

З КАФЕДРИ ПРЕЗИДІЇ НАН УКРАЇНИ



ХАЧАПУРДЗЕ

Микола Михайлович — кандидат технічних наук, заступник директора з наукової роботи Інституту транспортних систем і технологій НАН України

ПРО СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ХІМІЧНИХ ДЖЕРЕЛ СТРУМУ ТА ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ У ВИРОБНИЦТВО

За матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 23 квітня 2014 року

Наведено результати фундаментальних і прикладних досліджень та розробок Інституту транспортних систем і технологій НАН України, спрямованих на створення і розвиток нової галузі промисловості незалежної України — виробництва акумуляторних батарей усіх видів: стартерних, тягових, стаціонарних та спеціального призначення.

Ключові слова: електрохімічні джерела живлення, акумуляторна галузь, технології виробництва, екологічна безпека.

1 лютого 1989 р. відповідно до постанов ДКНТ СРСР і Президії АН УРСР на базі інститутів геотехнічної механіки АН УРСР і технічної механіки АН УРСР було створено Відділення фізико-технічних проблем транспорту на надпровідних магнітах Інституту геотехнічної механіки АН УРСР. Згодом, у 1995 р., це Відділення було реорганізовано в Інститут транспортних систем і технологій НАН України. Основним завданням новоствореної установи став розвиток та підвищення рівня організації фундаментальних і прикладних наукових досліджень та розробок у галузях створення високошвидкісних (300—800 км/год) екологічно чистих магнітолевітуючих наземних транспортних систем і автономних джерел електроживлення.

Створення магнітолевітуючих транспортних систем, як і реактивних систем в авіації, дало поштовх до розвитку багатьох наукових напрямів, а також зумовило появу великої кількості нових, наприклад: низькотемпературна та високотемпературна надпровідність; нові конструкційні матеріали, у тому числі для кріогенної техніки; створення лінійних електроприводів; систем керування екіпажами і рухомим складом, що рухаються з високими швидкостями поблизу поверхні землі; автономних бортових пристроїв енергозабезпечення як систем магнітно-

го підвісу і тяги, так і систем керування транспортними засобами; і багато інших. Виникла також необхідність розв'язання відповідних задач динаміки та аеродинаміки, навантаженості й міцності конструкцій і матеріалів, зокрема під впливом криогенних температур і сильних магнітних полів; теплообміну; стійкості і перехідних режимів руху нових нетрадиційних транспортних засобів; та інших.

Зупиняючись на створенні автономних пристроїв енергозабезпечення (акумуляторів), слід зазначити, що в той час, коли Японія лише «мріяла» створити для електромобіля акумулятор з питомою енергоємністю 150 Вт·год/кг, директор Відділення В.О. Дзензерський у 1990 р. запатентував акумулятор з питомою енергоємністю 300–600 Вт·год/кг на так званих бінарних електролітах. Цей винахід привернув увагу іноземних фахівців. Водночас наукові співробітники Відділення не лише накопичували досвід з функціонування електрохімічних джерел живлення в різних сферах економіки, особливо в оборонних галузях, а й розпочали науково-дослідні та експериментальні роботи, спрямовані на створення власних зразків акумуляторів.

Після розпаду Радянського Союзу на території України не залишилося жодного з 8 акумуляторних заводів колишнього СРСР, і майже всі галузі народного господарства України, такі як агропромисловий комплекс, автомобільний вантажопасажирський транспорт, Збройні Сили та багато інших, стали практично «задихатися» від нестачі акумуляторів. В.О. Дзензерський висунув Концепцію про необхідність створення нової галузі промисловості незалежної України — виробництва акумуляторних батарей усіх видів: стартерних, тягових, стаціонарних і спеціального призначення [1].

