

УДК 623:946

Анипко О.Б., Редин Н.Н., Щепцов О.В.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОРПЕД, НАХОДЯЩИХСЯ НА ПОСЛЕГАРАНТИЙНЫХ ЭТАПАХ
ЭКСПЛУАТАЦИИ**

В настоящее время торпеда СЭТ-65 является основной противолодочной торпедой ВМС Украины. Находящиеся на базах и складах образцы этих торпед произведены в 80-х годах XX века и находятся на послегарантийной стадии эксплуатационного цикла, причем срок хранения изделий превышает срок их службы.

Источником питания торпеды СЭТ-65 является аккумуляторная батарея (АБ) одноразового действия ампульного типа СЦА-240 (изд. А-187М). АБ данного типа отличается большой удельной энергией, хорошими эксплуатационными характеристиками в условиях низких температур, незначительным саморазрядом, высокой устойчивостью к ударно-вибрационным воздействиям, относительным постоянством напряжения в режиме разряда, нечувствительностью к большим разрядным токам. Кроме того, АБ одноразового действия не требуют вентиляции и подзарядки в течение всего времени содержания торпеды на корабле-носителе [2, 4]. Однако, несмотря на хорошие технические характеристики АБ, в процессе длительного хранения она претерпевает геронтологические изменения, которые могут привести к неудовлетворительному ее функционированию, а, следовательно, всего торпедного комплекса в целом.

Документом [1] срок службы АБ определяется десятью годами хранения, в течение которого производятся: средний ремонт (через 5 лет) и контрольные проверки (через каждые 2,5 лет). То есть, в течение срока службы изделия предусмотрены профилактические мероприятия, направленные на поддержание значений основных энергетических показателей торпеды близких к номинальным. При увеличении срока хранения АБ торпеды, эксплуатационной документацией не оговорен ни перечень мероприятий, ни их суть.

Нынешнее положение заключается в том, что большинство образцов АБ торпед находятся на сроках хранения превышающих 20 лет и изменение их параметров, а так же процессы, протекающие в них, мало изучены. В этих условиях вынужденной эксплуатации данных изделий на послегарантийных этапах эксплуатации необходимо провести мониторинг их состояния (прогнозировать изменение основных электротехнических характеристик, уменьшать с помощью организационно-технических мероприятий вероятность проявления ненормального действия, проводить своевременно утилизацию и т.д.) [7].

С целью получения данных влияния технической геронтологии на АБ торпед, была поставлена задача по выявлению закономерностей изменения электротехнических характеристик АБ торпед от сроков хранения.

Теоретические исследования показали, что изменения, происходящие с АБ, в процессе длительного хранения, негативно влияют на их электротехнические показатели, такие как емкость, напряжение, внутреннее сопротивление.

Получены зависимости изменения времени разряда АБ от изменения емкости и влияние его на дальность хода торпеды, а так же влияние изменения напряжения на мощность электродвигателя, которая, в свою очередь, влияет на изменение скорости торпеды [7].

На основе этих данных, разработана модель жизненного цикла (рис. 1), которая позволяет прогнозировать изменения основных энергетических показателей АБ торпед от сроков их хранения, а так же прогнозировать влияние этих изменений на основные тактические параметры торпеды – скорость и дальность хода. Это в свою очередь позволяет вводить поправки в исходные параметры торпедной стрельбы при боевом применении с учетом геронтологических изменений.

Модель включает в себя три этапа:

первый – соответствует стадии, когда емкость АБ, как основная ее характеристика, остается практически неизменной. На этой стадии процессы старения, происходящие внутри АБ, незначительны и скорость их протекания мала. Это не оказывает существенного влияния на электротехнические свойства батареи.

Второй этап – емкость АБ резко снижается. Допустимое минимальное значение емкости может быть определено на основе минимально допустимой скорости и дальности хода торпеды.

На третьем этапе – значения емкости не смогут обеспечить необходимую скорость и дальность хода торпеды, а, следовательно, использование АБ не целесообразно [7].

Для подтверждения достоверности результатов полученных в ходе теоретических исследований, на предприятии ОАО НПФ «Луганский аккумулятор – 1» проводились испытания трех батарей СЦА-240 (изд. А-187М) с заводскими номерами: №№ 81183П78, 81183П79, 8118380 [5].

