

УДК 621.355

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХИТ В РОССИИ

А. Н. Анисимов, В. В. Семенов

Национальная ассоциация производителей источников тока «РУСБАТ», Москва, Россия

Поступила в редакцию 23.04.06 г.

Дан анализ современным тенденциям развития мирового рынка химических источников тока и состоянию аккумуляторной промышленности в России. Показано, что в области промышленных ХИТ российские предприятия ещё могут успешно конкурировать на внутреннем рынке. Для успешного развития отрасли ХИТ в России необходима её государственная поддержка и объединение усилий всех разработчиков и производителей ХИТ, создателей новых материалов и потребителей. Таким объединяющим органом может стать созданная Национальная ассоциация производителей источников тока «РУСБАТ».

The state-of-the-art trends of the world market development of chemical power sources and the battery industry in Russian Federation are analyzed. Russian plants making industrial chemical power sources are shown to be competitive at the domestic market. For successful development of this industry in Russian Federation its government support and common efforts of all the designers and producers, new material creators and consumers are needed. The appeared national power sources producer association RusBat should become such a uniting body.

Известно, что рынок химических источников тока (ХИТ) во всем мире постоянно растет. Ежегодные темпы его роста составляют 7%. Географическая структура рынка представлена в таблице. Отметим, что выпуск некоторых типов аккумуляторов уже измеряется миллиардами штук, а первичных источников — десятками миллиардов.

Мировое производство химических источников тока и темпы его роста

Регионы мира	Мировой спрос на источники тока, млн долл. США				Ежегодный прирост, %	
	1994	1999	2004	2008 (прогноз)	1994–1999	1999–2004
Северная Америка	8170	11370	15800	15850	6.8	6.8
Западная Европа	7411	9865	13775	14900	5.9	6.9
Япония	56662	7240	10075	9100	5.0	6.8
Китай	1225	2500	4600	5350	15.3	13.0
Другие страны Азии/Тихоокеанские	3401	4950	7850	9900	7.8	9.7
Остальные страны	3443	5150	7950	10000	8.4	9.1
Мировой спрос на батареи	29312	41075	60050	65100	7.1	7.9

Примечание. Источник информации — веб-сайт “Batteries Digest”.

Основными тенденциями развития мирового рынка ХИТ являются:

- устойчивые темпы роста;
- уменьшение доли первичных источников тока в общем объеме;
- уменьшение доли свинцово-кислотных аккумуляторов в общем объеме;
- рост продаж ХИТ новых электрохимических систем;
- расширение сфер применения ХИТ;
- миниатюризация ХИТ;
- продвижение товаров с улучшенными эксплуатационными свойствами (безуходность, безопасность, быстрый заряд и др.).

Характеристики и свойства источников тока меняются быстро, и потребители быстро привыкают к хорошему. Например, очень популярны аккумуляторы с временем заряда до 15 минут. Интересно также отметить, что свинцовые аккумуляторы значительно продвинулись в область малых емкостей, а топливные элементы могут потеснить нишу литий-ионных аккумуляторов в бытовом применении. Появился бытовой рынок для солнечной энергетики: фонари на солнечных элементах для балконов и дач пользуются большой популярностью.

Мировое производство ХИТ характеризуется в настоящее время следующими особенностями:

- глобализация (укрупнение производств);
- объединение усилий (консорциумы, совместные предприятия, совместные исследования, конференции);
- увеличение роли научных исследований, преобладание материаловедческих исследований (итог — значительный рост удельных характеристик);
- большое внимание к утилизации ХИТ;
- новые конструктивные и технологические решения при производстве традиционных ХИТ (плетеные решетки из освинцованных нитей, пеносвинцев, биполярные конструкции, совершенствование конструкций высоковольтных батарей и др.);
- существенное преобладание работ по топливным элементам, водородной энергетике, альтернативной энергетике;
- во всех аспектах значительное усиление роли азиатских производителей.

Очень многие вопросы, несмотря на конкуренцию, решаются компаниями совместно. Это и переход на электропитание автомобилей от батарей в 36/42 вольт, и разработки аккумуляторов для гибридных автомобилей, разработки новых стандартов и др. Большой вес в них составляют материаловедческие исследования, при этом особое внимание привлекают наноструктурные материалы. За относительно короткое время вдвое улучшились характеристики никель-металлгидридных аккумуляторов в основном за счет улучшения свойств гидридообразующих сплавов. Прорыв по материалам может произойти в любом классе источников тока, например при применении пенистых углеродных структур для свинцовых аккумуляторов.

По оценке экспертов, в прошлом году инвестиции в область альтернативной энергетики составили \$30 млрд или 25% от общих вложений в энергетическую индустрию.

В США уровень утилизации свинцовых аккумуляторов достиг 99,2%, что выше, чем для каких-то других видов отходов.

Характерно, что Китай произвел в 2004 году 40% от мирового объема никель-металлгидридных аккумуляторов, а при росте ВВП в 9,1% рост производства безуходных свинцовых батарей составил 25%.

В России работают около 20 крупных производителей ХИТ, имеются, как минимум, 4 отраслевых института (бывший ВНИИТ, НИАИ «Источник», НИИСТА, НИИХИТ). Предприятия достаточно равномерно распределены по всей территории страны, имеют большие производственные возможности. Определены центры развития источников тока, такие

как Санкт-Петербург, Саратов, Тюмень. Проводятся работы по серийному внедрению источников тока новых электрохимических систем, закупается новое оборудование, некоторые виды продукции (суперконденсаторы, никель-водородные аккумуляторы) идут на экспорт, развиваются работы по металл-газовым источникам, солнечной энергетике. Активно работают некоторые малые предприятия, появились новые предприятия с участием иностранного капитала. Российская академия наук проводит исследования по многим актуальным направлениям, создана национальная ассоциация по водородной энергетике.

Однако в целом, к сожалению, мировые тенденции производства ХИТ пока не характерны для российских производителей.

Вот неполный перечень продукции, которую **не производят серийно** отечественные заводы при **массовом** выпуске аналогичной продукции за рубежом:

- первичные солевые элементы;
- первичные щелочные элементы;
- свинцовые аккумуляторы панцирной конструкции;
- герметизированные свинцовые аккумуляторы (VRLA);
- в том числе герметизированные свинцовые аккумуляторы малых типов;
- никель-кадмиевые цилиндрические аккумуляторы;
- никель-металлгидридные цилиндрические и призматические аккумуляторы;
- литий-ионные аккумуляторы;
- литий-полимерные аккумуляторы.

Можно признать, что рынок малогабаритных источников тока мы уже потеряли и, возможно, навсегда.

Конечно, не каждая страна должна иметь в производстве все типы мировой продукции, но характерно, что перечисленные группы ХИТ относятся к высокотехнологичным и наукоемким продуктам.

Последние три года объем выпуска свинцово-кислотных аккумуляторов не увеличивается, продажи на внешний рынок уменьшаются, наши предприятия контролируют около 50% рынка, но и этому сегменту реально угрожает импорт, в том числе из Украины. Если учесть, что появились новые производители, то традиционные заводы свой уровень явно снизили. Объем выпуска щелочных аккумуляторов значительно снизился по сравнению с советским периодом. Причины — резкое снижение выпуска электрокар, погрузчиков, применение погрузчиков со свинцовыми батареями, непродуманная политика структур ОАО «РЖД». При снижении объема выпуска традиционной продукции основные производители далеки от освоения литий-ионных,

никель-металлгидридных аккумуляторов, не говоря о топливных элементах. Почему так происходит? Перечислим проблемы, стоящие перед основными производителями:

- старые, изношенные морально и физически основные фонды;
- устаревшие технологии;
- размещение производств в центрах крупных городов, возникающие при этом экологические проблемы;
- отсутствие отраслевой науки, большой разрыв между академической, вузовской наукой и производителями;
- возрастающая конкуренция со стороны новых производителей;
- проблемы, связанные со сменой кадрового состава.

Это характерно для наших самых больших заводов, построенных 30, 50 и более лет назад. Экологические проблемы для старых заводов особенно важны, часто они возникают не по вине производителей. Например, Тюменский завод строился на окраине города с соблюдением всех санитарных норм, теперь город ведет застройку в санитарно-защитной зоне завода, а претензии предъявляются заводу.

Об отраслевой науке. Остались институты, остались названия, даже осталось некоторое финансирование НИР и ОКР. Но для того, чтобы выжить, институты или научные центры работают сами на себя, в том числе существуя на выпуске серийной продукции, вопрос о передаче технологий другим заводам давно уже не стоит, информации о новых отечественных технологиях заводы практически не имеют.

Кроме того, имеются общие проблемы для всех разработчиков и изготовителей источников тока:

- конкуренция со стороны зарубежных производителей, в том числе в стратегически важных применениях и в военной сфере;
- неэффективность таможенных барьеров;
- неблагоприятная ситуация на отечественном первичном для источников тока рынке;
- отсутствие развитого отечественного рынка материалов для ХИТ;
- отсутствие поддержки со стороны государства, отсутствие программ развития, в том числе программ развития первичного рынка для ХИТ;
- макроэкономический климат, не способствующий притоку капитала в производство.

О конкуренции. Отгородиться от мира мы не сможем, это надо понимать. Важно бороться с демпингом, нелегальным импортом, а в стратегической сфере необходимо более тщательно проверять заявляемые характеристики, которые часто оказываются завышенными.

О материалах. Рынка материалов нет, он сокращается. В свинцовых аккумуляторах используются импортные сепараторы, исчезли цинк и окись цинка высокой чистоты, есть проблемы с резиновыми изделиями, многими другими материалами, используемыми в аккумуляторах для военной техники. Замена требует длительных испытаний, а действующие документы усложняют внесение изменений в документацию. Получается, что виноват добросовестный изготовитель, а не тот, кто прекратил выпуск проверенного материала, и не тот, кто это разрешил. Всё списывается на рынок. Не в ущерб качеству изделий порядок замены материалов должен быть упрощен под гарантии изготовителя, либо должны быть приняты меры, исключающие самовольное прекращение выпуска материалов для военной техники.

Приведём характерный пример с обеспечением отрасли никельсодержащими материалами. ОАО «ГМК «Норильский никель»», являясь одним из крупнейших поставщиков никеля в мире, не может обеспечить производителей ХИТ особо чистым сульфатом никеля, гидратом закиси никеля. Новые продукты (сферический гидрат, пеноникель и другие) производители вынуждены покупать, даже для исследований, за рубежом. «Защитники» «Норильского никеля», в том числе и среди самих аккумуляторщиков, говорят: у нас же для материалов нет рынка! Но мы с таким же успехом можем сказать, что нет первичного рынка для аккумуляторов, а электронщики или изготовители бытовой техники могут говорить об отсутствии отечественных материалов и комплектующих, в том числе и аккумуляторов. Получается заколдованный круг! Вместе с тем речь идет не о каких-то экзотических материалах только для внутреннего пользования, а о востребованных в мире продуктах. Китай, получая относительно сырой никель из России, готовит из него высокотехнологичные продукты и отправляет на экспорт, а конкурент «Норильского никеля» компания «ИНКО» сама проводит работы по влиянию материалов на характеристики аккумуляторов и навязывает свой товар потребителю.

Вот два разных подхода! Мы не критикуем «Норильский никель», мы критикуем порядок, когда страна теряет там, где явно есть возможности приобрести. Это похоже на ситуацию с лесом, на которую обратил внимание Президент РФ: «вывозим бревна, чтобы потом закупать продукты их переработки».

Ещё один пример: мы говорим о перспективности литий-ионных аккумуляторов, готовы были заслушать Сибирский химический комбинат о работах по материалам для них, но руководство посчитало, что направление не перспективно и докладчика не направило.

Нам кажется, что отсутствие позиции государства, отсутствие каких-либо программ развития

отрасли, отсутствие целей, временных ориентиров значительно осложняет сложившуюся ситуацию, не способствует привлечению инвестиций. **Положение можно назвать критическим, поддержка государства не ощущается.** К примеру, на Украине закон об источниках тока несколько раз обсуждался в Раде. Может быть, наше государство не занимается промышленностью? Но мы знаем, как Роспром занимается Авиапромом. Обоим нужны источники тока. Проводятся парламентские слушания по АвтоВАЗу, на которых вопрос об аккумуляторах не рассматривается. В планах Минпромэнерго есть 26 рабочих задач на этот год, но упоминаний об источниках тока там нет.

Нам надо консолидироваться и доказывать, что разработка и производство источников тока должны быть определены как приоритетная и конкурентоспособная отрасль.

По оценке экспертной группы Комитета Российского Союза производителей и предпринимателей определение конкурентоспособности отраслей является тем этапом, который в экономической политике последних лет пока еще не был реализован. Как правило, до настоящего времени приоритетные отрасли не определялись на основании объективных критериев, а «получались» или «назначались» в результате лоббистской деятельности.

По всем объективным оценкам и на примере мирового опыта наша отрасль может быть приоритетной, конкурентоспособной и, по сути, стратегической, особенно в ближайшем будущем.

Нужна общая национальная программа развития источников тока в рамках Федеральной энергетической программы. Здесь мы полностью поддерживаем предложения, высказанные во время круглого стола, проводимого в конце 2005 г. РАН. Нужны программы по рациональному использованию аккумуляторов на железных дорогах, нужна программа по замене стационарных аккумуляторов и установке их в особо важных объектах, нужны программы утилизации ХИТ, нужны программы по материалам и планы работ по многим другим направлениям. Сам факт разработки и наличия программ уже поддержит отечественного производителя и привлечет инвесторов.

Никто, кроме нас самих, не добьется улучшения положения. В противном случае мы будем использовать только импортные источники, как это случилось в малогабаритной технике. Мы рассматриваем создание Национальной ассоциации как более активное продолжение общей работы. Для разработки различных программ, пропаганды отечественных возможностей и качества, создания общего информационного пространства, благоприятного решения вопросов стандартизации, изменения общественного

мнения в нужном направлении сил отдельных предприятий не хватит, нужно объединяться. Конечно, без государства и инвесторов нам не обойтись, но их помощь понадобится уже на конечных стадиях.

Необходимо налаживать контакты с властными структурами, соответствующими комитетами Госдумы, таможенными органами, Госстатом, другими профессиональными союзами и ассоциациями. Нам нужен обмен идеями и технологиями, нужен хороший отраслевой журнал. Нужны научные и прикладные статьи, нужны современные профессиональные справочники, нужны монографии, нужны научные школы и стимулы для подготовки молодых кадров. Нам нужна активная работа по техническим регламентам. Нам нужны свои выставки и конференции. Где сегодня могут собраться специалисты по свинцово-кислотным аккумуляторам? На секции свинцово-кислотных аккумуляторов Ассоциации «Интербат» под руководством наших украинских коллег! Говорить там о национальных проблемах не принято.

Нам нужны льготы при получении импортного оборудования и современных материалов, нужен строгий контроль при ввозе импортных аккумуляторов. Желательно вести статистику по переработке вторичного свинца и других видов использованных аккумуляторов.

Только на одних просьбах и заслонах импорту долго не просуществоешь, необходимо твердо уяснить себе, что в условиях рынка надо работать по его законам и что конкуренция будет усиливаться.

Но нам нежелательна **недобросовестная конкуренция, особенно** среди наших предприятий. Большинство споров можно решать внутри сообщества, в некоторых союзах и ассоциациях (например, существуют комитеты по этике). Перенос споров на государственный уровень и на заказчиков отрицательно влияет на общее отношение к отрасли и вредит каждому участнику таких споров.

Некоторые предприятия подменяют нормальную конкурентную борьбу по показателям «качество—цена—надежность» административным ресурсом, считая, что старые заслуги, наименование, формальные признаки или подписи чиновников дают какое-либо преимущество. Все это временно, и часто такие действия в конечном счете приводят к обратным результатам.

Необходимо рассмотреть и вопрос об организации центров коллективного пользования в области электрохимических исследований, оборудованных, как говорят, по последнему слову техники. Вопрос об одном из таких центров в Саратове прорабатывается.

Еще раз о науке. Ее финансирование не совсем заглохло. По линии Министерства обороны выделяются деньги на НИР и ОКР по современным направ-

лениям: никель-металлгидридные, литий-ионные аккумуляторы и другим, но особого прорыва здесь не наблюдается. Все, что оплачено государством, является его собственностью, в том числе результаты ОКР и сама документация, но они оседают в фирмах-исполнителях, остальные предприятия не имеют полной информации о достигнутых результатах. Желательно, чтобы государство на конкурсной или аукционной основе предложило разработанные технологии серийным заводам или другим внедренческим фирмам. Секретов здесь никаких нет, владелец — государство. Приблизительно так поступают в Китае. Это повысило бы эффективность государственных вложений, способствовало распространению передовых технологий, повысило роль институтов и других разработчиков. Одновременно определилась бы истинная цена разработки — разработку с показателями заведомо ниже мировых или плохо выполненную на свободном рынке никто не купит.

Нам необходимо оказать поддержку малым и средним предприятиям, отдельным творческим кол-

лективам, помогать им установить связи с серийными изготовителями и потребителями.

Если в производстве источников тока для бытовой техники мы проиграли, то в области промышленных ХИТ этого допускать нельзя. Химические источники тока в промышленности — это весь автомобильный и промышленный транспорт, экологически чистый транспорт, малые средства движения, системы бесперебойного питания, системы безопасности, оборона и, главное, альтернативная энергетика, эра которой уже наступает. В настоящее время для России это стратегическое направление развития отрасли, а, с учетом опыта выпуска аккумуляторов большой емкости, имеющих мощность, их географическому расположению, наличию сырья (никель, кобальт, литий и т. д.), наличию и развитию первичного рынка, оно может быть и конкурентоспособным. Безусловно, что и безопасность страны связана с нашим направлением. Доказывать это и реализовывать свои предложения опять-таки можно только коллективными усилиями.

УДК 621.355

О МЕРАХ ПО УКРЕПЛЕНИЮ ПОЗИЦИЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЗАВОДОВ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ БАТАРЕЙ

В. А. Солдатенко

ЗАО «Электрозаряд», Москва, Россия

Поступила в редакцию 23.04.06 г.

Проведен анализ российского рынка автомобильных батарей, показаны направления его развития и защиты.

The Russian market of automotive batteries is analyzed, some directions of its development and protection are shown.

Российский производственный комплекс изготовителей автомобильных батарей включает 7 предприятий, построенных в советский период, и 8 предприятий, которые были созданы в годы реформ и вышли на рынок после 1 января 2000 г., причем 5 из них, по российским меркам, можно отнести к крупным.

В условиях открытого рынка комплекс обеспечил устойчивый рост производства автомобильных батарей: с 4909 тыс. шт. в 2000 г. до 6808 тыс. шт. в 2004 г. Фактический выпуск этих изделий в 2004 г. составил 7098 тыс. шт., 290 тыс. батарей выпустил завод одной из турецких компаний в г. Зеленограде, однако в 2005 г. владельцы вывели его на Украину. Это послужило одной из основных причин того, что в 2005 г. производство батарей несколько снизилось и составило 6436 тыс. шт. (94,5% к 2004 г.).

В 2004–2005 гг. стабилизировался и национальный рынок, и доля национальных производителей на рынке, которая составила в 2005 г. 51% от общего объема продаж изделий данной номенклатуры.

В связи со стабилизацией рынка и завершением процесса формирования предпочтений отечественных потребителей в отношении обобщенного бренда «отечественный аккумулятор» параллельно с ростом производства шло перераспределение национальной «квоты» между «старыми» и «новыми» заводами. Этот процесс иллюстрирует табл. 1.

В условиях открытых рынков подобные процессы (и в части формирования уровня предпочтений национальных потребителей по отношению к обобщенному бренду «отечественный аккумулятор», и в

части перераспределения доли этого обобщенного бренда между отдельными национальными производителями) в мировой практике обычны. Особенно — если основным, как в России, является вторичный рынок.

Так, европейский холдинг транснациональной компании «Эксайд» производит более 40% европейских аккумуляторов. Однако его доли на вторичных рынках составляют: в скандинавских странах — не более 8%, в Италии и Соединенном королевстве — 12%, в Испании и Португалии — 17%, в Германии и Австрии — 19%.

И только в таких странах, как Франция и Польша, на территории которых, во-первых, доминируют производственные мощности «Эксайда», а, во-вторых, население весьма патриотично, доля «Эксайда» побольше, но и она не превышает 29%. Так что российский потребитель, который отдает своим производителям 51% своих предпочтений, — это очень патриотичный потребитель.

Тем не менее, этого мало — российским предприятиям крайне необходимо наращивать объемы производства. И дело даже не в том, что в связи с завершающимися в мировой батареей промышленности процессами консолидации и глобализации введены стандарты единичной мощности одного завода по производству автомобильных батарей — 5 млн шт./г. в Европе и (8–12)–(18–24) млн шт./г. в США. Эти стандарты пока для России невыполнимы.

Требующий более 12 млн батарей в год отечественный рынок можно считать достаточно емким, но он «размазан» на территории более 17,5 млн км²,

Таблица 1

Данные о производстве автомобильных батарей в России в 2004 и 2005 гг.

Годы	Произведено			Доля производства, %	
	Всего	«Старыми» заводами	«Новыми» заводами	«Старых» заводов	«Новых» заводов
2000	4909	4592	317	93.5	6.5
2005	6436	3140	3296	48.8	51.2

а даже в США на Западном побережье не всегда известны или малоизвестны производители батарей с Восточного побережья; батарейный бизнес считается региональным, батареи продают там, где их делают.

Транспортные расходы и стоимость содержания сбытовой инфраструктуры препятствуют «расползанию» аккумуляторов на слишком большие расстояния от мест их производства или выхода в обращение импортных батарей.

Так что для России важным является преодоление хотя бы миллионного рубежа единичной мощности заводов. Пока его преодолел только Тюменский аккумуляторный завод.

Как быть остальным в условиях, когда национальная «квота» на рынке жестко определена, технологический уровень предприятий более менее одинаков, а заводы распределены на территории страны так, как распределены; когда каждое из предприятий способно охватить только ту рыночную территорию, которую оно может удержать в соответствии с имеющимися финансовыми возможностями. А последние как раз и ограничены недостаточными объемами производства.

Задача настоящего сообщения — попытаться определить, каким образом и в какие сроки можно устранить это противоречие большинству отечественных производителей.

Но прежде посмотрим, что надо сделать для того, чтобы не потерять уже имеющиеся возможности продаж.

Защита рыночных территорий

Это одно из средств удержания уже завоеванных позиций.

Опыт производителей, расположенных на территориях Уральского и Сибирского Федеральных округов показал, что наличие на территории избыточного, по сравнению с потребностями местного рынка, производства автомобильных батарей является лучшей защитой территории от импорта.

В этом случае местный предпринимательский класс не ищет поставщиков батарей за рубежом.

А зарубежные компании, как известно, пока собственных сбытовых сетей на территории России

не имеют и, видимо, в ближайшие годы иметь не будут, их по собственной инициативе представляют только отечественные трейдеры.

В связи со сказанным имеет смысл посмотреть, во-первых, откуда легально поступают импортные батареи в Россию (табл. 2). Затем посмотреть, где легальные импортные потоки локализуются (табл. 3).

Таблица 2

Поток ввезенных легально в Россию импортных батарей с 1.05.2005 г. по 31.12.2005 г., тыс. шт.

Страны-поставщики	Импортные батареи
СНГ	
Украина	650
Казахстан	265
Узбекистан	35
ИТОГО	490 (41.9%)
Развивающиеся	
Южная Корея	314
Турция	295
Словения	85
Прочие	181
ИТОГО	875 (38.6%)
Размещение предприятий ТНК	
Германия	221
Польша	121
Чехия	53
Испания	47
ИТОГО	442 (19.5%)

Данные, приведенные в таблицах, позволяют сделать следующие выводы.

Очевидно, что отечественный потребитель в части легально ввезенных батарей второе место после российских заводов отдает производителям СНГ, третье место — производителям из развивающихся стран и лишь пятую часть легального импорта составляют батареи из стран размещения заводов транснациональных компаний (ТНК).

Как следует из данных, приведённых в табл. 3, локализация легальных импортных потоков происходит там, где отечественные заводы либо отсутствуют, либо имеют недостаточные производственные мощности.

Таким образом, и Москва, и Ростовская область, и Санкт-Петербург и, наконец, Приморский край либо обзаведутся обслуживающими их современными отечественными предприятиями, либо для российских

Таблица 3

Выход в обращение легально ввезенных с 1.05.2005 г. по 31.12.2005 г. импортных батарей по регионам

Регионы	Поступило в % к общему объему импорта	Доминируют
Москва	25.9	Турция — Польша — Южн. Корея
Ростовская обл.	21.2	Украина — Казахстан — Турция
Санкт-Петербург	14.3	Германия — Чехия — Испания — Узбекистан
Приморский край	8.6	Южн. Корея — Филиппины — Япония
Всего	70	
Прочие	30	Указанные выше

производителей с течением времени эти территории будут потеряны.

Отсюда следует элементарный вывод. Давно пора целевым образом реконструировать Подольский и Комсомольский-на-Амуре заводы под рынки Москвы, Московской области и Дальневосточного Федерального округа. Нельзя откладывать строительство отечественного завода в Северо-Западном Федеральном округе.

Отдельный вопрос — Ростовская область и Южный Федеральный округ в целом.

Здесь мы, по-видимому, опоздали, так как в этом географическом «углу» Украина создала мощную группу из 2 новых и 2 новейших заводов (Днепропетровск и Константиновка Донецкой области), которые придут в Россию (их надежды на европейский рынок — дело далекого будущего).

Нельзя, рассматривая российский Юг, забывать и Турцию с ее 24 млн батарей в год и потребностью внутреннего рынка 3 млн аккумуляторов. Турецкие конкуренты надолго останутся «зубной болью» российских производителей аккумуляторов.

Ожидаемый ассортиментный «взрыв»

Это проблема, если ее своевременно не заметить, тоже может «сбить» отечественных производителей с уже завоеванных позиций.

С заполнением страны автомобилями иностранного производства рынок России заполняют и батареи соответствующих типономиналов, ранее в России не используемых (табл. 4).

Вопрос в том, как скоро батареи новых типономиналов (а это не только емкости, но и исполнения в зависимости от модели автомобилей и т. п.) будут представлены на рынке в заметных количествах. Ответ на этот вопрос дают приведенные ниже данные, которые иллюстрируют ассортимент автомобильных батарей на примере Калининградской области.

Ассортимент рынка автомобильных батарей Калининградской области за период с 1.05.2005 г. по 31.12.2005 г.:

количество типономиналов — 54
количество проданных батарей, шт.:
— традиционных емкостей — 43311
— нетрадиционных емкостей — 48298
доля батарей нетрадиционных номиналов — 52.7%

Рынок Калининградской области сегодня — это модель российского рынка завтра.

Изменение этого рынка потребует существенной модификации, в первую очередь создание парка прессформ для корпусных деталей, универсальных линий сборки и т. д.

Чтобы сохранить нынешние позиции отечественных заводов, необходимы:

— создание конструкторского бюро и завода по производству современных пресс-форм (корпусные детали),

— переход на разработку (приобретения) сборочных линий, рассчитанных на сборку максимально большого числа номиналов и быструю переналадку (технология фирмы STEKO),

— ускоренное формирование объединений заводов (холдингов).

В противном случае рынок для российских батарей будет сокращаться.

Минимизированный экспорт

Напомним, что «взяв» свою долю на рынке собственной страны, сложившиеся мировые компании остальное берут на рынках других стран, в частности за счет экспорта.

Способны ли российские заводы сегодня решить проблему наращивания объемов производства за счет экспорта? Статистика свидетельствует о том, что нет (табл. 5).

Если решить проблему роста объемов производства, то можно быстро выйти на рынки хотя бы стран СНГ, а статистика это показала бы. Но пока она говорит об обратном. Сказанное вовсе не означает, что в 2005 г. обязательно надо было работать на внешних рынках хуже, чем в 2001 г. Но она говорит о

Таблица 4

Номинальные емкости импортируемых Россией автомобильных батарей массой более 5 кг (2004 г.), А-ч

12	28	44	56	68	78	97	120	143	182
14	30	45	58	69	80	98	125	145	190
15	32	46	60	70	82	100	126	150	200
16	34	47	61	71	85	102	128	160	210
18	36	48	62	72	88	105	130	162	215/6в
19	38	50	63	74	90	106	132	165	215/12в
20	40	52	64	75	92	108	135	170	200
21	42	54	65	76	95	110	138	175	230
25	43	55	66	77	96	115	140	180	250

Примечание. Жирным шрифтом в таблице выделены ранее в России не использовавшиеся номинальные емкости батарей, обычным — номинальные емкости традиционных для России батарей, клетки их размещения затенены.

том, что вопрос развития экспорта не так прост, как многим кажется. Это не только вопрос соотношения цена-качество.

Таблица 5

Реализация российских автомобильных батарей на внутреннем и внешних рынках, тыс. шт.

Рынки	Продано					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Внутренний	4592	4554	4989	5570	6295	6182
Внешние	317	614	437	592	803	254
Всего	4909	5168	5426	6162	7098	6436
Продажи на внешних в % от продаж на внутреннем	6.9	13.5	8.6	10.6	12.7	4.1

Не имея возможности довести выпуск батарей хотя бы до миллиона, отечественные заводы не могут из-за финансовых ограничений создать собственные заграничные сбытовые сети, а разорванное правовое поле стран СНГ делает неприемлемыми риски ориентации на трейдеров из этих стран.

Опыт мировых стран показывает, что рынки для экспорта надо готовить.

Путь в будущее

Он будет нелегким и долгим, но он существует.

Универсальным способом подготовки рынков других стран к экспорту, которые используют мировые компании, являются субконтрактные схемы. Они используются до тех пор, пока объемы реализации батарей чужеземного бренда на территории конкретной страны не сделают оправданным самостоятельный выход экспортера на данную рыночную территорию.

Смысл субконтрактных схем заключается в том, что компания А одной страны делает батареи под брендом компании Б другой страны на своей территории (и наоборот). За счет вывода на собственную территорию чужого бренда компания увеличивает домашние продажи.

Субконтрактные схемы имеют более универсальное применение. Глобализация вообще основана на субконтрактных схемах. Например, если батареи «Варты» (входит в ТНК «Джонсон контролс») будут продаваться в Южной Африке, то это вовсе не означает, что их привезут туда из Европы или завод «Варты» из Ганновера переедет в Йоханнесбург. Батареи фирмы «Варты» будет делать завод «Джонсон контролс» там же, в Южной Африке.

Итак, задача российских заводов: войти и пройти «субконтрактный» путь, готовя территории других стран к своим будущим экспортным операциям. Только так можно будет вырваться из тисков внутреннего рынка.

Путь, как уже было сказано, долгий, но усилия будут не напрасными.

Хотелось бы настоятельно порекомендовать начинать эту подготовительную работу немедленно, а предстоящую в сентябре сего года Европейскую конференцию по свинцовым аккумуляторам использовать для поиска партнеров.

Что будет мешать?

Дефицит автомобильных аккумуляторов в советский период, необходимость найти в России в начале реформ средства для существования привели к созданию трейдерского сообщества, занятого импортом этих изделий. В этом ничего плохого нет. Плохо, что параллельно возник и процветает теневой импорт. Приведем данные, которые позволяют оценить масштабы российского теневого импорта в 2005 г. (тыс. шт. батарей):

Продано легально — 7299

Ушло на комплектацию — 1475

Осталось для рынка замен — 5284

Батарей в эксплуатации — 30756

Реальный средний срок службы, лет — 3 (max)

Количество неэксплуатируемой техники, % — 10 (max)

Минимальный объем теневого сектора — 3400

Вторая разновидность теневых операций — занижение таможенной стоимости при легальном импорте (табл. 6).

Не будем говорить о потерях бюджета, не будем говорить о недобросовестной конкуренции. Отметим главное: теневики в комфортнейших финансовых условиях выступают в качестве своего рода добровольных и не создающих хлопоты квазисубконтракторов зарубежных производителей, «прописывая» их бренды на рынке России. Естественно, что в этих условиях у иностранных компаний, в том числе и у ТНК, нет нужды в субконтрактных услугах российских заводов.

Таблица 6

Теневая составляющая легального импорта автомобильных батарей (пример занижения таможенной стоимости, 2005 г.)

Таможня оформления	Страна происхождения	Кол-во оформленных партий	Средняя таможенная стоимость, \$/кг	Средняя стоимость сухозаряженной батареи 55 А·ч
Московская Северная	Германия	69	3.67	40.4
Балтийская	Германия	87	0.60	6.6

Затраты, которые возникают при доставке товара в Россию, компенсируются уходом от таможенных платежей и налогов. А ведь смысл субконтрактных услуг местных производителей на этапе подготовки местного рынка к будущему экспорту — в минимизации расходов, которые при этом надо нести будущему экспортеру.

Вопрос стоит так: либо отечественные производители добьются прекращения теневых операций, либо теневые операции ликвидируют отечественное аккумуляторостроение.

Что можно сделать немедленно?

В прошлом удалось на вебсервере (тогда — ГТК РФ) создать англоязычный сайт www.battery.customs.ru, функционировавший в 2000–2003 гг., на котором высвечивался весь легальный импорт. В связи с очередным реформированием таможенной службы он перестал существовать. Но за три года он позволил серьезно потеснить и собственно теневой импорт,

и ограничить использование теневых элементов легального импорта. Дело в том, что после каждого (квартального) его обновления обо всех произошедших изменениях на рынках информировались все батарейные компании мира, а также фискальные и таможенные службы стран-экспортеров.

В любом сообществе все пристально следят друг за другом, никто не хочет быть **замечен** в грязном бизнесе. Внимательно отслеживают ситуацию на рынке также налоговики и таможенники стран-экспортеров.

