерзімін ұзарту: ЖИ арқылы аккумуляторлардың нақты жұмыс режимі мен оңтайлы зарядтау процесі жүзеге асырылады, бұл олардың қызмет көрсету мерзімін арттырады.

Энергия тиімділігі: Батареяның толық сыйымдылығы мен қолданылуын тиімді басқаруға көмектеседі, бұл жалпы энергия тұтынуды азайтады.

5.3.2 BMS жүйелері (Батареяны басқару жүйелері)

BMS (Battery Management System) – батареяларды тиімді және қауіпсіз басқаруға мүмкіндік беретін жүйе. BMS жүйелері аккумуляторлардың әрбір элементін бақылап, оның күйін және жұмыс параметрлерін реттейді. BMS жүйесі батареялардың барлық маңызды функцияларын қамтамасыз етеді: зарядтау, разрядтау, температура бақылауы, тоқты шектеу және көптеген басқа қажетті процестер.

BMS жүйелерінің негізгі міндеттері:

1. Аккумуляторларды бақылау: BMS жүйелері батареяның әрбір элементінің кернеуі мен температурасының деңгейін бақылайды. Бұл жүйе аккумулятордың барлық ұяшықтарын бірдей деңгейде ұстауға көмектеседі, бұл батареяның қызмет ету мерзімін арттырады.

2. Қауіпсіздік: BMS жүйесі батареяның жұмыс істеу барысында оның тым көп зарядталуын немесе разрядталуын болдырмайды. Егер батареяның бір бөлігі шектен тыс қызып кетсе немесе зарядталса, BMS жүйесі оны дереу тоқтатады.

3. Құрылғының тиімділігін бақылау: BMS жүйесі батареяның жұмысын оңтайландыру үшін жүйелі түрде мониторинг жүргізеді. Бұл жүйе батареяның зарядын тиімді пайдаланып, оның жоғалтуын азайтуға көмектеседі.

4. Қызмет көрсету мерзімін басқару: BMS жүйелері батареяның қызмет ету мерзімін ұзартады. Әрбір циклден кейін аккумулятордың күйі талданады және оның зарядтау параметрлері сақталады. Сонымен қатар, BMS жүйесі аккумулятордың ішкі балансын сақтап, оның жұмыс істеп тұрған ұзақтығын бақылауды қамтамасыз етеді.

BMS жүйелерінің артықшылықтары:

Қауіпсіздік: Қауіпсіздік жағынан батареяны шамадан тыс зарядтаудан немесе разрядтаудан қорғайды.

Ұзақ мерзімділік: Батареяларды қорғау арқылы оның қызмет ету мерзімін ұзартады.

Қуаттың тиімділігі: Энергияны тиімді басқару арқылы батареяның максималды қуатын қамтамасыз етеді.

Қашықтан бақылау: BMS жүйесі қашықтан басқаруға мүмкіндік береді, бұл аккумуляторлар мен көлік жүйелерін басқаруға оңайлық береді.

5.3.3 ЖИ мен BMS жүйелерінің бірігуі

Жасанды интеллект пен BMS жүйелерінің бірігуі аккумуляторлық жүйелерді басқаруды жаңа деңгейге көтереді. ЖИ технологиялары мен BMS жүйелерінің интеграциясы аккумуляторларды басқарудың тиімділігін арттыруға және оларды ұзақ мерзім бойы тұрақты түрде пайдалану мүмкіндігін береді.

Қосымша артықшылықтар:

1. Интеллектуалды басқару жүйелері: ЖИ мен BMS жүйелері бірлесіп аккумуляторлардың күйін үнемі талдап, олардың ең тиімді жұмыс режимдерін анықтайды.
2. Деректерді өңдеу: ЖИ алгоритмдері BMS жүйелері жинайтын мәліметтерді өңдеп, аккумулятордың болашақтағы жұмысын болжайды, бұл болжамды қызмет көрсету және қызмет көрсету мерзімін арттырады.
3. Энергияның оңтайлы басқарылуы: ЖИ көмегімен энергияның қаншалықты тиімді жұмсалатынын бақылап, батареяның ұзақ мерзімде тиімді жұмыс істеуіне қол жеткізуге болады.