Запропонована Концепція передбачала створення вітчизняного виробництва високоякісної акумуляторної продукції за повним циклом та виробничих потужностей з утилізації акумуляторів, які відпрацювали свій ресурс. Останнє було продиктовано міжнародними та європейськими вимогами до підприємств, що виробляють акумуляторну продукцію. Реалізація цієї

Концепції дістала підтримку академічних кіл, місцевих і центральних органів влади. Концепцію почали втілювати в життя за наукового керівництва і безпосередньої участі наукових співробітників Відділення. До цього часу було накопичено певний досвід і виконано низку теоретичних та експериментальних досліджень свинцево-кислотних, лужних (у тому числі залізо-марганцевих, нікель-метал-гідридних та ін.) і літій-іонних акумуляторів, серед яких:

- електрохімічні та корозійні властивості свинцевих сплавів для струмовідводів акумуляторів;
- кінетика твердофазних електрохімічних процесів у хімічних джерелах струму;
- гідрофільність сепараторів свинцево-кислотних акумуляторів, у тому числі із застосуванням НВЧ-електроніки;
- вплив імпульсних режимів заряду на перебіг електрохімічних процесів у свинцево-кислотному акумуляторі;
- сушіння та формування свинцевої пасти намазних електродних пластин акумуляторів;
- електрохімія герметизованих клапанорегульованих (VRLA) батарей з кисневим циклом;
- встановлення закономірностей роботи діоксидмарганцевого катода для лужних акумуляторів;
- визначення механічних властивостей свинцевих сплавів і прокатаних з них свинцевих стрічок та багато інших.

Почалося розроблення математичних моделей електрохімічних джерел струму як на основі рівнянь класичної електрохімії:

$$\frac{du}{dt} = f(i^A, i^K, \eta^A, \eta^K, c_{H_2SO_4}, a^{Pb}, a^{PbO_2}),$$

де u — напруга, i^A, i^K — щільності струму анода і катода, η^A, η^K — поляризації анода і катода, $c_{H_2SO_4}$ — концентрація кислоти, $\alpha^{Pb}, \alpha^{PbO_2}$ — ступені перетворення реагентів, t — час, так і з урахуванням гідродинамічних і тепломасообмінних процесів, хімічних перетворень в електроліті та пористих електродах на базі рівнянь гідродинаміки, конвективної теплопровідності, масообміну, електродинаміки і хімічної кінетики:

$$\frac{\partial \mathbf{q}}{\partial t} + \mathbf{R} = \mathbf{H},$$

де $\mathbf{q} = (\rho, \bar{V}, e, c_i, \varphi)^T$ — вектор-функція параметрів: ρ — густина, \bar{V} — вектор швидкості, e — повна енергія, c_i — концентрація речовин, φ — потенціал електричного поля; \mathbf{R} — вектор конвективних і дифузійних членів; \mathbf{H} — джерельний член, що описує кінетику хімічних перетворень, а також виділення тепла у процесі хімічних реакцій.

Виконано дослідження гідродинаміки та тепломасообміну в об'ємі електрохімічної комірки свинцево-кислотного акумулятора.

Експериментальні й теоретичні дослідження та розробки конструкцій акумуляторних струмовідводів **до моменту створення перших українських акумуляторних заводів дали змогу:**

- удосконалити технології сушіння і дозрівання намазних електродних пластин;
- розробити прискорені технології формування активної маси акумуляторів з використанням імпульсних струмів і водяного охолодження батарей;
- удосконалити технологію формування важких батарей великої ємності з використанням керованої, примусової циркуляції електrolіту;
- поліпшити конструкції акумуляторних струмовідводів відповідно до особливостей експлуатації стартерних, тягових і стаціонарних акумуляторних батарей;
- підібрати тип сепараторів для акумуляторних батарей (у тому числі AGM-сепараторів для VRLA-батарей), які забезпечують низький внутрішній опір батарей і широкий інтервал робочих температур; та вирішити багато інших технологічних і технічних проблем.

Крім того, розробляли й удосконалювали методи і прийоми проведення досліджень. Так, розроблено хронопотенціометричний метод для дослідження кінетики електрохімічних процесів, що відбуваються у свинцево-кислотних акумуляторах. Уперше експериментально було отримано значення механічних властивостей (модуля Юнга, умовної межі текучості, тимчасового опору розриву) для свинцево-сурм'янистих і свинцево-кальцієвих сплавів, що дозволило коректно розраховувати напружено-деформований стан струмовідводів аку-