Возможны и другие способы информационного противодействия теневым операциям.

Поэтому необходимо:

— восстановить на вебсервере Федеральной таможенной службы англоязычный сайт об импорте ХИТ (коды 8506 и 8507), функционировавший в 2000–2003 гг.,

— организовать и профинансировать кампанию в прессе против теневого сектора и теневой составляющей легального импорта батарей.

УДК 621.355

**СОСТОЯНИЕ ПАРКА СТАЦИОНАРНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ РОССИИ
(АНАЛИТИЧЕСКАЯ СПРАВКА)****В. А. Солдатенко, Б. З. Лубенцов*, А. Б. Лубенцов*, В. Е. Дмитренко*,
Е. Г. Радионов**, Ю. И. Оршанский***ЗАО «Электрозаряд», Москва, Россия***ООО «Группа «Гальва», Черногловка, Россия****ООО «ЧЭКОС», Черногловка, Россия*

Поступила в редакцию 23.04.06 г.

Проанализированы состояние и структура парка стационарных аккумуляторов России. Основными потребителями данного вида источников тока являются предприятия Минатомэнерго, РАО «ЕЭС России», региональные (муниципальные) энергосистемы, РАО «Газпром», РАО «ЖД России», Минобороны, предприятия связи, транспорта, метрополитена, тяжелого и среднего машиностроения. Показано, что парк стационарных батарей в основном состоит из открытых батарей типа СК Курского аккумуляторного завода и герметизированных аккумуляторов типа СН югославского производства, средний срок эксплуатации которых превышает 15 лет. Анализ показал, что необходимо разработать стратегию развития этого сегмента аккумуляторных батарей.

The status and structure of the stationary battery park in the Russian Federation are analyzed. The enterprises of the Atomic Power Ministry, Ministry of Defence, YeES Rossii Corp., Gasprom Corp., ZhD Rossii Corp., regional (municipal) power systems, communication services, transport, metro, heavy and medium engineering works are the main consumers of this kind of power sources. The stationary battery park is shown to consist of SK flood batteries (made at the Kursk battery works) and SN VRLA (made in Yugoslavia), the average service life exceeding 15 years. The analysis has shown that the development strategy of this segment of batteries should be designed.

ВВЕДЕНИЕ

Стационарные аккумуляторы, обеспечивающие функционирование средств автоматизации, безаварийную работу, остановку и переключение силовых агрегатов при отсутствии электропитания, занимают в системе безопасности промышленных объектов особое положение, связанное с локализацией аварийных ситуаций и недопущением техногенных катастроф.

Составители настоящей справки ООО «ЧЭКОС» («Черногловский экологический сервис»), ООО «Группа «Гальва» и ЗАО «Электрозаряд» специализируются в области модернизации парка стационарных аккумуляторных батарей, проводят обследования состояния и анализ парка стационарных аккумуляторных батарей на энергосистемах, узлах связи, железных дорогах и объектах Министерства обороны России с целью подготовки технического персонала, выработки рекомендаций как для потребителей, так и для производителей аккумуляторов по номенклатуре, валовому производству и перспективам развития этого сегмента рынка аккумуляторов.

За последние 10–15 лет парк стационарных аккумуляторных батарей предприятий энергетики, железных дорог, связи и Минобороны в силу различных причин объективного и субъективного характера практически не возобновлялся, сильно изношен и на пределе (или за пределом) поддерживает работу указанных систем.

Как показала системная авария в «Мосэнерго» весной 2005 г., начало которой положил сбой в работе подстанции «Чагино», управление электрическими сетями, железными дорогами, связью и др. в отсутствии надежно работающих аккумуляторов выходит из строя и приводит к катастрофическим последствиям различной тяжести.

Попытки влияния на сложившуюся ситуацию путем проведения совещаний, заседаний, выпуска циркуляров, информационных писем, приказов, как на уровне министерств, так и межрегиональных, региональных и даже районных структур, объединяющих предприятия энергетики, связи, железнодорожников, оказались неэффективны. Финансирование работ по поддержанию парка стационарных аккумуляторов в работоспособном состоянии путем замены или ремонта осуществляется по остаточному принципу или не производится совсем, отсутствует координация между производителями и потребителями, на рынок проникают «конкурсные» низкосортные образцы, отсутствует система сопровождения и контроля работоспособности действующих и сбора отработавших аккумуляторов, не производится обучение и повышение квалификации обслуживающего персонала.

Энергетическая стратегия России на период до 2020 года предусматривает стимулирование притока инвестиций в модернизацию основных производственных фондов, сооружений и инфраструктуры.

При этом ее основой станут прямые частные инвестиции, в том числе и наукоемкие технологии.

Анализ состояния парка стационарных аккумуляторов в России, представленный в настоящем сообщении, позволит снизить риски при инвестировании как финансовых средств, так и дорогостоящих наукоемких технологий в неконтролируемую и достаточно малоизученную экономическую систему, которой на сегодняшний день является рынок стационарных аккумуляторов.

Этот анализ направлен на создание предпосылок для развития материальной базы современного производства стационарных аккумуляторов, расширение спектра и объемов услуг по их грамотному выбору, монтажу, планомерному обслуживанию, ремонту или замене и последующему обслуживанию аккумуляторного парка, развитие технологии и методов ремонта стационарных аккумуляторных батарей с учетом современных научно-технических новаций.

Системный подход в решении этой проблемы предусматривает:

- информационное обеспечение компаний, специализирующихся в области создания стационарных аккумуляторов и их сервисного обслуживания,
- снижения инвестиционных рисков при создании или модернизации действующих производств,
- создание координирующей структуры для осуществления мониторинга национальных парков стационарных аккумуляторов, систематического сбора информации об их состоянии,
- решение вопросов о путях и способах поддержания стационарных аккумуляторов в работоспособном состоянии, базируясь на современных отечественных научных разработках, включающих сочетание плановых замен отработанных батарей, их модернизацию и восстановительный ремонт,
- поэтапное наращивание объемов производства работ и расширение номенклатуры восстанавливаемых аккумуляторов.

1. РЫНОК СТАЦИОНАРНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ РОССИИ

В современной технике практически нет таких областей, которые не использовали бы различные накопители электрической энергии. Из всего разнообразия этих накопителей главенствующее положение занимают свинцово-кислотные аккумуляторы открытого (80%) и герметизированного (20%) типов.

Основными потребителями аккумуляторов на российском рынке являются предприятия Минтопэнерго РФ, РАО «ЕЭС России», ТЭК, региональные (муниципальные) энергосистемы, метрополитены, РАО «Газпром», РАО «ЖД России», Минобороны РФ, предприятия связи, транспорта, тяжелого и среднего машиностроения и т. п.

1. Структура электроэнергетической системы, планируемые направления ее развития и потребные затраты. Состояние основного коммутационного оборудования

Основные показатели, характеризующие электроэнергетическую систему России, планируемые направления ее развития, необходимые для этого затраты и производственные мощности электротехнического комплекса определялись на основе анализа материалов рабочей группы по разработке энергетической стратегии России на период до 2020 года, одобренных Правительством Российской Федерации (см.: «Основные положения энергетической стратегии России на период до 2020 года» (протокол заседания Правительства Российской Федерации № 39 от 23 ноября 2000 г.); «Стратегия развития атомной энергетики России в первой половине XX века» (протокол заседания Правительства Российской Федерации № 17 от 25 мая 2000 г.); Федеральную целевую программу «Энерго-эффективная экономика» на 2002–2005 годы и перспективу до 2010 года (постановление Правительства Российской Федерации № 796 от 17 ноября 2001 г.); материалы РАО «ЕЭС России» и ОАО «Главный вычислительный центр энергетики» (по данным АО-энерго и АО-электростанций); «Концепцию технического перевооружения РАО «ЕЭС России» и АО-энерго на период до 2015 года» (ОАО «Институт теплоэлектропроект», ОАО «Энергосеть-проект»); материалы ООО «Чэкос»).

Производственный потенциал электроэнергетики России составляют электростанции общей установленной мощностью до 215 млн кВт, линии электропередачи всех классов напряжения общей протяженностью 2.66 млн км, в том числе 150 тыс. км сети напряжением от 220 до 1150 кВ.

Более 90% этого потенциала объединено в Единую энергетическую систему (ЕЭС). В ее состав входят 72 региональные энергоснабжающие компании (АО-энерго) и 32 мощные электростанции федерального уровня (АО-электростанции) суммарной установленной мощностью генерирующих предприятий 156.2 млн кВт, объединенные в Холдинговую компанию РАО «ЕЭС России», 8 АЭС суммарной установленной мощностью 17.2 млн кВт (Концерн «Росэнергоатом»), Ленинградская АЭС установленной мощностью 4 млн кВт и АО-энерго, не входящие

в РАО «ЕЭС России» («Татэнерго», «Иркутскэнерго») суммарной установленной мощностью 20.2 млн кВт.

1.1. Структура генерирующих мощностей

До 70% общей установленной мощности составляют теплоэлектростанции (149.6 млн кВт), 20% — гидроэлектростанции (44.1 млн кВт), 10% — атомные электростанции (21.3 млн кВт).

В соответствии с «Основными положениями энергетической стратегии России на период до 2020 года» ввод новых и замещающих генерирующих мощностей предусматривается осуществлять на основе сценариев (благоприятного и пониженного) развития экономики страны. С учетом этого для реализации планов развития электроэнергетики до 2010 года (увеличение установленной мощности до 227–245 млн кВт) и замещения заявленного к выводу электроэнергетического оборудования потребуется (в зависимости от сценария развития экономики страны) ввести на электростанциях России от 22 до 40 млн кВт мощностей (от 2.2 до 4 млн кВт мощностей в год). При этом остаточный объем отработавшего парковый ресурс электроэнергетического оборудования сохранится на уровне 90 млн кВт (до 40% установленной мощности).

По предварительным оценкам потребные затраты на воспроизводство и развитие генерирующих мощностей до 2020 года должны составить от 117 до 174 млрд долларов США (ТЭС — 75–118, ГЭС — 19–21, АЭС — 23–35 млрд долларов США).

1.2. Электрические сети России (включая линии электропередачи (ЛЭП) и электрические подстанции (ПС))

Протяженность воздушных линий электропередачи напряжением 0.38–1150 кВ составляет 2.5 млн км, кабельных линий напряжением 0.38–220 кВ — 131 тыс. км. В электрических сетях эксплуатируется 17.6 тыс. электрических подстанций (напряжением 35 кВ и выше), имеющих одну и более стационарных аккумуляторных батарей общей установленной мощностью 609.1 млн кВА.

По данным Департамента электрических сетей РАО «ЕЭС России», износ основных фондов электрических сетей на 1 января 2001 г. составил в среднем 63.4 процента.

Общие капиталовложения по реконструкции и техперевооружению воздушных линий и подстанций (110 кВ и выше) оцениваются суммой свыше 4.8 млрд долларов США.

С учетом этого, а также реформирования электроэнергетики и создания федеральной сетевой компании, где **государство планирует иметь контрольный пакет акций, инвестиционная политика РАО**

«ЕЭС России» должна быть скорректирована в части обеспечения максимального восстановления и развития электрических сетей.

1.3. Структура и объем парка стационарных батарей

Сопоставляя оценки по структуре и объему парка стационарных аккумуляторов энергетики Европейской части России, полученные непосредственно от предприятий Центра, Северо-Запада и Юга РАО «ЕЭС России» и приведенные выше, суммарный парк аккумуляторных батарей объектов энергетики России составляет 25–30 тыс. батарей (около 3 млн элементов), обследование состояния которых указывает, что более половины из них требуют ремонта или замены.

Проведем структурную оценку парка аккумуляторных батарей (600 шт.) на примере данных 2002 г. по АО «Мосэнерго», условно разбив его на батареи сетевых и генерирующих предприятий.

Проведен анализ парка стационарных аккумуляторов наиболее представительных Ногинских электрических сетей. В настоящее время в системе ООО «Мособлэнерго» эксплуатируются в основном батареи открытого типа СК — 88%, закрытые батареи производства Югославии типа СН — 11% и ОРз — 1%, установленные в период от 1951 — 1996 гг., причем основная масса АБ эксплуатируется с 1972–1975 гг.

На рис. 1 видно, что из основной массы стационарных батарей четко выделяются 2 группы — АБ малой емкости (около 72 А·ч) и АБ средней емкости (около 360 А·ч).

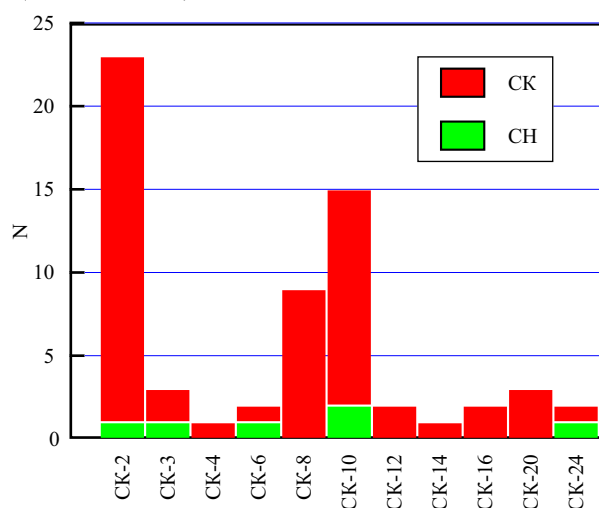


Рис. 1. Структура парка стационарных аккумуляторов Ногинских электрических сетей

Несколько отличаются структура парка АБ, эксплуатирующихся на генерирующих предприятиях (ТЭС, ГРЭС) Мосэнерго (рис. 2), где в основном эксплуатируются АБ большой емкости (1008 А·ч).

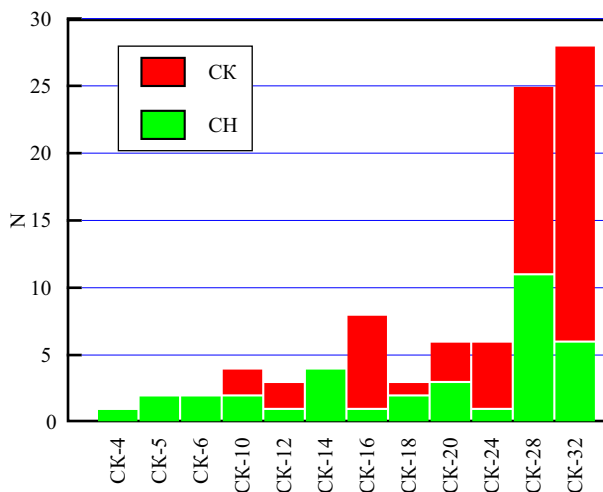


Рис. 2. Структура аккумуляторного парка генерирующих предприятий Мосэнерго

Обращает на себя внимание высокая доля использования аккумуляторов закрытого типа СН (около 35%), требующих в ближайшее время замены — в основном из-за разрушения пластиковых корпусов.

2. Структура и динамика развития аккумуляторного парка метрополитенов

В Российской Федерации в 12 крупных городах (Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Новосибирск, Самара, Екатеринбург, Омск, Челябинск, Красноярск, Казань, Уфа, Волгоград) находятся в эксплуатации 266 станций метрополитена и готовятся к пуску к 2015 г. еще 139 станций. Оценка численности и структуры аккумуляторного парка метрополитена произведена на основании данных по Московскому метрополитену, эксплуатирующему около 250 батарей типа СК, большинство которых обладают номинальной емкостью около 360–396 А·ч. Учитывая сравнительно небольшую долю сегмента парка стационарных батарей метрополитенов от всего национального парка, оценим среднестатистический парк одного метрополитена в 100 батарей. Таким образом, все метрополитены России эксплуатируют приблизительно 1200 аккумуляторных батарей. Особенностью этого сегмента парка аккумуляторов является тот факт, что в условиях повышенной требовательности к безопасности достаточно надежно себя зарекомендовали лишь аккумуляторы с электродами большой поверхности типа СК, по европейской (немецкой) классификации Groe.

3. Структура и численность аккумуляторного парка железных дорог России

По протяженности российские железные дороги занимают второе место после США. Их эксплуатационная длина составляет 86,2 тыс. км, из них электрифицировано 40,8 тыс. км.

С учетом батарей, необходимых для обеспечения службы сигнализации, связи и вычислительной техники и более 1,5 тыс. тяговых подстанций численность стационарного аккумуляторного парка как минимум составит приблизительно 3 тыс. шт., как правило, емкостью около 360–400 А·ч.

4. Структура аккумуляторного парка предприятий связи России

Достаточно сложным является вопрос о численности и структуризации аккумуляторного парка предприятий связи.

С одной стороны, значительное число телефонных узлов междугородней, городской, районной, поселковой связи, которое можно оценить из расчета 1 АТС на 10 000 абонентов при общем населении около 200 млн человек в 20 тыс. батарей, а с другой стороны, непрерывное совершенствование средств связи, обеспечивающее снижение энергетических затрат, в конечном счете приводит к значительному снижению потребности в аккумуляторах большой емкости.

Выборочные данные по Московской, Тульской и Курской областям указывают как на правильность оценок численности парка, так и на тенденцию к замене аккумуляторов открытого типа емкостью 360–400 А·ч на батареи закрытого типа емкостью менее 250 А·ч, как правило, с загущенным электролитом импортного производства.

Данные таможенных органов по структуре и заполнению отдельных сегментов рынка импортными стационарными аккумуляторами в 2004 и 2005 гг. свидетельствуют о том, что, по крайней мере, их легальный приток, от общего числа ввозимых на территорию России, на 90% происходит в предприятия связи, где достаточно планомерно происходит обновление парка стационарных аккумуляторов. Причем эта тенденция к обновлению имеет устойчивую динамику, охватывающую около 1 тыс. батарей в год.

5. Общий обзор и оценка парка стационарных аккумуляторов оборонного, промышленного и коммунального назначений

Этот сегмент парка стационарных аккумуляторов является наименее изученным, и прогнозировать тенденции его развития достаточно сложно.

Официальные данные о численности парка стационарных аккумуляторов оборонного значения являются закрытой информацией.

О численности и структуре парка стационарных аккумуляторов промышленного назначения можно судить по нескольким примерам. Магнитогорский металлургический комбинат эксплуатирует около 80 батарей СК-18 и СК-22, в то же время сетевые предприятия Магнитогорского района насчитывают около

14 батарей. Только одно из химических предприятий Новомосковского района Тульской области НАК «Азот» эксплуатирует около 20 батарей СК-22, а все Новомосковские сети АО «Тулэнерго» насчитывают 14 батарей.

Городские (муниципальные) распределительные сети, ведомственная принадлежность которых весьма неопределенна, по экспертным оценкам, если не превосходят, то, по крайней мере, по числу эксплуатируемых стационарных аккумуляторов находятся на одном уровне с сетевыми предприятиями РАО «ЕЭС России», причем, учитывая постоянный дефицит муниципальных бюджетов и недостаточную квалификацию обслуживающего персонала, находятся в гораздо худшем техническом состоянии.

Выборочные данные по структуре парка стационарных аккумуляторов, накопленные за последние 10 лет как по территориальному (город, район, область) признаку, так и по ведомственной принадлежности (РАО «Газпром», Минобороны РФ, промышленные и муниципальные предприятия и другие) позволяют оценить суммарный объем их парка, как минимум, в 2–3 раза превышающий аккумуляторный парк предприятий энергетики (30 тыс. батарей), что составляет приблизительно 60 тыс. единиц стационарных батарей различных типов.

Суммируя все приведенное выше, можно ориентировочно оценить парк стационарных батарей в 100–110 тыс., включающих около 10 млн отдельных элементов и его структуру. В настоящее время парк стационарных аккумуляторов в основном на 60–65% состоит из аккумуляторов открытого типа СК производства Курского завода «Аккумулятор» и Харовского стекольного завода «Заря», средний срок эксплуатации которых превышает 30 лет, и герметизированных аккумуляторов СН югославского производства, средний срок эксплуатации которых не превышает 15 лет.

Несложно подсчитать, что при неизменном качественном составе парка только на его замену потребуется единовременно около 5 млн штук аккумуляторов, а затем ежегодно заменять не менее 3.3% или 200 000 штук аккумуляторов типа СК и 6.6% или 200 000 штук герметизированных аккумуляторов, заменяющих СН.

На рис. 3 представлена структура аккумуляторного парка предприятий энергетики, который насчитывает около 25–30 тыс. свинцово-кислотных стационарных батарей различных типов. На 66% он состоит из аккумуляторов открытого типа СК производства Курского аккумуляторного завода. Они хорошо себя зарекомендовали. Средний срок их эксплуатации составляет 30 и более лет. 27% парка принадлежит

аккумуляторам закрытого типа СН югославского производства. Около 7% парка отдано батареям других типов, в том числе и зарубежного производства.



Рис. 3. Структура аккумуляторного парка предприятий Центра РАО «ЕЭС России»

Наибольшую тревогу вызывают югославские батареи, которые массовым порядком были установлены и запущены в эксплуатацию в период с 1985 по 1993 г., составляющие около 30% всего парка. Их ресурс составляет около 12–14 лет и в настоящее время подошел или подходит к концу.

На рис. 4 приведены данные о сроках эксплуатации и выборочного обследования состояния батарей типа СН. Видно, что пик массовой установки батарей этого типа приходится на 1988–1989 гг., а «волна» выхода их из строя началась в 1998–1999 гг., приблизительно через 10–12 лет, как и ожидалось. По прогнозу к 2006–2007 гг. будет потеряны практически весь парк СН.

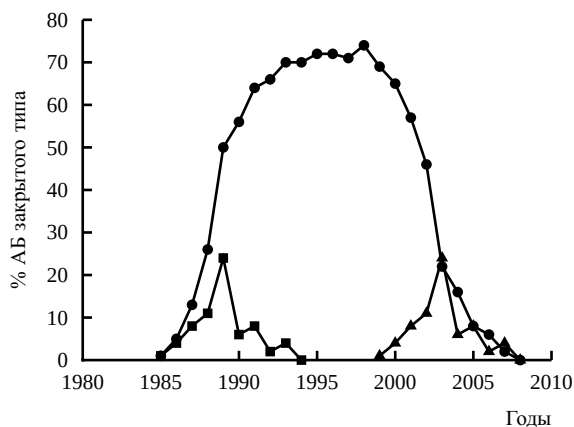


Рис. 4. Динамика пуска, выхода из строя и суммарное количество АБ типа СН: ■ — установлено, ● — действующий парк, ▲ — износ

Обследования аккумуляторного парка показали, что за истекший период достаточно поизносился и парк СК, честно отработавших и переработавших свой ресурс.

На рис. 5 приведено соотношение сегментов существующего парка аккумуляторных батарей всех

типов и сегмента, требующего немедленной модернизации. Необходима замена или модернизация всех СН и половины СК. Решение вопроса о пути обновления парка аккумуляторов в настоящее время весьма актуально.

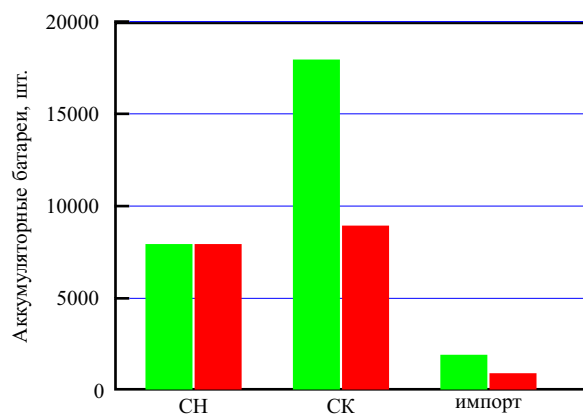


Рис. 5. Сегменты парка аккумуляторных батарей: существующего (светлые); и требующего модернизации (темные)

Наибольшее опасение вызывает массовый выход югославских аккумуляторов СН из строя, из-за повышенного давления электродов на ослабленный временем из-за химической деструкции пластиковый корпус. К сожалению, изменить материал корпуса невозможно из-за неразборной конструкции аккумулятора СН, но возможно снизить давление электродов и уменьшить вероятность растрескивания корпусов.

Почему возникает повышенное давление? Причина одна — так называемая «необратимая сульфатация» — образование повышенного количества сульфата свинца в активной массе электродов, вызванного хроническими недозарядками, неправильным режимом подзаряда и ставшей уже «притчей во языцах» доливке в электролит избыточного количества серной кислоты. В настоящее время нами разработаны методики, позволяющие реально избавиться от этой аномальной сульфатации с помощью добавок электропроводящих полимеров и зафиксировать это состояние как минимум на несколько лет, что позволит значительно увеличить время эксплуатации аккумуляторов с пластиковыми корпусами, позволяющее планомерно произвести их замену в течении 6–7 лет (рис. 6).

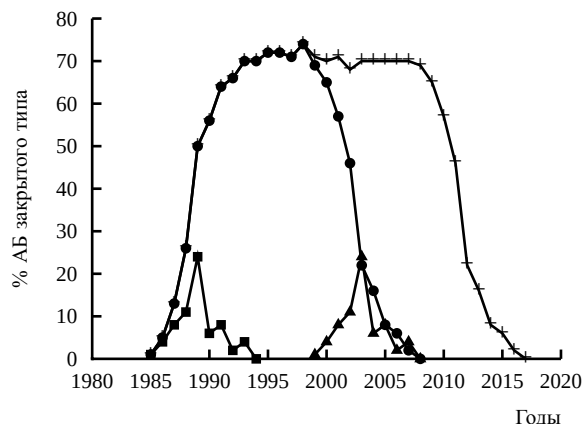


Рис. 6. Прогноз изменения парка стационарных аккумуляторов СН с использованием методов десульфатации модификатором «Чэкос»: ■ — установлено, ● — действующий парк, ▲ — износ, + — модифицированный парк

Этого времени будет достаточно для того, чтобы сделать правильный выбор стратегического направления развития аккумуляторного парка.

Почему так остро возник вопрос о замене традиционно применявшихся энергетиками аккумуляторов на другие типы? Во-первых, СФРЮ больше не существует, во-вторых, руководство курского завода «Аккумулятор» объявило о прекращении выпуска аккумулятора СК и запчастей для его ремонта на фоне массового старения и выхода парка стационарных аккумуляторов России из строя (рис. 7).

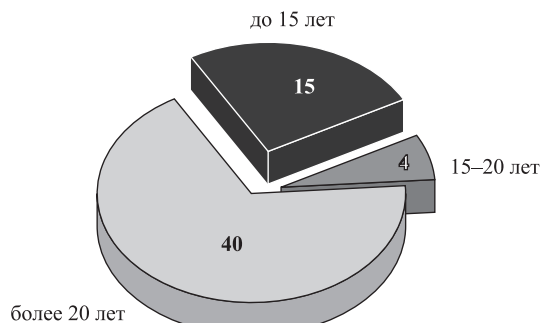


Рис. 7. Срок эксплуатации аккумуляторных батарей в сетевых предприятиях энергетики

Отдавая отчет в оценочном характере создавшегося критического положения и реальной возможности возникновения техногенных катастроф различного уровня, на восстановление национального парка стационарных аккумуляторов осталось мало времени.

УДК 621.355

РАЗВИТИЕ РЫНКА ИСТОЧНИКОВ ТОКА НОВЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

С. Б. Орлов

Национальная ассоциация производителей источников тока «РУСБАТ», Москва, Россия

Академия проблем безопасности, обороны и правопорядка РФ, Москва, Россия

Региональный консультационно-технический центр автономных источников тока «Фирма АЛЬФА-плюс», Москва, Россия

Поступила в редакцию 04.09.06 г.

Дан анализ состояния и развития рынка химических источников тока на основе новых электрохимических систем в сравнении с другими источниками тока

The status and development of the market of chemical power sources based on new electrochemical systems in comparison with other power sources are analyzed.

Энергетика наряду с научно-техническим потенциалом, природными ресурсами и некоторыми другими факторами лежит в основе иерархии стратегических рисков (рис. 1).

В России энергетика является одной из системообразующих сфер жизнедеятельности государства: на долю топливно-энергетического комплекса (ТЭК) приходится

- 30% промышленного производства;
- ТЭК даёт 32% консолидированного бюджета,
- 54% федерального бюджета,
- 54% экспорта,
- 45% валютных поступлений.

Поэтому термин «национальная безопасность» имеет для России специфическое содержание. Поскольку страна является крупнейшим мировым экс-

портером топлива, то правильнее говорить об **энергетическом аспекте национальной безопасности**, или **об энергетическом факторе стратегических угроз**.

Наряду с первичными энергоносителями (газ, нефть и т. д.) важнейшим энергетическим ресурсом является электроэнергия, способы получения которой сведены в табл. 1

Одними из важных задач так называемой «большой энергетики» являются операции промежуточного хранения перерабатываемого запаса энергии и операции доставки энергии до конечного потребителя, что осуществляется в основном за счет применения автономных источников тока. Конечно, долю, занимаемую химическими и физическими источниками тока в экономике страны, не сравнить с долей «большой энергетики», но надо понимать, что они являются



Рис. 1. Иерархия стратегических рисков

Таблица 1

Способы получения электроэнергии

«Большая энергетика»		«Малая энергетика»												
		Стационарные								Мобильные				
Невозобновляемые		Возобновляемые												
Традиционные				Нетрадиционные (физические источники тока)								Химические источники тока		
Топливо		Вода							Ветер	Солнце		Электроэнергия	Хим. энергия	
ТЭС	АЭС	ГидроЭС	Малые гидроЭС	Приливные	Течения	Энергия волн	Смещение соленой и пресной вод	Геотермальные	Ветроэлектро-станции	Солнечные ЭС	Автономные	Ионисторы	Перезаряжаемые (вторичные, аккумуляторы)	Неперезаряжаемые (первичные)
											Сетевые			

крайне важной ее составной частью, без которой «большой энергетике» в ряде случаев просто невозможно функционировать. Поэтому нельзя оставлять на долю автономных источников тока роль пасынка, о котором известно, что он существует, но которым можно пренебрегать.

К тому же сейчас у всех на устах термины «мобильность», «коммуникация» и ряд столь же популярных терминов, само существование которых невозможно без автономных (в первую очередь химических) источников тока. Или мы будем таскать за собой провода? Но и провода спасут далеко не всегда: существенно возрастают требования к качеству энергообеспечения, что невозможно реализовать без источников бесперебойного питания. От этого напрямую зависит функционирование ряда жизненно важных объектов, уже не опосредованно, а непосредственно влияющих на безопасность страны. И вот, казалось бы, дождались. . .

После долгих обсуждений и доработок в августе 2003 г. была принята «**Энергетическая стратегия России на период до 2020 года**». (Утверждена Распоряжением правительства РФ №1234-р от 28 августа 2003 г.) В документе констатируется:

- Россия располагает значительными запасами энергетических ресурсов и мощным топливно-энергетическим комплексом, который является базой развития экономики, инструментом проведения внутренней и внешней политики. Роль страны на мировых энергетических рынках во многом определяет ее геополитическое влияние.

- Энергетический сектор обеспечивает жизнедеятельность всех отраслей национального хозяйства, способствует консолидации субъектов Российской Федерации, во многом определяет формирование основных финансово-экономических показателей страны.

- Эффективное его использование создает необходимые предпосылки для вывода экономики страны

на путь устойчивого развития, обеспечивающего рост благосостояния и повышение уровня жизни населения.

- Начавшийся экономический рост неизбежно повлечет за собой существенное увеличение спроса на энергетические ресурсы внутри страны, что требует решения унаследованных и накопившихся за годы реформ экономических проблем в условиях глобализации и ужесточения общемировой конкуренции, обострения борьбы за энергетические ресурсы, рынки и др.

- Для долгосрочного стабильного обеспечения экономики и населения страны всеми видами энергии необходима научно обоснованная и воспринятая обществом и институтами государственной власти долгосрочная энергетическая политика.

В упомянутой и долгожданной «Энергетической стратегии России» химические источники тока упоминаются, но только один раз в разделе «Научно-техническая и инновационная политика в ТЭК»:

«Важным направлением исследований является поиск и освоение принципиально новых технологий бестопливной (углеводородной) энергетики:

- развитие водородной энергетики;
- создание химических источников тока».

Такое упоминание вскользь, безусловно, совершенно не заслужено и является следствием того, что разработка и производство ХИТ у нас в стране практически сведены на нет, так что в пору действительно говорить о «создании», а не о развитии отрасли.

Для того чтобы понимать, каково состояние производства источников тока, рассмотрим, что представляет собой сейчас мировой рынок автономной энергетики.

Общий мировой рынок химических источников тока в 2005 г. составил 38 млрд долл. США (рис. 2). При этом существенную долю (13 млрд долл. США) занимают первичные, т. е. неперезаряжаемые элементы и батареи (рис. 3).



Рис. 2. Распределение мирового рынка ХИТ

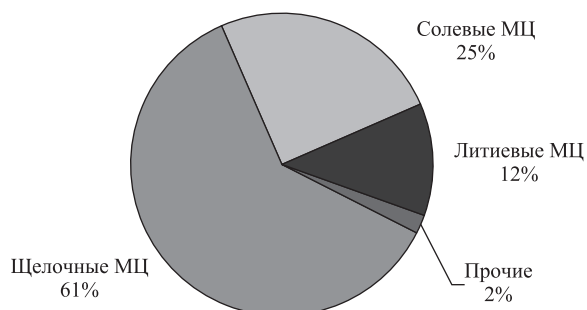


Рис. 3. Первичные элементы и батареи

Основные тенденции развития сегмента первичных систем до 2010 г. это:

- Сохранение объема потребления на ближайшие 2 года на том же уровне в стоимостном выражении (со смещением акцента на литиевые и воздушно-цинковые за счет сокращения доли солевых элементов) при снижении объема потребления в штучном выражении на 20–30%.