Жасанды интеллект пен BMS жүйелерінің аккумуляторлық жүйелерде қолданылуы болашақта аккумуляторлардың тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыруға үлкен мүмкіндік береді. ЖИ мен BMS жүйелерінің үйлесуі батареяларды басқаруды толықтай автоматтандырып, олардың жұмысын оңтайландыруға мүмкіндік береді. Бұл технологиялардың болашағы үлкен және олар аккумуляторлық жүйелердің өндірісінде және қызмет көрсету саласында жаңа мүмкіндіктер ашатын болады.

5.4 2030–2050 жылдар аралығында технологиядың басымдылығы

Болашақтағы болжам: 2030–2050 жылдар аралығында қай технология басым болады?

Қазіргі кезде батарея технологиялары мен энергия сақтау жүйелері әлемдік энергетика және көлік салаларында маңызды рөл атқарып келеді. 2030–2050 жылдары энергия сақтау және аккумуляторлық технологиялар өркендеп, экологиялық таза және тиімді энергетикалық шешімдер көбірек қолданылатын болады. Бұл кезеңде жаңа технологиялар мен инновациялар, әсіресе электр көліктері, жаңартылатын энергия көздері мен портативті құрылғылардың нарығында басымдыққа ие болады. Осы уақыт ішінде қандай технологиялардың басым болатынын болжау үшін, қазіргі ғылыми зерттеулер мен даму бағыттарын ескеру қажет.

Қатты күйдегі батареялар (Solid-State Batteries). Болашақтағы болжам: 2030–2050 жылдар аралығында қатты күйдегі батареялар аккумуляторлық нарықта басым технология ретінде қалыптасуы мүмкін. Қатты күйдегі батареялардың ең үлкен артықшылығы – олар жоғары энергетикалық тығыздыққа және жоғары қауіпсіздікке ие, сондай-ақ ұзақ қызмет мерзімін

камтамасыз етеді. Олар литий-ионды батареяларға қарағанда қауіпсіз әрі тұрақтырақ, өйткені олар сұйық электролиттерді қолданбайды. Бұл технологияның дамуы үлкен энергетикалық сақтау жүйелерінде, электр көліктерінде және ұшатын көліктер сияқты жаңа бағыттарда қолдануға мүмкіндік береді.

Неліктен басым болуы мүмкін? Қауіпсіздік: Жоғары температураларда жұмыс істей алатын, жарылыс қаупін төмендететін материалдардың болуы.

Жоғары энергетикалық тығыздық: Электр көліктерінің ұшу қашықтығын арттыруға мүмкіндік береді. Ұзақ қызмет мерзімі: Қатты күйдегі батареялардың циклі 3000-5000 зарядтау/разряд циклдарын құрауы мүмкін.

Қолдану салалары:

- электр көліктері;
- ұзақ мерзімді энергия сақтау жүйелері;
- ұшатын көліктер мен басқа да болашақ құрылғылар.

Литий-сульфидті батареялар (Li-S)

Болашақтағы болжам: Литий-сульфидті батареялар жоғары энергетикалық тығыздығы мен экологиялық таза материалдар қолдануы арқасында 2030 жылдан кейін кеңінен қолданылатын болуы мүмкін. Бұл батареялар литий-ионды батареяларға қарағанда жеңіл әрі тиімді. Литий-сульфидті батареялар жоғары қуат тығыздығына ие, сондықтан олар ұзақ қашықтыққа ұшатын ұшақтар мен үлкен энергия сақтау жүйелерінде пайдалануға жарамды.

Неліктен басым болуы мүмкін?

Жоғары энергетикалық тығыздық: 500–600 Вт/кг дейін.

Қоршаған ортаға тиімділік: Сульфидті қосылыстарды қайта өңдеу оңай және экологиялық таза.

Жеңіл салмақ: Жеңіл және тиімді аккумуляторлар ұшақтар мен көліктерге тиімді болар еді.

Қолдану салалары:

1. Электр көліктері;
 2. Жаңартылатын энергия көздерімен энергия сақтау;
 3. Ұшақтар мен авиация саласы.
3. Сутегі отын элементтері (Fuel Cells)

Болашақтағы болжам: Сутегі отын элементтері 2030 жылдардан кейін, әсіресе ауыр көліктер мен ұшақтар саласында басым болуы мүмкін. Сутегі отын элементтері экологиялық таза, себебі олар тек су буы шығарады. Әрине, қазіргі кезде сутегі отын элементтерін өндіру мен сақтау мәселелері бар, бірақ ғылыми зерттеулер мен инвестициялар арқасында бұл технология көп өтімді болады. Сутегі отын элементтері электр көліктері үшін ұзақ жүріс қашықтығын камтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Неліктен басым болуы мүмкін?