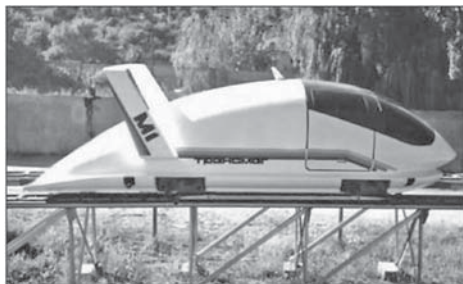
муляторних батарей, який виникає у процесі їх виготовлення та експлуатації. При цьому за допомогою ручного збирання в рамках госптематики у невеликих кількостях виготовляли експериментальні й дослідні зразки акумуляторних батарей, які поставляли Міністерству внутрішніх справ і колективним сільськогосподарським підприємствам Мінсільгоспу.

Усі ці досягнення дали змогу вже у 1992 р. розпочати проектування і будівництво в Дніпропетровську першого українського акумуляторного заводу.

Слід зазначити, що в цей період основну увагу наукові співробітники Відділення приділяли фундаментальним дослідженням і прикладним розробленням, пов'язаним з головним науковим напрямом установи — створенням магнітолевітуючих транспортних засобів на електродинамічному підвісі. Крім проведення великого обсягу фундаментальних теоретичних досліджень було створено кріомодулі на надпровідних (низькотемпературних) магнітах, у тому числі з корпусом на основі композитних матеріалів, макетний функціонуючий зразок транспортного засобу масою 3 т, який стійко левітував з кліренсом 150 мм за швидкості 300 км/год, стенди для досліджень і апробації систем електродинамічної левітації, комплексних досліджень механічних, теплових і електромагнітних характеристик розроблених кріомодулів та їх окремих вузлів, лінійний двигун та багато інших розробок [2, 3].

У лютому 1995 р., як уже зазначалося, Відділення було перетворено на Інститут транспортних систем і технологій НАН України, і Президія НАН України затвердила для нової установи такі наукові напрями:

- фізико-технічні проблеми створення магнітолевітуючих транспортних систем і пристроїв, а також засобів їх керування та енергозабезпечення;
- проблеми механіки і аеродинаміки транспортних засобів, у тому числі тих, які левітують над профільованими опорними поверхнями;
- проблеми створення і експлуатації високоенергоємних бортових джерел живлення для транспортних засобів.



Левітуючий транспортний засіб



Стенд електродинамічної левітації



Кріостат



Надпровідна катушка



Кріомодуль КТ-10М

Експериментальні дослідження та розробки магнітолевітуючих транспортних засобів з електродинамічним підвісом Інституту транспортних систем і технологій НАН України

У вересні 1995 р. під науковим керівництвом співробітників Інституту транспортних систем і технологій НАН України та за участю наукових співробітників Інституту геотехнічної механіки НАН України, Інституту технічної механіки НАН України та Інституту проблем природокористування та екології НАН України було введено в експлуатацію Перший український акумуляторний завод проектною потужністю 1 млн 300 тис. акумуляторів на рік. У 2000—2001 рр. введено в дію другий акумуляторний завод потужністю 1 млн акумуляторів на рік і третій завод з переробки використаних свинцевих акумуляторів на свинець і свинцеві сплави проектною потужністю до 30 тис. тонн на рік. Крім участі у виборі обладнання, вивченні світового досвіду, розробленні технічних завдань, на підставі яких зарубіжні фірми виготовляли обладнання, в основу технологічних процесів на цих заводах було покладено розробки фахівців зазначених установ НАН України. Розробки Інституту за прискореними технологіями формування аку-

муляторних батарей імпульсними струмами з водяним охолодженням дали змогу виробляти не лише малообслуговувані стартерні акумуляторні батареї, а й необслуговувані батареї зі свинцево-кальцієвими струмовідводами.

Учені зазначених інститутів НАН України виконували також науковий супровід технологічної та інженерно-технічної підготовки виробництва акумуляторів, розробляли нові матеріали і технології, які використовували при виготовленні акумуляторних батарей та їх компонентів; було створено нові досконалі конструкції вентиляційних систем та ефективну двоступеневу систему нейтралізації і очищення промислових стоків.