- До 2010 г.: потеря наиболее массовых потребителей за счет вытеснения вторичными системами, сокращение объема рынка в стоимостном выражении в 2–3 раза. Первичные системы сохраняют свое значение в устройствах, срок эксплуатации которых может быть обеспечен максимум 1–2 заменами источника тока (часы, измерительная и контрольная аппаратура, оборудование сезонного использования с обязательным регламентным обслуживанием).

Главными причинами такого состояния дел на рынке первичных источников тока являются:

- Достижение вторичными системами (аккумуляторами) практически всех ключевых потребительских показателей: емкости разового цикла, сохраняемости, мощностных параметров, характерных для первичных систем.

- Сближение стоимости Вт·ч вторичных систем с основной массой первичных.

- Изменение менталитета потребителей («необслуживаемый черный ящик», сообщающий о своей

готовности и возможности выполнения задач, которые собирается возложить на него потребитель).

- Изменение приоритета экологических вопросов.

Рынок вторичных систем составляет примерно 25 млн долл. В области промышленных и автомобильных аккумуляторов пока безраздельно господствует свинцово-кислотная система (89%).

Почему она?

На чаше весов лежат, с одной стороны, следующие причины:

- отработанность и привычность системы,
- приемлемая цена,
- наличие относительно больших мировых запасов свинца,
- простота и эффективность переработки старых аккумуляторов.

А с другой стороны:

- необходимость регламентных работ при длительном хранении даже для новых, «безуходных» аккумуляторов,
- невозможность оставления разряженного аккумулятора при низких температурах (весьма частое явление, особенно в регионах нашей страны),
- «нежелательность» глубоких разрядов,
- невозможность прогнозирования выхода из строя,
- экологический фактор,
- невозможность размещения в герметичных отсеках.

Пока при выборе системы у потребителя перевешивает первая группа причин, особенно ценовой показатель.

В области источников тока для портативной техники ситуация несколько иная. Переход на продукцию третьего поколения вызывает резкое повышение требований к характеристикам источников тока (рис. 4).

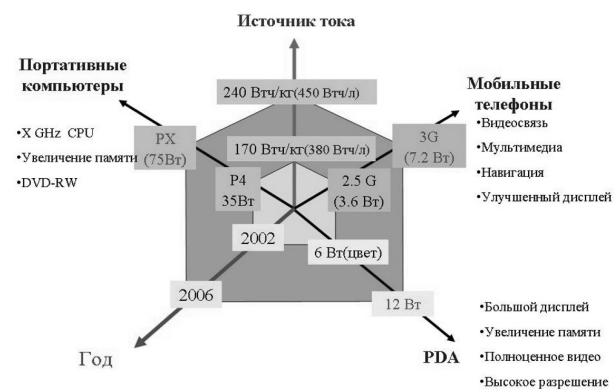


Рис. 4. Рост требований к источнику тока третьего поколения

А производители говорят уже о четвертом поколении, которое требует дальнейшего повышения характеристик по запасу энергии.

В области источников тока специального применения, например в программе перевооружения НАТО Land Warrior, в 1999 г. была поставлена задача достижения следующих показателей:

Год	Удельная энергия, кВт·ч/кг
2003	0.27
2005	1.45
2008	3.1
2025	5.9

Однозначно, что решить эту задачу на основе свинцовых (СА), как, впрочем, и никель-кадмиевых (Ni/Cd) аккумуляторов нельзя. Поэтому среди вторичных систем в этих секторах получили развитие и преобладают электрохимические системы, появившиеся в последние 10–15 лет:

никель-металлгидридная (Ni/MH),
литий-ионная (ЛИА),
литий-полимерная (ЛИПА, ЛПА).

Динамика изменения положения этих систем на мировом рынке видна на рис. 5.

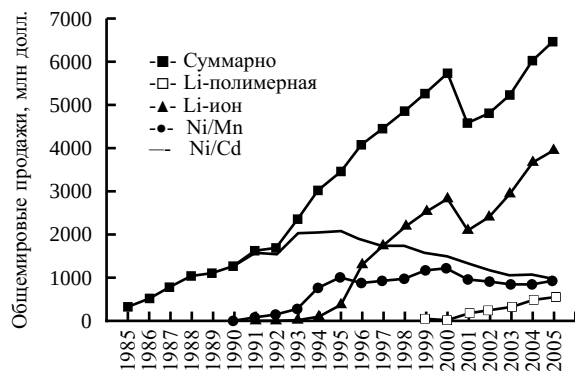


Рис. 5. Мировой объем продаж малогабаритных аккумуляторов

Рассматривая рынок электрохимических систем, можно отметить следующие особенности.

По состоянию на 2005 год рынок Ni/Cd аккумуляторов составлял порядка \$950 млн. Рынок относительно стабилен, со снижением в стоимостном выражении на 5% в год. Важным показателем является то, что практически всеми ведущими фирмами, производящими Ni/Cd аккумуляторы, прекращены исследовательские работы по улучшению их характеристик. Например, Panasonic прекратил разработки в 2002 г. и сократил производство с 2002 г. в 2 раза, номенклатуру сократил в 3 раза. Sanyo сохраняет объем производства на практически постоянном уровне, но также прекратило разработки в этом направлении. Некоторые оптимистичные прогнозы ряда маркетинговых фирм, предсказывающие сохранение в полном

объеме рынка малогабаритного Ni/Cd, основаны на предположении о его существенной доле в электронике, игрушках, радиомоделизме, что, на наш взгляд, неверно, так как не учитывает большого прогресса в характеристиках и снижении цен других систем. Возможно, Ni/Cd система останется для ряда радиостанций, в основном старых типов, в аварийном освещении, так как более устойчива по сравнению с другими (по крайней мере пока) к глубокому разряду и хранению в разряженном состоянии. Немаловажными обстоятельствами являются также повышение цен на никель, и экологические проблемы, связанные с использованием кадмия.

В области металлгидридных аккумуляторов также наблюдается снижение количества разработок. На этом направлении активные разработки ведут только COBASYS (OVONICS), MOLTECH и Sanyo. Несмотря на то, что, начиная с коммерциализации в 1991 г., система претерпела ряд существенных улучшений, предсказать сейчас, какую долю рынка удастся удержать Ni/MH, трудно. По состоянию на 2005 г. сегмент Ni/MH составлял \$660 млн, при этом он вырос по сравнению с предыдущим годом на 5%, в основном за счет резкого увеличения производства гибридных электромобилей. Некоторые оптимистичные прогнозы и в дальнейшем связываются с рынком гибридных автомобилей (ГЭМ) и электромобилей (ЭМ), основываясь на продолжительном сроке этих разработок и необходимости длительных проверок новых аккумуляторов в автомобильной промышленности. Наиболее яркой новинкой 2005 г. явился коммерческий выпуск компанией Sanyo аккумулятора в габарите AA Eneloop. Емкость этого аккумулятора составляет 2 А·ч, что, конечно, ниже наиболее энергоемких аккумуляторов 2005 г. (2.7 А·ч), но его несомненным достоинством является резко сниженный саморазряд (табл. 2), что ставит его на одну ступень с первичными щелочными элементами для достаточно большого круга потребителей, которые хотят использовать источник тока сразу после покупки в магазине, не производя над ним никаких работ (заряд, необходимый для аккумуляторов обычных серий). В то же время его емкость лежит в диапазоне 2–2.7 А·ч, характерном для большинства современных щелочных первичных элементов.

Таблица 2

Саморазряд никель-металлгидридных аккумуляторов

Модель	SANYO HR-3U	Наилучшие результаты других компаний	Eneloop		
Хранение при 20°C	6 мес.	6 мес.	6 мес.	1 год	2 года
Остаточная емкость, %	75	80	90	85	75

Рынок малогабаритных ЛИА в 2005 г. составил \$3.9 млрд с годовым приростом 8%, рынок ПЛИА увеличился на 20% и составил \$0.6 млрд. В 2005 г. можно отметить появление моделей с повышенной емкостью (до 2.8 А·ч для габарита 18650), коммерциализацию элементов с фосфатными катодными материалами, расширение номенклатуры силовых серий, появление моделей, которые производители позволяют использовать при одиночном применении без плат контроля, разработку электродов биполярной конструкции. Особо следует отметить, что в связи с внедрением в промышленное производство новых катодных и анодных материалов появились модели, которые нужно эксплуатировать в другом окне безопасных напряжений (например, 2.5–4.5 В для Nexelion с катодом из смеси LiCoO_2 , $\text{Li}(\text{Ni}, \text{Co}, \text{Mn})\text{O}_2$ и анодом из аморфного композита Co-Sn-C , производимых Sony, вместо 3.0–4.2 В, характерных для традиционных ЛИА на основе кобальтата и графита).

По некоторым прогнозам можно ожидать увеличения рынка малогабаритных аккумуляторов к 2010 г. до \$19–23 млрд, причем порядка 70% должны занять литиевые системы.

Тенденциями сегмента вторичных систем до 2010 г. являются:

- Небольшое снижение общего объема потребления на ближайшие 2 года Ni/Cd батарей (порядка 20–30%) за счет вытеснения другими системами, в дальнейшем более быстрое снижение и стабилизация на уровне 300 млн Вт·ч (данный прогноз расходится с другими маркетинговыми исследованиями, основанными на предположении о сохранении ключевой роли Ni/Cd в электроинструментах и аварийном освещении).

- Несколько более замедленное, но с теми же тенденциями снижение объема потребления Ni/MH (данный прогноз расходится с другими маркетинговыми исследованиями, основанными на предположении о сохранении ключевой роли Ni/MH в ГЭМ).

- Возрастание как доли, так и абсолютной величины вторичных систем на основе лития (ЛИА, ПЛИА, литий-полимерных (ЛПА), литий-серных (ЛС)). Вытеснение Ni/Cd и Ni/MH , а также суперконденсаторов из большинства существующих применений. Вытеснение свинцово-кислотных и никель-кадмиевых аккумуляторов в части стационарных и подвижных объектов резервного питания и промежуточного хранения энергии.

- Реальных данных о появлении вторичных систем, основанных на других принципах, пока нет.

Основные причины, которые позволяют ЛИА доминировать на рынке вторичных систем, следующие:

- Достижение и превышение вторичными системами на основе лития практически всех ключевых потребительских показателей: удельных характеристик, емкости, сохраняемости, мощностных параметров, ресурса, температурного диапазона. Снятие ограничений на создание аккумуляторов большой емкости. Решение проблемы безопасной эксплуатации.

- Сближение стоимости Вт·ч, а в ряде случаев и более низкие величины стоимости литиевых систем с основной массой других вторичных систем.

- Изменение менталитета потребителей («необслуживаемый черный ящик», который должен сообщать о своей готовности и возможности выполнения задач. Кстати, это хороший пример первоначальной трудности, которая превратилась в достоинство системы при создании «Систем управления энергией», позволивших реализовать принципиально новые потребительские качества источников автономного питания).

Ранее считалось, что ЛИА хороши и перспективны только для малогабаритных систем с относительно низким током разряда, причем в области ценонезависимых применений. Однако в настоящее время ситуация резко меняется.

Прогнозируется, что рынок ЛИА для портативной электроники, послуживший в свое время импульсом для развития литий-ионной системы, будет развиваться не очень интенсивно в стоимостном выражении. Количественное возрастание объемов будет компенсироваться снижением цены за Вт·ч. Рост рынка ЛИА всецело будет определяться возможностями ЛИА новых поколений. Наиболее существенный рост рынка связывается с новыми применениями (рис. 6, табл. 3), которые могут учетверить существующий сегодня рынок, оцениваемый на конец 2005 г. в \$7 млрд.

Новые сегменты рынка ЛИА должны расти. Так, например, рынок батарей для беспроводного электроинструмента в ближайшие несколько лет будет увеличиваться ежегодно на 10–20%. Это стало возможным благодаря разработке и коммерческому выпуску мощных и энергоемких литиевых аккумуляторов, к тому же конкурентоспособных с другими типами источников тока по цене.

Также в стадии завершения находится решение вопроса о применении ЛИА и в других стратегических областях, требующих большие емкости и большие разрядные токи (тяговые и стартерные режимы). Это касается в первую очередь электромобилей и железной дороги, стационарных объектов телекоммуникаций, авиационного, космического, подводного и ряда других применений, в частности робототехники, которая, возможно, окажет такую же определяющую роль в развитии аккумуляторной промышленности, как в свое время сотовая телефония.

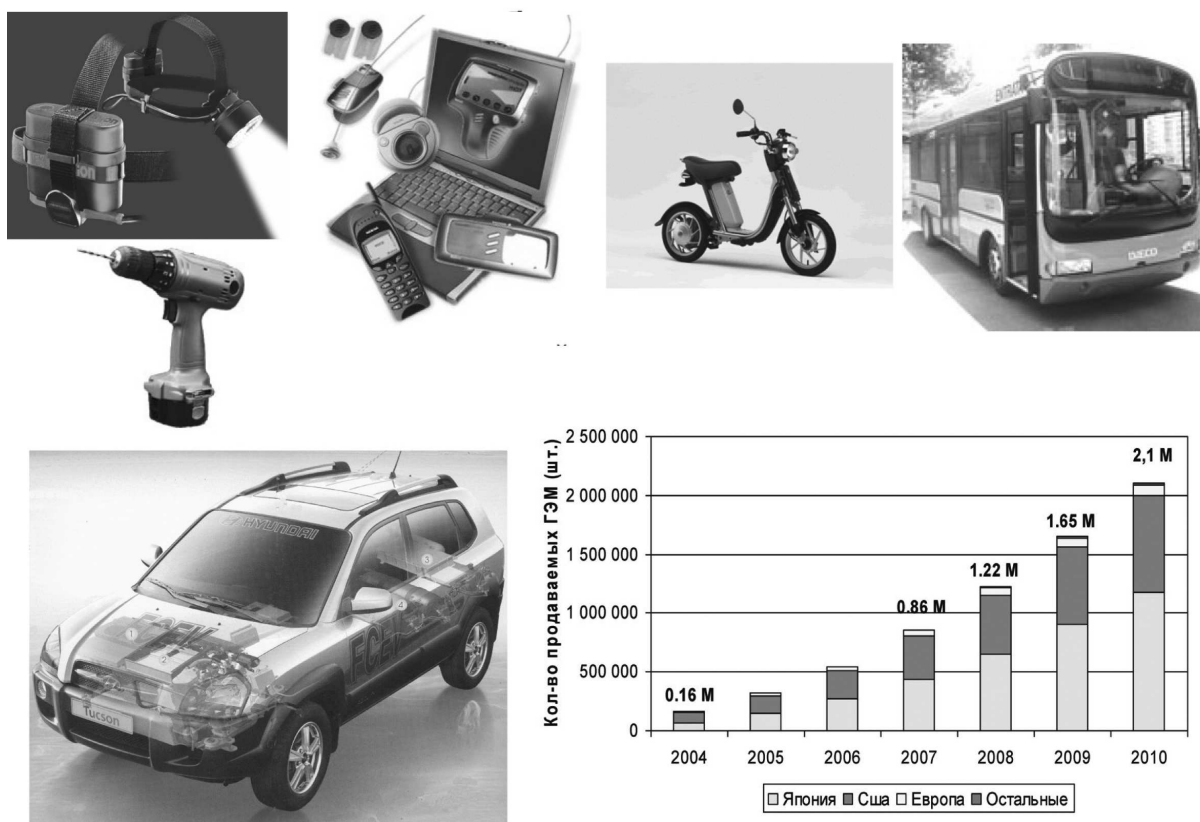


Рис. 6. Современный и будущий рынок литий-ионных аккумуляторов

Чтобы батарея была востребована, она должна удовлетворять некоторым критериям потребителя. Какой же должна быть батарея, которую потребитель будет считать хорошей?

Хорошая батарея (по приоритетам с точки зрения потребителя) это:

- дешевая (стоимость),
- энергоемкая (большая емкость),
- мощная (высокие токи разряда),
- легкая (высокие гравиметрические и объемные показатели),
- способная быстро заряжаться,
- долговечная (ресурс),
- безуходная (отсутствие регламентных работ),

- с хорошей сохраняемостью заряда (низкий саморазряд),
- работающая в широком интервале температур,
- устойчивая к воздействию внешних факторов (ВВФ),
- безопасная,
- нетоксичная,
- не требующая специальной утилизации.

Если рассматривать цены, как принято рядом маркетологов в пересчете на 1 А·ч, то стоимость ЛИА пока превышает остальные типы аккумуляторов. Однако необходимо учесть, что запас энергии, который в конечном счете и интересует потребителя, определяется не только емкостью, но и напряжением.

Таблица 3

Проникновение ЛИА в массовые сектора рынка (Takeshita market report)

Применение	2005, млн кВт·ч		2010, млн кВт·ч		2015, млн кВт·ч	
	ЛИА	Прочие	ЛИА	Прочие	ЛИА	Прочие
Бесперебойные источники питания	—	2.1	1.1	2.8	3.0	4.0
Электроинструменты	—	2.0	1.2	2.8	3.3	4.3
ГЭМ	—	0.5	0.9	4.3	8.0	10.0

Для ЛИА оно в 3 раза выше, чем для щелочных аккумуляторов. Поэтому целесообразней сравнивать стоимости источников тока в пересчете на 1 Вт·ч. К настоящему моменту удалось снизить стоимость Вт·ч по малогабаритным (до 20 А·ч) литий-ионным аккумуляторам до \$0.35, причем достижимой в ближайшее время считается задача доведения стоимости до \$0.12–0.25 за Вт·ч (в зависимости от режима использования). Это существенно ниже, чем стоимость никель-кадмиевых аккумуляторов даже простых ламельных серий и уже соизмеримо со стоимостью свинцовых аккумуляторов. В перспективе поставлена задача снижения стоимости Вт·ч до \$0.10. Например, если сравнивать розничную цену ЛИА для электроинструмента (менее \$2/Вт·ч), то она уже сейчас ниже стоимости батареи Ni/Cd (\$2.06/Вт·ч). Основной вклад в стоимость ЛИА вносит катод. Вплоть до настоящего времени наиболее массовым катодным материалом является кобальтат и производные на его основе, в том числе просто механические смеси (до 90%). Однако в последнее время все больше используются более энергоемкие материалы в той же ценовой нише (например, $\text{Li}[\text{NiCoMn}]\text{O}_2$) или более дешевые материалы типа LiMn_2O_4 , LiFePO_4 , LiMPO_4 .

В основном решены и вопросы безопасности. Этому способствовало как применение высоконадежных систем мониторинга состояния батарей, так и разработка новых типов катодных материалов (отметим особо работы компании Valence по фосфатам, фторфосфатам и ванадатам, первые из которых уже серийно используются многими производителями) и добавок в электролит.

Для проверки безопасности батарей проводится серия испытаний, включая перезаряд, переразряд, нагрев, протыкание иглой, раздавливание, короткое замыкание, и ряд других, имитирующих возможные варианты воздействия при эксплуатации (табл. 4). Современные типы литий-ионных и полимерных литий-

ионных аккумуляторов с успехом проходят все эти испытания.

Вообще говоря, в терминологии, используемой при описании вторичных литиевых систем, имеется некоторая неопределенность. Существуют три основных типа вторичных систем (аккумуляторов) на основе лития:

- литий-ионные аккумуляторы,
- «литий-полимерные» (литий-ионные с загущенным электролитом),
- литиевые аккумуляторы с полимерным электролитом.

Если с одним из типов — ЛИА — все более-менее понятно, то с двумя другими есть небольшая путаница, связанная с маркетинговыми ходами производителей.

Литий-ионные аккумуляторы (LIB, ЛИА)

Особенность ЛИА состоит в том, что эта система, являясь литиевой вторичной системой, не использует литий в виде металла. Тем самым был убран имевшийся на первых порах недостаток литиевых аккумуляторов с литиевым анодом, связанный с дендритообразованием, что позволило реально осуществить выход изделий на рынок. Первоначально в качестве катода и анода служили кобальтат лития (LiCoO_2) и кокс (впоследствии замененный на графит). Литиевая соль (типа LiPF_6) в органическом растворителе (или смеси растворителей) устойчивых в широком интервале потенциалов используется в качестве электролита. Основой смеси растворителей обычно является этиленкарбонат. Электролит находится в порах сепаратора из полиолефина.

«Литий-полимерные» (литий-ионные с загущенным электролитом) (PLI, ПЛИА) аккумуляторы

Принцип работы ПЛИА тот же, что и в ЛИА. Главное различие между ПЛИА и ЛИА состоит в том, что ПЛИА использует электролит в виде геля, иммобилизованного, например, в сополимере PVDF

Таблица 4

Тесты на безопасность большинства современных ЛИА и ПЛИА

Наименование	Тест	Аккумулятор		Метод тестирования	Результат
		Состояние	Условия		
Вибрация	0.8 мм 10–50 Гц 90–100 мин	Заряжен	Свежеизг.	UL 1642 SBAG 1101	Нет взрыва Нет воспламенения Нет деформации
Форсированный разряд	1С до 2.5 В	»	»	SBAG 1101	Нет взрыва
Короткое замыкание	Медный проводник 1.3 мм ²	Разряжен	»	UL 1642	Нет воспламенения
Протыкание гвоздем	Гвоздь 5 мм	Заряжен	»	SBAG 1101	Нет взрыва
Раздавливание	13 кН	»	»	UL 1642 SBAG 1101	Нет воспламенения
Перезаряд	0.5С	Разряжен	»	SBAG 1101	Нет взрыва

вместо пористого сепаратора из полиолефина. Корпус аккумулятора, вместо стали или алюминия, как в ЛИА, может быть изготовлен из мягкого материала. Анод и катод сделаны обычной техникой покрытия тех же подложек, что и в ЛИА. Собранный слоистый пирог соединяют горячим способом, после чего его пропитывают тем же электролитом, что и в ЛИА. Затем его помещают в пакет, вакуумируют и герметизируют.

Литиевые аккумуляторы с полимерным электролитом (LPB, ЛПА)

Как уже отмечалось выше, литий имеет самую высокую теоретическую плотность энергии, однако его использование в виде металла в качестве анода затруднено из-за дендритообразования в процессе циклирования. Дендритообразование рассматривается как один из главных факторов, который делает литиевую вторичную батарею подверженной взрыву и воспламенению. В процессе взаимодействия литиевого металлического анода с органическим аprotонным электролитом на его поверхности образуется межфазная пленка. Структура этой пленки определяет безопасность и ресурс литиевой вторичной батареи. Концепция литиевого аккумулятора с твердым полимерным электролитом (ЛПА) заключалась в том, чтобы найти способ использовать литиевый анод настолько безопасно насколько возможно. В ЛПА полимерный электролит действует и как сепаратор, и как электролит, обеспечивающий высокое качество пленки на литиевом металлическом аноде. Принцип, лежащий в основе этой концепции ЛПА, состоит в том, что плотный и однородный полимерный электролит является идеальным для межфазной пленки, и поэтому может предотвращать формирование и рост дендритов. Было найдено, что ряд полимеров, например комплекс полиэтиленоксида (PEO) и литиевой соли, обладают ионной проводимостью. И таким образом, концепция полимерного электролита стала реальностью. Технология производства подобна таковой для ПЛИА за исключением того, что в качестве материала анода используется металлический литий. Внедрение проходило с трудом, что было связано с низкой ионной проводимостью использованных полимеров и не позволяло производить разряд требуемыми токами. Сейчас многие компании работают в этом направлении и добились ощутимых успехов.

К сожалению, многие производители оборудования своевременно не отслеживают изменение состава ЛИА и не запрашивают у производителя аккумуляторов особенности применения новых моделей. При этом чисто автоматически используются те же технические решения и элементная база, что и для старых. Но изменение состава катода и анода зачастую влечет за собой разные конечные напряжения и вообще алгоритмы заряда ЛИА (с разбросом на

величину порядка 1 В), разные конечные напряжения при разряде. Именно этим можно объяснить участвовавшие за последнее время случаи отзывов батарей на основе ЛИА.

Приведём пример — два наиболее больших отзыва только за август 2006 г. Компания Dell Inc. объявила об отзыве порядка 2.7 млн батарей для ноутбуков в США и 1.4 млн батарей, проданных за пределами США, собранных из аккумуляторов Sony Energy Devices Corp., из-за вероятности их воспламенения. Компания Apple по аналогичным причинам объявила отзыв 1.1 млн батарей в США и 0.7 млн батарей за их пределами. Для наших производителей особо отметим, что столь масштабные отзывы (с соответствующими финансовыми потерями) были сделаны на основании 6 рекламаций в первом случае и 9 во втором, к тому же не повлекших сколь-нибудь серьезных последствий для людей.

Посмотреть актуальные случаи отзыва батарей производителями можно, например, на сайте U.S. Consumer Product Safety Commission (www.cpsc.gov).

Резюмируя имеющиеся данные, можно отметить, что за последнее время произошло существенное поднятие характеристик литиевых источников тока:

- емкость одиночного аккумулятора можно поднять до 10000 А·ч и выше,
- появились силовые серии (токи до 20С и выше),
- время заряда можно снизить до нескольких минут,
- удельные характеристики на уровне 600 Вт·ч/л и выше,
- расширение температурного диапазона работоспособности до -40°C в нижнюю и $+75^{\circ}\text{C}$ в верхнюю сторону,
- снижение саморазряда.

Кроме того, возникли и получили практическое воплощение новые подходы к конструированию батарей:

- модульное исполнение функционально законченных блоков, позволяющее просто наращивать необходимую емкость и токи разряда путем параллельного объединения и допускающее заряд как постоянным током, так и при постоянном напряжении;
- развитие систем мониторинга батарей, позволяющее с большой точностью предсказать оставшееся время работы устройства в зависимости от режима и температуры.

Все это способствовало расширению круга потенциальных потребителей ЛИА, появлению новых применений (табл. 5).

Таблица 5

Режимы	Ток разряда, С	Применение
Короткие	до 1	Связь
Тяговые	~ 1.5	Железная дорога, инвалидные коляски
Стартерные	~ 5	Запуск двигателей, электромобиль
Силовые	~ 10	Электроинструмент, моделизм и ...

Интенсивно развиваются также системы бесперебойного и резервного питания как мобильных, так и стационарных объектов.

Характеристики ЛИА, ожидаемые через 3–5 лет, приведены в табл. 6.

Таблица 6

Перспективные характеристики ЛИА, ожидаемые к 2010 г.

	Батареи большой энергии	Батареи большой мощности
Удельная энергия	>200 Вт·ч/кг	>100 Вт·ч/кг
Удельная мощность	>500 Вт/кг	>2000 Вт/кг
Ресурс	3000 циклов	15 лет
Цена	0.125 US\$/ Вт·ч	0.25 US\$/ Вт·ч

Естественно, что пристальное внимание на литий-ионную систему обращают и военные. Например, в США ЛИА легли в основу широкомасштабной программы перевооружения Land Warrior. В силу своих высоких энергетических показателей ЛИА привлекательны и для использования в космосе. В качестве успешных применений можно упомянуть аккумуляторы, разработанные фирмой Yardney по заказу NASA для марсианских роверов SPIRIT и OPPORTUNITY. Для спускаемых аппаратов и марсоходов используются батареи 7–25 А·ч, напряжением 14 или 28 В. Уже удовлетворяются и требования для спутников — большой ресурс (>30000 циклов) для низких орбит и большой срок службы (5 лет) для геостационарного применения. Для беспилотных самолетов используются, например, батареи 270 В с емкостью до 200 А·ч.

Многие работы, связанные с повышением удельных характеристик литиевых источников тока, нацелены на возможность в том или ином виде использовать литиевый металлический анод, от которого отказались ещё в 90-е гг. прошлого века из соображений низкой безопасности и низкого ресурса.

Чем обусловлено повышение активности в этой области? В табл. 7 приведено сравнение удельных характеристик анодов на основе металлического литиевого электрода и традиционных катодов на основе углеродных материалов.

Теоретические значения для металлического литиевого электрода существенно превышают значения, присущие традиционным катодам на основе углеродных материалов. Разработчики считают, что

задача перехода на металлические аноды может и должна быть поставлена. Такая возможность является следствием накопления определенного объема знаний о природе границы литий-электролит и возможности влиять на ее свойства. Проповедниками этой идеи являются, в частности, компании AVESTOR и ANL, не прекращавшие с самого начала разработки в этой области.

Таблица 7

Удельные характеристики анодных материалов

Удельная энергия	Литиевый металлический анод		Катод на основе LiC ₆	
	Теоретически	Практически реализовано	Теоретически	Практически реализовано
Весовая, А·ч/кг	3830	960	372	300
Объемная, А·ч/л	2045	510	820	570

Перспективу имеют и аккумуляторы системы Li/S, обладающие наибольшей удельной энергией среди других литиевых систем. Катод и анод покрыты полимерными пленками, причем катод находится практически в жидком (растворенном) состоянии. Образование дендритов не происходит благодаря полимерной пленке на поверхности лития.

В табл. 8 приведены сравнительные данные компании Oxis Energy по достигнутому уровню характеристик по сравнению с другими системами. Пока непреодоленным для этой системы является относительно малый ресурс.

Таблица 8

Реализованная удельная энергия по данным компании Oxis Energy

Электрохимическая система	Теоретическая, Вт·ч/кг	Реализованная, Вт·ч/кг	% от теоретической
Ni/Cd	240	45–80	19–33%
Ni/MH	270	60–120	22–44%
Li-ион/полимер	640	140–165	22–25%
Li/S	2600	350–450	13–17%

Портативные топливные элементы

В последнее время интенсивно ведутся работы в области портативных топливных элементов. Так, PNNL разрабатывает концепцию портативных носимых энергосистем с использованием топливного процессора на микротехнологиях, позволяющих обеспечить от 10 до 100 Вт электроэнергии в течение недель или месяцев. Компактная система (рис. 7) на основе топливного элемента на углеводородном топливе имеет удельную энергию на уровне 2–4 кВт·ч/кг.

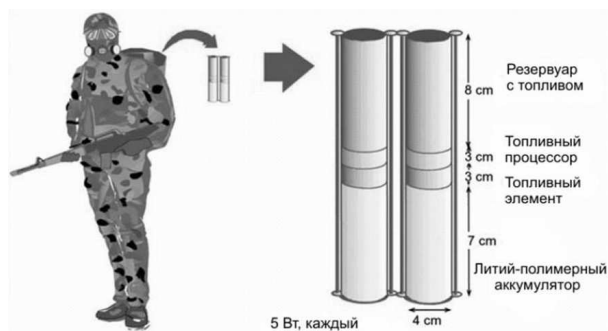


Рис. 7. Высокотемпературный топливный элемент на углеводородном топливе с конверсией в микрореакторе

При весе 0.7 кг и объеме порядка 1 л, с учетом запаса топлива 0.33 кг источник позволяет полноценно обеспечивать выполнение недельного боевого задания (на которое требуется 1.7 кВт·ч). Эквивалентная литий-ионная батарея весила бы около 5.5 кг. Пока система работает на чистом бутане, и имеет относительно небольшой ресурс. Ведутся работы по использованию обычного транспортного (дизельного) топлива и повышению ресурса.

Большой прогресс имеется в области портативных топливных элементов на метаноле. Сразу несколько компаний, среди которых NEC Corp., Manhattan Scientifics Inc., MTI MicroFuel Cells Inc., Neah Power Systems Inc., Toshiba Corp., начали промышленный выпуск в 2004–2005 гг. топливных элементов для портативной электроники, в первую очередь сотовых телефонов и портативных компьютеров. Ведутся интенсивные работы по созданию эффективных топливных элементов для стационарных и подвижных объектов с перспективой создания полностью электрического гибридного автомобиля на комбинированной установке ТЭ/ЛИА.

Водородная энергетика

Необходимо остановиться еще на одном моменте. В ряде стран, в первую очередь США, очень большое внимание сейчас уделяется альтернативной, в том числе водородной энергетике.

Программы хорошо финансируются и имеют реальное воплощение. В их основе лежат не только соображения о близости исчерпания запасов углеводородного сырья, но и чисто политические соображения. Так, в США, особенно после событий 11 сентября, взят курс на полное освобождение от импорта нефти к 2030 г. под флагом освобождения от зависимости от стран Ближнего Востока. Уже сейчас закладывается инфраструктура альтернативной энергетике, частью которой является водородная энергетика (рис. 8).

Если вернуться к реалиям российского рынка автономных источников тока, то имеем ли мы в своем заделе хоть что-нибудь подобное упомянутому выше? Нет, не имеем.

Мы специально не приводили сравнения с имеющимися характеристиками ХИТ, достигнутыми российскими разработчиками и производителями как по собственным разработкам, так и по «доработке» импортных технологий, чтобы не вызвать бурю возмущений со стороны предприятий, которые пришлось бы упомянуть, хотя они-то как раз и пытаются хоть что-то делать в данном направлении. Но данные о реальном положении дел достаточно удручающие.

Существует ряд объективных и субъективных причин, обуславливающих сложившуюся ситуацию.

1. В России нет производства современных источников тока потому, что нет необходимого уровня их потребления. Важно не только произвести, но и продать произведенное. Произошел ряд объективных изменений, в результате которых производителям ХИТ экономически стало возможно работать только в том случае, если они могут выйти на первичный рынок достаточно большого объема, т. е. для комплектации устройств и оборудования российского производства (для выхода на внешний рынок нужно обеспечить высший уровень качества и большие финансовые вложения в продвижение продукции. Об этом можно пока не говорить, имея такого конкурента, как Китай). Российский вторичный рынок резко сужается по наименованию изделий, в которых предусмотрена замена источников питания (эти изделия имеют срок службы, превышающий срок службы современных ХИТ).