Экологиялық таза: Тек су буы шығарады.

Жоғары қуат тығыздығы: Электр көліктерінің ұзақ қашықтықта жүруін камтамасыз етеді.

Тез зарядтау: Сутегі отын элементтерін 5 минут ішінде толықтай толтыруға болады.

Қолдану салалары:

- электр көліктері;
- өнеркәсіптік секторлар;
- ұшақтар мен ауыр көліктер.

4. Натрий-ионды батареялар (Na-ion)

Болашақтағы болжам: Натрий-ионды батареялар электр көліктерінде және энергия сақтау жүйелерінде 2040 жылдардан бастап кеңінен қолданылуы мүмкін. Натрийдің литийге қарағанда арзан және қолжетімді болуына байланысты бұл технологияның экономикалық пайдасы мол. Натрий-ионды батареялар өндіріс шығындарының төмендігі мен экологиялық тазалығы арқасында кеңінен қолданылуы мүмкін.

Неліктен басым болуы мүмкін?

Қолжетімді шикізат: Натрий табиғатта кең таралған, бұл оның құнын төмендетеді.

Экологиялық тиімділік: Литийге қарағанда экологиялық тұрғыдан тиімді.

Қолданудың кең мүмкіндіктері: Үлкен ауқымда энергия сақтау жүйелерінде тиімді.

Қолдану салалары:

Энергия сақтау жүйелері;

Электр көліктері;

Үй шаруашылығына арналған энергия сақтау құрылғылары.

5.5 Қалдықтарды қайта өңдеу және батареяларды қайта пайдалану

Болашақтағы болжам: 2030-2050 жылдар аралығында батареяларды қайта өңдеу және оларды қайта пайдалану маңызды бағытқа айналады. Қазіргі таңда батареялардың қалдықтарын қайта өңдеу өте маңызды мәселеге айналып отыр. Бұл салада жасалатын инновациялар энергия тиімділігін арттырып, табиғи ресурстарды үнемдеуге көмектеседі. Батареяларды қайта өңдеудің тиімді әдістері дамып, оларды қайта пайдалану экологиялық және экономикалық тұрғыдан тиімді болады.

Неліктен басым болуы мүмкін?

Қалдықтарды азайту: Батареяларды қайта өңдеу табиғи ресурстарды үнемдеуге көмектеседі.

Қайта пайдалану: Қайта өңделген батареяларды қайта пайдалану, материалдар мен энергияны үнемдеуге мүмкіндік береді.

Экологиялық тиімділік: Қалдықтарды дұрыс өңдеу экологиялық әсерді азайтады.

Қолдану салалары:

- электр көліктері;
- энергия сақтау жүйелері;

- электрондық құрылғылар.

2030–2050 жылдары аккумуляторлық және энергия сақтау технологияларында үлкен өзгерістер күтілуде. Қатты күйдегі батареялар мен литий-сульфидті батареялар жоғары энергия тығыздығы мен қауіпсіздігі арқасында басым болар еді. Сонымен қатар, сутегі отын элементтері және натрий-ионды батареялар арзан, экологиялық таза әрі тиімді шешімдер ұсыну арқылы нарықта өз орнын алады. Батареяларды қайта өңдеу және материалдарды қайта пайдалану экологиялық және экономикалық тұрғыдан үлкен маңызға ие болады. Бұл технологиялар энергия тиімділігі мен экологиялық таза энергия көздерін пайдалану саласында болашақтағы өзгерістерге алып келеді.

Литий-ионды және жаңа аккумуляторлық технологияларды салыстыру

Бұл бөлімде біз литий-ионды батареялар, сондай-ақ жоғары технологиялар – литий-сульфид, натрий-ионды, қатты күйдегі батареялар және сутегі отын элементтері сияқты жаңа аккумуляторларды салыстырамыз. Біз олардың энергетикалық тығыздығы, циклдік өміршеңдігі, қауіпсіздігі және экологиялық әсерлері бойынша айырмашылықтарын қарастырамыз.

1. Салыстыру параметрлері:

Энергетикалық тығыздық (Вт/кг) – батареяның сақтау қабілетін сипаттайтын көрсеткіш.