Отже, в Україні без залучення бюджетних коштів було побудовано найкращі та найсучасніші на той момент акумуляторні заводи на території країн СНД і одні з найкращих у Європі. На цих заводах використовувалося високоавтоматизоване технологічне обладнання з вбудованими системами автоматичного суцільного контролю якості виконання переваж-



“ІСТА” (Дніпропетровськ)



“Енергоавтоматика” (Дніпропетровськ)



“Укрсплав” (Дніпропетровськ)



“ВЕСТА-Дніпро” (Дніпропетровськ)



“ВЕСТА-Пласт” (Дніпропетровськ)



“ВЕСТА-Індустріал”
(Дніпропетровськ)



“Інструментальний завод”
(Дніпропетровськ)



“Рекуперация свинцю”
(Дніпропетровськ)

Створення і розвиток в Україні нової галузі промисловості – виробництва акумуляторних батарей

ної більшості операцій, забезпечувався вхідний контроль компонентів на лабораторно-стендовій базі.

Було розроблено, запатентовано і створено зразки нових досконаліших акумуляторних батарей, у тому числі для танків і легкої бронетанкової техніки, які за своїми параметрами (висока вібро- і ударна міцність, підвищені механічна та експлуатаційна надійність) перевершували іноземні прототипи і були прийняті на озброєння українською армією.

Заводи виготовляли стартерні свинцево-кислотні батареї 27 типорозмірів ємністю від 9 до 190 А·год, застосовуючи при цьому високочисті матеріали для приготування активних мас низькосурм'янистих струмовідводів, спеціальних сепараторів, внутрішніх з'єднань блоків електродів, що забезпечувало малообслуговуваність батарей.

У 1999р. за створення науково-промислового комплексу з виробництва свинцево-кислотних

акумуляторних батарей, зокрема для бронетанкової техніки, впровадження новітніх матеріалів і технологій, які відповідають рівню світових досягнень, а також за значний внесок у вирішення проблеми охорони навколишнього середовища і забезпечення екологічної безпеки виробництва групі співробітників Інституту на чолі з професором В.О. Дзензерським було присуджено Державну премію України в галузі науки і техніки.

За результатами економічного форуму ділових кіл України і Росії (зустріч президентів України і Росії у Харкові, 2001 р.) Постановами Кабінету Міністрів України від 27.08.2002 № 1244 і від 17.03.2003 № 352 на Міжнародну науково-промислову корпорацію «ВЕСТА» було покладено реалізацію пріоритетного і особливо важливого для держави пілотного інноваційного проекту, а Інституту доручено наукову координацію робіт з реалізації цього проекту. В результаті було введено в експлуатацію

ще чотири заводи: «ВЕСТА-Дніпро» (2004), «ВЕСТА-Пласт» для виготовлення корпусів акумуляторів, «ВЕСТА-Індастріал» (2009), а також допоміжний Інструментальний завод, який розробляє і виготовляє прес-форми для термопласт-автоматів, окремі вузли обладнання і технологічне оснащення.

Проектна потужність двох нових акумуляторних заводів «ВЕСТА-Дніпро» та «ВЕСТА-Індастріал» — 7,6 млн акумуляторів на рік. У технічних завданнях на обладнання та проектування технологічних ліній знайшли своє застосування багато розробок Інституту, серед яких розробки з подальшого удосконалення безперервних технологій виготовлення струмовідводів, у тому числі з використанням штучного прискореного старіння свинцевих стрічок, що дає можливість підвищити механічні властивості свинцевих стрічок та якість виготовлених з них струмовідводів. Крім того, на заводах МНПК «ВЕСТА» було задіяно знайдені співробітниками Інституту раціональні режими роботи вакуумних змішувачів для виготовлення свинцевих паст.

Слід зазначити, що у світлі рішень вказаної харківської зустрічі під науковим керівництвом співробітників Інституту в Росії також було побудовано два заводи — восьмий у Курську (2001 р.) з виробництва акумуляторів та дев'ятий у Рязані (2008 р.) з утилізації акумуляторів, що відслужили свій термін.

У 2008 р. директору Інституту і президенту МНПК «ВЕСТА» доктору технічних наук, професору В.О. Дзензерському, повному кавалеру ордена «За заслуги» за видатний особистий внесок у зміцнення вітчизняного промислового потенціалу та багаторічну плідну наукову діяльність, було присвоєно звання Героя України.