К числу сегментов вторичного рынка, которые еще длительное время будут сохранять привлекательность для производителей ХИТ, относятся стационарные объекты «большой энергетики» и стационарные и подвижные объекты транспорта, в первую очередь железнодорожного. Вторичный рынок малогабаритных систем непрозрачен, так как срок службы аккумулятора, уже установленного в устройство производителем, оказывается больше, чем время морального старения самого устройства. А первичный рынок? Есть ли в нём такой сегмент? Если не учитывать отечественное автомобилестроение, то до последнего времени (начиная с 90-х годов) его просто не существовало и начинать нужно именно с него, с создания федеральных целевых и ведомственных программ, рассчитанных на длительный период и предусматривающих меры, направленные на развитие, например, отечественной электроники. В то же время из существующих по состоянию на 2006 г. 113 федеральных и региональных целевых программ нет ни одной, рассчитанной на создание потенциального рынка для производителей автономной энергетики. Подчеркнём еще раз: речь идет не о программе развития источников тока (хотя, наверное, и такой подход был бы правомочен), а о государственной поддержке производителей конечных устройств, которые

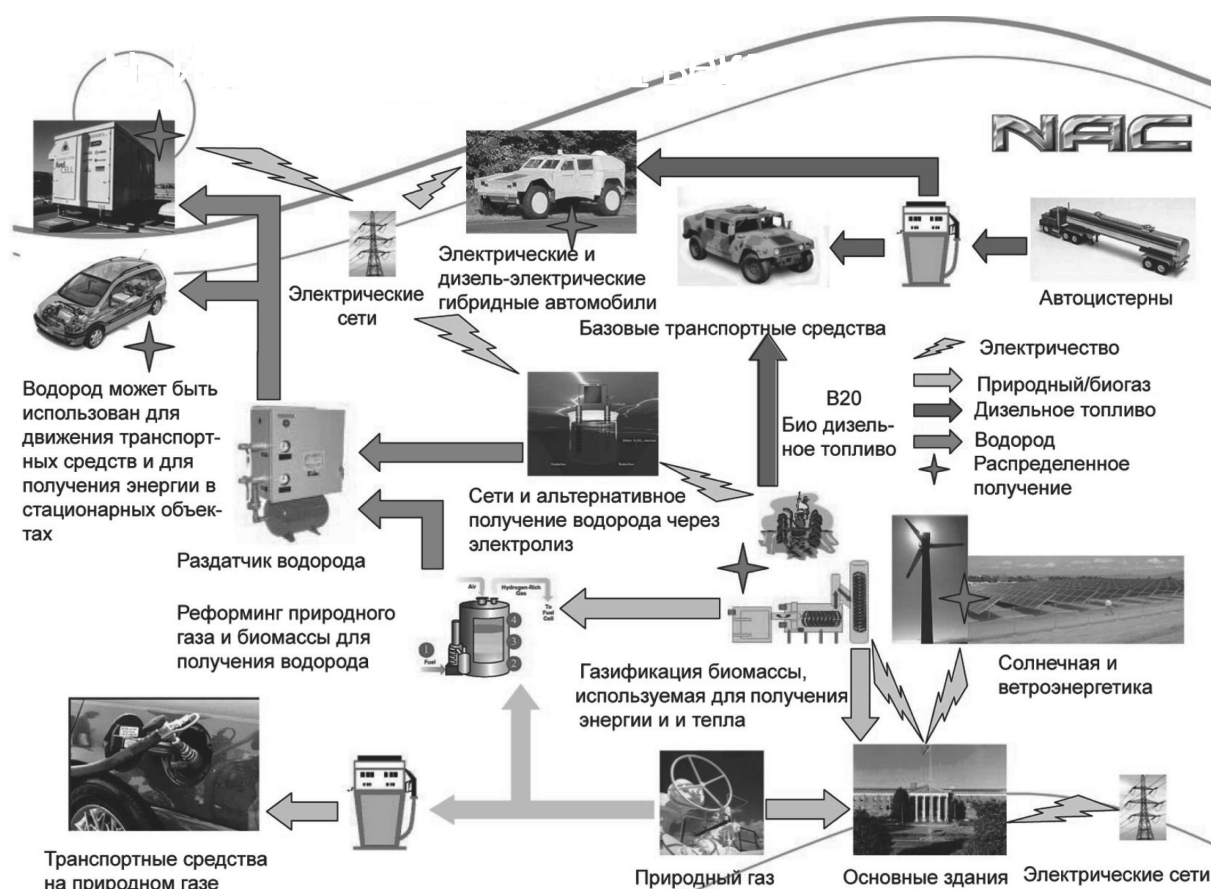


Рис. 8. Инфраструктура водородной энергетики

могли бы обеспечить тот минимальный объем спроса на источники тока. Так, например, Федеральная целевая программа «Электронная Россия (2002–2010 годы)» (утверждена Постановлением Правительства РФ № 65 от 28 января 2002 г.) (с изменениями от 26 июля 2004 г.) посвящена развитию информационных и коммуникационных технологий, но в ней нет ни слова о развитии собственной производственной базы, позволяющей обеспечить аппаратную поддержку. Федеральная целевая программа «Энергоэффективная экономика» на 2002–2005 годы и на перспективу до 2010 года (утверждена Постановлением Правительства РФ № 796 от 17 ноября 2001 г.) (с изменениями от 29 декабря 2001 г.), нацеленная на реализацию основных положений программы энергетической стратегии России (на снижение издержек производства в энергетическом секторе, в том числе на транспорте, при переработке и использовании топливно-энергетических ресурсов потребителями; на снижение негативного воздействия энергетического сектора на окружающую природную среду), ни единым словом не затрагивает вопросы автономной энергетики. В таком основополагающем документе, как Федеральная целевая программа «Модер-

низация транспортной системы России (2002–2010 годы)» (утверждена Постановлением Правительства РФ № 848 от 5 декабря 2001 г.) нет ни единого упоминания о транспорте на электротяге (любых, в том числе гибридных, схем).

Требуется создание новых ФЦП по развитию ряда крайне перспективных направлений (например, «электромобиль», «робототехника») и пересмотр ряда существующих (например, «электронная Россия»). И крайне важно, чтобы такие программы, если они будут созданы, носили не декларативный, а созидательный и деловой характер, направленный на стабилизацию соответствующих отраслей и повышающий их инвестиционную привлекательность.

Определенные надежды возлагаются на спецтехнику. Но сейчас она, к сожалению, не является тем «локомотивом», который, как раньше, был способен вытянуть остальные направления в связи с малым по объему (но не по значимости) применением. Положительные тенденции здесь есть, и хотелось бы надеяться на продолжение тех сдвигов, которые наметились по сегменту специальной техники. Однако, хотелось бы, чтобы они носили более системный и систематический характер.

2. Несколько слов о состоянии науки и разработок.

В условиях существующего отставания, которое мы должны признать, очень важно найти пути наиболее рационального использования тех небольших ресурсов, имеющихся у нашей науки. Радует, что сегодня уже наметился некоторый прогресс в отношении молодежи к естественным и техническим наукам. Однако важна концентрация усилий на наиболее перспективных направлениях, особенно в фундаментальной науке, при этом нельзя бояться закрывать те направления исследований, от которых мир уже отказался.

Негативное влияние оказывает также тот факт, что отсутствует единый орган, осуществляющий координацию НИР и ОКР. Часто эти практические работы ведутся параллельно для нескольких заказчиков, причем одними и теми же исполнителями. Если считать этих заказчиков едиными (бюджет), то встает вопрос о правомерности такого подхода; если заказчики разные, то неизбежно встает вопрос о собственности на результаты разработки.

Определённая координация усилий исследователей и разработчиков приводится. Так, например, в упомянутой выше российской «Энергетической стратегии...» отдельной строчкой выделена водородная энергетика. Она включает два аспекта:

- получение, транспортировку и хранение водорода как высокоемкого энергоносителя (вместо

углеводородных видов топлива и передачи электроэнергии по проводам),

- использование водорода в электрохимических преобразователях для получения электрического тока.

И это понятно. Россия обладает одним из крупнейших в мире минерально-сырьевым потенциалом, являющимся основой гарантированного обеспечения экономической и энергетической безопасности страны, удовлетворения текущих и перспективных потребностей экономики России в углеводородном сырье, угле и уране. Углеводородное сырье является одним из главных источников дохода российской казны.

А если ситуация изменится? Если будут реализованы упомянутые выше программы в ведущих странах (как это делается уже сейчас в США для снижения, а в перспективе — для полного освобождения от зависимости от импорта нефти и газа)? Где можно будет тогда найти свою (российскую) нишу и как мы сможем осуществить интеграцию в мировое энергетическое пространство? Конечно, если задачи, поставленные «Энергетической стратегией...» в области водородной энергетики (которая, кстати, не связана там напрямую с развитием альтернативной энергетики вообще), будут решаться, то, может быть, мы и сохраним свое особое положение, но пока реальных и ощутимых движений в этом направлении не просматривается.

УДК 621.355

«ЗАО «ЭЛЕКТРОТЯГА» — СЕГОДНЯ, ЗАВТРА, ПОСЛЕЗАВТРА»**Ю. Б. Каменев, В. Н. Леонов***ЗАО «Электротяга», г. Санкт-Петербург, Россия*

Поступила в редакцию 21.06.06 г.

Представлен анализ современного состояния разработок в области герметизированных свинцовых аккумуляторов (ГСА) в ЗАО «Электротяга» и перспективы развития их производства. Показано, что ГСА являются аккумуляторами нового поколения и для их проектирования требуется собственная научно-техническая база, включающая разработку: 1) новых активных и конструкционных материалов; 2) новых принципов конструирования, учитывающих специфику требований к герметичным системам; 3) новых стратегий заряда.

The state-of-the-art of the VRLA development at Electrottyaga Ltd. and the outlook of VRLA production are analyzed. VRLA are shown to be batteries of a new generation, so an own research basis is needed for their designing, including the development of: i) new active and construction materials; ii) new principles of design in view of special requirements to hermetic systems; iii) new charging strategies.

ЗАО «Электротяга» — день сегодняшний

Электрохимическая энергетика является одной из наиболее динамичных и перспективных отраслей современной техники. Сегодня химические источники тока являются неотъемлемой частью всех транспортных средств, электронной аппаратуры, военной, космической техники, автономных энергетических комплексов и т. д. Общий мировой рынок химических источников тока в 2004 г. составил 36 млрд долл. США.

Сегодня среди аккумуляторных систем первое место, с большим отрывом, занимает свинцово-кислотный аккумулятор, на долю которого приходится не менее 85% рынка вторичных источников тока. Но возникает естественный вопрос: способна ли свинцово-кислотная электрохимическая система в будущем сохранить свои позиции? Значимость этого вопроса проявляется особенно остро на фоне мифа об универсальном источнике тока, способном обеспечить все разнообразные запросы потребителей. За последние 50 лет на роль таких универсальных систем претендовали натрий-серный, никель-металлгидридный и литий-ионный аккумуляторы. Однако практика убедительно доказывает, что все перспективные системы в конечном счете занимают определенную нишу, где совокупность их характеристик дает им некоторые преимущества, но при этом они перестают претендовать на роль универсальных. *Это происходит потому, что для аккумуляторных систем существует закон постоянства производства характеристик.* Согласно этому закону любая электрохимическая система, имеющая выдающийся уровень каких-либо характеристик, всегда имеет параметры, по которым она будет уступать другим системам. Например, никель-водородные аккумуляторы имеют большой ресурс, но при этом

их саморазряд составляет 30% в сутки. Высокие удельные энергетические характеристики серебряно-цинкового аккумулятора сочетаются с низким сроком службы, а высокие энергетические характеристики литий-ионных аккумуляторов — с высокой стоимостью, низкой степенью безопасности эксплуатации. При оценке пригодности того или иного аккумулятора для тех или иных целей необходимо учитывать полный спектр потребительских свойств, включающий не только энергетические и ресурсные характеристики, но также скорость газовыделения, степень безопасности эксплуатации, экологичность производства, объем работ по обслуживанию, степень готовности отечественных производителей, доступность сырья и комплектации, стоимость. Такой подход позволяет получать объективную оценку той или иной аккумуляторной системы.

Выполненный нами комплексный анализ показывает, что *в ближайшие десятилетия свинцовый аккумулятор сохранит свои позиции в традиционных для него областях применения* — транспорт (автомобильный, железнодорожный, подводный, напольный), электростанции (атомные, тепловые), автономные энергетические комплексы (солнечные, ветровые, приливные), телефонные станции, военная техника и пр. Основными достоинствами свинцово-кислотных аккумуляторов являются их низкая стоимость и высокое качество энергии.

В настоящее время на основе ОКР «Волоколавец», проведенной научно-техническим центром, на ЗАО «Электротяга» освоено производство новых тяговых аккумуляторов большой емкости со сроком службы 6–7 лет, газовыделением и саморазрядом в конце срока службы 50 см³/мин и 0.5%/сут, соответственно наработкой более 300 циклов. Такие

результаты достигнуты за счет повышения коррозионной стойкости сплавов и защитных гальванических покрытий, снижения оплывания активных масс и образования свинцовой губки, уменьшения газовыделения. В этих аккумуляторах применены новые сплавы положительных токоотводов, новые сепараторы, ряд новых конструкционных решений. Результаты ОКР «Крепость» позволили создать новый погружной аккумулятор со сроком службы 4–5 лет и ресурсом 150 циклов. На предприятии разработан ряд стационарных аккумуляторов с максимальной емкостью 3000 А·ч, модернизированы тепловозные батареи. Проведена широкомасштабная модернизация производства, основанная на внедрении нового технологического оборудования ведущих зарубежных фирм:

- литейные автоматы фирмы «ХАДИ» (рис. 1);
- смесители для приготовления положительных паст фирмы «АЙРИХ» (рис. 2),
- смеситель для приготовления отрицательных паст фирмы «ОКСТМАТ»;
- мельницы для приготовления свинцовых порошков и бункеры-распределители порошка фирмы «CHLORAID» (рис. 3, 4);
- намазочные машины фирмы «МАС» (рис. 5);
- сушильные печи фирмы «МАС» (рис. 6);
- участок приготовления кислоты фирмы «КАЛСТРОМ» (рис. 7).

ЗАО «Электротяга» — день завтрашний

В настоящее время во всем мире активно идет процесс замены традиционных открытых свинцово-кислотных аккумуляторов на герметизированные. Если учитывать объем производства свинцовых аккумуляторов, то масштабность этого процесса огромна и исчисляется миллиардами долларов. На этом фоне поразительным выглядит тот факт, что в России до настоящего времени нет ни одного предприятия, выпускающего герметизированные свинцовые аккумуляторы.

Главной причиной этого является отсутствие научно-технической базы, необходимой и достаточной для разработки герметизированных свинцовых аккумуляторов. Сегодня научно-технические центры России занимаются в основном литий-ионными аккумуляторами, о чем может свидетельствовать хотя бы тот факт, что на последней конференции по фундаментальным проблемам электрохимической энергетики (г. Саратов, 2005 г.) свинцовому аккумулятору были посвящены 2% докладов, а литиевым источникам тока почти 70%. При этом необходимость организации производства в России литий-ионных аккумуляторов не обоснована, так как в России нет

предприятий, изготавливающих изделия, потребляющие такие источники тока (сотовые телефоны, ручной инструмент, плееры, ноутбуки и т. д.). В то же время потребность в свинцовых герметизированных аккумуляторах огромна и существует реальная производственная база.

Применение свинцово-кислотных герметизированных аккумуляторов позволит:

- увеличить срок службы аккумуляторов до 20 и более лет и значительно снизить расходы потребителей на комплектование различных объектов аккумуляторными батареями (АБ);
- исключить газовыделение из аккумуляторов и повысить безопасность эксплуатации АБ;
- сократить объем оборудования, обслуживающего АБ (исключить системы дожигания водорода, кондиционирования помещений, перемешивания электролита);
- исключить обслуживание аккумуляторов в составе АБ (*анализ показывает, что затраты на обслуживание АБ часто соизмеримы с их начальной стоимостью*);
- исключить ограничения по пространственной ориентации аккумуляторов, а также требования по крену и дифференту;
- снизить саморазряд аккумуляторов и увеличить интервал между зарядами для аварийно-резервных АБ;
- исключить требования по размещению АБ и кислотозащищенности помещений для АБ.

Понимая перспективность применения свинцовых герметизированных батарей, руководство ЗАО «Электротяга» считает стратегическим направлением предприятия на ближайшие пять лет переход его на выпуск стационарных, тяговых и погружных аккумуляторов в герметизированном исполнении. С этой целью были выполнены ряд НИР и создана необходимая научно-техническая база для проектирования герметизированных аккумуляторов различных типов и назначений. В настоящее время выполняются ОКР по созданию герметизированных аккумуляторов большой емкости, стационарных и погружных аккумуляторов. Планируется, что уже через 3–5 лет предприятие освоит выпуск всех перечисленных изделий.

Герметизированный свинцово-кислотный аккумулятор является аккумулятором нового поколения, так как для его проектирования требуется собственная научно-техническая база, включающая разработку: 1) новых активных и конструкционных материалов; 2) новых принципов конструирования, учитывающих специфику требований к герметичным системам; 3) новых стратегий заряда.

Оптимизация работы герметизированного свинцового аккумулятора существенно отличается от работы открытого аккумулятора. Если для последнего

важно оптимизировать протекание основных токообразующих процессов, то для герметизированного аккумулятора, наряду с той же задачей, необходимо также организовать протекание достаточно большого числа вторичных реакций таким образом, чтобы минимизировать газовыделение, потерю воды электролитом и создать условия для герметизации аккумулятора.

Разработка современного свинцово-кислотного герметизированного аккумулятора требует решения 4-х основных проблем:

1) создать условия в аккумуляторе, обеспечивающие эффективное протекание замкнутого кислородного цикла, когда выделяющийся на положительном электроде кислород практически полностью восстанавливается на отрицательном электроде.

В настоящее время эта проблема успешно решена и эффективность кислородного цикла составляет практически сто процентов. В условиях заряда относительно большими токами иногда даже применяют мероприятия по снижению эффективности кислородного цикла;

2) минимизировать скорость выделения водорода на отрицательном электроде и создать условия для окисления водорода на внешних, по отношению к электродному блоку, устройствах.

Реализация в свинцовом аккумуляторе замкнутого водородного цикла, по аналогии с кислородным циклом, сегодня не решена из-за крайне низкой скорости окисления водорода на положительном электроде;

3) организовать эффективный теплоотвод из аккумулятора.

Острота вопроса обеспечения оптимального теплового баланса в герметизированном свинцовом аккумуляторе связана как с появлением нового экзотермического процесса — восстановления кислорода, так и со снижением теплоемкости аккумулятора и невозможностью применения традиционных и эффективных методов его охлаждения. Особенно эта проблема проявляется в аккумуляторах большой емкости, так как, условно говоря, тепловыделение пропорционально размеру аккумулятора в третьей степени, а теплоотвод — только во второй;

4) разработка мероприятий по повышению ресурса свинцового аккумулятора.

Основными причинами, ограничивающими ресурс свинцового аккумулятора, являются: 1) коррозия положительных токоотводов, 2) потеря контакта активной массы и токоотвода (оплывание), 3) образование свинцовой губки и, как следствие этого, появление коротких замыканий, 4) рост газовыделения, 5) необратимая сульфитация активных масс.

На схеме, приведенной на рис. 8, представлены мероприятия, направленные на снижение скорости выделения водорода. Видно, что эта проблема может быть решена комплексно как за счет снижения скорости выделения водорода, так и за счет повышения эффективности его окисления.

Скорость выделения водорода может быть существенно снижена в результате:

— исключения из состава активных и конструкционных материалов элементов с низким перенапряжением выделения водорода (Sb, Cu, Ag, As, Mn, Ni, Co);

— применения добавок, повышающих перенапряжение выделения водорода на отрицательном электроде;

— оптимизации соотношения активных масс;

— оптимизации стратегии и режима заряда.

Поглощение водорода может быть осуществлено за счет:

— повышения окислительной способности положительной активной массы;

— окисления водорода на дополнительных электродах;

— применения каталитических устройств для рекомбинации кислорода и водорода;

— использования абсорбентов водорода.



Рис. 8. Мероприятия по снижению перенапряжения выделения водорода и по повышению эффективности его окисления

Очевидно, что наиболее эффективными следует считать мероприятия, направленные на снижение скорости выделения водорода, а не мероприятия,

связанные с окислением уже выделившегося в аккумуляторе газа, так как первые устраняют причину, а вторые борются со следствием негативного явления.

Основным источником элементов с низким перенапряжением водорода являются главным образом сплавы положительных токоотводов, содержащие сурьму, серебро, мышьяк, которые, переходя в раствор в результате растворения положительного токоотвода, могут осаждаться на отрицательном электроде и существенно повышать скорость выделения водорода.

В настоящее время для изготовления положительных токоотводов герметизированных свинцовых аккумуляторов применяются малосурьмяные или бессурьмяные сплавы.

Однако простое исключение или значительное уменьшение содержания сурьмы в сплаве приводит к:

- к снижению его механических характеристик — прочности, динамики старения, ползучести;
- уменьшению жидкотекучести;
- появлению склонности к трещинообразованию при литье;
- снижению коррозионно-механической прочности и увеличению роста токоотводов;
- снижению удельных емкостных характеристик положительных активных масс;
- росту контактного сопротивления на границе токоотвод/активная масса;
- повышению степени оплывания положительных активных масс;
- повышению изменения уровня электролита в процессе заряда или разряда.

Все эти негативные эффекты получили специальный термин — «эффект отсутствия сурьмы». Снижение содержания сурьмы в сплаве необходимо компенсировать дополнительным легированием. На практике малосурьмяные сплавы легируют мышьяком, оловом, серебром, селеном, медью, кадмием. Однако наиболее перспективным является одновременное легирование оловом и селеном. *Добавка мышьяка недопустима при использовании аккумуляторов в замкнутых объемах из-за сильной токсичности арсина; легирование серебром снижает эффективность заряда; добавка кадмия, из-за его высокой летучести, создает большие экологические проблемы на стадиях изготовления аккумуляторов и их утилизации.*

Нами был проведен комплексный анализ влияния концентраций сурьмы и олова, а также кальция и олова на основные, практически значимые характеристики свинцового сплава: 1) предел прочности;

2) предел текучести; 3) твердость и динамику старения; 4) ползучесть (склонность материала к пластической деформации при статических нагрузках, меньших предела прочности); 5) жидкотекучесть; 6) склонность к трещинообразованию при литье; 7) коррозионную стойкость; 8) проводимость контактного коррозионного слоя; 9) скорость оплывания положительной активной массы; 10) стоимость.

Все сплавы ранжировались по каждому параметру, и рассчитывался критерий качества сплава как сумма мест при ранжировании с учетом коэффициента значимости каждого параметра. Такая методика позволила определить оптимальный состав сплава свинец-сурьма-олово и сплава свинец-кальций-олово. Добавка селена в незначительных концентрациях в малосурьмяные сплавы позволяет повысить стойкость сплава к трещинообразованию при литье.

В настоящее время широко ведется поиск добавок, способствующих снижению скорости выделения водорода на отрицательном электроде. Известно, что свинец относится к металлам с высоким перенапряжением выделения водорода (1.52–1.56 В). Однако в процессе работы аккумулятора на поверхности отрицательного электрода могут формироваться фазовые примеси металлов с невысоким значением перенапряжения выделения водорода, например, сурьма (0.9 В), медь (0.8 В). Таким образом, эффективная добавка должна обладать селективной адсорбцией: адсорбироваться на вредных примесях и повышать на них перенапряжение выделения водорода, но при этом не адсорбироваться на свинце и не влиять на кинетику основных токообразующих процессов. Известно ингибирующее действие на процесс выделения водорода ароматических альдегидов, которые характеризуются четко выраженной полярностью с высоким дипольным моментом, что предопределяет их повышенную адсорбционную способность. Последняя, в свою очередь, зависит от группы замещения, которая определяет распределение электронов между бензольным кольцом и этой группой. Проведенное исследование показало (рис. 9, 10), что 2-гидросибензальдегид ($C_7H_8O_2$) значительно снижает скорость выделения водорода на сурьме и меди, но при этом практически не влияет на поведение свинца.

На скорость газовой выделения и, соответственно, потерю воды электролитом большую роль оказывает соотношение активных масс (САМ) в герметизированном аккумуляторе. На рис. 11 показана зависимость потерь веса герметизированных аккумуляторов от соотношения веса положительной и отрицательной активных масс (ПАМ и ОАМ), из которой следует, что потери веса максимальны в диапазоне соотношения активных масс 0.95–1.05. При соотношении активных масс (САМ) меньше 0.9 потери веса существенно снижаются и составляют менее

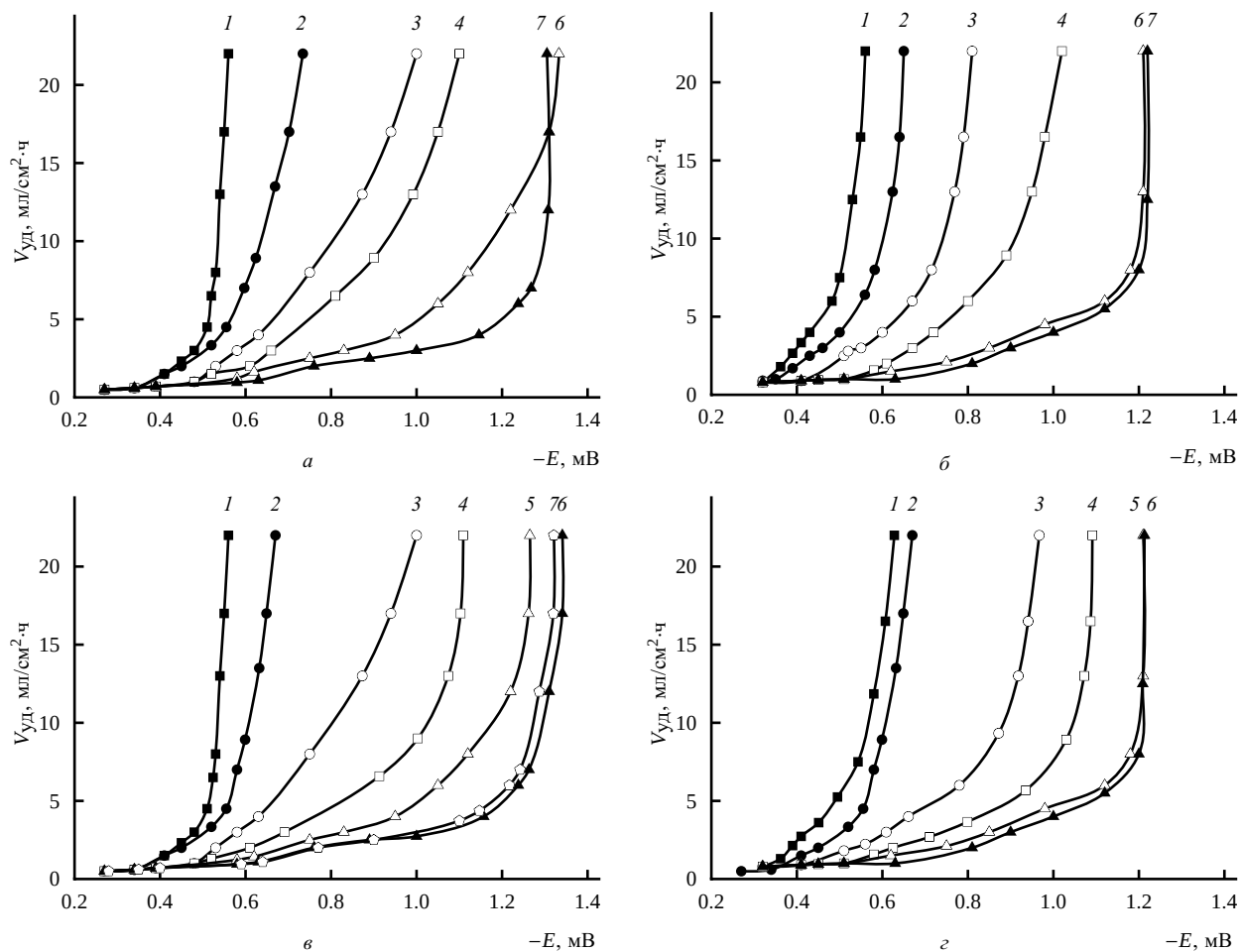


Рис. 9. Зависимость удельной скорости выделения водорода на сурьме (*a*, *б*) и меди (*в*, *г*) от потенциала поляризации в растворе 5M H_2SO_4 с добавками 2-МБ (*a*, *в*) и 2-ГБ (*б*, *г*). Концентрация добавок (г/л): 2-МБ: 1 – 0; 2 – 0.05; 3 – 0.17; 4 – 0.34; 5 – 0.65; 6 – 0.83; 7 – 1.30; 2-ГБ: 1 – 0; 2 – 0.23; 3 – 0.47; 4 – 0.58; 5 – 0.70; 6 – 0.88; 7 – 1.17

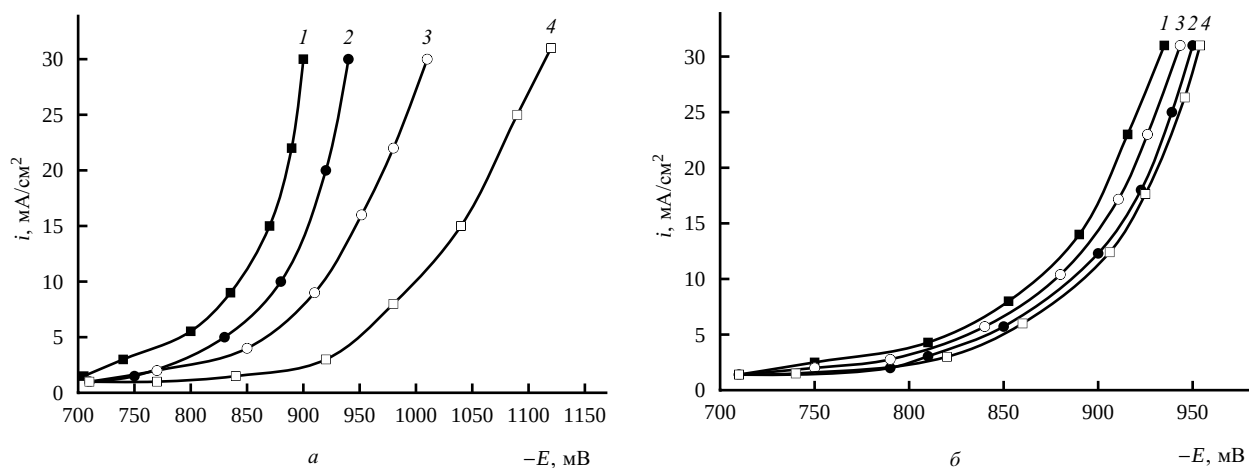


Рис. 10. Поляризационные кривые, полученные на пористом свинцовом катоде в растворе 5M H_2SO_4 с добавками 2-МБ (*a*) и 2-ГБ (*б*). Концентрация добавок (г/л): 2-МБ: 1 – 0; 2 – 0.01; 3 – 0.09; 4 – 0.9; 2-ГБ: 1 – 0; 2 – 0.1; 3 – 0.1; 4 – 0.8

10% от потерь веса при соотношении активных масс, равном 1.0. С другой стороны, при увеличении соотношения активных масс выше 1.10 потери веса также снижаются и составляют менее 40% от потерь веса при соотношении активных масс, равном 1.0. Понятно, что потери веса определяются в первую очередь эффективностью кислородного цикла, которая, в свою очередь, зависит от степени окисленности отрицательной активной массы. Известно, что пленка сульфата свинца, образующаяся при разряде на поверхности отрицательной активной массы, является барьером для диффузии молекул кислорода и при степени ее окисленности выше 30% эффективность кислородного цикла минимальна. При этом снижается деполяризация отрицательного электрода и возрастает скорость выделения водорода, определяющего во многом необратимые потери воды в аккумуляторе.

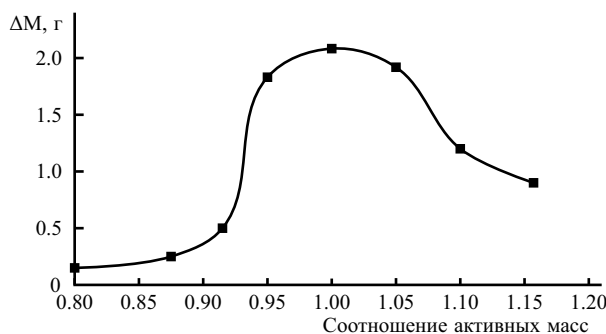


Рис. 11. Зависимость суммарных потерь электролита от соотношения активных масс в аккумуляторе

При высоком содержании положительной активной массы ($M_{\text{ПМ}}/M_{\text{ОМ}} > 1.1$) в конце заряда, когда на положительном электроде начинает заметно выделяться кислород, отрицательная активная масса заряжена полностью, что создает оптимальные условия для восстановления кислорода и торможения процесса выделения водорода. При значительном избытке отрицательной активной массы ($M_{\text{ПМ}}/M_{\text{ОМ}} < 0.85$) снижается степень окисленности отрицательной активной массы при разряде, и к моменту начала выделения кислорода на положительном электроде она превышает критическое значение и не тормозит процесс восстановления кислорода. Следует отметить, что по мере циклирования аккумуляторов влияние соотношения активных масс снижается за счет роста потерь воды электролитом и формирования дополнительных газовых каналов в сепараторе, что повышает эффективность кислородного цикла.