Циклдік өміршеңдік (зарядтау/разрядтау циклі) – батареяның қайта зарядталып, жұмыс істей алатын саны.

Қауіпсіздік – батареяның қысқа тұйықталуға, жоғары температураға немесе басқа қауіпті жағдайларға төзімділігі.

Экологиялық әсер – материалдардың табиғи қорлардан алынуы, қайта өңдеу мүмкіндігі, және қоршаған ортаға әсері.

Кесте 5.1 – Батареялардың сипаттамалары

Технология	Энергетикалық тығыздық (Вт/кг)	Циклдік өміршеңдік (циклдер)	Қауіпсіздік	Экологиялық әсер
Литий-ионды	100–300	500–1000	Орташа	Орташа
Литий-сульфидті (Li-S)	500+	500–1000	Жақсы	Төмен
Натрий-ионды (Na-ion)	150–200	1000+	Жақсы	Төмен
Қатты күйдегі (Solid-State)	500–700	2000+	Өте жоғары	Төмен
Сутегі отын элементтері	1000+	5000+	Жоғары	Нөлге жақын

Энергетикалық тығыздық (Вт/кг):

Литий-ионды батареялар қазіргі таңда кеңінен қолданылып келеді, бірақ олардың энергетикалық тығыздығы басқа технологиялармен салыстырғанда төмендеу. Әдетте олар 100-300 Вт/кг арасында болады.

Литий-сульфидті батареялар (Li-S) өте жоғары 500+ Вт/кг тығыздыққа ие, бұл олардың өте қуатты және жеңіл болуына мүмкіндік береді.

Сутегі отын элементтері энергетикалық тығыздығы бойынша ең жоғары мәнге ие – 1000 Вт/кг.

Циклдік өміршеңдік:

Литий-ионды батареялардың өміршеңдігі 500–1000 циклді құрайды. Бұл олардың уақыт өте келе тиімділігін жоғалтуына себеп болады.

Натрий-ионды және қатты күйдегі батареялар 1000 циклден асады, бұл олардың ұзақ уақыт бойы жұмыс істей алуын білдіреді.

Сутегі отын элементтері өте ұзақ циклдік өміршеңдікке ие (5000+ циклдер), сондықтан олар ұзақ мерзімді қолдану үшін өте тиімді.

Қауіпсіздік:

- Қатты күйдегі батареялар жоғары қауіпсіздікпен ерекшеленеді, себебі олар сұйық электролиттерді қолданбайды.

- Сутегі отын элементтері де жоғары қауіпсіздікке ие, бірақ сутегіні сақтау мен тасымалдау кезінде қауіпсіздік мәселелері туындауы мүмкін.

- Литий-ионды және литий-сульфидті батареялар салыстырмалы түрде орташа қауіпсіздікке ие.

Экологиялық әсер:

Сутегі отын элементтері экологиялық таза болып табылады, себебі олар тек су буын шығарады.

Қатты күйдегі батареялар мен литий-сульфидті батареялар салыстырмалы түрде экологиялық әсері аз, бірақ кейбір өндірістік процестер әлі де экологиялық қиындықтар туғызады.

Литий-ионды батареялар экологиялық әсерлердің орташасы болып табылады, бірақ олар қайта өңделмеген жағдайда қоршаған ортаға зиян келтіруі мүмкін.

Литий-ионды және жаңа аккумуляторлық технологиялар арасында энергетикалық тығыздық, циклдік өміршеңдік, қауіпсіздік және экологиялық әсерлер тұрғысынан айырмашылықтар бар. Әрбір технологияның өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Жаңа технологиялар, әсіресе литий-сульфидті және қатты күйдегі батареялар экологиялық және өнімділік тұрғысынан үлкен жетістіктерге жетуде.

5.6 Технологияларды дамытудағы қазіргі трендтерді талдау және болашақтағы даму перспективаларын болжау

1. Қазіргі трендтер.

Технологиялардың дамуы бүгінгі таңда жоғары қарқынмен жүріп жатыр. Электр көліктері мен аккумуляторлық технологиялар

нарығында бірнеше басты трендтер байқалады. Бұл трендтер өз кезегінде энергия сақтау жүйелерінің тиімділігін арттыруға, экологиялық әсерді азайтуға, және ұзақ мерзімді тұрақтылықты қамтамасыз етуге бағытталған.