У 2012 р. у Дніпропетровську було введено в експлуатацію 10-й завод «Рекуперація свинцю» з переробки акумуляторної продукції. Завод є першим в Україні та СНД виробничим комплексом з повної і безвідходної переробки використаних акумуляторів. Він розрахований на переробку 3 млн (40000 т) використаних батарей на рік, його продуктивність — 22000 т то-



Вручення Державної премії України в галузі науки і техніки; зліва направо: П.О. Порошенко, Л.Д. Кучма та В.О. Дзензерський. 1999 р.

варної продукції у вигляді свинцю і свинцевих сплавів, а також супутньої продукції, поліпропілену та сульфату натрію.

Усі 10 заводів, побудованих без залучення бюджетних коштів, є одними з найкращих виробництв у Європі, використовують наукомісткі технології, оснащені сучасним обладнанням, автоматизованими лініями, процеси виробництва на них екологічно безпечні, а виготовлена продукція є конкурентоспроможною на світовому ринку і має великий експортний потенціал. Заводи оснащені обладнанням, яке забезпечує екологічно чисте виробництво з урахуванням особливостей і більш жорстких норм українського законодавства порівняно з європейськими нормами з охорони навколишнього середовища та промислової санітарії. Щороку на вирішення питань екології та промсанітарії виділяється понад 1 млн доларів. У 2009 р. заводу «ВЕСТА-Дніпро» Державна санітарно-епідеміологічна служба України присвоїла відзнаку «Безпечний об'єкт».

Ці заводи фактично створили нову галузь промисловості незалежної України — наукомістку, імпортозаміщувальну — **аккумуляторну**, яка забезпечує промисловість, автотранспорт, аграрний сектор, Збройні Сили, гірничодобувну промисловість та інші галузі господарства України акумуляторною продукцією.

Усі реалізовані на заводах технології розроблено науковцями Інституту і фахівцями Корпорації під науковим керівництвом співробітників Інституту. При цьому було виконано великий обсяг науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, навіть перелік яких у рамках цієї статті практично неможливий. Тут висвітлено лише їх незначну частину. На основі цих науково-дослідних робіт було запропоновано більш як 100 технічних і технологічних рішень на рівні винаходів, захищених патентами. Скласти деяке уявлення про обсяг науково-дослідних робіт, нових технічних рішень у галузі розроблення акумуляторів і технологій їх виробництва можна спробувати, структуруючи їх за основними технологічними переділами:

- технологія отримання сплавів для струмовідводів та виготовлення струмовідводів акумуляторних батарей;
- технологія виготовлення паст для електродів, акумуляторних батарей, а також приготування електроліту;
- технологія дозрівання і сушіння пастованих електродів для акумуляторів та акумуляторних батарей;
- технології збирання та обладнання для акумуляторів та акумуляторних батарей;
- конструкції акумуляторних батарей;
- тестування готової продукції;
- способи контролю і обслуговування під час зберігання та експлуатації акумуляторних батарей;
- гідросепарація дробленого акумуляторного брухту;
- десульфатація свинцевої пасты й електроліту;
- рафінування чорного свинцю;
- повний технологічний цикл переробки брухту відпрацьованих акумуляторів;
- отримання вторинного поліпропілену;
- одержання сульфату натрію.

Розглянувши як приклад результати розроблень і досліджень за першим із зазначених переділів — технологія отримання сплавів для струмовідводів та виготовлення струмовідводів акумуляторних батарей, можна констатувати, що:

- проведено науково-дослідні роботи з дослідження залежності швидкості корозії, характеру корозійного зносу та пасивації поверхні струмовідводу позитивного електрода свинцево-кислотного акумулятора, виготовленого різними методами. Виконано металографічні дослідження свинцевих сплавів, які використовують у струмовідводах, а також рентгеноструктурний аналіз конструктивних елементів струмовідводів. На основі отриманих результатів розроблено нову уніфіковану конструкцію струмовідводу для повної номенклатури акумуляторних батарей, а також технологію його безперервного виготовлення виливанням, прокатуванням, термічним обробленням і подальшим штампуванням ґраток. Нова конструкція і нова технологія сприяють підвищенню механічної міцності та корозійної стійкості струмовідводів. Це дає змогу підвищити довговічність електродів та акумуляторних батарей нового покоління;