Полученные результаты позволяют рекомендовать величины соотношения активных масс для циклируемых герметизированных аккумуляторов, требующих избытка положительной активной массы, и аварийно-резервных аккумуляторов, использующих обычно избыток отрицательной активной массы.

Практика эксплуатации герметизированных свинцовых аккумуляторов показывает, что одной из основных причин, снижающих срок их службы, является использование неоптимального режима заряда, что приводит к необратимым потерям воды, осушению сепаратора и систематическому недозаряду активных масс.

Важно понимать, что заряд герметизированного аккумулятора существенно отличается от заряда обычных аккумуляторов. Так, если в открытом аккумуляторе оба электрода заряжаются независимо друг от друга, то в герметизированных аккумуляторах кислород, выделяющийся в процессе заряда на положительном электроде, восстанавливается на отрицательном электроде и деполяризует последний. Степень деполяризации отрицательного электрода определяется как скоростью выделения кислорода на положительном электроде, то есть величиной тока заряда, так и скоростью переноса его на отрицательный электрод. Последняя зависит от конструктивных особенностей аккумулятора: степени электролитозаполнения, степени сжатия электродного блока, а также от степени «старения» аккумулятора. При значительной деполяризации отрицательного электрода будет иметь место недозаряд отрицательной активной массы. Длительный перезаряд, при неправильно выбранном токе, лишь усугубит ситуацию за счет увеличения газового объема в сепараторе и, как следствие этого, повышения эффективности кислородного цикла и деполяризации отрицательного электрода. Поэтому ток перезаряда должен быть выбран из условий необходимости обеспечения определенной поляризации отрицательного электрода, обеспечивающей протекание зарядных процессов и минимальной продолжительности перезаряда с целью ограничения потерь воды. В настоящее время предлагаются различные стратегии заряда, основанные на использовании как зарядов при постоянном токе или напряжении, так и на применении пульсирующих токов. Нами были предложены алгоритмы зарядов для циклируемых и аварийно-резервных свинцовых герметизированных аккумуляторов, с максимальным учетом специфики их работы.

Одной из важных задач при проектировании герметизированного свинцового аккумулятора большой емкости является оптимизация теплоотвода и обеспечение температуры аккумулятора ниже предельно допустимой ($50-60^\circ\text{C}$). В этой связи интерес представляет использование медных основ в составе отрицательного токоотвода. Медь, имеющая теплопроводность в десять раз большую, чем свинец ($\text{Cu} = 326 \text{ ккал/м}\cdot\text{ч}\cdot\text{град}$, $\text{Pb} = 29.9 \text{ ккал/м}\cdot\text{ч}\cdot\text{град}$), может эффективно отводить тепло вдоль отрицательного электрода к холодильникам, расположенным в борнах. Важно отметить, что дополнительное тепло

в герметизированных свинцовых аккумуляторах выделяется именно на отрицательных электродах в результате реакции восстановления кислорода. Однако использование меди требует надежной ее защиты от контакта с кислотой. В противном случае медь может стать причиной увеличения скорости выделения водорода. Нами было разработано 2-слойное защитное покрытие на меди, гальванически осаждаемое из нитрилтриацетатного (НТА) электролита. Такой электролит обладает высокой рассеивающей способностью и экологически безвреден. Была подтверждена высокая эффективность такого покрытия. На рис. 12 показаны структура поверхности гальванических осадков из сплава и слоя свинца, полученные в новом нитрилтриацетатном и стандартном борфтористоводородном (БФВ) электролитах.

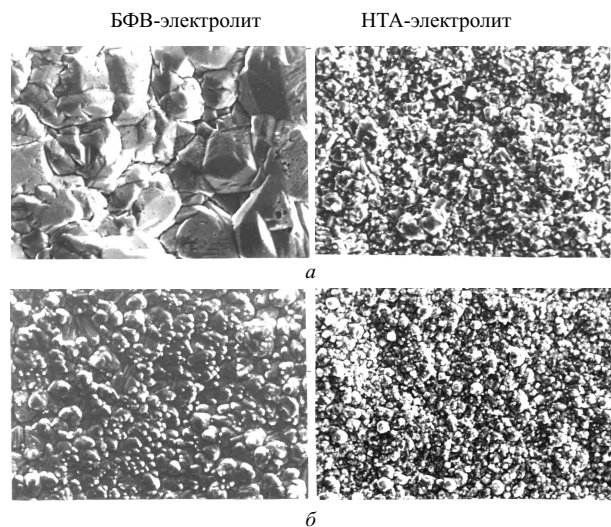


Рис. 12. Структура гальванических покрытий: а — свинцовое покрытие; б — покрытие сплавом свинец-олово-цинк

Как указывалось выше, срок службы свинцовых аккумуляторов определяется скоростью коррозии положительных токоотводов, а также оплыванием положительной активной массы.

Вопрос о выборе сплавов был рассмотрен ранее. Дополнительно можно отметить важную роль контактного коррозионного слоя, образующегося на границе токоотвод/активная масса. Если, при выборе состава сплава, не учитывать данный параметр, то срок службы аккумулятора может составить не более 20–30 циклов. Важность этого параметра определяется тем, что весь ток, генерируемый активной массой, проходит через поверхность токоотвода, площадь которого в 10^6 раз меньше поверхности активной массы. Поэтому любые изменения проводимости границы токоотвод/активная масса будут значительно влиять на разрядные характеристики аккумулятора. Особенно это проявляется при снижении содержания сурьмы в сплаве, которая способствует повышению проводимости оксидов на поверхности токоотвода,

замедляет скорость восстановления диоксида свинца до малопротяженных оксидов свинца. И наконец, сурьма способствует формированию в коррозионном слое аморфных «гель-зон», снижающих внутреннее напряжение в слое в результате протекания реакций перехода диоксида свинца в сульфат. Такие напряжения приводят к образованию трещин в коррозионном слое и повышению его сопротивления. Нами исследовалось влияние различных легирующих добавок на проводимость коррозионного слоя малосурьмяных и бессурьмяных сплавов. Методика эксперимента состояла в том, что на электродах из различных сплавов формировались коррозионные пленки, а затем при потенциостатической поляризации в раствор вводили 2-валентные ионы железа, которые окислялись на поверхности электрода. Скачок тока при этом характеризовал проводимость коррозионного слоя. Было показано, что повышение сопротивления коррозионного слоя, в результате снижения содержания сурьмы в сплаве, может быть эффективно компенсировано введением в состав сплава олова.

Увеличение срока службы герметизированного свинцового аккумулятора может быть обеспечено различными способами:

- использованием активных масс, полученных из паст, содержащих 4-х основной сульфат свинца (4ООС);
- использованием поверхностно-активных добавок, формирующих прочные электродные пасты;
- обеспечением сжатия активной массы положительного электрода.

На рис. 13 показана структура пасты из 4-х основного сульфата свинца и активной массы, полу-

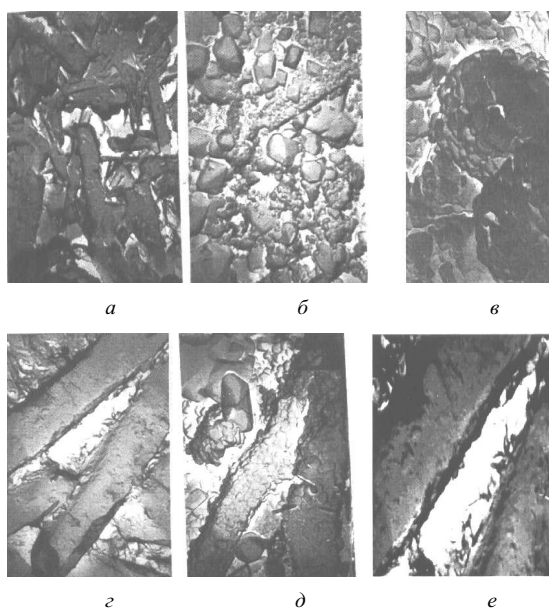


Рис. 13. Структура паст из $3\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (а, б, в) и $4\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4$ (з, д, е) в процессе формирования

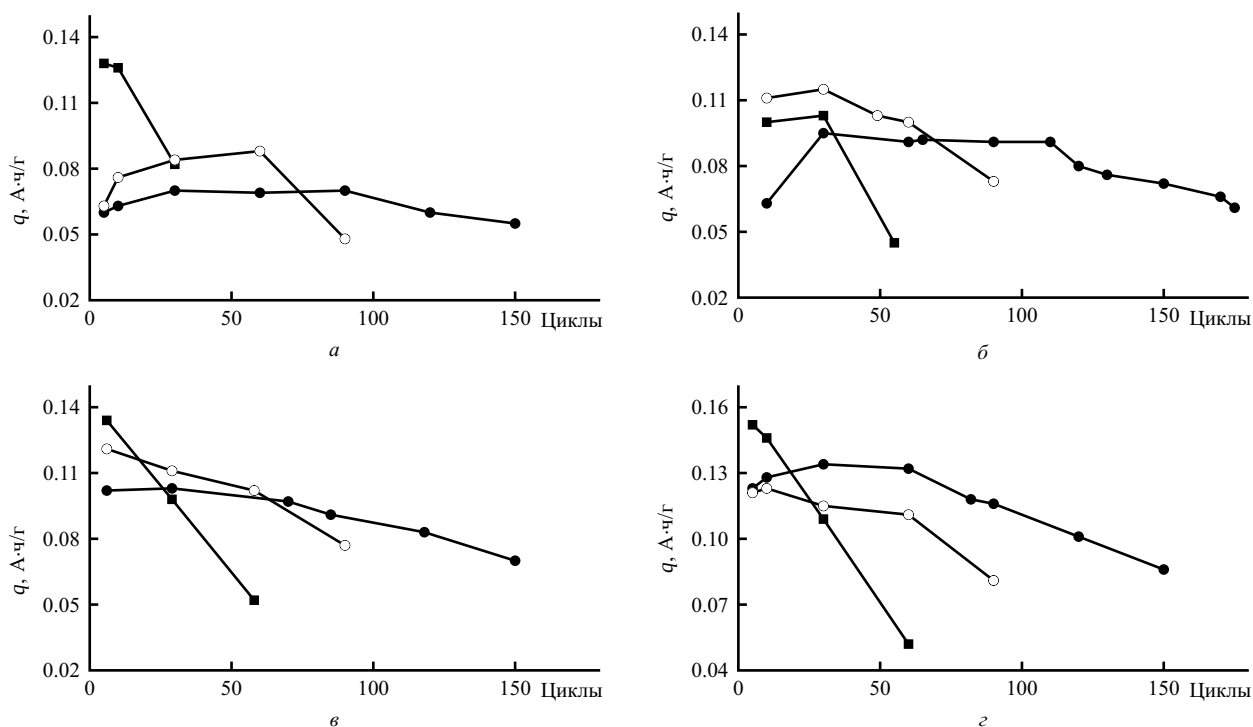


Рис. 14. Зависимость удельной ёмкости опытных и серийных активных масс от количества циклов при 1-(а), 5-(б), 10-(в) и 50-ти часовом (г) режимах разряда. ○ — серийная акт. масса; ■ — акт. масса из 30СС; ● — акт. масса из 40СС

ченной из такой пасты. Видны крупные кристаллы сульфатов и агломератов диоксида свинца. Такие пасты и активные массы обладают высокой прочностью и обеспечивают повышенный срок службы аккумуляторов.

На рис. 14 показаны результаты испытаний аккумуляторов (номинальная ёмкость — 140 А·ч) с такими активными массами, из которых видно, что срок службы увеличен почти в два раза по сравнению с серийными аккумуляторами.

Прочные структуры активных масс можно получать, используя поверхностно-активные добавки в процессе приготовления электродных паст. Адсорбируясь с разной степенью на различных гранях растущих кристаллов сульфата свинца, они могут способствовать формированию кристаллов призматической формы, придающих пасте повышенную прочность. На рис. 15 показано влияние фуллерен-содержащих композиций и нанотрубок на структуру электродных паст, подтверждающее сделанное выше предположение, а на рис. 16 показано, как использование ПАВ на стадии приготовления паст приводит к заметному росту срока службы аккумуляторов.

Препятствовать оплыванию положительной активной массы можно за счет ее сжатия, что становится возможным в герметизированных свинцовых аккумуляторах с иммобилизованным электролитом, в которых используется сепаратор в виде нетканного стекломата, имеющего высокую степень упругости

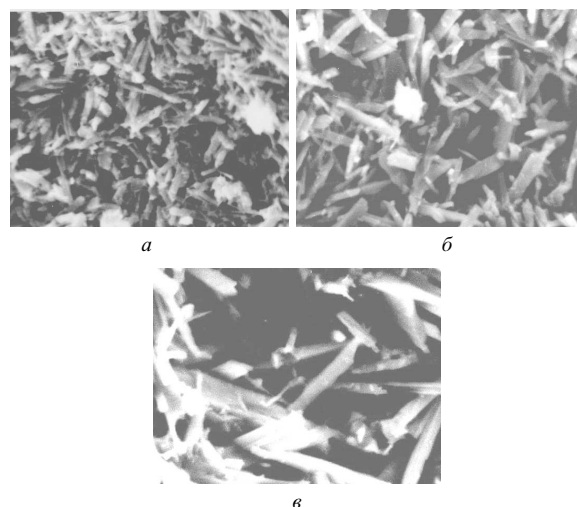


Рис. 15. Структура паст активной массы: а — серийная, б — с добавкой нанотрубок, в — с добавкой фуллеренов

и хороший контакт с поверхностью электрода. На рис. 17 показано влияние степени сжатия электродного блока на ресурс аккумуляторов и потери воды при циклировании. Видно, что зависимость разрядной ёмкости и ресурса аккумуляторов носит экстремальный характер с максимумом в диапазоне 20–30%. Очевидно, что низкой степенью сжатия электродного блока не обеспечивается требуемый для исключения оплывания положительной активной массы контакт сепаратора с электродами. При слишком высокой степени сжатия отрицательную роль играют изменение структурных характеристик сепаратора — по-

ристость, размер пор и т. д. Кроме того, при высокой степени сжатия возможна потеря упругих свойств сепаратора из-за ломки его волокон.

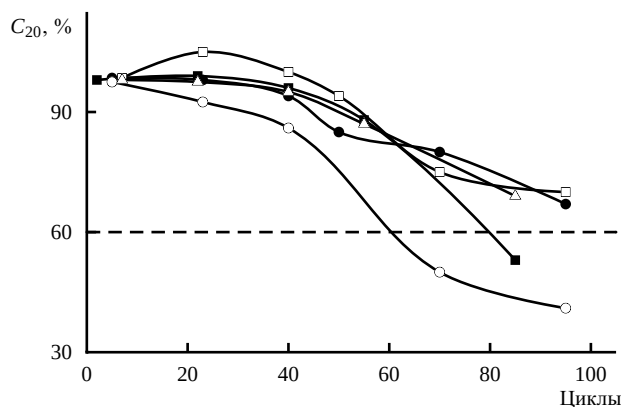


Рис. 16. Изменение ёмкости аккумуляторов с активными массами, содержащими нанотрубки и фуллерены, в процессе циклирования, %: нанотрубки: $\circ$ — 0, $\bullet$ — 0.001, $\square$ — 0.1, $\blacksquare$ — 0.5; фуллерены: $\triangle$ — 0.1

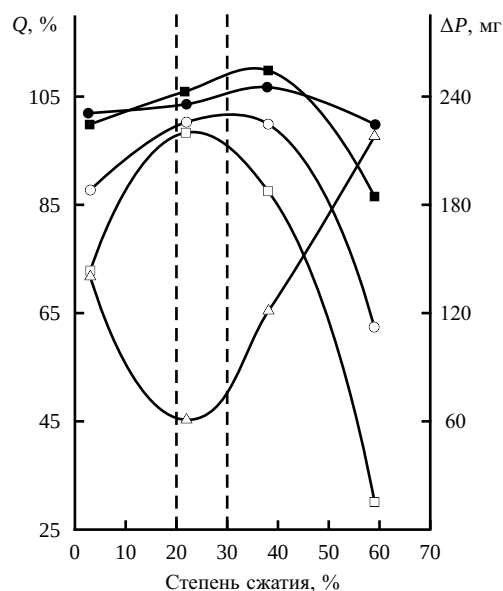


Рис. 17. Зависимость ёмкости и суммарных потерь веса аккумуляторов от степени сжатия электродного блока. Номер цикла: 33 ($\bullet$), 75 ($\blacksquare$), 94 ($\circ$), 114 ($\square$). Суммарные потери воды — Δ

Зависимость потерь воды аккумулятором от степени сжатия блока также носит экстремальный характер с минимумом в диапазоне 20–30%. Можно полагать, что при низкой степени сжатия блока и неплотного контакта сепаратора и электрода имеет место рост толщины слоя жидкости на границах сепаратор/электрод. Это существенно тормозит скорость переноса кислорода в зону реакции. При высокой степени сжатия блока снижается средний радиус пор сепаратора что затрудняет формирование в нем газовых каналов для переноса кислорода между электродами и снижает эффективность кислородного цикла.

Кроме сказанного, нами были рассмотрены такие важные вопросы, как:

— выбор материала бака, обеспечивающего как достаточную прочность, теплопроводность, так и газопроницаемость;

— выбор материала сепаратора, способного стабильно удерживать необходимое количество кислоты, легко формировать газовые каналы для транспорта кислорода, обеспечивать требуемое давление на электроды в блоке, исключать прорастание, быть стойким к воздействию кислоты;

— состав сплава для борнов, обеспечивающего качественное сцепление с электродами;

— вопросы конструкции герметизированных аккумуляторов — узлы уплотнения токовыводов, клапаны, системы охлаждения;

— вопросы технологии изготовления;

— требования по чистоте материалов;

— вопросы безопасности эксплуатации.

Таким образом, разработанная нами научно-техническая база позволяет создать ряды герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторов различных типов и назначений на уровне зарубежных аналогов. Однако «догнать» зарубежные фирмы — трудная, но промежуточная задача.

ЗАО «Электротяга» — день послезавтрашний

НТЦ ЗАО «Электротяга» уже сегодня проводит предварительные научно-исследовательские работы, направленные на создание научного задела для разработки качественно усовершенствованного свинцового аккумулятора, понимая, что достигнутый мировой уровень не является предельно достижимым и существуют пути повышения потребительских характеристик герметизированного свинцового аккумулятора.

Основными недостатками герметизированного аккумулятора следует считать:

— неполную его герметизацию из-за крайне низкой эффективности замкнутого водородного цикла;

— снижение удельных энергетических характеристик по сравнению с наливными аккумуляторами из-за нестехиометрического соотношения активных масс;

— низкий коэффициент использования активных масс (50–60%) из-за блокировки пор активной массы продуктами разрядных реакций.

Все эти недостатки носят достаточно принципиальный характер и исключение их возможно только на основе фундаментального исследования процессов, проходящих в свинцовом аккумуляторе, и поиска принципиально новых технических решений.

В свинцово-кислотном герметизированном аккумуляторе замкнутый кислородный цикл, включающий реакции выделения кислорода на положительном электроде, перенос и восстановление его

на отрицательном электроде, имеет эффективность на уровне 95–98%. Так как скорость восстановления кислорода лимитируется скоростью его диффузии, то эффективная реализация кислородного цикла была осуществлена за счет формирования в межэлектродном зазоре газовых каналов. Такие каналы обеспечивают перенос кислорода по механизму газовой диффузии, скорость которого на 10^6 раз выше скорости диффузии молекулярного кислорода в электролите.

Однако реализация замкнутого водородного цикла, когда весь выделившийся на отрицательном электроде водород окисляется на положительном электроде, до настоящего момента не осуществлена. Согласно литературным данным, скорость окисления водорода (при расчете на истинную поверхность электрода) на три порядка ниже скорости восстановления кислорода. При этом процесс ионизации водорода лимитируется активационными процессами, несмотря на то, что разность равновесных потенциалов $\text{ErbO}_2/\text{PbSO}_4$ и $\text{E}_{\text{H}^+/\text{H}_2}$ составляет 1.74 В в 10 н растворе H_2SO_4 .

Для оценки принципиальной возможности реализации замкнутого водородного цикла в свинцовом аккумуляторе нами планируется проведение следующих работ:

- выбрать и проверить эффективность добавок в положительную активную массу с целью снижения перенапряжения окисления молекулярного водорода. (Выполненные в НТЦ ЗАО «Электротяга» предварительные исследования показали, что добавка фуллерена в активную массу положительного электрода в отдельных случаях способствует росту скорости окисления водорода, однако эффект этот не стабилен и требует детальной проверки);

- исследовать эффективность использования дополнительных электродов с целью окисления на них водорода;

- исследовать эффективность принудительной подачи водорода в активную массу положительного электрода. (В работах Е. Хомской показано, что

при условии формирования в положительной активной массе газовых каналов и развитии поверхности, покрытой тонкой пленкой электролита, скорость окисления водорода может существенно возрастать (с обычных 10^{-1} – 10^{-2} мА/см² до 30–40 мА/см²). Однако необходимо проверить, связано ли такое возрастание тока с ростом скорости окисления водорода, либо водород катализирует процесс окисления кислорода. Работы с полупогружным электродом не подтвердили эффекта роста тока окисления водорода при формировании тонких пленок электролита в газовой водородной среде.) Максимальный коэффициент использования активных масс на уровне 50–60% существенно снижает удельные энергетические характеристики свинцового аккумулятора и является большим резервом повышения удельной емкости таких аккумуляторов. Однако указанная величина коэффициента использования является фундаментальной характеристикой свинцового аккумулятора и определяется объемными изменениями, происходящими в активных массах при разряде, приводящими к заполнению пор электродов сульфатом свинца. Таким образом, существуют два пути преодоления указанного барьера: 1) исключить образование сульфата свинца в качестве конечного продукта разрядной реакции; 2) принципиально изменить конструкцию электрода и отказаться от нанесения активных масс на токоотвод, приводящего к образованию поровых объемов. В первом случае возможно связывание ионов свинца путем их интеркаляции в специальные матрицы, во втором случае интерес представляет возможность использования циркулируемых через токоотводы активных масс.

Степень риска указанных фундаментальных научных направлений крайне велика, но потенциально возможный положительный эффект покрыл бы все издержки и позволил бы создать полностью герметичный свинцовый аккумулятор с удельными энергетическими характеристиками на уровне 70–80 Вт·ч/кг.

УДК 621.355

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СУПЕРКОНДЕНСАТОРЫ: ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ

А. И. Беляков

ЗАО «ЭЛИТ», Курск, Россия

Поступила в редакцию 25.04.06 г.

В статье проведен анализ современного состояния в области разработки электрохимических суперконденсаторов, показаны области их применения, сопоставлены возможности российских и зарубежных разработчиков и производителей.

The paper analyses the state-of-the-art of the development of electrochemical supercapacitors, their fields of application are outlined, the capabilities of domestic and foreign designers and producers are compared.

ВВЕДЕНИЕ

Электрохимические конденсаторы (ЭК) являются относительно молодым типом источников тока с точки зрения широты индустриального воплощения по сравнению с традиционными первичными и вторичными источниками тока и электрическими конденсаторами.

В то же время базовый принцип хранения энергии в ЭК — зарядение емкости двойного электрического слоя, был открыт ещё в конце XIX в. Гельмгольцем. Техническая реализация принципа, по существу началась с патента Бейкера (США, 1957), а широкое использование — с 80-х гг. XX в. (НЕС, Япония).

Широкое разнообразие электрохимических систем для конденсаторного накопления энергии, включая явление псевдоемкости (Б.Конвэй), и значительное отличие электрохимических процессов от традиционных систем позволили выделить этот тип источников тока в обособленный класс [1].

За последние 10 лет объём научных исследований в этой области увеличился более чем на два порядка. Полным ходом идёт промышленный выпуск так называемых «больших» суперконденсаторов, где в единице изделия могут быть обратимо накоплены килоджоули и десятки килоджоулей энергии. Выпускаются комплекты и системы с энергозапасом более 1 МДж. Теоретическая и прикладная наука в данной области сейчас сосредоточена в США и Японии, что определяется значительным объемом финансирования. Однако практическая реализация производства и применения «больших» ЭК началась в СССР ещё в 60–70-х гг. прошлого столетия (Н. С. Лидоренко, А. М. Иванов — НПО «Квант»), но в силу специфики применения практически все сведения об этих работах не публиковались в открытой печати. Поэтому новым компаниям в этой сфере (ЗАО «ЭЛИТ», 1989 г.; ЗАО «ЭСМА», 1993 г.) пришлось заново создавать свою прикладную науку и принципы технологии.

В настоящее время интерес к ЭК ещё более возрос в связи с возможностью их широчайшего использования для гибридного электротранспорта, повышения качества электроэнергии и специфического применения.

1. Электрохимические суперконденсаторы и их место среди традиционных источников тока

1.1. Принципы накопления заряда

Как и в традиционных конденсаторах, в ЭК реализован статический принцип, т. е. при заряде и разряде не происходит электрохимическая реакция, а имеет место процесс зарядения и разрядения двойного электрического слоя. Использование материалов с высокой удельной поверхностью позволяет накапливать электрическую ёмкость в сотни *фарад* в 1 грамме электрода из активированного угля (рис. 1).

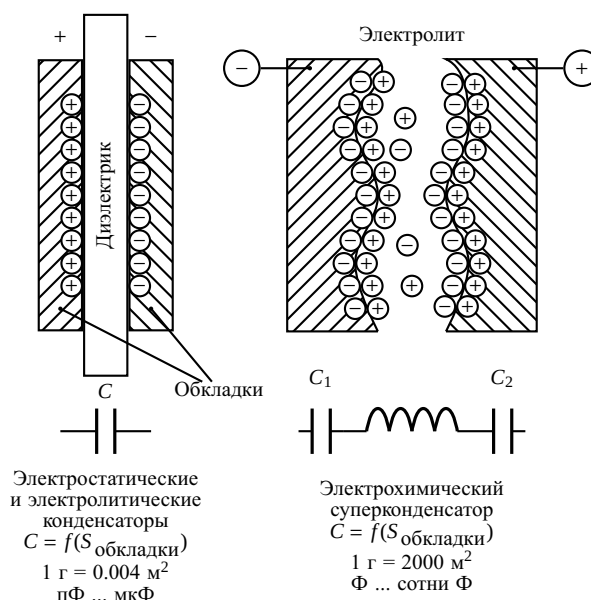


Рис. 1. Принцип хранения заряда

Однако напряжение пробоя такого конденсатора определяется применяемым электролитом и напряжением его разложения (0.8...4.0 В). Поэтому для достижения высокого напряжения требуется последовательное соединение десятков и сотен элементов.

Отсутствие в ЭК электрохимических реакций в процессах заряда/разряда и присущих им поляризационных затруднений делают ЭК очень «быстрыми» устройствами, где критическим является только омическое сопротивление [2]. В то же время движение ионов в растворах и формирование двойного электрического слоя — это процессы более длительные, чем движение электронов и дырок в твёрдом теле (традиционные конденсаторы). Поэтому ЭК — более «медленные» устройства по сравнению с традиционными конденсаторами.

По существу, ЭК занимают промежуточное положение между традиционными конденсаторами и ХИТ. По сравнению с первыми ЭК имеют в 100–1000 раз более высокую удельную энергию, а по сравнению с батареями — в 20–100 раз более высокую удельную мощность. Они также отличаются необычайно высоким сроком службы (>20 млн циклов) и практической безуходностью [3]. Основные сравнительные данные приведены в таблице.

Место электрохимических конденсаторов среди традиционных источников тока

Параметры	Традиционные конденсаторы	Электрохимические конденсаторы	Батареи
Постоянная времени разряда (RC), с	Менее 0.1	0.1 ... 10	Сотни и тысячи
Удельная энергия, кДж/кг	До 0.5; обычно 0.1 ... 0.2	От 0.5 до 30	Более 100
Удельная мощность, кВт/кг	Десятки в пике	До 17 в пике, в среднем 0.8 ... 2	От 0.1 до 0.5
Циклический срок службы, заряд/разряд	Миллионы	Миллионы	До 2000

Следует особо упомянуть ЭК, основанные на принципе «псевдоемкости». Здесь реализуется быстрая фарадеевская реакция на высокоактивной поверхности, т. е. происходят окислительно-восстановительные процессы в основном в приповерхностных слоях электрода. Наиболее подходящим и широко исследованным материалом является смешанный оксид рутения (RuO_x) в гидратной фазе (>700 Ф/г) [4]. В дальнейшем получили развитие электроды ЭК на основе NiO_x [5], MnO_2 [6] и даже интеркаляционные по литию электроды (графит, LiMnO_2 и др.) [7]. Из-за большого разнообразия материалов и процессов в последние годы возникла известная путаница в классификации ЭК. Зачастую

высокоразрядные ХИТ пытаются отнести к категории ЭК [8]. Самым простым способом выявления ЭК является вид разрядной кривой постоянного тока. Если её вид линейный с омическим падением напряжения в начале, то это ЭК. Всё остальное — разновидности ХИТ.

1.2. Классификация

ЭК имеют множество практически используемых названий: суперконденсаторы, конденсаторы с двойным электрическим слоем, ультраконденсаторы, гибридные конденсаторы и т. д.

Общепризнанной является классификация, принятая в США (Дж.Миллер, JME Inc.), в соответствии с которой все ЭК подразделяются на 4 класса, названные поколениями, так как они несут ещё и временную нагрузку последовательности разработок:

1-е поколение — ЭК, имеющие положительные и отрицательные электроды из активированного угля с водными растворами электролитов (KOH , H_2SO_4 , ...);

2-е поколение — электроды из активированного угля с неводными растворами электролитов (этиленкарбонат, ацетонитрил + ионогены Li^+ и др.);

3-е поколение — один из электродов выполнен из активированного угля, а второй — фарадеевский электрод с водными растворами электролитов (NiOOH/KOH/C , $\text{PbO}_2/\text{H}_2\text{SO}_4/\text{C}$, ...);

4-е поколение — один из электродов выполнен из активированного угля, другой — фарадеевский электрод, обратимо работающий в неводных электролитах (интеркаляционный тип: графит, LiMnO_2 , полимер, ...).

3-е и 4-е поколения часто называют «гибридными» или «асимметричными» ЭК [9].

Электрохимия процессов и тип электролитов делят вышеперечисленные поколения по мощности и энергии. Так 1-е, 3-е и частично 2-е — это более мощные ЭК по сравнению с поколением 4. Самые мощные — ЭК 1-го поколения (до 15 кВт/кг в импульсе), но всего лишь 1 Вт·ч/кг. Самый большой удельный энергозапас у 4-го поколения, больше 10 Вт·ч/кг, но мощность ниже 1000 Вт/кг.

2. Области применения ЭК.

Активность компаний в РФ и за рубежом

Уникальные эксплуатационные параметры ЭК — высокая удельная мощность, большой ресурс, отсутствие обслуживания, нечувствительность к степени заряженности, безопасность и экология (для водных электролитов) определили следующие основные области применения:

— пуск ДВС, от легкого авто до локомотива и танка [10];

— качество электроэнергии — UPS короткого действия, подстанции ЛЭП, переходные процессы, качество бортовых сетей [11];

— потребительские товары (автомобильные аудиосистемы и др.).

Везде, где требуется пролонгированный импульс высокой мощности или повторяющиеся циклы (2–5 Гц), ЭК наилучшим образом решают проблемы потребителей.

Активность ЭК компаний в России:

а) НПО «ЭКОНД», г. Москва — выпуск ЭК 1-го поколения (С/КОН/С), в основном для пуска ДВС различных транспортных средств, включая тепловозы. Частично — качество электроэнергии; АО «Плескава», г. Псков — выпуск ЭК по лицензии НПО «ЭКОНД»;

б) ЗАО «ЭСМА», г. Троицк Московской обл. — НИР и производство ЭК 3-го поколения (NiOON/КОН/С) для пуска ДВС, частично — качество электроэнергии, гибридный электротранспорт;

в) ЗАО «ЭЛИТ», г. Курск — наука и производство 1-го и 3-го поколений ЭК для пуска ДВС, качества электроэнергии, автомобильных аудиосистем, специального применения;

г) ООО «Технокор», г. Москва — 1-е поколение ЭК (С/КОН/С) для пуска ДВС и специального применения;

д) филиал GEN3 Partners (Бостон, США) в С.-Петербурге — 4-е поколение, только НИР электродных материалов.

Активность российских компаний за рубежом:

а) исследования и разработки (семинары, конференции, доклады, публикации) — ЗАО «ЭЛИТ», г. Курск и GEN3 Partners, С.-Петербург;

б) присутствие на зарубежном рынке (продажи изделий) — ЗАО «ЭЛИТ», г. Курск и ЗАО «ЭСМА», г. Троицк Московской обл.

Немного о крупнейших зарубежных разработчиках и производителях:

— в США только «Maxwell» реально много производит, остальные — на уровне лабораторий и опытных серий;

— на дальнем Востоке и Азии традиционно сильны японские компании: NEC, Nippon-Chemicon.

Сравнивая российские и зарубежные компании, можно отметить, что компании РФ лучше оснащены. Однако имеется серьезное отставание в разработке и освоении новых электрохимических систем, что связано с отсутствием государственной поддержки прикладных исследований.

В России нет государственных программ, которые востребовали бы ЭК. Для сравнения: по программе развития экологически чистого транспорта в США компания «Maxwell» получила в 2005 г. 3 млн долл. (!) на разработку комплекта ЭК для гибридного автобуса [12].