Энергетикалық тығыздықтың ұлғаюы: Литий-сульфидті және қатты күйдегі батареялар сияқты жаңа технологиялар көбірек назарға алынуда. Бұл батареялар жоғары энергетикалық тығыздықты қамтамасыз етіп, көліктер мен тұрмыстық құрылғылардың қуаттау жүйелерін жақсартады. Энергияның аз шығыны мен ұзақ жұмыс істейтін аккумуляторлар ең маңызды мақсаттардың бірі болып табылады.

Батареялардың қауіпсіздігін арттыру: Қазіргі кезде қауіпсіздік мәселесі өте маңызды. Әсіресе, литий-ионды батареялардың жоғары температураға және қысқа тұйықталуға деген төзімділігін арттыру бойынша көптеген зерттеулер жүргізілуде. Сондай-ақ, қатты күйдегі батареялардың қауіпсіздігі жоғары болып келеді.

Таза энергия көздерін қолдану: Технологияларды дамытудағы тағы бір негізгі тренд – жаңартылатын энергия көздерін қолдануды арттыру. Мысалы, сутегі отын элементтері экологиялық тұрғыдан таза, себебі олар тек су буын шығарады. Бұл технологиялар экологиялық әсерді азайтуда маңызды рөл атқарады.

Жаңа аккумуляторлар технологиясының дамуы: литий-сульфидті және натрий-ионды батареялар энергетикалық тығыздықты жоғарылатуды қамтамасыз етеді, ал қатты күйдегі батареялар қауіпсіздік мәселелерін шешуге көмектеседі. Алдағы жылдары бұл жаңа технологиялардың кеңінен қолданылуы күтілуде.

2. Болашақтағы даму перспективалары болашақта аккумуляторлық технологиялар мен энергия сақтау жүйелерінің дамуы жалғасады. Төмендегі аспектілерде прогресс күтілуде:

Жаңа материалдар мен өндіріс әдістері: зерттеу жұмыстары жаңа материалдар мен өндірістік процестерді жетілдіруге бағытталған. Графенді батареялар, сұйық батареялар сияқты жаңа материалдар жоғары тиімділік пен ұзақ қызмет мерзімін қамтамасыз етеді. Сондай-ақ, нанотехнологиялардың батарея өндірісіндегі қолданылуы олардың өнімділігін арттырады.

Үнемді энергия сақтау: дамыған аккумуляторлар үнемді, әрі ұзақ уақыт бойы қызмет ете алады. Бұл болашақта тұтынушыларға ұтқыр энергетикалық шешімдер мен тиімді сақтау жүйелерін ұсынуға мүмкіндік береді. Электр көліктерінің батареялары да ұзақ уақыт бойы жұмыс істейтін болады.

Интеллектуалды басқару жүйелері: Жаңа батарея жүйелерінде жасанды интеллект (AI) және ақылды батареяларды басқару жүйелері қолданылуы мүмкін. Бұл технология батареялардың қызметін бақылап, олардың күйін болжап, энергияны тиімді басқаруға көмектеседі.

Тұрақтылық және қайта өңдеу: Болашақта батареяларды қайта өңдеу жүйелері тиімдірек болмақ. Циркулярлық экономика бағытында батареяларды қайта пайдалану және қайта өңдеу тәсілдері кеңінен қолданылатын болады, бұл экологиялық таза және тұрақты энергетикалық жүйелерді жасауға ықпал етеді.

Дипломдық жұмыстың ұсынысы:

Жаңа аккумуляторлық технологиялар туралы толық ақпарат: жұмыста жаңа аккумуляторлық технологиялардың негізгі артықшылықтары мен кемшіліктері зерттелді. Литий-ионды, литий-сульфидті, натрий-ионды және қатты күйдегі батареялар сияқты технологияларды салыстырып, олардың даму бағыттарын талданды.

Технологиялық жаңашылдықтар мен тиімді шешімдер: қазіргі таңда көлік, тұрмыстық құрылғылар, және энергетика саласындағы аккумуляторлардың рөлі мен маңызын көрсетілді. Энергетикалық тығыздық, циклдік өміршеңдік, қауіпсіздік және экологиялық әсерлерді салыстыра отырып, жаңа технологияларды нарықта тиімді қолдану жолдары ұсынылды.