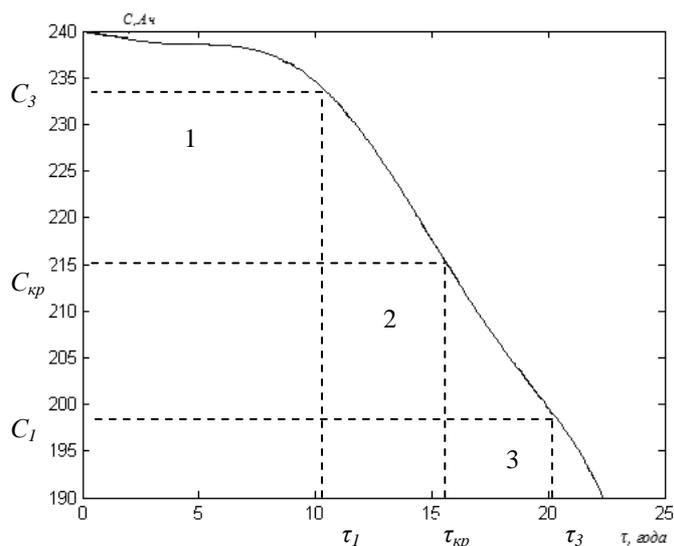


Рисунок 1 – Модель життєвого циклу акумуляторної батареї торпеди

Для проведення работ с ними составлена программа испытаний изд. А-187М.

В соответствии с программой:

1. Батареи извлекались из транспортных контейнеров и устанавливались на вкатники.

Транспортировочные контейнеры на наружной поверхности имеют следы коррозии, состояние внутренней поверхности соответствует требованиям конструкторской документации (КД) и технической документации (ТД).

Формуляры и упаковочные листы в наличии.

Дата изготовления батарей – 24 ноября 1983 г.

По записи в формуляре батареям произведено техническое обслуживание (ТО) 17.11.94г., замечаний нет.

ЗИП и электролит отсутствуют.

2. Производился осмотр и контроль-

ные замеры батареи № 81183П78 в соответствии с ТУ 16-729.242-80/с (ИЛЕВ 563 230.009 ТУ):

- батарея по внешнему виду соответствует чертежу ИЛЕВ.563 235.004;
- все комплектующие, детали и сборочные единицы по внешнему виду соответствуют требованиям НТД, кроме межэлементных соединений: серебряное покрытие на некоторых шинах (особенно на секции №1) частично пожелтело.

- контровка верхних гаек не нарушена, затяжка их соответствует ТП;
- отсутствуют пломбы на заглушках вилки 2РГМД24Б10Ш5Е2 и воздушного штуцера изд. 190М;
- изделие 190М (заводской № 4830808035) изготовлено 31.08.83г., по внешнему виду соответствует требованиям ТУ ИЛЕВ 563 233.002ТУ;

- электрическое сопротивление изоляции батареи, измеренное в соответствии с табл. 6 ТУ, цепь подрыва электрозапалов и состояние жгутов цепей 27 и 80 В соответствует требованиям ТУ;
- электрическое сопротивление между выводами элементов соответствует требованиям ТУ.

3. Производился демонтаж батареи, снимались жгуты, шины, блок-контактор, изделие 190 М, соединительные планки. Батареи - составные части, устанавливались на сборочные приспособления.

4. Производился демонтаж батарей - составных частей:

- панели по внешнему виду соответствуют требованиям КД и ТД;
- ампулы и элементы не имеют повреждений, контровка нижних гаек не нарушена, но затяжка их ослаблена;

- фторопластовые чехлы целые, по внешнему виду соответствуют требованиям КД и ТД;

- изоляционное покрытие на элементах и ампулах не нарушено;

- элементы с ампулами (148 шт.) проверялись на герметичность: по узлу сочленения ампулы с элементом - герметичность не нарушена. По узлу уплотнения борна у трех элементов герметичность нарушена у одного из 4-х борнов. Диафрагмы во всех ампулах целые.

5. Вскрывались два элемента:

№ 80647 – герметичный

№ 81086 – нарушена герметичность уплотнения одного борна.

Диафрагмы то внешнему виду соответствуют требованиям КД. Газовые клапаны (старой конструкции, без полиамидной гильзы), не соответствуют требованиям чертежа (вытекание смазки).

Производился демонтаж уплотнения борнов элементов: нижние гайки ослаблены на всех борнах, уплотнительное резиновое кольцо деформировано (сплющено), за счет чего ухудшилось уплотнение.

Элементы вскрывались, блоки электродов извлекались. Состояние блоков электродов, полиамидных втулок и резиновых прокладок по внешнему виду соответствует требованиям КД и ТД.