3. Рынки и проблемы их освоения

Мировой рынок «больших» ЭК ещё только в процессе формирования, хотя рядом компаний (Maxwell, ЭЛИТ, Nippon-Chemicon, ...) уже осуществляются поставки изделий на десятки миллионов долларов США.

С точки зрения объема и тенденций рынка наиболее исследован рынок США (Frost & Sullivan) [13]. По мнению аналитиков, совокупная годовая востребованность ЭК в США после 2007 г. превысит 500 млн долл. Структура и объемы продукции по некоторым сегментам рынка приведены на диаграмме (рис. 2).

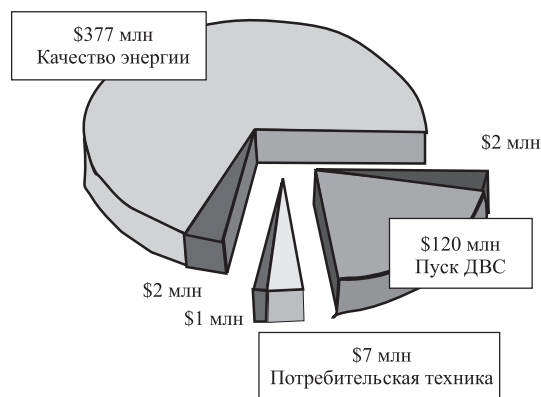


Рис. 2. Годовые потребности США в ЭК после 2007 г. Более темным — освоено на рынке

Следует отметить незначительную долю освоения рынка по всем сегментам (~5 млн долл. в год), однако темпы прироста по мнению Frost & Sullivan составят не менее 30% в год после 2007 года.

Российского рынка ЭК практически не существует, но есть предпосылки к глобальному росту. Это продиктовано необходимостью энергетической безопасности страны, для исключения случаев длительного отключения электроэнергии (Нью-Йорк — 2003, Москва — 2005). Анализ отечественного рынка показывает возможность достижения ежегодных объемов продаж на сумму более 300 млн долл. США после 2008 года. Сегментация и предполагаемые объемы рынка приведены на диаграмме (рис. 3).

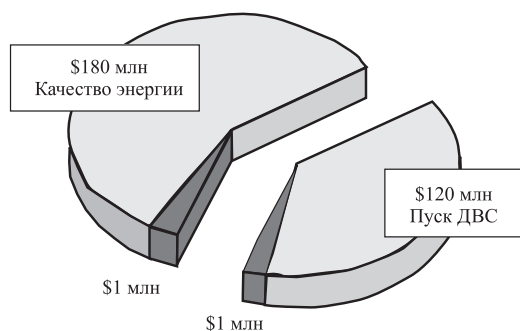


Рис. 3. Прогноз рынка ЭК в России после 2008 г. Более темным — освоено на рынке

Анализируя развитие промышленности и рынка ЭК в России, можно отметить следующие основные проблемы:

- снижение «технологической» восприимчивости нового товара промышленностью, в том числе обороной, населением, что определялось экономическим кризисом в стране в первой половине 90-х гг. прошлого века. Тезис «лучше хуже, но дешевле» являлся преобладающим;

- технологическая отсталость и консерватизм естественных монополий. Только эти структуры имели и имеют финансовые средства, но не расходуют их на создание новых видов отечественной техники;

- полное отсутствие государственной политики в промышленной сфере, что привело к вытеснению отечественного конечного потребителя ЭК зарубежными компаниями (автопром, мобильная связь, качество электроэнергии) и комплектации импортными источниками тока;

- снижение выпуска необходимых материалов, многие ранее широко выпускаемые материалы сейчас приобретаются за рубежом;

- слабая информированность потенциального потребителя о параметрах и эксплуатационных преимуществах ЭК. Серьезное денежное лоббирование применения традиционных ХИТ импортного производства;

- невысокий уровень инвестиций и нежелание инвесторов финансировать high-tech в РФ, при отсутствии государственных гарантий защиты этих инвестиций.

Заключение.

Возможные пути развития отрасли ЭК в России

Наука и промышленность ЭК, как и вся промышленность РФ, находятся в тяжёлом состоянии, пытаюсь финансировать разработки только за счёт продаж готовых изделий. Достичь серьезного уровня продаж ЭК в неразвитом рынке РФ практически невозможно. Поэтому в данный момент вопрос привлечения инвестиций в отрасль является ключевым. Основное направление использования инвестиций — работа с заказчиками, адаптация ЭК в их технику,

расширение рынка, увеличение объемов продаж. Затем — техническое перевооружение производств ЭК.

Слабость промышленности ХИТ и отрасли ЭК — в их разрозненности и невозможности громко заявить о себе или пролоббировать общие интересы во властных структурах.

Активная работа Ассоциации «РУСБАТ» может решить следующие проблемы:

- послужить «мостиком» между наукой и промышленностью ЭК и инвестиционными институтами;

- взаимодействовать с другими ассоциациями на высоком уровне (ассоциации-потребители: РАО ЕЭС, ОАО «Газпром», и др.);

- лоббировать интересы членов Ассоциации в заинтересованных министерствах и ведомствах (Министерство обороны и т. д.) с целью привлечения финансовых средств для создания новой техники и обеспечения многолетних заказов;

- организовывать выступления, презентации новых видов отечественных ХИТ на конференциях потенциальных заказчиков и публикации материалов в их журналах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Conway B.E. Electrochemical Supercapacitors. Scientific Fundamentals and Technological Applications. N. Y.: Kluwer Academic / Plenum Publishers, 1999.
2. Belyakov A.I., Brintsev A.M. Transient Processes in High Power Discharge of Electrochemical Capacitors // 13th Intern. Seminar on Double Layer Capacitors and Similar Energy Storage Devices. USA, Deerfield Beach, FL, 2003.
3. Belyakov A.I. Application of Large Supercapacitors Today and Tomorrow // Proc. of power systems world-98. USA, Santa Clara, 1998.
4. Galizzioli D., Tantarini F., Trasatti S. «Ruthenium Dioxide: A New Electrode Material. 1. Behavior in Acid Solutions of Inert Electrolytes» // J. Appl. Electrochem. 1974. Vol.4 P.57.
5. Belyakov A.I., Brintsev A.M. Development and application of Combined Capacitors: Double Electric Layer — Pseudocapacity, Proc. of the 7th Intern. Seminar on Double Layer Capacitors and Similar Energy Storage Devices. USA, Deerfield Beach, FL, 1997.
6. Khomenko V., Raymundo-Pinero E., Beguin F. Development of High Performance Hybrid Supercapacitors Based on α — MnO_2 — Carbon Nanotubes Composites // Ab. of «Carbon Advanced Research Workshop and Conference». USA, Argonne, 2003.
7. Morimoto T., Tsushima M., Che Y. Hybrid Capacitors Using Organic Electrolytes // Electrochemical Capacitors and Hybrid Power Sources. R.J. Brodd, Elchem. Soc., Pennington, ND, v.7, 2002.
8. Suematsu S., Shkolnik N. Advanced Supercapacitors Using New Electroactive Polymers // Proc. of «Advanced Capacitor World Summit 2005». USA, San Diego CA, 2005.
9. Belyakov A.I. Asymmetric Type Electrochemical Capacitors // Electrochemical Capacitor and Hybrid Power Sources, Ed. R.J. Brodd, Elchem. Soc., Pennington, ND, v.7, 2002.
10. Miller J.R. et al. Truck Starting Using Electrochemical Capacitors // SAE Technical Paper 982794 (1998 Nov.).
11. Key T. Ultracapacitors for Dynamic Correction of PQ Problems // Proc. of «Advanced Capacitor World Summit 2003» USA, Washington DC, 2003.
12. Bartley T. HEV Transit Bus Update // Proc. of «Advanced Capacitor World Summit 2005». USA, San Diego, CA, 2005.
13. Frost&Sullivan, Analytical Overview // Electrochemical Supercapacitors 2004–2009. Proc. of «Advanced Capacitor World Summit 2004». USA, Washington, DC, 2004.

УДК 621.355.8

СНИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГИДРОКСИДА НИКЕЛЯ (II) В ОАО «Завод АИТ»**В. В. Волынский, А. В. Лопашев, С. В. Гришин, И. В. Чипига, И. А. Казаринов****ОАО «Завод АИТ», Саратов, Россия***Саратовский государственный университет, Россия*

Поступила в редакцию 04.09.06 г.

В настоящей работе рассмотрены способы снижения энергопотребления процесса производства электрохимически активного гидроксида никеля (II), обеспечивающие минимальные потери продукта при его изготовлении. Приведены результаты испытаний нового оборудования и усовершенствованных методик отмывки $\text{Ni}(\text{OH})_2$ от сульфат-ионов.

In the present paper the ways of decrease power consumption of the process of producing electrochemically active hydroxide of nickel(II) ensuring minimum loss of product during its production are reviewed. The results of the tests of new equipment and the improved techniques of washing out $\text{Ni}(\text{OH})_2$ from sulphate-ions are adduced.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы рынок вторичных источников тока для портативной техники претерпел значительные изменения. Стремительный рост объемов продаж мобильных телекоммуникационных устройств подталкивает производителей аккумуляторов к улучшению их эксплуатационных свойств. Увеличение удельных характеристик источников тока становится основополагающей концепцией, следуя которой производитель захватывает наибольший сегмент рынка. Движущей силой этого процесса во многом является желание потребителя сократить соотношение удельных параметров источника тока к массогабаритным характеристикам объекта энергопотребления.

Рынок промышленных источников тока (железная дорога, напольный электротранспорт, речные и морские суда, городской наземный и подземный электротранспорт) менее динамичен. Дорогостоящие электрохимические системы (литий-ион, никель-металлогидрид) с высокими удельными характеристиками в этой сфере пока остаются невостребованными. В настоящее время сложно себе представить ситуацию, в которой сокращение величины соотношения «вес источника тока»/«вес трамвайного вагона» может оправдать увеличение цены применяемой аккумуляторной батареи. Рассматривая достоинства и недостатки известных электрохимических систем, потребитель в первую очередь останавливает свой выбор на дешевых, надежных и безопасных источниках тока, соответствующих техническим требованиям в течение максимально возможного периода времени.

К числу наиболее применяемых вторичных источников тока промышленного назначения относятся щелочные никель-кадмиевые аккумуляторы (НКА). Техничко-экономические показатели НКА

заданы составом используемых электродных материалов и механизмом протекания окислительно-восстановительных процессов. Удельные характеристики НКА и их себестоимость во многом зависят от технологии изготовления гидроксида никеля (II), который является основным компонентом активной массы положительного оксидоникелевого электрода.

Цель настоящей работы состоит в создании энергосберегающей технологии получения электрохимически активного гидроксида никеля (II), обеспечивающей минимальные потери продукта при изготовлении.

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОКСИДА НИКЕЛЯ(II)

Широко известен способ получения $\text{Ni}(\text{OH})_2$ путем вливания при перемешивании в раствор натриевой щелочи раствора сернокислого никеля [1]. Одной из задач, решаемых при изготовлении $\text{Ni}(\text{OH})_2$, является удаление сульфата натрия, присутствие которого в составе активной массы вызывает чрезмерное разбухание пластин и увеличивает вероятность возникновения короткого замыкания НКА [1]. Полученный $\text{Ni}(\text{OH})_2$ отфильтровывают от раствора сульфата натрия на фильтр-прессе под давлением $9.5\text{--}10.5 \text{ кг/см}^2$ в течение 4 часов и сушат при температуре $90\text{--}120^\circ\text{C}$. Продолжительность первой сушки составляет 12–16 часов. Высушенный $\text{Ni}(\text{OH})_2$ шнеком загружается во вращающуюся центрифугу. Одновременно в барабан центрифуги подается вода со скоростью 15–20 л в минуту. По истечении 1.5–2 часов с момента окончания загрузки центрифуги $\text{Ni}(\text{OH})_2$ поток подаваемой воды увеличивают до 25–35 л/мин и продолжают отмывку. Отмывку прекращают, когда содержание сульфат-ионов составит не более 1.7% по

отношению к содержанию никеля в продукте. Отмытый $\text{Ni}(\text{OH})_2$ сушат повторно до влажности не более 7% при температуре 90–140°C. Продолжительность второй сушки — не более 24 часов.

Проведение предварительной агломерации кристаллов $\text{Ni}(\text{OH})_2$ посредством его высушивания режимом первой сушки способствует укрупнению частиц $\text{Ni}(\text{OH})_2$, сокращению его удельной поверхности и, как следствие, облегчению процесса отмытки от сульфат-ионов. Однако выбранный способ отделения сульфата натрия от $\text{Ni}(\text{OH})_2$ обладает высокой трудоемкостью, энергоемкостью и обуславливает длительность технологического цикла приведенного способа.

Согласно технологическому процессу, реализованному фирмой «Юнгер» (Швеция), растворы сернокислого никеля и щелочи заданной концентрации непрерывно подаются в реактор, снабженный лопастной мешалкой [2]. Отмывка от сульфата натрия проводится путем разбавления получаемой суспензии $\text{Ni}(\text{OH})_2$ водой до соотношения 2% твердого к жидкому (т/ж) и последующего сепарирования на центрифуге непрерывного действия до 20% т/ж при 1400–1600 оборотов в минуту. Указанную последовательность операций повторяют в течение шести раз. После пятого цикла сепарирования суспензия $\text{Ni}(\text{OH})_2$ разбавляется водой, содержащей графит (в количестве 2/3 от необходимых 20%) и снова сепарируется на центрифуге. Для увеличения эффективности отмытки в промывную воду добавляется углекислый натрий. Содержание сульфат-иона в отмытом $\text{Ni}(\text{OH})_2$ колеблется в пределах от 0.5 до 2%.

Загущенная пульпа $\text{Ni}(\text{OH})_2$ в смеси с графитом непрерывно по схеме, приведенной на рис. 1, подается в распылительную сушилку 1 высотой порядка 15 м и диаметром около 5 м. В сушилке суспензия $\text{Ni}(\text{OH})_2$ распыляется центробежным устройством в пространство сушильной камеры, в которую одновременно подается нагретый сушильный агент (пропан [2]). Большой объем сушильной камеры обеспечивает низкую концентрацию частиц $\text{Ni}(\text{OH})_2$ в рабочей зоне сушки, что препятствует налипанию распыленного материала на ее стенки и увеличивает эффективность процесса удаления избытка влаги [3]. Температура теплоносителя на входе 550°C, на выходе 100–120°C. Сушильный агент подается в верхнюю боковую часть сушилки таким образом, что бы затруднить быстрое оседание частиц $\text{Ni}(\text{OH})_2$. Высушенный продукт собирается в нижней конусообразной части циклона 2 и непрерывно пневмотранспортом подается на дополнительное смешение с графитом (в количестве 1/3 от необходимых 20%) и вальцевание.

К проблемам, возникающим при реализации приведенного способа отмытки $\text{Ni}(\text{OH})_2$ от сульфата натрия, можно отнести неэффективный расход промывной воды в сочетании с неизбежными потерями продукта как на стадии отмытки, так и на стадии сушки $\text{Ni}(\text{OH})_2$.

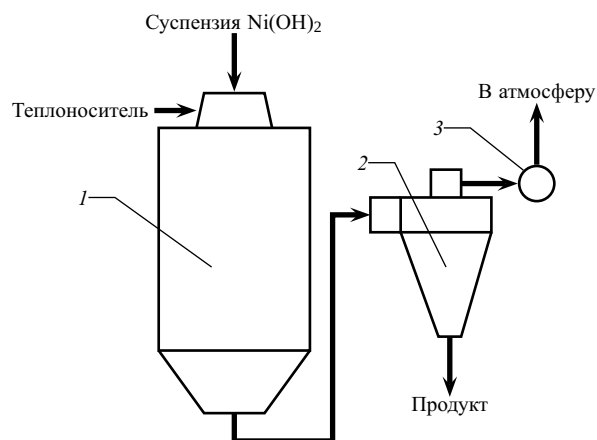


Рис. 1. Схема сушки $\text{Ni}(\text{OH})_2$ в распылительной сушилке: 1 — сушилка, 2 — циклон, 3 — насос

Авторы работы [4] получают $\text{Ni}(\text{OH})_2$ путем добавления кристаллогидрата сульфата никеля (II) в подогретый 15–30%-ный раствор гидроксида щелочного металла, отмывку проводят обработкой пульпы $\text{Ni}(\text{OH})_2$ в колонне в режиме противотока при линейной скорости восходящего потока 5–8 м/ч с наложением пульсационных возмущений последовательно раствором щелочи и водой, отжатый гидрат закиси никеля после сушки просеивают. К недостаткам указанного способа можно отнести неэффективное отделение частиц $\text{Ni}(\text{OH})_2$ от промывного раствора. Результатом отмытки $\text{Ni}(\text{OH})_2$ в режиме противотока со скоростью 5–8 м/ч является его расслоение на фракции и унос мелкодисперсных частиц в количестве 5–10% промывной водой. Согласно требованиям ТУ 48-3-63-90 на «Никель гидрат закиси» наличие мелких частиц, прошедших через сито с сеткой №0063, допустимо в количестве не более 25%. Таким образом, унос мелкодисперсной фракции и, как следствие, необходимость ее улавливания и дополнительной переработки снижает экономическую эффективность предлагаемого способа.

Анализ существующих способов получения $\text{Ni}(\text{OH})_2$ позволяет сделать заключение о том, что наиболее энерго- и трудоемкими являются технологические операции, которые проводятся с целью отделения сульфата натрия от $\text{Ni}(\text{OH})_2$. Руководствуясь выявленными в работах [1, 2, 4] закономерностями, специалисты ОАО «Завод АИТ» предприняли попытку оптимизации действующей технологии получения $\text{Ni}(\text{OH})_2$.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОТМЫВКИ $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ОТ СУЛЬФАТ-ИОНОВ

Согласно технологическому процессу, применяемому на ОАО «Завод АИТ» [5, 6], осаждение гидроксида никеля (II) проводят в реакторе непрерывного действия из раствора соли никеля раствором натриевой щелочи с добавкой углекислого натрия. В последующем суспензию $\text{Ni}(\text{OH})_2$ отфильтровывают на фильтр-прессе при давлении 9–10 кгс/см² до влажности 60–70%, коржи $\text{Ni}(\text{OH})_2$ шинкуют и сушат в шкафах при температуре 80–120°C в течение 16–40 часов.

После первой сушки порцию $\text{Ni}(\text{OH})_2$ весом 35 кг (приведен вес продукта, получаемого после отмывки и сушки) загружают в репульпатор, предварительно заполненный 600 л конденсата, и перемешивают. Полученную пульпу сливают во вращающийся ротор центрифуги ФМБ803К фильтрующего типа, разбавляя ее конденсатом. За время слива расход конденсата составляет 200–400 л. По окончании слива пульпы в центрифугу подается еще 1400–1700 л конденсата, после чего $\text{Ni}(\text{OH})_2$ выгружают и сушат при температуре 80–120°C в течение 4–16 часов. В соответствии с требованиями технологической документации ОАО «Завод АИТ» содержание сульфат-ионов в отмытом $\text{Ni}(\text{OH})_2$ не должно превышать 1%.

В табл. 1 приведены результаты замеров содержания SO_4^{2-} в промывной воде по ходу выполнения этапа «слив» суспензии $\text{Ni}(\text{OH})_2$ из репульпатора и в процессе последующей подачи конденсата для выполнения операции «отмывка». Рассмотрение полученных данных свидетельствует о том, что 97% сульфат-ионов удаляются путем приготовления в репульпаторе суспензии $\text{Ni}(\text{OH})_2$ и ее слива в ротор фильтрующей центрифуги. Оставшиеся 3% сульфат-ионов выводятся с промывными водами посредством их подачи на сформированный в роторе центрифуги слой $\text{Ni}(\text{OH})_2$. При этом расход конденсата для каждого этапа составляет 32 и 68% соответственно. Низкая эффективность отмывки в центрифуге фильтрующего типа и нерациональное использование конденсата увеличивает энергоемкость процесса изготовления $\text{Ni}(\text{OH})_2$.

По результатам замеров содержания Ni^{2+} в промывных водах (от 0.8 до 4 г/л) также было сделано заключение о наличии недопустимых технологических потерь дорогостоящего никельсодержащего сырья, которые не только приводят к увеличению себестоимости НКА, но и негативно влияют на экологию окружающей среды.

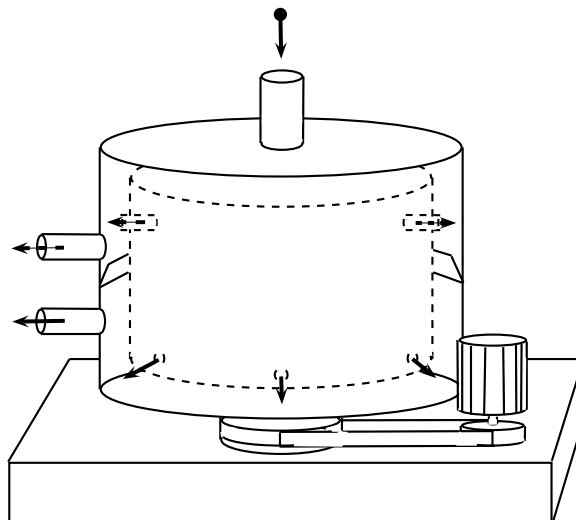


Рис. 2. Центрифуга для центробежного сгущения суспензии $\text{Ni}(\text{OH})_2$: ● — промывные воды, содержащие $\text{Ni}(\text{OH})_2$; - - - удаление кольцевого слоя жидкости, расположенного ближе к оси вращения ротора; — — — удаление концентрата $\text{Ni}(\text{OH})_2$

Конкретизируя цель исследований, техническую задачу данной работы можно сформулировать как попытку добиться снижения материальных и энергетических затрат при производстве $\text{Ni}(\text{OH})_2$ путем сокращения расхода воды на отмывку $\text{Ni}(\text{OH})_2$ от сульфат-ионов и уменьшения потерь никельсодержащего сырья.

Отчасти поставленная задача была решена путем использования промывных вод, содержащих незначительное количество SO_4^{2-} (менее 1 г/л) для приготовления суспензии $\text{Ni}(\text{OH})_2$ в репульпаторе. С этой целью 600 л конденсата, которые вытекали из центрифуги на этапе «отмывка», собирали в промежуточную емкость, откуда центробежным насосом подавали в репульпатор для приготовления следующей порции суспензии $\text{Ni}(\text{OH})_2$. После отмывки и сушки $\text{Ni}(\text{OH})_2$ содержание SO_4^{2-} в нем составило

Таблица 1

Результаты замеров содержания SO_4^{2-} в промывной воде на различных стадиях отмывки $\text{Ni}(\text{OH})_2$

№ партии	Слив			Отмывка					
	Кол-во конденсата, л	Содержание SO_4^{2-}		Кол-во конденсата, л	Содержание SO_4^{2-} , г/л				
		г/л	Всего, г		1-я проба	2-я проба	3-я проба	4-я проба	Всего, г
203	600 + 200	12.0	9600	1700	0.3	0.25	0.14	0.07	328
217	600 + 300	11.3	10170	1500	0.4	0.2	0.13	0.11	292

0.4%, что соответствовало требованиям ТД (не более 1 %). Внедрение данного мероприятия позволило сократить расход конденсата для получения 1 кг $\text{Ni}(\text{OH})_2$ в среднем на 14 л. При объемах выпуска 240 т $\text{Ni}(\text{OH})_2$ в год экономия конденсата составила 3360 м³ или 750 тыс. рублей ежегодно (по данным на 22.01.2003).

Для оценки возможности снижения потерь $\text{Ni}(\text{OH})_2$ при выполнении его отмывки от SO_4^{2-} была изготовлена центрифуга (рис. 2). В основу конструкции разработанной центрифуги положен принцип центробежного сгущения, при котором выделенные частицы дисперсной фазы концентрируются в относительно небольшом объеме дисперсионной среды [7]. Целью создания указанного оборудования является возврат мелкодисперсной фракции $\text{Ni}(\text{OH})_2$ в производственный процесс путем сокращения концентрации Ni^{2+} в конденсате после выполнения операции «отмывка». Предполагалось, что результатом поступления промывной воды в ротор центрифуги будет сгущение дисперсной фазы и увеличение ее содержания в концентрате по отношению к исходному продукту. При этом непрерывность работы должны были обеспечивать патрубки для отвода кольцевого слоя жидкости, расположенного ближе к оси вращения ротора, и отверстия в нижней кромке ротора для удаления концентрата $\text{Ni}(\text{OH})_2$ (см. рис. 2). Однако, как показали проведенные испытания, заданный процент открытия поверхности ротора с учетом скорости его вращения оказался избыточным. Промывные воды, попадая на обечайку ротора, под действием центробежных сил отводились через отверстия, расположенные только в его нижней части (см. рис. 2), минуя стадию формирования кольцевых слоев с различным содержанием частиц $\text{Ni}(\text{OH})_2$. Последующим сокращением процента открытия поверхности ротора стабилизировать работу оборудования не удалось. При проведении повторных испытаний отверстия забивались частицами $\text{Ni}(\text{OH})_2$ и не обеспечивали отвод концентрата $\text{Ni}(\text{OH})_2$.

Таким образом, в силу характерных для суспензии $\text{Ni}(\text{OH})_2$ физико-механических и реологических свойств, разработанное оборудование не обеспечило сепарирование взвеси $\text{Ni}(\text{OH})_2$ из промывных вод в непрерывном режиме. Однако основанием для продолжения исследований послужил зафиксированный факт сокращения концентрации Ni^{2+} в жидкой фазе, вытекающей через патрубки ротора центрифуги до 0.16 г/л (в производственных условиях 0.82–4 г/л). Согласно [8], признаком центрифуг периодического действия является наличие последовательности при выполнении операций по загрузке, разделению, выгрузке. В центрифугах непрерывного действия все эти операции должны происходить непрерывно и одновременно. Герметизация отверстий ротора изменила

характер процесса центрифугирования и привнесла в производственный цикл необходимость его систематического прерывания для выгрузки накопленного в роторе центрифуги осадка $\text{Ni}(\text{OH})_2$. Но, как показали дальнейшие исследования, незначительное увеличение трудоемкости было с избытком компенсировано сокращением материальных затрат путем возврата $\text{Ni}(\text{OH})_2$, теряемого при отмывке.

По причине низкой производительности созданной центрифуги ее использование в действующем технологическом процессе не представлялось возможным. На основании полученных результатов было принято решение о доработке промышленной фильтрующей центрифуги ФМБ803К. Доработка в основном затронула конструкцию ротора, в котором были заглушены отверстия поля перфорации и установлен пакет тонкослойных вставок, имеющих форму тела вращения (усеченного конуса). В образующихся зазорах поток разделяемой жидкости перемещался тонкими параллельными слоями в ламинарном режиме. Внутренний диаметр ротора составляет 800 мм, скорость вращения — 1500 об/мин. Промывные воды из фильтрующей центрифуги собирали в промежуточной емкости и центробежным насосом закачивали в репульпатор. Из репульпатора суспензия $\text{Ni}(\text{OH})_2$ поступала через внутреннюю полость конуса к периферии ротора и, оттеснясь под действием гидростатического давления к оси вращения, переливалась через отбортовку ротора, в объеме которого происходило выделение дисперсной фазы. При проведении испытаний было измерено содержание Ni^{2+} в промывной воде до центрифугирования и после. Согласно полученным данным, эти показатели составили 0.8 и 0.03 г/л соответственно. Емкости ротора было достаточно для осуществления 20–25 отмывок (700–875 кг $\text{Ni}(\text{OH})_2$) в непрерывном режиме.

Применение разработанной центрифуги позволило добиться сокращения минимум в 27 раз содержания никеля (II) в воде после операции отмывка $\text{Ni}(\text{OH})_2$ от сульфат-ионов и обеспечило возврат в производство около 2700 кг дорогостоящего никельсодержащего сырья ежегодно. Экономический эффект, рассчитанный по результатам использования данного оборудования, составил 786 731.5 рублей в год (табл. 2).

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ $\text{Ni}(\text{OH})_2$

Для снижения энергоемкости процесса изготовления $\text{Ni}(\text{OH})_2$ представляют интерес способы, которые позволяют получать $\text{Ni}(\text{OH})_2$, минуя этап его предварительной агломерации кристаллов посредством высушивания [2, 4]. Продолжительность первой сушки (16–40 часов) в сочетании с высокими

Таблица 2

Экономический эффект, рассчитанный по результатам использования доработанной центрифуги ФМБ803К

Наименование изделий	План 2003 г., шт.	Ni(OH) ₂		NiSO ₄ ·7H ₂ O	Экономия, руб. (цена 1 кг NiSO ₄ ·7H ₂ O — 97.59 руб.)
		Норма, кг/изделие	Потребность, кг	Норма была — 2.994 Норма стала — 2.949 Разница норм — 0.045 Экономия, кг	
НКЛБ-70	13500	0.379	5116.5	230.2	22465
KPL70P	15000	0.379	5685	255.8	24963.5
KPL55	8500	0.367	3119.5	140.4	13701.6
KN70P	900	0.415	373.5	16.8	1640.2
KN150P	31500	1.12	35280	1587.6	154934
KPH220P	5000	1.68	8400	378	36889
KL160P	10000	0.814	8140	366.3	35747.2
KL250P	84550	1.238	104672.9	4710.3	459678
KL375P	4500	1.858	8361	376.2	36713
ИТОГО:				8061.6	786731.5

ценами на энергоносители обуславливает актуальность исследований в данном направлении.

Реализация поставленной в работе цели была достигнута способом получения Ni(OH)₂ для оксидоникелевого электрода щелочного аккумулятора осаждением Ni(OH)₂ из раствора сернокислого никеля раствором натриевой щелочи с добавкой углекислого натрия при дозировании растворов с последующей отмывкой, фильтрацией и сушкой, в котором полученную при осаждении пульпу Ni(OH)₂ в количестве 100 л подавали в промывной бак (рис. 3), перемешивали с 500 л воды до соотношения т/ж = 1/60 при температуре 80–85°C. По окончании перемешивания пульпу Ni(OH)₂ отстаивали в течение 5 минут и определяли скорость оседания частиц Ni(OH)₂, которая составляла 0.4 м/ч. Затем проводили три отмывки, при этом каждый раз в промывной бак подавали 600 литров промывной воды в режиме противотока со скоростью 0.3 м/ч, не превышающей зафиксированную скорость оседания частиц Ni(OH)₂. Температура промывной воды составляла 55–65°C. После первой и второй отмывки полученную пульпу перемешивали при температуре 80–85°C. В промывную воду для третьей отмывки добавляли углекислый натрий в количестве 5–10 г/л. После третьей отмывки пульпу Ni(OH)₂ перемешивали без подогрева. В дальнейшем Ni(OH)₂ отфильтровывали и сушили 10–12 часов при температуре 100–120°C. Таким образом было получено 10.5 кг Ni(OH)₂. Содержание сульфат-ионов в Ni(OH)₂ составило 0.4%, что соответствует требованиям ТУ 48-3-63-90. Активную массу изготавливали путем смешения Ni(OH)₂ с 20% графита, 1.7% бария и 1.5% кобальта. Коэффициент использования никеля в составе активных масс на десятом цикле разряда составил 98%.

На основании экспериментальных данных было установлено, что скорость оседания частиц Ni(OH)₂ не превышает 0.6 м/ч. Увеличение скорости подачи

выше 0.6 м/ч приводило к уносу мелкодисперсной фракции Ni(OH)₂. Также было отмечено, что при разнице температур пульпы Ni(OH)₂ и подаваемой в режиме противотока промывной воды менее 15°C замещения сульфат-ионов раствором промывной воды не происходило. В этом случае наблюдалось перемешивание сульфат-ионов с промывной водой и усреднение концентрации сульфат-ионов в объеме подаваемой промывной воды. В результате снижалась эффективность отмывки и увеличивался расход промывной воды. Введение в состав промывной воды для третьей отмывки углекислого натрия в количестве 5–10 г/л согласно [2] повышает качество отмывки Ni(OH)₂ от сульфат-ионов.

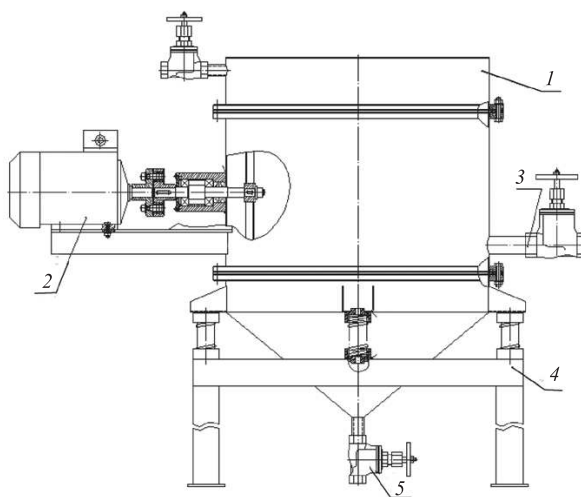


Рис. 3. Промывной бак для удаления сульфат-ионов из суспензии Ni(OH)₂: 1 — камера разряжения; 2 — мешалка; 3 — вентиль для подачи суспензии Ni(OH)₂; 4 — опорная рама; 5 — вентиль для подачи конденсата

Предлагаемый способ получения Ni(OH)₂ для оксидоникелевого электрода щелочного аккумулятора обеспечивает изготовление Ni(OH)₂ с высокой электрохимической активностью при минимальном

расходе промывной воды для отмывки $\text{Ni}(\text{OH})_2$ от сульфата натрия, без потерь мелкодисперсной фракции $\text{Ni}(\text{OH})_2$. Общее время сушки продукта сокращено с 20–56 часов до 10–12 часов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение разработанного оборудования позволило снизить количество Ni^{2+} в сточных водах предприятия и минимизировать потери дорогостоящего никельсодержащего сырья. Путем оптимизации технологического процесса получения $\text{Ni}(\text{OH})_2$ сокращено энергопотребление его производства. Реализованный подход обеспечил существенное снижение себестоимости изделий, выпускаемых ОАО «Завод АИТ».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дасоян М. А. Производство электрических аккумуляторов. М.: Высш. шк., 1965. 412 с.