Болашақтағы даму перспективалары: жаңа аккумуляторлық технологиялардың болашақтағы даму тенденциялары қарастырылып, өнеркәсіпке ықпал ете алатын ғылыми және технологиялық шешімдер туралы болжамдар жасалды.

Экологиялық аспектілер: жұмыстың экологиялық тұжырымдары қазіргі таңда маңызды болып отырған тұрақтылық мәселесіне бағытталған. Бұл технологиялардың қоршаған ортаға әсері мен қайта өңдеудің мүмкіндіктерін талқылай отырып, экологиялық жағынан тиімді шешімдер ұсынылды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қазіргі уақытта аккумуляторлық технологиялар мен энергия сақтау жүйелерінің дамуы әлемнің барлық салаларында маңызды өзгерістерге себеп болуда. Осы зерттеу барысында әр түрлі аккумуляторлық технологиялардың артықшылықтары мен кемшіліктері, олардың қолдану салалары мен болашақтағы даму болжамдары қарастырылды.

1. Литий-ионды батареялар

Литий-ионды батареялар қазіргі уақытта аккумуляторлық нарықтың негізгі технологиясы болып табылады. Бұл батареялар жоғары энергетикалық тығыздығы, ұзақ қызмет ету мерзімі және қауіпсіздігімен ерекшеленеді. Дегенмен, олардың экологиялық әсері мен құны мәселелер туындатады. Литий-ионды батареялар негізінен электр көліктерінде, мобильді құрылғыларда және басқа да портативті құрылғыларда кеңінен қолданылады. Болашақта литий-ионды батареялардың өнімділігі мен құнын төмендетуге бағытталған жаңа материалдар мен әдістер зерттелуде.

2. Литий-сульфидті батареялар (Li-S)

Литий-сульфидті батареялар жоғары энергетикалық тығыздығы мен экологиялық тиімділігі арқасында болашақта кеңінен қолданылатын аккумуляторлық технология ретінде қарастырылады. Бұл батареялар жеңіл әрі тиімді, бірақ олардың циклдік өміршеңдігі мен өнімділігі кейде төмендеуі мүмкін. Ғылыми зерттеулер литий-сульфидті батареялардың өнімділігін арттыруға бағытталған, сондықтан олар 2030-2050 жылдар аралығында нарықта басым бола алады.

3. Натрий-ионды батареялар (Na-ion)

Натрий-ионды батареялар литий-ионды батареяларға қарағанда арзанырақ әрі экологиялық таза болғандықтан, олар энергия сақтау жүйелерінде және электр көліктерінде кеңінен қолданылуы мүмкін. Натрийдің қолжетімділігі мен құнының төмендігі бұл технологияны экономикалық тұрғыдан тиімді етеді. Дегенмен, натрий-ионды батареялардың энергетикалық тығыздығы әлі де төмен, бұл олардың үлкен құрылғылар мен көліктер үшін тиімділігін шектейді.

4. Қатты күйдегі батареялар (Solid-State Batteries)

Қатты күйдегі батареялар қауіпсіздігі мен жоғары энергетикалық тығыздығы арқасында болашақтағы аккумуляторлық технологиялардың басты бағыттарының бірі болып табылады. Бұл батареялар сұйық электролиттерді қолданбайды, сондықтан олардың жарылу немесе өрт шығару қаупі төмен. Ғылыми зерттеулер бұл технологияның өндірісін масштабтауды және тиімділігін арттыруды мақсат етеді. Қатты күйдегі батареялар 2040 жылдан бастап кеңінен қолданыла алады.

5. Сутегі отын элементтері (Fuel Cells).

Сутегі отын элементтері экологиялық таза, өйткені олар тек су буын шығарады. Бұл технология электр көліктерінде, өнеркәсіпте және энергетика саласында болашақта үлкен рөл атқара алады. Сутегі отын элементтерінің

энергия тығыздығы өте жоғары болғандықтан, олар ұзақ қашықтыққа ұшатын көліктер мен ауыр техникалар үшін тиімді шешім болуы мүмкін. Бірақ, сутегіні сақтау және тасымалдау әлі де қиындықтар туғызады, бұл оның кеңінен қолданылуына кедергі келтіреді.

6. Батареяларды қайта өңдеу және экологиялық тиімділік.

