

ВЛИЯНИЕ GERONTOLOGICHESKIH ИЗМЕНЕНИЙ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАЛОРАЗМЕРНЫХ АВТОНОМНЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

С принятием развитыми странами концепции «литоральной войны» и возрастающей угрозой со стороны а и универсальные торпеды, состоящие на вооружении военно-морских сил (ВМС) Украины, имеют электрические энергосиловые установки. Это связано с широким диапазоном глубин их применения, бесследностью и малозумностью. Последнее важно не только с тактической точки зрения, но и для создания благоприятных условий работы собственных акустических систем самонаведения.

Энергосиловая установка противолодочной торпеды состоит из химического источника электрической энергии и биротативного электродвигателя постоянного тока.



Рисунок 1 – Классификация химических источников электрической энергии торпед

Основными источниками энергии электрических торпед являются аккумуляторные батареи различных типов. В отличие от аккумуляторов применяемых в народном хозяйстве, торпедные аккумуляторы должны соответствовать следующим требованиям:

- обладать высокими удельными характеристиками;
- быть короткоразрядными, т.е время разряда должно быть согласовано со временем хода торпеды;
- обеспечивать большую силу разрядного тока;
- сохранять параметры в течение длительного времени хранения торпед;
- в процессе эксплуатации быть устойчивым к ударам, вибрации, влиянию значительных перепадов температур.

Классификация химических источников электрической энергии торпед представлена на рис. 1 [2,3].

Из всего многообразия существующих аккумуляторных батарей наибольшее применение в торпедном оружии нашли серебряно-цинковые и серебряно-магниево-цинковые батареи. Однако в настоящее время европейскими разработчиками ведутся работы по применению серебряно-алюминиевых батарей с увеличенной удельной мощностью.

Серебряно-цинковая батарея одноразового действия служит химическим источником электрической энергии торпеды при ее боевом применении и предназначена для питания силового электродвигателя, аппаратуры самонаведения, неконтактного взрывателя и приборов управления.

Основные технические данные серебряно-цинковой батареи одноразового действия приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические данные серебряно-цинковой батареи одноразового действия

среднее рабочее напряжение, В	средняя сила разрядного тока, А	емкость батареи, А/ч	удельная мощность батареи, Вт/кг
200	1100	240	650

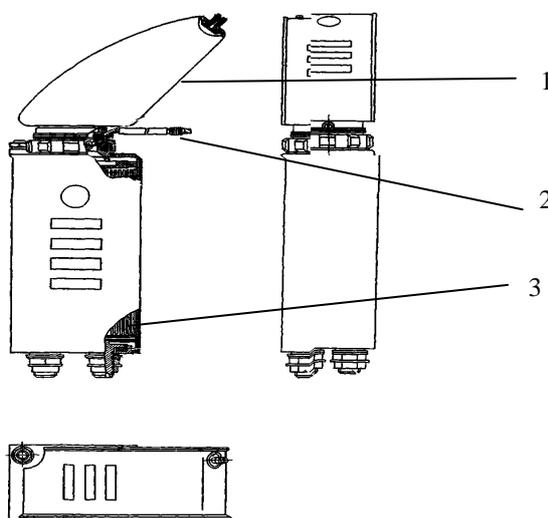
Элементы батареи представляют собой мощный короткозарядный химический источник электрической энергии одноразового действия ампульного типа, разработанный на основе электрохимической системы «окись серебра – едкий калий – цинк». Исходными активными веществами являются окись серебра на положительном электроде и металлический цинк – на отрицательном. Электролитом служит водный раствор едкого калия плотностью 1,39–1,40. Положительный и отрицательный электроды отделены друг от друга сепарацией. Активные вещества положительных и отрицательных электродов участвуют в процессе преобразования химической энергии элемента в электрическую при его разряде.

Общий вид элемента серебряно-цинковой батареи одноразового действия представлен на рисунке 2.

Электрохимическая схема серебряно-цинкового аккумулятора имеет вид:



Основным преимуществом аккумуляторов на основе электрохимической системы «окись серебра – едкий калий – цинк» является их способность отдавать с единицы веса в 3–5 раз большую мощность по сравнению со свинцовыми и кадмиево-никелевыми аккумуляторами за счет высокого коэффициента использования активных масс. [4].



1 – ампула с электролитом; 2 – пиродиафрагма; 3 – аккумулятор

Рисунок 2 – Общий вид элемента серебряно-цинковой батареи одноразового действия

Количество элементов, входящих в батарею, и способ их соединения зависят как от типа самих элементов, так и от основных тактических параметров торпеды – скорости и дальности ее хода (V_T и E_T), которые обеспечиваются энергетическими запасами источников тока.

При смешанном способе соединения групп последовательно соединенных элементов, они сводятся в параллельные между собой ветви. Данное соединение обеспечивает наиболее удобную компоновку элементов в батарее.

Для обеспечения заданной скорости хода торпеды V_T к электродвигателю должна быть подведена мощность, равная произведению $U \times I$, а для поддержания режима работы электродвигателя на траектории торпеды нужно, чтобы емкость батареи отвечала условию:

$$C \geq I \frac{E_T}{V_T}, \quad (1)$$

где C – емкость аккумуляторной батареи; I – сила тока; E_T – дальность хода торпеды; V_T – скорость хода торпеды.

Поэтому основными факторами, определяющими состав аккумуляторной батареи торпеды, являются необходимые напряжение U и емкость батареи C .