6. Блоки электродов методом высверливания заклепок и распайки токосборников разъединялись на положительные и отрицательные электроды:

- обертка (капроновая ткань и щелочестойкая бумага), сепаратор на отрицательных электродах (двухслойный капроновый чехол) по внешнему виду соответствуют требованиям ТП;

ЕНЕРГЕТИКА ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

– отрицательные электроды серебристо-серого цвета, без пятен и разрушений, по внешнему виду соответствуют требованиям ТП;

– положительные электроды слегка покороблены, серого цвета, часть электродов покрыта бурыми пятнами, не имеют разрушений и выкрашиваний активной массы, соответствуют требованиям ТП. Основа электродов изготовлена из полосы серебряной Ср 999 М.

– положительные и отрицательные электроды испытывались на определение емкости и электрохимической активности. В отрицательных электродах определено содержание ртути. Результаты приведены в таблицах №№ 1, 2.

Таблица 1 – Результаты испытаний положительных электродов

№ элемента	Положительные электроды				Примечания
	№ п/п	Вес, г	Время разряда, мин.	Внешний вид	
81086 (негерметичный)	1	23,41	49'	Серого цвета	По ТП: 1. Время разряда положительных электродов должно быть не менее 45'
	2	23,41	47' 35''	-----	
	3	23,26	48' 30''	-----	
	4	23,97	49' 30''	Серого цвета с бурыми пятнами	
	5	23,70	48' 50''	-----	
	6	23,56	48'	-----	
	7	23,69	48' 50''	Серого цвета	
	8	23,15	46' 30''	-----	
	9	23,56	47' 10''	-----	
80647 (герметичный)	1	23,96	48'	Серого цвета	
	2	23,64	46' 45''	-----	
	3	23,75	49' 35''	-----	
	4	23,50	47' 45''	Серого цвета с бурыми пятнами	
	5	23,17	46'	-----	
	6	23,32	46'	-----	
	7	23,40	46' 40''	Серого цвета	
	8	23,20	45' 45''	-----	
	9	23,44	46' 15''	-----	

Таблица 2 – Результаты испытаний отрицательных электродов

№ элемента	Отрицательные электроды				Содержание ртути, %
	№ п/п	Вес, г	Время разряда, мин.	Среднее разрядное напряжение, В	
81086 (негерметичный)	1	16,6	19' 24''	1,37	0,87
	2	16,7			
	3	16,5	21' 40''	1,40	0,66
	4	16,6			
	5	16,6	22' 42''	1,40	0,74
	6	16,7			
80647 (герметичный)	1	16,7	22' 20''		0,62
	2	16,6			
	3	16,8	23' 12''	1,40	0,62
	4	16,6			
	5	16,8	20' 05''	1,36	0,68
	6	16,8			
Требования по ТП			Не менее 17'	Не менее 1,35В	1–2,5 %

Из полученных данных следует, что положительные и отрицательные электроды по электрическим характеристикам соответствуют требованиям ТП и практически не снизили их в результате длительного хранения (17 лет). Изменилось (уменьшилось) только содержание ртути в отрицательных электродах.

Согласно исследованиям, проведенным в НИАИ, установлено, что стабильность электрических характеристик пористого цинкового электрода (каким является отрицательный электрод изд.; А-187М) в процессе хранения в сухом виде обеспечивается введением в активную массу 0,5–1 % ртути.

Фазовый состав и электрические характеристики амальгамированного пористого цинкового электрода с содержанием ртути (0,5 %) в процессе длительного хранения в сухом виде изменяется незначительно [3].

7. В соответствии с программой отобраны 4 элемента для проведения испытаний при температурах 323 К (+50 °С) и 278 К (+5 °С). Перед испытаниями в них заменены газовые клапаны и подтянуты нижние гайки.

Результаты испытаний соответствуют требованиям.

8. Проведены также испытания блок-контакторов и изделий 190М. Для проведения этих испытаний собраны и распаяны на панели три варианта электрических цепей подрыва электрозапалов;

I вариант: ампулы (без элементов) 1983 г. и 1995 г. изготовления, блок-контактор и изделие 190М, снятые с батареи П-78 1983 г. изготовления.

II вариант: ампулы 1983 г. и 1995 г. изготовления, блок-контактор 1995 г. изготовления и изд. 190М 1991 г. изготовления.

III вариант: ампулы 1983, 1995 и 2001 г. изготовления, блок-контактор 1995 г. изготовления, изд. 190М 1983 г. изготовления, снятое с батареи П-79.