Батареяларды қайта өңдеу экологиялық тұрғыдан маңызды мәселе болып табылады. Батареялардың құрамындағы құнды материалдарды қайта өңдеу қоршаған ортаға зиянды әсерді төмендетеді және табиғи ресурстарды үнемдеуге мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта литий-ионды батареялардың қайта өңдеуі әлі толықтай оңтайландырылмаған, бірақ жаңа технологиялар мен әдістер батареяларды қайта өңдеу тиімділігін арттырып, экологиялық әсерді азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, батареяларды қайта пайдалану арқылы жаңа өнімдер шығару экономикалық тұрғыдан да тиімді болады.

7. Жасанды интеллект (ЖИ) және батареяны басқару жүйелері (BMS).

Жасанды интеллект пен BMS жүйелері аккумуляторларды басқарудың тиімділігін арттыруда маңызды рөл атқарады. ЖИ арқылы аккумуляторлардың өнімділігі мен қызмет ету мерзімін болжауға болады, ал BMS жүйелері аккумуляторлардың қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Бұл жүйелердің бірігуі аккумуляторлардың тұрақты жұмыс істеуін қамтамасыз етіп, энергияны тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Қазіргі кезде аккумуляторлық технологиялардың дамуы тек энергия тиімділігін арттырып қана қоймай, экологиялық таза энергия көздеріне деген сұранысты қанағаттандыруға да мүмкіндік береді. Литий-ионды, литий-сульфидті, натрий-ионды, қатты күйдегі батареялар мен сутегі отын элементтері сияқты жаңа технологиялар болашақта энергия сақтау жүйелерінде басты рөл атқаруы мүмкін. Сонымен қатар, батареяларды қайта өңдеу және экологиялық тиімділік мәселелері де маңызды болып қала береді. Жасанды интеллект пен батареяны басқару жүйелерінің интеграциясы аккумуляторлық жүйелердің тиімділігін арттырады, оларды басқаруды автоматтандыруға мүмкіндік береді.

2030–2050 жылдар аралығында аккумуляторлық технологиялар саласында ғылыми зерттеулер мен инвестициялардың арқасында жаңа мүмкіндіктер пайда болады. Бұл технологиялар тек экологиялық тұрғыдан ғана емес, экономикалық тұрғыдан да тиімді бола отырып, энергия сақтау және пайдалануды оңтайландыруда үлкен қадам жасайды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Goodenough J. B., Kim Y. Challenges for rechargeable Li batteries //Chemistry of materials. – 2010.
- 2 Scrosati B., Hassoun J., Sun Y. K. Lithium-ion batteries. A look into the future //Energy & Environmental Science. – 2011
- 3 Whittingham M. S. Lithium batteries and cathode materials //Chemical reviews. – 2004.
- 4 Tarascon J. M., Armand M. Issues and challenges facing rechargeable lithium batteries //nature. – 2001.
- 5 Manthiram A. A reflection on lithium-ion battery cathode chemistry //Nature communications. – 2020.
- 6 Zhao J. et al. The Rise of Multivalent Metal–Sulfur Batteries: Advances, Challenges, and Opportunities //Advanced Functional Materials.
- 7 Sosoe J. Construction ascendante d’assemblages moléculaires cristallins dérivés du motif 1, 2, 4, 5-benzène-tétramine. – 2023.
- 8 Sánchez M. D. et al. Biodegradable Polymers. – CRC Press, 2023.
- 9 Chen, H., & Xu, Z. Hydrogen Fuel-Based Batteries for Future Applications. – International Journal of Hydrogen Energy, 2020, Vol. 45, Issue 25, pp. 13275–13285.
- 10 Blomgren G. E. The development and future of lithium ion batteries //Journal of The Electrochemical Society. – 2016.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Дәлекен Әнуэр Алмасұлы

6B06201 – Телекоммуникациялар

Тақырыбына: «Литий-ионды және жаңа аккумуляторлық батарея технологияларын салыстыру»

Орындалды:

а) графикалық бөлім 15 парақ;

б) түсініктеме 49 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында литий ионды батареялардың құрылымы, жұмыс принциптері, жалпы сипаттамалары қарастырылған.

Энергетикалық тиімділігі, тығыздығы есептелді. Жұмыс температурасы, циклдық өміршеңдігі анықталды.

Әртүрлі батареяларға салыстырмалы талдау жасалды. Қолдану салалары, техникалық жұмыстары айтылды. Даму трендтері мен болашақ перспектикалық өндірістері анықталды.