Емкость аккумуляторной батареи, от которой зависит скорость и дальность хода, является основным энергетическим показателем энергосиловых установок торпед. Это объясняется тем, что момент вращения электродвигателя пропорционален силе тока, а продолжительность его работы определяется временем разрядки аккумуляторной батареи. [1]

Торпеды, стоящие на вооружении ВМС Украины разработаны в Советском Союзе и приняты на вооружение в середине 60-х, начале 70-х годов прошлого века. Имеющиеся химические источники электрической энергии в своем большинстве находятся на послегарантийных сроках хранения, близких к окончанию сроков эксплуатации.

В результате длительного хранения в аккумуляторных батареях происходят геронтологические изменения. В ходе проверок батарей, срок хранения которых составляет более 20 лет, выявляются следующие изменения: на части положительных электродов наблюдаются бурые пятна, что свидетельствует об их окислении, вследствие повреждения сепарации, состоящей из гидратцеллюлозной пленки. Применение сепарации обусловлено тем, что через неё, с одной стороны хорошо взаимодействует электролит, а с другой стороны она препятствует миграции коллоидных частиц окислов серебра от положительного электрода к отрицательному и произрастанию дендритов цинка в противоположном направлении. Следовательно, выделяющийся на серебряных электродах кислород окисляет сепарацию и тем самым уменьшает её прочность. Кроме того, в результате наступающего электролиза на цинковых электродах начнется выделение цинка в виде дендритов, которые могут легко прокалывать сепарацию. Все это приводит к саморазряду и как следствие к уменьшению емкости аккумулятора.

Электрохимическая активность отрицательных электродов в ходе длительного хранения понижается и не соответствует данным технической документации. Так же понижается и содержание ртути, которая вводится в активную массу для обеспечения стабильности цинкового электрода в процессе хранения. Из этого следует, что результаты по электрохимической активности и содержанию ртути отрицательных электродов не соответствуют требованиям технической документации. Как правило, в отрицательных электродах, после разрядки, остается запас емкости, что указывает на то, что часть площади электродов недоразряжена. Это приводит к уменьшению времени разрядки, а так как емкость напрямую зависит от произведения силы тока и времени разрядки, то и к уменьшению емкости:

$$C = I t, \quad (2)$$

где C – ампер часовая емкость батареи; I – сила разрядного тока; t – время разрядки аккумуляторной батареи.

В электролите данных батарей процент содержания α – добавки, служащей для повышения степени его диссоциации, существенно ниже требуемого. Вследствие чего понижается удельная токопроводность, которая в свою очередь зависит от количества ионов, содержащихся в электролите и их подвижности, т.е. от его концентрации. Это понижение вызывается уменьшением подвижности ионов вследствие образования вокруг них групп нейтральных молекул воды электролита. Зависимость удельной электропроводности χ от концентрации электролита S приведена в таблице 2 [4].

Таблица 2 – Зависимость удельной электропроводности χ от концентрации электролита S

$S, \%$	10	20	30	40	50
$\chi, \text{Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$	0,20	0,37	0,47	0,50	0,40

Анализ вышеперечисленного дает возможность сделать вывод, что геронтологические изменения химических источников электрической энергии могут привести к неудовлетворительной работе торпед, так как емкость их батареи вследствие длительного хранения существенно падает, что негативно влияет на основные тактические параметры торпеды - скорость и дальность ее хода.

Необходимо помнить, что со времени изготовления аккумуляторных батарей прошло около трех десятков лет и изменения происходящие в них не исследованы.

Из-за отсутствия в стране предприятий изготавливающих торпедное оружие и его комплектующие, а также из-за условий ограниченного финансирования и невозможности на данный период времени его закупки, дальнейшие исследования в этой области станут приоритетными для принятия решения на продление ресурса электрических торпед, а также рассмотрения сроков их ремонта.

Литература

1. Подобрый Г.М., Белобородый В.С., Халимонов В.В., Носов А.И. Теоретические основы торпедного оружия // – Москва: Военное издательство МО СССР, 1969. – 359 с.
2. Родионов Б.И. Противолодочные силы и средства флотов // – Москва: Военное издательство МО СССР, 1977. – 112 с.
3. Косарев В.В., Садовников В.Н. Торпедное оружие: методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Боевые средства флота и их боевое применение» // Санкт Петербург: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2000. – 48 с.
4. Савченко Г.Б. Двигатели двусредных аппаратов // Самиздат. – <http://samizdat.net/mchat>.

УДК 623:946

Щепцов О.В.

ВПЛИВ GERONTOLOGICHNIH ZMIN HIMICHNIH DJEREL ELEKTRICHNOI ENERGI NA OSNOVNI ENERGETICHNI POказNIKI MALORozMIRNIH AVTONOMNIH PIDVODNIH APARATIV

В статті проведений короткий аналіз хімічних джерел електричної енергії малорозмірних автономних підводних апаратів. Приведені короткі характеристики срібно-цинкових джерел живлення, показані їх геронтологічні зміни у процесі тривалого зберігання, а також вплив цих факторів на основні енергетичні показники енергосилових установок.

Scheptsov A.V.

INFLUENCE OF GERONTOLOGY CHANGES OF CHEMICAL ELECTRIC ENERGY SOURCES ON BASIC POWER INDEXES OF DIMENSION AUTONOMOUS SUBMARINE VEHICLES

The short analysis of chemical electric energy sources of dimension autonomous submarine vehicles is conducted in the article. Short descriptions of silver-zinc sources of feed are resulted, their gerontology changes in the process of the protracted storage are shown, so influence of these factors on the basic power indexes of power-plants.