2. Изучение конструкции и технологии производства щелочных аккумуляторов фирмы «Юнгер» : Отчет / Минэлектротехпром; Руководитель А. А. Немодрук Инв. № 748 а. Саратов, 1972. 33 с.

3. Муштаев В. И. Сушка дисперсных материалов. М.: Химия, 1988. 352 с.

4. Заявка 2208585 РФ, МПК⁷ С 01 G 53/04. Способ получения гидроксида никеля (II) / Свиридов В. М., Свиридов А. М. (Россия). № 2002106343/12; заявл. 11.03.02; опубл. 20.07.03.

5. Заявка 2264000 РФ, МПК⁷ Н 01 М 4/26, 4/32. Способ получения гидрата закиси никеля для анодной массы никель-кадмиевого аккумулятора / Лопашев А. В., Семенов Н. Е., Волынский В. В. (Россия). № 2004102023/09; Заявл. 22.01.04; Опубл. 10.07.05.

6. Заявка 2264000 РФ, МПК⁷ Н 01 М 4/26, Н 01 М 4/32. Способ получения гидрата закиси никеля для щелочных аккумуляторов / Лопашев А. В., Семенов Н. Е., Волынский В. В. (Россия). № 2004125312/09; Заявл. 18.08.04; Опубл. 10.11.05.

7. Шкоропад Д. Е. Центрифуги и сепараторы для химических производств. М.: Химия, 1987. 256 с.

8. Центрифуги: Каталог / Государственный комитет по автоматизации и машиностроению при Госплане СССР, Всесоюзный научно-исследовательский и конструкторский институт химического машиностроения. М.: Машгиз 1963. 104 с.

УДК 621.355

СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТКИ МЕХАНИЧЕСКИ ПЕРЕЗАРЯЖАЕМЫХ ВОЗДУШНО-АЛЮМИНИЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА БОЛЬШОЙ УДЕЛЬНОЙ ЭНЕРГОЁМКОСТИ

В. М. Алашкин, С. Д. Севрук*, В. Г. Удадьцов*, А. А. Фармаковская*

ФГУП НПК «АльтЭн», Электроугли, Россия

*Московский авиационный институт, Россия

Поступила в редакцию 23.04.06 г.

В статье представлены результаты исследований и разработок воздушно-алюминиевых химических источников тока, осуществленных совместно Московским авиационным институтом и ФГУП НПК «АльтЭн», приведены области эффективного применения этих источников энергообеспечения, показана технологическая схема утилизации продуктов реакции и регенерации отработанного электролита.

In the paper are presented results of studies and design of air-aluminum chemical power sources carried out jointly by Moscow Aircraft Institute and AltEn Corp.; several fields of effective application of these power sources are listed, a technological scheme of reaction product utilization and waste electrolyte regeneration is shown.

Среди всего многообразия разрабатываемых химических источников тока (ХИТ) свою нишу имеют высокоэффективные автономные энергоустановки (ЭУ) на базе механически перезаряжаемых ХИТ электрохимической системы кислород-алюминий с водными электролитами. Поскольку в большинстве случаев наземного применения используется кислород воздуха, эти источники обычно называют воздушно-алюминиевыми (ВА).

ВА ХИТ обладают одним из наиболее высоких значений теоретической удельной энергии, что иллюстрируется данными, приведёнными в таблице.

Энергетические характеристики наиболее эффективных анодных компонентов (горючих) в электрохимических системах с кислородом в качестве катодного компонента (окислителя)

Горючее	Стандартный электродный потенциал горючего, В	Стандартная удельная энергия горючего, МДж/кг	Относительная распространенность горючего в природе, мас. %
H ₂	1.23	119.0	1.0
Be	3.01	64.2	6·10 ⁻⁴
Li	3.045	42.3	6.57·10 ⁻³
Al	2.72	29.16	8.8
Mg	2.363	18.77	2.1
Na	2.714	11.39	2.64
Zn	0.76	2.24	1.57·10 ⁻³

Как видно, алюминий занимает третье место среди металлических горючих по теоретической удельной энергии. Применение бериллия из-за его токсичности крайне маловероятно, поэтому можно считать, что алюминий по теоретической энергоёмкости уступает только литию и водороду. В то же время он занимает первое место по содержанию в земной коре и является одним из наиболее дешёвых,

технологичных и безопасных материалов, что делает его перспективным материалом для разработки высокоэффективных ХИТ. Действительно, разрабатываемые в настоящее время ХИТ и ЭУ на основе электрохимической системы кислород (воздух)-алюминий с водными электролитами по своим удельным энергомассовым и энергообъёмным показателям уступают лишь O₂/H₂ топливным элементам (ТЭ) с криогенным хранением компонентов и некоторым типам ХИТ с литиевым анодом.

Расчётные оценки и накопленный нами к настоящему времени опыт разработок показывают, что в этих установках в зависимости от мощности, времени разряда, применяемого электролита и конструктивного исполнения может быть реализована удельная энергия по массе 720–3060 кДж/кг (200–850 Вт·ч/кг) и 900–3600 кДж/л (250–1000 Вт·ч/л) по объёму.

В статье представлены результаты исследований и разработок ВА ХИТ, осуществляемых совместно Московским авиационным институтом (МАИ) и ФГУП «Научно-производственный комплекс Альтернативная энергетика» (НПК «АльтЭн») Федерального космического агентства. В последнее время к кооперации успешно присоединился научно-технологический центр энергосберегающих процессов и установок Объединённого института высоких температур Российской Академии наук — НТЦ ЭПУ ОИВТ РАН. За более чем 30-летний период выполнен огромный объём экспериментальных, теоретических и проектных работ. В частности, разработаны физико-математические модели, адекватно описывающие рабочие процессы, протекающие в ВА ХИТ, разработаны методики проектных расчётов ЭУ на основе ВА ХИТ, решены вопросы подбора оптимальных для заданных условий эксплуатации композиций рабочих

материалов (анод — электролит), разработаны способы организации рабочих процессов как в батарее элементов, так и во всей ЭУ.

В ВА ХИТ обычно применяются водные солевые или щелочные электролиты. Источники со щелочным электролитом имеют более высокие энерго-массовые и мощностные характеристики, чем с нейтральным солевым электролитом, поэтому в наших исследованиях и разработках им было уделено основное внимание. На рис. 1 представлена принципиальная схема ВА ХИТ со щелочным электролитом с указанием основных рабочих процессов по месту их протекания. Из приведённой схемы процессов ясно, что мы имеем дело с трёхкомпонентной электрохимической системой, в которой расходующимися веществами являются алюминий, вода и кислород. Потребляемая в реакции вода расходуется из электролита. Следует отметить, что и в токообразующем процессе, и в реакции коррозии образуется один и тот же продукт реакции — гидроксид алюминия.

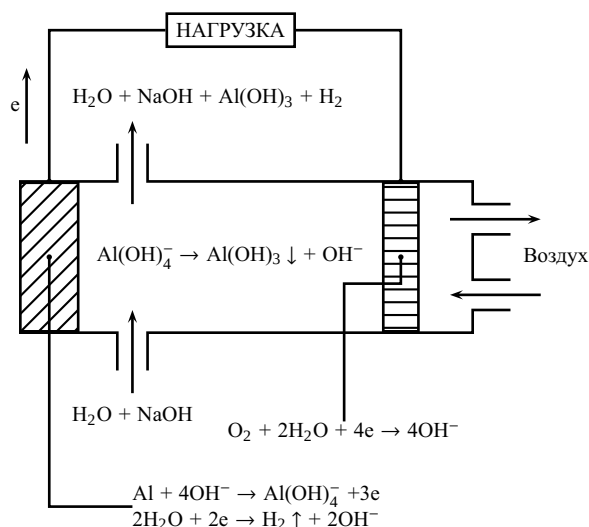


Рис. 1. Схема рабочего процесса в воздушно-алюминиевом химическом источнике тока со щелочным электролитом

В нейтральных солевых электролитах суммарно протекают те же реакции, однако в этих растворах продукт реакции практически нерастворим и сразу выпадает в осадок в виде геля. Кроме того, потенциал алюминия более положителен за счёт сохранения в значительной мере защитных свойств поверхностных оксидных плёнок. В результате наблюдается существенное снижение электрических и энергетических характеристик ВА ХИТ с нейтральными электролитами по сравнению со щелочными.

Образующиеся при работе ВА ХИТ продукты реакции удаляются из элементов непрерывно или периодически. В целях безопасности обычно предусматривается каталитическое или электрохимическое

сжигание водорода. Образовавшаяся при этом вода может быть возвращена в систему.

Что касается гидроксида алюминия, то он экологически абсолютно безопасен, так как представляет собой просто белую глину. Однако более важно, что он легко регенерируется до алюминия по существующей промышленной технологии, являясь полупродуктом в общепринятом цикле производства алюминия по способу Байера. Кроме того, гидроксид алюминия представляет самостоятельную коммерческую ценность, так как в огромных количествах используется в различных отраслях промышленности. Последнее обстоятельство позволяет говорить о возможности создания замкнутого ресурсосберегающего цикла эксплуатации ВА ХИТ, что схематично показано на рис. 2. Поскольку при этом алюминий, по сути, является энергоносителем, можно вести речь об «алюминиевой энергетике» для распределённого энергоснабжения объектов, удалённых от энергосетей.

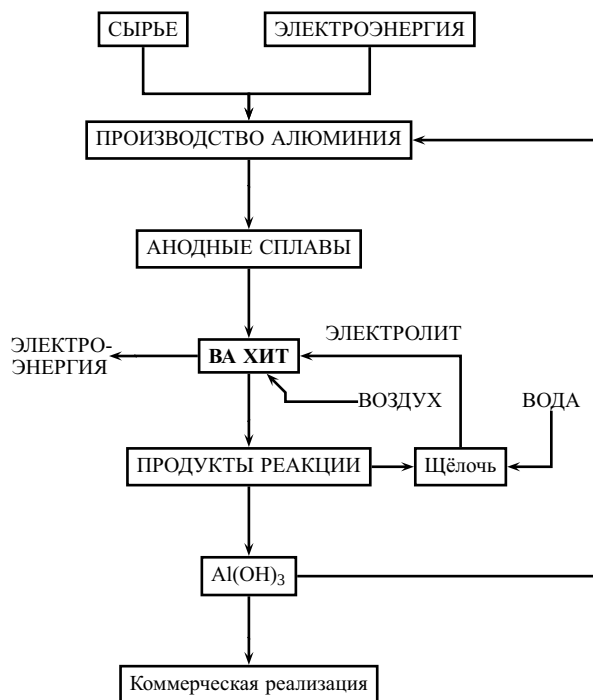


Рис. 2. Алюминиевая энергетика

Так как алюминий не может быть выделен из водного раствора электрохимически, то ВА ХИТ являются типичными первичными источниками с расходующимися металлическими анодами и не могут быть электрически перезаряжены. Однако их легко перезарядить механически после израсходования всего запасённого в аноде алюминия, поэтому ВА ХИТ

иногда называют механически перезаряжаемыми аккумуляторами. Возможность быстрого механического перезаряда в полевых условиях является огромным преимуществом во многих приложениях.

На рис. 3 в наиболее обобщённом виде представлена принципиальная блок-схема ЭУ с ВА ХИТ. Утолщёнными линиями здесь показаны связи между системами ЭУ, обеспечивающие потоки рабочих тел (трубопроводы), а тонкими штрих-пунктирными линиями — информационные связи, обеспечивающие передачу сигналов датчиков и команд управления. Очевидно, что в зависимости от назначения, уровня мощности, применённого электролита конкретная ЭУ может иметь в своём составе лишь часть из указанных на схеме систем, вплоть до вырождения просто в батарею элементов. Последнее характерно для маломощных источников с нейтральным соевым электролитом.

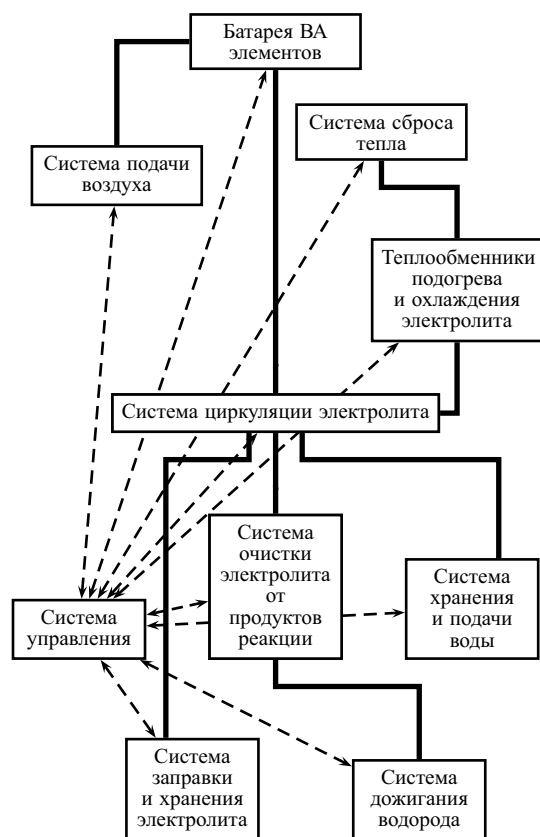


Рис. 3. Обобщенная блок-схема энергоустановки на основе воздушно-алюминиевого химического источника тока с циркулирующим щелочным электролитом

Анализ потребностей в автономных источниках энергии и особенностей условий их эксплуатации позволяет сделать вывод, что ВА ХИТ и ЭУ на их основе могут быть наиболее эффективно использованы в качестве резервных, аварийных или основных источников энергии в телекоммуникационных систе-

мах, для заряда аккумуляторов в отсутствие электросети, в наземных и водных электротранспортных средствах, а также для децентрализованного электроснабжения удалённых и труднодоступных объектов в качестве индивидуальных источников энергоснабжения. Последнее обусловлено лёгкостью и безопасностью доставки горючего (алюминия) в любую точку всеми видами транспорта и возможностью приготовления электролита непосредственно на месте эксплуатации с использованием воды из любого природного источника.

Очень перспективно применение ВА ХИТ для энергоснабжения малоразмерных дистанционно пилотируемых летательных аппаратов. Такие аппараты уже сегодня эффективно используются в системах мониторинга состояния окружающей среды, для наблюдения за дорожным движением, разведки и подобных областях приложения. В настоящее время нами осуществляется разработка источников питания для этих областей применения.

ФГУП НПК «АльтЭн» совместно с МАИ разработан функциональный ряд модульных ЭУ на основе ВА ХИТ различной мощности. Этот ряд позволяет перекрыть диапазон мощностей от единиц Вт до десятков кВт. Созданы опытные образцы ЭУ с источниками, использующими как щелочные, так и соевые электролиты с различными добавками и специально разработанным анодным сплавом. Эти разработки рассматриваются нами как прототипы будущей серийной продукции. В настоящее время основные усилия направлены на повышение технологичности изготовления разработанных источников и улучшения их эксплуатационных характеристик.

Во всех наших работах используется комплексный подход, при котором одновременно создаётся основное изделие (ЭУ на основе ВА ХИТ) и разрабатывается технология регенерации или утилизации продуктов реакции и отработавших свой ресурс установок, что обеспечивает полную экологическую безопасность эксплуатации энергетической системы.

В частности, сервисное обслуживание ЭУ заключается в замене отработанных анодов на новые, что делается механически в течение нескольких минут, и замене электролита для удаления из установки осадка гидроксида алюминия. Последняя операция по времени и сложности выполнения аналогична заправке топлива в бак автомобиля. Как замена анодов, так и замена электролита осуществляется пользователем на месте эксплуатации.

Отработанный электролит подвергается регенерации и используется для повторной заправки ЭУ. Отделённый от электролита твёрдый гидроксид отмывается от остаточной щёлочи и направляется на переработку для получения исходного алюминия или

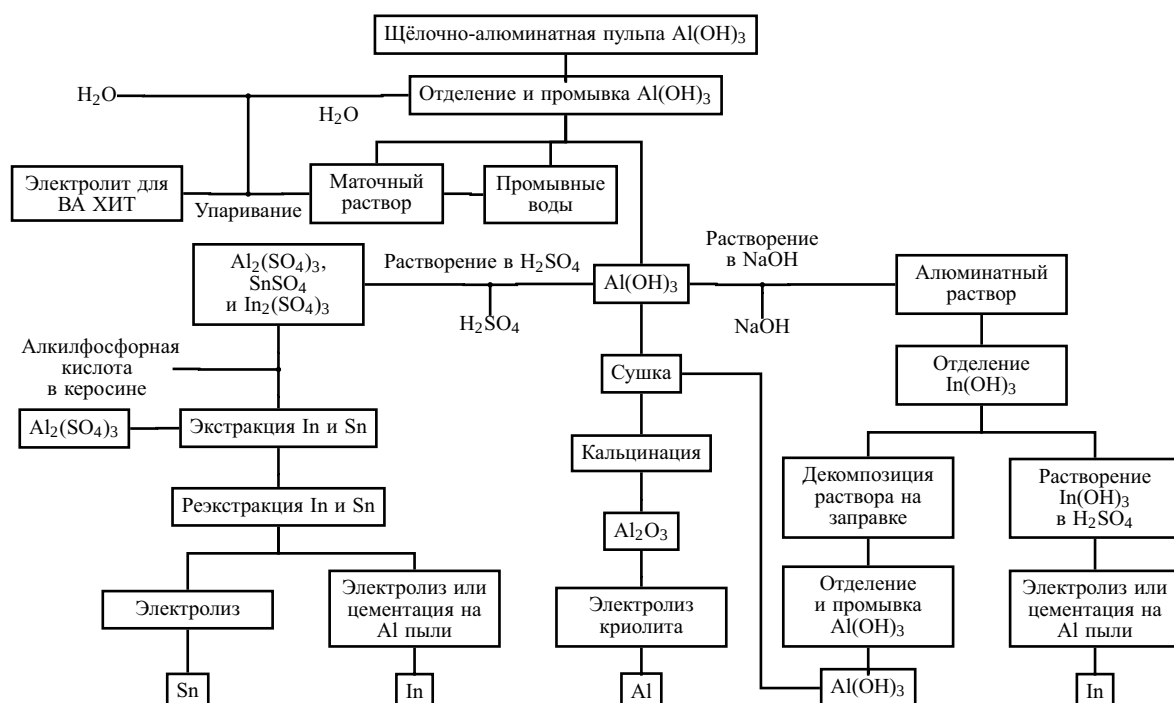


Рис. 4. Принципиальная технологическая схема регенерации электролита и переработки продуктов реакции

для неметаллургических целей. Для этих операций используется простейшее оборудование, и они также могут быть выполнены пользователем на месте эксплуатации.

Нами разработана технологическая схема утилизации продуктов реакции и регенерации исходного щелочного электролита, приведенная на рис. 4. Она предусматривает три различных пути (ветви). Это обусловлено, во-первых, областями использования гидроксида алюминия (металлургической и неметаллургическими), во-вторых, составом исходных рабочих материалов (анодного сплава и электролита), в-третьих, необходимостью регенерации дефицитных добавок в анод и электролит. Конкретное направление переработки и её объём определяются в каждом

отдельном случае сложившейся на данный момент конкретной конъюнктурой рынка сбыта гидроксида алюминия и возможностью реальных капиталовложений.

Таким образом, состояние разработок механически перезаряжаемых воздушно-алюминиевых источников тока большой удельной энергоёмкости к настоящему моменту можно охарактеризовать следующим образом: практически завершены НИР и НИОКР. В настоящее время нами проводятся опытно-конструкторские работы по созданию отдельных образцов ЭУ различного назначения и внедрению новейших технических решений.

На рис. 5–10 представлены фотографии некоторых образцов ВА ХИТ.

УДК 621.355

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

**В. М. Алашкин, Ю. А. Батраков, Б. И. Туманов, А. Н. Кукушкин,
П. И. Николенко, С. Д. Севрук, В. Г. Удальцов**

*Федеральное космическое агентство ФГУП НПК «Альтернативная энергетика» («АльтЭн»),
Электрoугли, Россия*

Поступила в редакцию 23.04.06 г.

Представлен опыт разработки и применения источников энергии различных электрохимических систем для использования в наземных и бортовых системах электропитания современной и перспективной ракетно-космической техники, подводных аппаратов, электронной техники и других объектов с высокими специфическими требованиями к источникам электропитания

Our experience of the design and application of power sources based on various electrochemical systems for surface and rocket-borne power systems of modern and promising rocket-space vehicles, submarine vehicles, electronic hardware, and other objects with high specific requirements to power sources is presented.

Федеральное Государственное унитарное предприятие «Научно-производственный комплекс источников тока «Альтернативная энергетика»» (ФГУП НПК «АльтЭн») специализируется в области разработки и производства источников энергии для ракетно-космической и авиационной техники.

Коллектив предприятия имеет более чем 30-летний опыт организации и проведения научных, системных и прикладных исследований, опытно-конструкторских и других работ в обеспечении создания и развития автономных бортовых и наземных генераторов прямого преобразования химической энергии в электрическую (электрохимические генераторы (ЭХГ), первичные химические источники тока (ХИТ) и аккумуляторы). В настоящее время НПК «АльтЭн» ведёт работы по трём основным направлениям: литиевые первичные ХИТ и аккумуляторы для систем автономного электропитания ракетно-космических систем, бортовые авиационные аккумуляторные батареи (АБ), воздушно-алюминиевые (ВА) ЭХГ. На предприятии действует система качества разработки и производства, сертифицированная по ISO 9001.

Использование методов математического моделирования и системного подхода при проектировании источников энергии в сочетании с гибкой технологией производства позволяет обеспечить оптимальные характеристики систем электропитания для каждого конкретного потребителя.

Благодаря использованию системного подхода к исследованию и проектированию источников энергии в результате НИР и ОКР, выполненных НПК «АльтЭн» в течение последних двух десятилетий, разработаны и внедрены в серийное производство литиевые ХИТ, по уровню характеристик не имеющие аналогов в мировой практике. Эти источники предназначены для использования в наземных

и бортовых системах электропитания современной и перспективной ракетно-космической техники, подводных аппаратов, электронной техники и других областей с высокими специфическими требованиями к источникам электропитания. Литиевые ХИТ 14ФУЛ-600, (рис. 1) — эксплуатируются более 10 лет в системах автономного энергоснабжения.

Бортовые литиевые батареи — типажный ряд 12ФУЛ-150, ФУЛ-150М (рис. 2) — успешно прошли лётные испытания на разгонном блоке «Бриз-М». Батареи допускают произвольную пространственную ориентацию, не требуют технического обслуживания и специальной подготовки перед включением на нагрузку, поэтому монтаж источника питания на изделие осуществляется непосредственно на заводе-изготовителе разгонного блока.

Литиевые ХИТ НИК «АльтЭн» нашли применение в системах гарантированного электроснабжения Государственной службы точного времени и мониторинга окружающей среды.

НПК «АльтЭн» разработаны и серийно производятся никель-кадмиевые бортовые АБ, применимые для всех типов боевых и транспортных самолётов и вертолётв ВВС. Указанные АБ разработаны с использованием ноу-хау и отдельных комплектующих мирового лидера в этой области — фирмы HAWKER (VARTA®). АБ производства НИК «АльтЭн» обеспечивают автономный запуск авиадвигателя в диапазоне температур от –30 до +50°С и срок эксплуатации 10–12 лет. Характерная особенность, определяющая новые полезные свойства этих батарей, — способность к высокофорсированному заряду. После трёх запусков авиадвигателя ёмкость батареи при заряде от бортовой сети за 15 минут восстанавливается до уровня 90% от исходного значения.

В настоящее время НГЖ «АльтЭн» совместно с ФГУП «НИИЭИ» разработал литий-ионный аккумулятор нового поколения для использования в качестве бортового источника питания перспективных космических аппаратов (рис. 3).

НПК «АльтЭн» совместно с МАИ выполняет разработки перспективных источников питания для автономной энергетики. Новые высокоэффективные системы децентрализованного энергоснабжения на основе энергоустановок (ЭУ) с воздушно-алюминиевыми (ВА) химическими источниками тока (ХИТ) представляют собой механически перезаряжаемые источники многоразового действия с высокими энергетическими характеристиками. Они отличаются полной экологической чистотой как в процессе эксплуатации, так и в процессе производства и утилизации отработавших свой срок службы ЭУ и ХИТ.

Расчётные оценки и накопленный нами к настоящему времени опыт разработок показывают, что в этих установках в зависимости от мощности, времени разряда, применяемого электролита и конструктивного исполнения может быть реализована удельная энергия по массе 720–3060 кДж/кг (200–850 Вт·ч/кг) и 900–3600 кДж/л (250–1000 Вт·ч/л) по объёму, что более чем на порядок превышает таковую для традиционных систем. Нами разработан целый функциональный ряд модульных ЭУ с ВА ХИТ различной мощности. Этот ряд позволяет перекрыть диапазон мощностей от единиц Вт до десятков кВт. Созданы опытные образцы ЭУ с источниками, использующими как щелочные, так и солевые электролиты с различными добавками и специально разработанным анодным сплавом (рис. 4).

При эксплуатации этих ЭУ обеспечивается многократный механический перезаряд в отсутствие энергосети, возможность приготовления электролита в полевых условиях, возможность полной регенерации электролита, а также возможность полной регенерации или коммерческой реализации продукта реакции — гидроксида алюминия. Последний является промежуточным продуктом при производстве алюминия по общепринятому способу Байера и легко может быть регенерирован до алюминия по существующей промышленной технологии. Таким образом, алюминий, по существу, является энергоносителем, что

позволяет говорить о создании основ «алюминиевой энергетики» для распределённого энергоснабжения объектов, удалённых от энергосетей.

Анализ потребностей в автономных источниках энергии и особенностей рассматриваемой электрохимической системы позволяет сделать вывод, что ВА ХИТ и ЭУ на их основе могут быть наиболее эффективно использованы в качестве резервных, аварийных или основных источников энергии в телекоммуникационных системах, для децентрализованного электроснабжения удалённых и трудно доступных объектов в качестве индивидуальных источников энергоснабжения, для заряда аккумуляторов в отсутствие электросети, в наземных и водных транспортных средствах.

В авиации ВА ХИТ целесообразно использовать в качестве аварийных источников и для энергоснабжения наземного технологического оборудования. Очень перспективно их применение в качестве основных источников энергии малоразмерных дистанционно пилотируемых летательных аппаратов (электролётов). Такие аппараты могут эффективно использоваться в системах мониторинга состояния окружающей среды, для наблюдения за дорожным движением, в системах разведки и обеспечения подспутниковой связи и тому подобных приложениях.

В космических программах ВА ХИТ также могут служить аварийными источниками, однако наиболее перспективно их применение в тех случаях, когда начало активной работы аппарата отодвинуто от момента старта на длительный или неопределённый срок. Характерными примерами могут служить спускаемые аппараты для исследования планет, их спутников и астероидов, а также средства автономного перемещения космонавта в открытом космосе («космический мотоцикл»).

Естественно, при этом целесообразно использование связанного хранения кислорода, что может сделать срок хранения до активации практически неограниченным. Наиболее подходящим источником кислорода следует признать пероксид водорода, так как при его разложении генерируются кислород и вода, причём в необходимом соотношении.

УДК 621.355

ОПЫТ И ПРОБЛЕМЫ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

М. В. Птицын

ЗАО «Научно-технологический центр “АНК”», Санкт-Петербург, Россия

Поступила в редакцию 4.09.06 г.

Представлен опыт работы малого предприятия ЗАО «Научно-технологический центр “АНК”» по разработке и производству никель-кадмиевых аккумуляторов и батарей на их основе, предназначенных для средних и длительных разрядов (типов «М» и «L») в составе источников резервного питания.

The experience of R&D Center AEK Ltd. of the design and production of nickel-cadmium batteries for medium and long discharge (M and L types) at reserve service is presented.

Научно-технологический центр «АНК» — разработчик и производитель герметичных никель-кадмиевых аккумуляторов и батарей в основу своей деятельности поставил решение задач, традиционных для малых предприятий: удовлетворение спроса широкого круга потребителей с учетом многообразия индивидуальных особенностей их технических требований и помощь крупным производственным предприятиям отрасли в решении конкретных технических и технологических вопросов.

Исходя из этой стратегической линии техническая и коммерческая политика предприятия всегда была направлена на выпуск малых серий аккумуляторных батарей различного назначения и разработку изделий по специальным техническим требованиям заказчиков.

Выбор никель-кадмиевой электрохимической системы и технологии спеченных электродов в качестве основы для реализации поставленных задач был не случаен. Он был обусловлен не только личным опытом предшествующей работы сотрудников предприятия, но и теми неоспоримыми преимуществами никель-кадмиевой (НК) системы, которые проявляются при эксплуатации аккумуляторов в климатических условиях России: помимо широкого диапазона рабочих температур и высокой стойкости к механическим воздействиям «неприхотливость» к условиям и возможным нарушениям правил эксплуатации, а также ремонтпригодность.

Как известно, проведение лечебных циклов, дозировка электролита, перекомплектование батарей и, при необходимости, переформировка электродных блоков могут существенно продлить реальный срок службы изделий и сэкономить финансовые средства потребителя.

В мировой практике, несмотря на появление и широкое развитие производства химических источников тока новых электрохимических систем, выпуск

никель-кадмиевых аккумуляторов, даже предназначенных для бытового применения, после некоторого снижения в 1998–2002 гг. стабилизировался и по прогнозам, опубликованным в материалах конференции «Batteries-2004», проходившей в Париже в 2004 г., в ближайшие годы не будет существенно меняться. В Китае, например, общий годовой прирост производства никель-кадмиевых аккумуляторов составляет в среднем 20% при мировом уровне прироста 8%.

Учитывая ранее накопленный опыт и знания основных технических требований традиционных потребителей никель-кадмиевых батарей, специалисты «АНК» разработали два типоразмерных ряда аккумуляторов для средних (тип «М») и длительных (тип «L») режимов разряда. Аккумуляторы предназначены для работы в составе источников резервного электропитания и способны функционировать в режимах длительного «подзаряда» (табл. 1).

Особенности конструкции — бесшовные стальные корпуса и борны, предусматривающие крепление межэлементных соединений «под болт». Аккумуляторы работоспособны в интервале температур от –40 до +45°C, не требуют доливок и корректировки электролита, при штатной эксплуатации не выделяют в окружающую среду агрессивных и токсичных веществ (рис. 1).

В настоящее время на базе этих аккумуляторов предприятием осуществляется мелкосерийный выпуск более 20 типов батарей для самых разных потребителей. На рис. 2. показан вид аккумуляторных батарей «Гарантия». В табл. 2 приведены характеристики некоторых из них.