Жұмыста нақты техникалық параметрлерге сүйене отырып, практикалық есептеулер мен теориялық талдаулар жүргізілді.

Сонымен қатар оларды одан әрі пайдалану және жетілдіру бойынша практикалық ұсыныстар беру. Дипломдық жұмыста жарық диодтары есептеулерін, құрылымы сызбасында студент өз тарапынан қандай жақсартулар енгізуі мүмкіндігін көрсете алмаған. Кейбір орфографиялық қателер кездеседі.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған. Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғарғы дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер – жарық диодтарын тиімді пайдаланудағы бағытқа жауап береді.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жұмыс «өте жақсы» (90%) деп бағаланды, ал студент Дәлекен Әнуэр Алмасұлы 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық және коммуникациялық технологиялар» бакалавры академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Рецензент:

Физ.-мат.ғыл.канд., Ғ.Дәукеев ат.

АЭЖБУ профессор-оқытушысы

« 22 » 05 2025 ж.

Ф КазНТУ 706-17. Рецензия

М.А.Хизирова
Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю
Қызметі
« 22 » 05 аты-жөні
2025 ж.



ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Дәлекен Әнуэр Алмасұлы

6B06201 – Телекоммуникациялар оқу бағдарламасы

Тақырыбы: «Литий-ионды және жаңа аккумуляторлық батарея технологияларын салыстыру»

Бұл дипломдық жұмыста литий-ионды және жаңа аккумуляторлық батарея технологияларын салыстыру, зерттеу жасалған. Негізгі сипаттамасы және болашақ ықтимал болатын түрлері келтірілген.

Бұл дипломдық жұмыста «Литий-ионды және жаңа аккумуляторлық батарея технологияларын салыстыру» тақырыбы қарастырылды.

Литий-ионды батареялардың жұмыс принциптерін және олардың энергетикалық тиімділігі зерттелген. Жаңа аккумуляторлық батарея технологияларының (литий-сульфид, натрий-ионды, қатты күйдегі батареялар, сутегі негізіндегі және т.б.) сипаттамалары келтірілген. Литий-ионды және жаңа технологияларды энергетикалық тығыздық, циклдік өміршендік, қауіпсіздік, және экологиялық әсерлер бойынша салыстырылған. Қолдану салаларына байланысты әр технологияның артықшылықтары мен кемшіліктерін анықталған.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

Зерттеу барысында ғылыми зерттеулер мен инвестиция бағыттары қарастырылды.

Жалпы, дипломдық жұмыс «жақсы» (85%) деп бағаланды, ал студент Дәлекен Әнуэр Алмасұлы 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық және коммуникациялық технологиялар» бакалавры академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Ғылыми жетекші

ЭТ және FT каф.

қауымдастырылған профессоры,

экономика ғылымдарының кандидаты

 Абдуллаев М.А.

(қолы)

«20» мамыр 2025 ж.

**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Дәлекен Әнуэр Алмасұлы

Тақырыбы: Литий-ионды және жаңа аккумуляторлық батарея технологияларын салыстыру

Жетекшісі: Сұңғат Марксұлы

1-ұқсастық коэффициенті (30): 3.8

2-ұқсастық коэффициенті (5): 2.1

Дәйексөз (35): 0.6

Әріптерді ауыстыру: 2

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 8

Ақ белгілер: 58

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

2025-04-28

Күні



Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Дәлекен Әнуэр Алмасұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Литий-ионды және жаңа аккумуляторлық батарея технологияларын салыстыру

Научный руководитель: Сұңғат Марксұлы

Коэффициент Подобия 1: 3.8

Коэффициент Подобия 2: 2.1

Микропробелы: 8

Знаки из здругих алфавитов: 2

Интервалы: 0

Белые Знаки: 58

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

2025-04-28

Дата



Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Дәлекен Әнуэр Алмасұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Литий-ионды және жаңа аккумуляторлық батарея технологияларын салыстыру

Научный руководитель: Сұңғат Марқсұлы

Коэффициент Подобия 1: 3.8

Коэффициент Подобия 2: 2.1

Микропробелы: 8

Знаки из здругих алфавитов: 2

Интервалы: 0

Белые Знаки: 58

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

2025-04-28

Дата



Сұңғат Марқсұлы

проверяющий эксперт