- розроблено нові сплави, у тому числі сплав-лігатуру для струмовідводів позитивних і негативних електродів, акумуляторних батарей, що мають достатню механічну міцність, корозійну стійкість, необхідні технологічні якості;

- вдосконалено технологію отримання свинцево-кальцієвого сплаву для струмовідводів електродів акумуляторів, що дозволяє уникнути неконтрольованих втрат кальцію в процесі виготовлення, отримати сплав із заданими технічними характеристиками;

- розроблено і вдосконалено безперервну технологію виготовлення струмовідводів, яка дає можливість знизити витрату свинцю на 10 %, підвищити продуктивність удвічі;

- проведено цикл дослідних робіт з вивчення впливу термообробки на механічні й технологічні властивості свинцевих сплавів: особливості прокатки, перфорації стрічки з метою зниження металомісткості електродів та підвищення їх надійності. На основі отриманих результатів удосконалено технологічні процеси виготовлення струмовідводів, що сприяє скороченню витрат як свинцю, так і дорогих легуючих компонентів; досліджено теплові

умови у плавильних котлах ливарного цеху і рідкоплинність свинцевих сплавів;

- удосконалено конструкцію плавильних котлів, обрано раціональне розміщення насоса, газових пальників, що дозволило скоротити на 15–20% тривалість технологічних і багатьох інших операцій виготовлення струмовідводів.

За напрямом, пов'язаним зі створенням акумуляторної галузі і електрохімічних джерел струму, співробітники Інституту опублікували понад 100 робіт, готується до видання велика багатотомна монографія. Отримано понад 20 дипломів і зроблено велику кількість доповідей на міжнародних виставках і конференціях. У щорічних конкурсах з винахідницької роботи Інститут в останні роки посідав перші і друге місця серед інститутів НАН України і практично постійно – перше місце серед інститутів Відділення механіки НАН України.

Побудовані заводи виробляють акумуляторну продукцію 51 типорозміру – стартерні акумулятори так званих легкої і важкої груп ємністю від 40 до 225 А·год, акумулятори для бронетехніки і тягові акумулятори, конкурентоспроможні на світовому ринку; продукція заводів користується широким попитом як в Україні, так і за її межами. Близько 75% продукції йде на експорт і поставляється у 45 країн Європи, Азії, Африки та Америки, з яких 55% припадає на країни СНД.

За результатами виконаних науково-дослідних робіт щодо створення в Україні виробництва електрохімічних джерел струму та з огляду на набутий практичний досвід розроблення технологій їх виготовлення, з 1996 р. Держспоживстандартом України Інститут призначено виконавцем функцій Органу сертифікації хімічних джерел струму. У 2004 р. Національною агенцією України з акредитації Інститут знову було акредитовано як Орган із сертифікації хімічних джерел струму. Співробітники Інституту і Органу із сертифікації мають великий досвід оцінювання технічного рівня свинцево-кислотних і лужних джерел струму. Висококваліфікований персонал, сучасне обладнання та досвід роботи дозволяють проводити сертифікацію хімічних джерел струму



Окремі зразки акумуляторів Корпорації «ВЕСТА» легкої та важкої груп і тягових акумуляторних батарей

різного призначення будь-якого виробника, як вітчизняного, так і іноземного.

Отже, зусиллями вчених Інституту і фахівців МНПК «ВЕСТА» створено нову – акумуляторну галузь промисловості України. Вісьмома заводами, побудованими у Дніпропетровську без залучення бюджетних коштів, у 1995–2013 рр. випущено понад 55,1 млн акумуляторних батарей і 255 тис. т вторинного свинцю та свинцевих сплавів, 1000 т вторинного поліпропілену, 1900 т сульфату натрію на суму близько 15 млрд грн. Відповідно, значна частина цих коштів надійшла до Держбюджету України. Крім того, створено близько 10 тис. робочих місць, підвищено екологічну захищеність навколишнього середовища.