Из числа разработок, выполненных для поставки единичных изделий или единичных партий аккумуляторов, наиболее интересными для широкого круга потребителей могут быть аккумуляторы для комплектования стартерных батарей судового применения емкостью 100 А·ч и аккумулятор погружного

Таблица 1

Основные технические характеристики никель-кадмиевых аккумуляторов, разработанных ЗАО «Научно-технологический центр «АНК»»

Тип аккумулятора	Технические условия	Емкость С _{ном.} , А·ч	Ток разряда, А ном./макс.	Габариты, мм не более	Масса, кг не более	Ресурс циклов
KCSL15	ТУ3482-006-44330520-05	15	1.5/15	65×106×36	0.55	800
KCSL20	ТУ3482-003-44330520-99	20	2/20	126×66×45	0.90	1000
KCSL25	ТУ3482-006-44330520-05	25	2.5/25	112×106×36	0.95	800
KCSL40	ТУ3482-003-44330520-99	40	4/40	156×86×52	1.65	1000
KCSL100	ТУ3482-003-44330520-99	100	10/100	186×106×90	4.20	1000
KCSL150	ТУ3482-005-44330520-05	150	15/150	186×106×150	6.30	1000
KCSL200	ТУ3482-005-44330520-05	200	20/200	186×106×170	7.50	1000
KCSM14	ТУ3482-008-11147746-96	14	3/30	162×46×30	0.65	800
KCSM15	ТУ3482-002-44330520-98	15	3/60	126×66×45	0.86	1000
KCSM30	ТУ3482-002-44330520-98	30	6/120	186×106×36	1.70	1000
KCSM40	ТУ3482-002-44330520-98	40	8/160	186×106×36	1.80	1000
KCSM60	ТУ3482-001-44330520-98	60	12/360	186×106×66	3.20	1000
KCSM80	ТУ3482-001-44330520-98	80	16/480	186×106×66	3.25	1000

типа KSL300П емкостью 300 А·ч для комплектования батарей обитаемого подводного аппарата (рис. 3). Приведём основные технические характеристики аккумулятора KSL300П (ТУ3482-007-44330520-02):

номинальная емкость, А·ч	300
номинальное напряжение, В	1.2
номинальный ток разряда, А	30
предельный ток разряда, А	150
предельный ток заряда, А	100
габаритные размеры, мм	450×122×78
масса с электролитом, кг не более	12.5

Аккумулятор KSL300П, размещенный в контейнере разгруженного типа с мембранным компенсатором давления, заполненном диэлектрической жидкостью, сохраняет свои номинальные электрические характеристики при давлении над поверхностью мембраны 630 кГ/см². Минимальное газовыделение при заряде, более длительный срок службы и больший ресурс делают аккумулятор KSL300П вполне конкурентоспособным по отношению к традиционно используемым в подводных аппаратах свинцово-кислотным аккумуляторам. Преимущества НК-аккумулятора можно было предположить заранее, тем более что задача улучшения технических параметров

Таблица 2

Технические характеристики батарей никель-кадмиевых аккумуляторов KCSM и KCSL ЗАО «Научно-технологический центр «АНК»»

Наименование батареи	Номинал. напряжение, В	Номинал. емкость, А·ч	Ток разряда, А ном./макс.	Установочные габариты, мм не более			Масса, кг не более	Тип аккумуляторов
				длина	ширина	высота		
Гарантия 14/12	12	14	2/10	230	140	250	8.6	KCSM 14
Гарантия 14/24	24	14	2/10	460	140	250	17.3	
Гарантия 15/12	12	15	3/45	450	135	170	12.0	KCSM 15
Гарантия 15/24	24	14	3/45	Комплектуется из 2-х 12В секций				
Гарантия 30/12	12	30	6/90	450	135	230	21.0	KCSM 30
Гарантия 30/24	24	30	6/90	Комплектуется из 2-х 12В секций				
Гарантия 40/12 (L)	12	40	4/40	540	135	200	21.5	KCSL 40
Гарантия 40/24 (L)	24	40	4/40	Комплектуется из 2-х 12В секций				
Гарантия 40/12	12	40	8/120	450	135	230	21.0	KCSM 40
Гарантия 40/24	24	40	8/120	Комплектуется из 2-х 12В секций				
Гарантия 60/6	6	60	12/180	450	135	230	20.5	KCSM 60
Гарантия 60/12	12	60	12/180	Комплектуется из 2-х 6В секций				
Гарантия 60/24	24	60	12/180	Комплектуется из 4-х 6В секций				
Гарантия 80/6	6	80	16/240	450	135	230	21.0	KCSM 80
Гарантия 80/12	12	80	16/240	Комплектуется из 2-х 6В секций				
Гарантия 80/24	24	80	16/240	Комплектуется из 4-х 6В секций				
Гарантия 100/6 (L)	6	100	10/100	540	135	230	26.0	KCSL 100
Гарантия 100/12(L)	12	100	10/100	Комплектуется из 2-х 6В секций				
Гарантия 100/24(L)	24	100	10/100	Комплектуется из 4-х 6В секций				

батареи подводного аппарата ставилась изначально. Однако реальные характеристики аккумулятора KSL300П даже несколько превосходили ожидания. После года непрерывных испытаний (электрических, климатических, механических, гидравлических), затем года хранения в «свободных» условиях (т. е. без соблюдения каких-либо специальных требований и предварительной подготовки к хранению), а затем полугода электрических испытаний на ресурс фактическая емкость аккумуляторов в рабочих режимах заряда/разряда оставалась в пределах номинальной.

Емкость аккумулятора, заряженного при нормальных климатических условиях, при разряде током до $0.2C_{10}$ (60 А) в диапазоне температур от -2 до $+3^{\circ}\text{C}$ составляет не менее 95% от величины номинальной емкости.

Опыт работы малых предприятий научно-производственной сферы деятельности показывает, что при реализации конкретных технических проектов разработка изделий малыми предприятиями во многих случаях может и должна осуществляться более эффективно по сравнению с крупными научно-производственными предприятиями. Очевидно, ввиду их большей гибкости в работе и более экономичному расходованию средств.

Проблемы, с которыми сталкиваются при этом малые предприятия, очевидны и традиционны. Отсутствие больших объемов реализации продукции не позволяет малым предприятиям выделять в необходимых количествах средства на своевременную модернизацию технической базы и проведение перспективных конструкторских и технологических работ.

Некоторому смягчению остроты этой проблемы может содействовать взаимовыгодное сотрудничество малых и крупных предприятий.

Тесная кооперация и координация действий малых предприятий и крупных заводов-изготовителей аккумуляторов, носителей базовой технологии производства электродов должна способствовать как повышению эффективности работы малых предприятий, так и увеличению номенклатуры серийно выпускаемой крупным предприятием продукции, непрерывному совершенствованию технологии производства.

Другая, на наш взгляд, общая проблема, с которой в той или иной степени, вероятно, сталкиваются все производственные предприятия — это ценовой пресс между высокими ценами на основные материалы, т. е. мировыми ценами, по которым вынуждены приобретать сырье производители аккумуляторов, и относительно низкими отпускными ценами на продукцию, т. е. ценами, которые могут или хотят платить потенциальные потребители. Причем последние зачастую формируются под влиянием цен, устанавливаемых коммерческими структурами на низкосортную зарубежную продукцию сомнительного происхождения или на старые отечественные аккумуляторы, списанные после длительного хранения и предлагаемые коммерсантами на выгодных для покупателя условиях.

Такая ценовая конкуренция с «утилем» приводит не только к снижению сбыта продукции предприятий-производителей, но и опускает планку требований к качеству выпускаемых заводами изделий в угоду экономии затрат и возможности конкурировать на свободном рынке.

УДК 621.355

НОВАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «НЕВА-РЕГЛАМЕНТ» (РОСС RU.0001.21С327) С РАСШИРЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ИСПЫТАНИЙ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ВОЕННОГО И ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А. А. Алёшкин, С. В. Петров, А. А. Таганова

АНО «Центр экспертизы безопасности», Санкт-Петербург, Россия

Поступила в редакцию 21.06.06 г.

Показаны возможности испытательной лаборатории «Нева-Регламент», предназначенной для оценки соответствия серийных и вновь разработанных химических источников тока: конструктивно-техническим требованиям ТЗ, ТУ, нормативной документации; требованиям безопасности; требованиям по стойкости к внешним воздействующим средам, нерегламентированным воздействиям.

The capabilities of a Neva-Reglament testing laboratory designed for evaluation of the compliance of serial and novel power sources with a number of official requirements are shown, including safety requirements, resistance to external exposure, and non-specified attacks.

В рамках одного юридического лица автономная некоммерческая организация «Центр экспертизы безопасности» (г. Санкт-Петербург) включает орган по сертификации и испытательную лабораторию «Нева-Регламент», аккредитованные в системе сертификации ГОСТ Р.

Задачей испытательной лаборатории «Нева-Регламент» в области химических источников тока (ХИТ) является оценка соответствия серийных и вновь разрабатываемых образцов:

- конструктивно-техническим требованиям ТЗ, ТУ, нормативной документации;
- требованиям безопасности;
- требованиям по стойкости к внешним воздействующим факторам (вибрация; высокая температура окружающей среды и термоудара; температурное циклирование; внешнее короткое замыкание; давление пониженное и повышенное; раздавливание ХИТ) и нерегламентированным воздействиям, как в период воздействия, так и после него.

Испытательная лаборатория оснащена стандартным и специальным испытательным оборудованием. В лаборатории работают квалифицированные специалисты в области испытаний, оценки работоспособности и диагностики ХИТ.

Оборудование и методики испытательной лаборатории «Нева-Регламент» позволяют проводить в автоматическом режиме оценочные, сертификационные и исследовательские электрические испытания в диапазоне токов от 10 мА до 2000 А химических источников тока с напряжением от 0.01 до 96 В:

- 1) в гальваностатическом и потенциостатическом режимах;
- 2) при изменяющейся во времени величине разрядного тока;
- 3) током номинальной мощности (разряд со стабилизацией напряжения на батарее);

с сохранением результатов испытаний в программе Microsoft Excel и отображении электрических параметров ХИТ в графическом виде в режиме реального времени, а также осуществлять:

- проверку качества изготовления и сборки основных узлов и элементов аккумуляторных батарей, оценку однородности характеристик выпускаемой продукции;
- комплектацию батарей (систем) из аккумуляторов по нескольким параметрам (разрядная емкость в стандартном режиме и при экстремальных условиях эксплуатации, внутреннее сопротивление) в соответствии с требуемыми режимами и условиями эксплуатации;
- комплексные испытания систем гарантированного и бесперебойного питания в моделируемых и реальных условиях эксплуатации.

Для проведения испытаний на соответствие требованиям Минобороны в отношении нерегламентированных воздействий на В и ВТ (пробивание пульей; механический удар; прокалывание пикой; разрубание; тепловые воздействия; воздействие электромагнитного импульса; воздействие магнитных полей; воздействие импульсного гамма- и рентгеновского излучения сверхжесткого спектра) на договорной основе могут привлекаться испытательные лаборатории Научно-исследовательского центра безопасности технических систем (НИЦ БТС МО РФ), аккредитованные в системе добровольной сертификации средств, систем и комплексов безопасности, предназначенных для обеспечения антитеррористической устойчивости объектов Минобороны России.

Важным направлением деятельности лаборатории «Нева-Регламент» является освоение методик технической диагностики состояния ХИТ различных

электрохимических систем, изучение новых возможностей и разработка совместно со специализированными предприятиями Санкт-Петербурга тестирующей аппаратуры.

Одним из ближайших перспективных направлений является также развитие электролаборатории, аккредитованной с 2006 года в Управлении по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзо-

ра, с правом выполнения испытаний электрооборудования и электроустановок с напряжением до и выше 1000 В.

В указанных направлениях мы предлагаем сотрудничество заинтересованным отечественным производителям ХИТ, в том числе в рамках Государственного оборонного заказа.

УДК 621.355

РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Ю. И. Бубнов, К. А. Матвеев

ООО «БУСТЕР СПб», Санкт-Петербург, Россия

Поступила в редакцию 21.06.06 г.

В статье представлена серия универсальных многофункциональных компьютеризированных устройств для испытания источников тока в различных режимах, разработанных и изготовленных в ООО «БУСТЕР СПб». Испытательные стенды, как правило, имеют модульную структуру с возможностью перепрограммирования режимов заряда-разряда пользователем.

The paper presents a series of universal multifunctional computer-aided devices designed and manufactured at Buster-SPb Ltd. for testing of power sources in various modes. As a rule, testing stands have a module structure with the capability to reprogram charge-discharge modes by the user.

В последние десятилетия разработка большого спектра новых герметичных химических источников тока (ХИТ) и их все более широкое использование привели к увеличению требований для испытательного оборудования, которое должно обеспечивать:

- возможность испытаний ХИТ различных электрохимических систем;
- высокую точность измерения электрических характеристик;
- реализацию всех известных способов контроля процессов заряда-разряда ХИТ;
- возможность проведения стандартных, ускоренных и ресурсных испытаний ХИТ;
- возможность проведения программ испытаний в течение длительного периода времени без участия оператора;
- автоматизированный сбор и обработку больших объемов информации;
- возможность создания больших производственных комплексов;
- уменьшение влияния человеческого фактора при проведении испытаний.

В течение пяти лет ООО «БУСТЕР СПб» разрабатывает и производит компьютеризированные зарядно-разрядные устройства, отвечающие высоким техническим требованиям, предназначенные для испытаний всего спектра ХИТ. Разработаны и изготовлены серии универсальных многофункциональных устройств для испытания источников тока с напряжением от 0.5 до 18 В (имеются модификации, позволяющие работать в области отрицательных напряжений). Диапазон рабочих токов от 10 мкА до 15 А.

На рис. 1–3 показаны стенды с различными диапазонами токов заряда-разряда.

Стенды имеют модульную структуру, а количество управляемых от одного компьютера модулей

может быть доведено до 250. При этом каждый из модулей может работать по независимой программе испытаний.

Разработанное оборудование позволяет проводить испытания ХИТ в следующих режимах:

- разряд постоянным током (с возможностью разряда ниже 0 вольт);
- разряд на постоянное сопротивление;
- заряд постоянным током с критериями окончания по времени, напряжению, набранной ёмкости, $-\Delta U$ и температуре на корпусе ХИТ;
- заряд при постоянном напряжении ХИТ с ограничением начального тока;
- непрерывное циклирование ХИТ при различных режимах испытаний и различных критериях их окончания в каждом цикле;
- ресурсные испытания щелочных источников тока в соответствии с ГОСТ;
- измерение внутреннего сопротивления;
- комплектация аккумуляторов в батареи;
- исследование трехэлектродных систем;
- заряд асимметричным током с регулируемыми параметрами: амплитудой, длительностью и полярностью импульсов.

В настоящее время данное оборудование обеспечивает:

- высокую точность измерений тока (погрешность $\pm 1\%$) и напряжения (погрешность $\pm 0.5\%$) за счёт:
 - отдельной реализации силовых и измерительных цепей,
 - индивидуальной калибровки каждого модуля,
 - применения современных электронных компонентов;
- высокую (менее 1%) стабилизацию зарядно-разрядного тока;

- постоянный контроль наличия контакта с ХИТ, а при его пропадании — световую индикацию;
- проверку переполюсовки ХИТ;
- возможность продолжения испытаний после кратковременного пропадания напряжения питающей сети;

Программное обеспечение для зарядно-разрядных устройств работает под управлением операционной системы Windows (98/2000/XP) и служит для:

- задания режимов и параметров программ испытаний (тока и критериев окончания);
- текущего контроля напряжения, тока, температуры, расчёта ёмкости, измерения внутреннего сопротивления ХИТ;
- автоматического окончания режимов по заданным критериям;
- отображения результатов испытаний в процессе и после завершения испытаний в табличной и графической формах;
- сохранения протоколов испытаний в базе данных MS Access и таблицы MS Excel для последующей обработки.

Зарядно-разрядное оборудование ООО «Бустер СПб» уже работает на многих предприятиях отрасли и в сервисных центрах. Изготавливаются как

типовые модули, так и модифицированные в соответствии с требованиями заказчиков. Так, для научно-исследовательских институтов были разработаны и изготовлены слаботочные модули для исследований трехэлектродных систем.

Отдельные экземпляры оборудования прошли аттестацию в центре испытаний и сертификации ФГУ «Тест — С.-Петербург» и были признаны годными для проведения испытаний в лаборатории по сертификации ХИТ «Нева-Регламент».

Разработаны портативные зарядные устройства с возможностью перепрограммирования режимов заряда-разряда самим пользователем, а также зарядные устройства, интегрированные в изделия заказчика.

В настоящее время ведется разработка промышленного комплекса для испытаний щелочных аккумуляторов, соединенных последовательно с индивидуальным контролем каждого аккумулятора и оборудования с высоким быстродействием для одновременного информационного контроля больших групп ХИТ.

БЛИЖАЙШИЕ ЗАДАЧИ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА 044 И ПРОБЛЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОТРАСЛИ

В. М. Ягнятинский, Е. С. Романенко*

ОАО «НИИСТА», Подольск, Россия

**НТЦ «ИСЕП БЭТ», Санкт-Петербург, Россия*

Поступила в редакцию 24.04.06 г.

Обсуждаются проблемы в области стандартизации источников тока. Предложены мероприятия для активизации работ в области технического регулирования и стандартизации отечественных химических источников тока.

Problems of power source standardization are discussed. Measures to stir up works in the field of technical regulation and standardization of domestic chemical power sources are proposed.

28 февраля 2006 года Председатель Правительства Российской Федерации М. Е. Фрадков подписал Распоряжение № 266-р «Концепция развития национальной системы стандартизации».

Существующие проблемы в области национальной стандартизации, в том числе химических источников тока (ХИТ), в общих чертах отражены в этом Распоряжении. К ним относятся прежде всего:

1) отсутствие четкого понимания заявленного принципа «добровольность применения» национальных стандартов и обязательность их соблюдения при принятии решения об их использовании (эта «добровольность применения» привела к спаду заинтересованности промышленности в разработке стандартов);

2) в номенклатуру продукции, в отношении которой предусмотрена обязательная сертификация, вошли только свинцовые и никель-железные щелочные аккумуляторы, а источники тока наиболее опасные с точки зрения эксплуатации и экологического воздействия, такие как первичные ХИТ, все разновидности никель-кадмиевых аккумуляторов, никель-металлогидридные и литий-ионные аккумуляторы, либо входят в номенклатуру продукции, соответствие которой может быть подтверждено декларацией о соответствии, либо вообще не требуют подтверждения соответствия;

3) значимость национальных стандартов снижается также еще и по той причине, что они не отражают результатов мирового научно-технического прогресса, а разрабатываются (если разрабатываются), под «свой» научно-технический уровень;

4) в переходный период в НИИ и технических комитетах практически не осталось кадров в области стандартизации, потому что в первую очередь сокращались эти службы; из-за отсутствия надлежащего финансирования нет притока кадров и в настоящее время, к тому же работа в области стандартизации

имеет свои специфические особенности, а поэтому требуются и некоторые особые качества кадров.

Решением этих проблем, наряду с другими, должен заниматься реорганизованный Приказом № 443 от 28 февраля 2006 года Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Технический комитет по стандартизации 044 «Аккумуляторы и батареи». Согласно Приказу он является межгосударственным и призван выполнять функции постоянно действующего рабочего органа в области отечественной стандартизации химических источников тока и функции национального органа по ряду технических комитетов Международной электротехнической комиссии по закрепленной области деятельности.

Межгосударственный технический комитет (МТК) 044 состоит из четырех подкомитетов по ведущим электрохимическим системам, а именно: подкомитет № 1 — свинцовые, подкомитет № 2 — щелочные и другие вторичные ХИТ, подкомитет № 3 — первичные источники тока, подкомитет № 4 — установки бесперебойного питания.

Проблемы системы стандартизации химических источников тока являются неотъемлемой частью проблем национальной системы стандартизации, указанных в Распоряжении № 226-р. Однако решение этих проблем в большой степени зависит от участников МТК 044.

Надлежащим образом поставленная работа по стандартизации должна способствовать прогрессу в производстве отечественных химических источников тока, повышению их конкурентоспособности и качества. Без этого будет невозможно решать проблемы реализации продукции ни на отечественном, ни, тем более, на зарубежном рынках.

Вступление России во Всемирную торговую организацию может еще больше обострить положение

наших производителей, если вышеуказанные задачи не будут решены.

Развитие стандартизации отечественных химических источников тока должно способствовать положительному решению имеющихся проблем.

Федеральный закон «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27 декабря 2002 года ввел в качестве обязательного документа технические регламенты, которые должны устанавливать обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования, прежде всего по безопасности. Химические источники тока относятся к продукции, которая подпадает под целый комплекс требований по безопасности (химической, экологической, электрической, механической, пожарной, промышленной, взрывобезопасной). Следовательно, на них необходим отдельный специальный технический регламент, учитывающий весь комплекс вопросов всех видов безопасности ХИТ.

Химические источники тока попали в область распространения технического регламента «О безопасности низковольтного оборудования». Однако рассмотрение проекта данного технического регламента показало, что их специфические особенности при производстве, эксплуатации, утилизации и подтверждении соответствия (да еще и с учетом различий, связанных с особенностями всевозможных электрохимических систем) отражения в нем не нашли. Поэтому предложено разработать специальный технический регламент «Химические источники тока». Возражений по этому поводу не было, однако и должного отклика ни со стороны подотрасли, ни со стороны Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии до настоящего времени нет. Разработка такого документа должна быть основой при решении вопросов о категории вредности производства и утилизации ХИТ, вопросов транспортирования, хранения, допуска к использованию через подтверждение безопасности и соответствия.

Кроме того, разработка специального технического регламента на химические источники тока

целесообразна в связи с необходимостью упрочнения статуса национальных стандартов и нормативных документов, являющихся основой для разработки технических регламентов и содействия соблюдению их требований согласно Распоряжению Правительства Российской Федерации «Концепция развития национальной системы стандартизации».

Следует отметить, что Распоряжение указывает на необходимость дополнения Закона «О техническом регулировании» в части стандартизации как одного из элементов технического регулирования.

С целью активизации работ в области технического регулирования и стандартизации предлагаем:

- все разрабатываемые документы по стандартизации в области химических источников представлять на экспертизу в МТК 044 для дальнейшего представления в национальный орган по стандартизации;

- просить содействия Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии по включению отдельного регламента по безопасности ХИТ в перечень разрабатываемых регламентов, разработчик документа будет определен Национальной ассоциацией «РУСБАТ»; одновременно необходимо совместно с Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации провести работу по корректировке номенклатуры ХИТ, в отношении которых предусмотрена их обязательная сертификация или декларирование соответствия с учетом потенциальной опасности этих ХИТ при эксплуатации и после окончания их рабочего ресурса;

- МТК 044 организовать подготовку и назначение экспертов по стандартизации в области ХИТ;

- МТК 044 активизировать работу в области международной стандартизации ХИТ для своевременного информирования членов технического комитета;

- МТК 044 совместно с Национальной ассоциацией «РУСБАТ» до 01.07.2006 года подготовить проект бизнес-плана технического комитета и разослать его для рассмотрения членам технического комитета.

ХРОНИКА

РЕШЕНИЕ

Научно-практической конференции «Проблемы и перспективы разработки и производства источников тока в России»

Научно-практическая конференция по проблемам разработки и производства источников тока в России состоялась 18–19 апреля 2006 г. в г. Москве. Организатор конференции — Национальная ассоциация производителей источников тока «РУСБАТ» при активной поддержке и помощи Роскосмоса и Роспрома. Спонсорами конференции выступили ФГУП «НПП “Квант”», Фондсервисбанк, Национальная инновационная компания «Новые энергетические проекты», ООО «УК “Русские Аккумуляторы”». В работе конференции приняли участие, наряду с основными производителями и разработчиками источников тока, представители Минэкономразвития, Роскосмоса, Роспрома, Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, РАН, Министерство обороны РФ, ОАО «ГМК “Норильский никель”», ОАО «РЖД», других организаций.

На конференции были представлены более 30 докладов и сообщений от 25 организаций, в которых затронут весь спектр проблем по разработке, производству, использованию и утилизации источников тока.

В СВОЕМ РЕШЕНИИ КОНФЕРЕНЦИЯ ОТМЕЧАЕТ:

Производство источников тока в мире постоянно растет. Наряду с совершенствованием и выпуском аккумуляторов традиционных систем, опережающими темпами растет производство новых типов источников тока: никель-металлгидридных, литий-ионных, литий-полимерных. Всё большее распространение получают топливные элементы и молекулярные накопители (суперконденсаторы). Стремительно развивается водородная энергетика. Интерес к разработкам в области источников тока возрастает также в связи с необходимостью использования альтернативных источников энергии и решения экологических проблем. Многие страны имеют национальные программы по развитию источников тока. США увеличивают бюджет на разработку более чистых, надежных, дешевых источников альтернативной энергии, в том числе на разработку электромобилей, водородных автомобилей. Специальные программы развития источников тока имеются в Японии, Корее, Китае. На Украине готовится к принятию специальный закон «О химических источниках тока», там за короткое время задействованы 3 новых производства аккумуляторов. Совершенствование всех видов вооружений напрямую связано с улучшением свойств источников тока, применение источников тока в качестве резервного питания резко уменьшает последствия природных и техногенных катастроф. При массовом производстве источников тока в мире весьма актуальны проблемы экологии при их производстве и вопросы их утилизации, что также решается в рамках национальных программ, законов, стандартов. Производство материалов для источников тока в мире уже является прибыльной отраслью, исследования материалов проводятся на уровне наноструктур.

В России имеется достаточно мощная и разветвленная инфраструктура по производству источников тока различного назначения и значительные запасы основных видов сырья для их выпуска. В конце 80-х годов прошлого столетия страна была одним из мировых лидеров по производству энергии в аккумуляторах в киловатт-часах.

В настоящее время более 10 крупных заводов производят свинцово-кислотные аккумуляторы разных типов, десятки предприятий выпускают щелочные и другие источники тока. В отрасли работают три крупных научно-исследовательских института по проблемам источников тока, имеются мощности для изготовления специального технологического оборудования. В ИФХЭ РАН, других научных центрах проводятся фундаментальные исследования в области источников тока новых электрохимических систем. ФГУП «НПП “Квант”» активно ведет работы по альтернативным источникам энергии, ОАО «НИАИ “Источник”», ОАО «АК “Ригель”», другие организации осваивают производство никель-металлгидридных, литий-ионных аккумуляторов. Успешно развиваются некоторые малые и средние предприятия, в том числе в области технологии, проектирования и экологии. Вводятся новые мощности по переработке использованных аккумуляторов. Вновь организованные производства наращивают объемы выпуска продукции. Увеличивается выпуск суперконденсаторов, часть этой продукции, так же, как высокотехнологичные никель-водородные аккумуляторы, идет на экспорт. В области электрохимических генераторов работает Уральский электрохимический комбинат, множество предприятий, работающих на водородную энергетику, объединены в «Водородную ассоциацию».

Такие структуры, как РАО «ЕЭС России», ОАО «ГМК “Норильский никель”», ОАО «Газпром» проявляют большой интерес к разработкам новых источников тока, автомобилестроение нуждается в аккумуляторах для электромобилей и гибридных моделей.

Однако в целом эффективность работы отрасли по производству источников тока мала и не соответствует провозглашенной Президентом страны заявке на мировое лидерство России в области энергетики. Производство свинцовых автомобильных аккумуляторов последние три года не увеличивается. Отечественные производители контролируют только около 50% рынка, продажи батарей на внешнем рынке продолжают сокращаться. Крайне негативную роль на российском рынке играет недобросовестная конкуренция теневых импортеров. В связи с наводнением страны автомобилями иностранного производства быстро расширяется ассортиментный ряд аккумуляторов, на что надо адекватно реагировать.

На рынке промышленных свинцовых батарей доминируют импортеры. Рынок щелочных батарей контролируется отечественными производителями, но объем производства щелочных аккумуляторов резко сократился. Этому способствует не всегда технически оправданная позиция ряда заказывающих ведомств и структур, в том числе ОАО «РЖД».

Страна, обладая основными запасами никеля в мире, не может обеспечить производителей аккумуляторов гидратом закиси никеля, другими качественными никельсодержащими материалами. Ряд заводов в одностороннем порядке закрывает производство материалов для источников тока военного назначения, что связано с низким объемом их выпуска.

В стране прекращено массовое изготовление первичных элементов, не производятся серийно многие другие наукоемкие и высокотехнологичные виды источников тока, находящих широкое применение в мире. Отсутствуют какие-либо государственные программы по развитию источников тока широкого применения и целевые средства для этого. Отраслевые институты в таких условиях теряют кадры и вынуждены существовать в основном за счет производства, а не за счет НИОКР. Между исследовательскими центрами РАН и производителями нет должной связи. В отрасли нет ни одного научного центра, обладающего всем необходимым набором современного оборудования для комплексных исследований в области источников тока. Малые и средние предприятия не всегда находят поддержку при участии в различных конкурсах, тендерах, программах.

Большинство производителей источников тока вынуждены самостоятельно решать экологические проблемы, при этом в общественном мнении и на региональном уровне преувеличиваются негативные моменты производства и применения некоторых видов аккумуляторов. Вопросы утилизации источников тока, в том числе массово поступающих в страну извне, не определены нормативными актами.

Работа по стандартизации находится на недостаточном уровне, предприятия практически не задействованы в обсуждении различных технических регламентов.

Уровень обеспечения объектов народного хозяйства, в том числе стратегически важных, источниками бесперебойного питания чрезвычайно низок, многие батареи в таких устройствах находятся за пределами гарантийных сроков.

Отсутствие производства современных типов источников тока не стимулирует слабое развитие отечественного первичного рынка (экологически чистый транспорт, низковольтный электроинструмент, ветроустановки, электронная техника и т. д.).

Не соответствует современным тенденциям информационно-техническая поддержка направления разработки, производства, использования и утилизации источников тока, основные разработчики и производители слабо консолидированы для решения общих проблем. Между разработчиками новых направлений (водородная энергетика, топливные элементы, молекулярные накопители) и производителями традиционных аккумуляторов имеется большой разрыв. Ситуация в отрасли близка к критической.

КОНФЕРЕНЦИЯ РЕШИЛА:

1. Информировать Минэкономразвития, Минпромэнерго, Комитет Государственной Думы по энергетике, транспорту и связи, что отрасль производства источников тока является стратегически важной, приоритетной, конкурентоспособной и просить учитывать это при разработке различных федеральных, целевых и других энергетических и экологических программ.

2. Поддержать инициативу участников круглого стола РАН «Электрохимические источники тока. Проблемы и перспективы» о целесообразности разработки и реализации Федеральной целевой программы по развитию производства источников тока, которая могла бы быть частью общей программы развития энергетики страны.

3. Руководителям организаций по разработке и производству источников тока и материалов для них:
 - 3.1. Рассмотреть информацию, изложенную в докладах и выступлениях конференции и, при необходимости, внести соответствующие коррективы в планы развития предприятий;
 - 3.2. Подготовить и направить в Национальную ассоциацию производителей источников тока «РУСБАТ» предложения для включения в Федеральную целевую программу по развитию производства источников тока.
4. Директорам заводов по производству свинцовых аккумуляторов учесть изменения в ассортиментном ряде автомобильных батарей и большую потребность в промышленных батареях при разработке планов производства и реализации своей продукции.
5. Просить Минпромэнерго поручить разработку Федеральной целевой программы по источникам тока Роспрому при участии Национальной ассоциации производителей источников тока «РУСБАТ», ИФХЭ РАН, отраслевых институтов с привлечением заинтересованных ведомств и основных производителей источников тока.
6. Национальной ассоциации источников тока «РУСБАТ» активизировать работу по стандартизации и техническому регулированию в области источников тока, подготовить и направить предложение в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии о целесообразности разработки отдельного технического регламента по источникам тока.
7. Просить Минпромэнерго, Роспром, Комитет Государственной Думы по энергетике, транспорту и связи, Комитет Государственной Думы по экологии рассмотреть предложения основных производителей источников тока о целесообразности принятия закона по источникам тока, подготовленный вариант закона с целью дальнейшего возможного его представления в установленном порядке в Думу, либо для реализации его положений в других законодательных и нормативных документах.
8. Просить Роспром организовать специальное совещание руководства автопроизводителей и изготовителей аккумуляторов для выработки согласованных решений по поддержке отечественных производителей в рамках программы Минпромэнерго «Развитие производства автомобильных компонентов и материалов» (Рабочая задача Минпромэнерго № 15).
9. Просить Роспром, руководство ОАО «РЖД» организовать совещание по созданию регулярной системы взаимодействия предприятий по производству источников тока, транспортного машиностроения и соответствующих структур ОАО «РЖД» с целью формирования и реализации долгосрочной технической политики в области источников тока для железнодорожного транспорта (Рабочая задача Минпромэнерго № 16 — Разработка программы локомотиво- и вагоностроения).
10. Рекомендовать руководству ОАО «ГМК «Норильский никель»» и другим производителям никелевых продуктов поддержать работы по производству отечественных никельсодержащих продуктов высокого качества, в том числе сульфата и гидрата закиси никеля, пеноникеля, карбонильного никеля, для чего Национальной ассоциации производителей источников тока обобщить потребность отечественных изготовителей источников тока в перспективных видах никельсодержащего сырья и направить её заинтересованным организациям.
11. Просить Минэкономразвития снизить сроком на 5 лет ввозные таможенные ставки на технологическое оборудование для производства источников тока и на некоторые материалы, не производящиеся в нашей стране, с целью стимулирования модернизации производства.
12. Просить Минэкономразвития организовать совещание с участием Федеральной таможенной службы, Роспрома, Национальной ассоциации производителей источников тока «РУСБАТ» с целью:
 - 12.1. Обеспечения блокирования теневого импорта и нарушений, связанных с занижением таможенных стоимостей при импорте всех типов источников тока;
 - 12.2. Восстановления на вебсайте ФТС страницы www.battery.customs.ru в качестве меры информационного противодействия таможенным нарушениям при импорте источников тока.
13. Просить государственные структуры, финансирующие НИР и ОКР в области источников тока, рассмотреть возможность распространения результатов работ на конкурсной основе для более широкого внедрения передовых технологий в отрасли.
14. Считать целесообразным разработать порядок обязательной проверки на соответствие электрических характеристик импортных источников тока, устанавливаемых на объектах МО РФ, МВД, Росатома, РАО «ЕЭС России», ОАО «РЖД» и других стратегических объектах.
15. Национальной ассоциации производителей источников тока «РУСБАТ» подготовить и направить в Минобрнауки, Минэкономразвития предложения по организации центра коллективного пользования в области современных физико-химических и электрохимических методов исследований.

16. Национальной ассоциации производителей источников тока «РУСБАТ» расширить и установить контакты с другими профессиональными ассоциациями, союзами, объединениями, работающими в области использования источников тока, производства материалов для них, осуществляющих исследования по использованию альтернативных источников энергии, в том числе с Объединением автопроизводителей России, ООО «Национальная инновационная компания “Новые энергетические проекты”», Национальной ассоциацией водородной энергетики и другими.

17. Национальной ассоциации производителей источников тока «РУСБАТ» осуществить организационные мероприятия по укреплению статуса малых научно-производственных и инжиниринговых предприятий отрасли.

18. Национальной ассоциации производителей источников тока «РУСБАТ» создать при ассоциации Экологический совет из представителей предприятий, работающих в области источников тока, для решения общих экологических проблем и проблем утилизации источников тока.

19. Национальной ассоциации производителей источников тока «РУСБАТ» совместно с ФГУП «НПП “КВАНТ”» подготовить предложения по возобновлению производства первичных щелочных источников тока в России.

20. Рекомендовать разработчикам и производителям источников тока активизировать работу по пропаганде отечественных достижений в области производства и применения источников тока, используя, в том числе, журнал «Электрохимическая энергетика».

21. Направить материалы конференции в редакции журналов «Электрохимия», «Электрохимическая энергетика», «Автобизнес», «За рулем», «12 вольт» для опубликования.

Секретарь оргкомитета конференции,
исполнительный директор
Ассоциации «РУСБАТ» А. Н. Анисимов