На продовження реалізації вказаного інноваційного проекту проводяться роботи зі створення вітросонячних енергетичних систем. Уже розроблено, виготовлено і введено в дослідну експлуатацію експериментальні зразки автономних вітроенергетичних установок потужністю 5 і 20 кВт, а також автономні фотоелектричні установки для вуличного освітлення, в яких використовуються акумулятори [4–6].

Розпочато реалізацію концепції «Промисловий енергопарк» для енергозабезпечення виробничих потужностей групи підприємств. Енергопарк будується на базі спеціалізованої підстанції глибокого вводу з комплексом вітроелектричних установок, фотоелектричних модулів і систем накопичення енергії, спеціа-

лізованої опалювальної котельні із сонячними колекторами й тепловими насосами. Енергопарк, який генерує й розподіляє енергетичні потоки всередині промислового комплексу, є структурою, в якій акумулятори виконують функцію накопичення енергії, і є одним із ключових елементів усієї системи виробництва, розподілу та споживання електроенергії.

У рамках Державної програми активізації розвитку економіки на 2013–2014 рр. триває розроблення екологічно чистих транспортних

засобів з електроприводом. Спільно з Дніпропетровським машинобудівним заводом розроблено та подано до Мінпромполітики інвестиційний проект «Створення вітчизняного промислового комплексу з виготовлення новітніх індустриальних накопичувачів-акумуляторів, літій-іонних батарей усіх типів, збирання електромобілів і пасажирських електробусів» на базі КБ «Дніпровське», наукове керівництво реалізацією якого здійснюватимуть співробітники Інституту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дзензерський В.О. Великі проблеми малої енергетики // Вісн. НАН України. — 1999. — № 3. — С. 29–32.
2. Дзензерский В.А., Омеляненко В.И., Васильев С.В. и др. Высокоскоростной магнитный транспорт с электродинамической левитацией. — К.: Наук. думка, 2001. — 479 с.
3. Дзензерский В.А., Радченко Н.А. Динамика транспорта на сверхпроводящих магнитах. — Днепропетровск: Арт-Пресс, 2003. — 231 с.
4. Дзензерский В.А., Тарасов С.В., Костюков И.Ю. Ветроустановки малой мощности. — К.: Наук. думка, 2011. — 591 с.
5. Дзензерский В.А., Плаксин С.В., Погорелая Л.М. и др. Системы энергообеспечения и управления МАГЛЕВ транспортом с электродинамическим подвесом. — К.: Наук. думка, 2014. — 286 с.
6. Дзензерский В.А., Тарасов С.В., Костюков И.Ю., Тюрин В.М. Течения в окрестности Н-ротора Дарье. — К.: Наук. думка, 2013. — 55 с.

Н.М. Хачапуридзе

Институт транспортных систем и технологий НАН Украины
ул. Писаржевского, 5, Днепропетровск, 49005, Украина

О СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ СОЗДАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА И ИХ ВНЕДРЕНИИ В ПРОИЗВОДСТВО

Рассмотрено создание под научным руководством и при непосредственном участии специалистов Института транспортных систем и технологий НАН Украины аккумуляторной отрасли промышленности Украины. На основании результатов фундаментальных и прикладных исследований предложены разработки новых экологически безопасных и снижающих загрязнение окружающей среды технологий производства высококачественной, импортозамещающей, конкурентоспособной на мировом рынке, наукоемкой аккумуляторной продукции.

Ключевые слова: электрохимические источники питания, аккумуляторная отрасль, технологии производства, экологическая безопасность.

N.M. Khachapuridze

Institute of Transport Systems and Technologies of National Academy of Sciences of Ukraine
5 Pisarzhevskogo St., Dnepropetrovsk, 49005, Ukraine

MODERN TECHNOLOGIES OF CREATION OF CHEMICAL CURRENT SOURCES AND THEIR IMPLEMENTATION INTO MANUFACTURING

It is represented the development of accumulator industrial sector of Ukraine under science guidance and direct involvement of professional staff members of the Institute of Transport Systems and Technologies of NAS of Ukraine. On the basis of fundamental and applied research it is proposed the development of new environmentally safe and reducing environment pollution technologies of manufacturing of high quality, import substitution, competitive on global market, science-driven accumulator production.

Keywords: electrochemical power sources, accumulator industry, production techniques, environmental safety.