Получены следующие результаты:

В цепи I варианта не подорвались электрозапалы одной линии (38 ампул). При исследовании установлено, что в результате длительного хранения произошло снижение сопротивления изоляции между выводами второй линии и корпусом блок-контактора. Это привело к занижению напряжения в электро-схеме линии цепи электрозапалов и отказу их срабатывания.

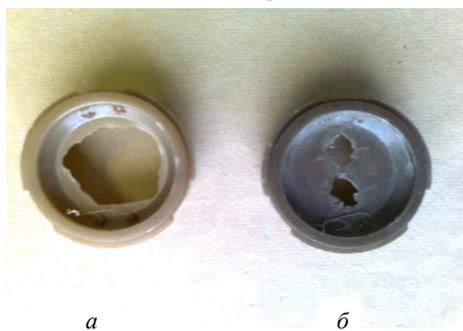


Рисунок 2 – Сравнительное фото результатов подрыва мембраны:
а – штатный, б – фактический

В связи с тем, что в АБ применяется последовательное соединение элементов, отсутствие подрыва электрозапалов линии, приведет к несрабатыванию всех элементов батареи и, как следствие, несрабатыванию всего торпедного комплекса в целом.

В двух других вариантах подрыв прошел штатно, без замечаний.

Отмечено следующее:

– во всех трех опытах диафрагмы 1983 г. имели самый низкий процент открытия - отверстия только вокруг запалов (типа «очки»), диафрагмы 1995 и 2001 г.г. открылись хорошо – на 75–100 %.

Данное явление приведет к несвоевременной подаче электролита из ампулы в элементы, несвоевременному и неполному смачиванию поверхности электродов, и задержке полной реакции активных масс. Это в свою очередь вос-

препятствует своевременной подаче напряжения силовой батареей на электродвигатель (3–5 секунд после откидывания курка и активации пусковой батареей). Торпеда начнет тонуть и попадет в так называемый «мешок», когда скорости торпеды и угла поворота рулей будет недостаточно для того, чтобы своевременно выйти на заданную траекторию. Это условие особенно важно при ведении боевых действий в прибрежных районах и мелководье, что с учетом принятия развитыми странами литоральной концепции морской деятельности ВМС, становится одной из приоритетных задач исследования.

Однако этот вопрос малоизучен и требует дополнительных исследований.

Все изделия 190 М сработали нормально: время с момента подачи воздуха до срабатывания электрозапалов составило не более одной секунды.

На основании проведенных работ и полученных положительных результатов испытаний электродов и элементов, извлеченных из батареи 81183П78, принято техническое решение, что элементы могут быть использованы для сборки батарей А-187М с новыми деталями и узлами.

С батареями 81183П78, 79, 80 произведены следующие работы:

- все батареи демонтированы до элементов;
- произведен перемонтаж узла уплотнения борнов с заменой резинового кольца 294-20 (из резины 1991 г. изготовления);

– произведен монтаж ампул (ампулы 1995 г. изготовления, диафрагмы 2001 г. изготовления, кольцо 686 из резины 1991 г. изготовления);

– произведена доработка газовых клапанов в соответствии с требованиями чертежа ЖЦИШ 306411.003 СБ. Давление срабатывания клапанов 1,1–1,2 кгс/см², что соответствует требованиям ТД;

– заменены фторопластовые чехлы (1991 г. изготовления);

– заменены кислородные клапаны. Воздухопроницаемость 300–600 см³/мин, что соответствует требованиям ТД.

Собраны две батареи А-187 М, в состав которых вошли:

– жгуты (1995 г. изготовления), панели (2001 г. изготовления);

– блок-контакты 1995 г. изготовления, перепроверенные в соответствии с инструкцией 25103.00345.

– изделия 190 М, 1991 г. изготовления, перепроверенные в соответствии с Программой от 13.12.1999 г.

Элементы батарей прошли проверку и приемку ОТК и ПЗ на соответствие требованиям ИЛЕВ 563 230.009 ТУ:

от каждого комплекта вновь скомплектованных батарей испытаны по 6 элементов при температурах: 323 К (+50°С), 278 К (+5С), 271 К (- 2°С) Результаты испытаний соответствуют требованиям ТУ: по времени разряда на 11,5 - 15%, а по среднему разрядному напряжению на 1,8–2,96 % выше требований ТУ и не ниже результатов испытаний свежизготовленных батарей.

Две секции (24 и 28 элементов) прошли транспортные испытания, после чего секция из 24 элементов разряжена при температуре 323 К (+50 °С). Результаты испытаний соответствуют требованиям ТУ.

В соответствии с Дополнением к Программе испытаний проведены испытания двух секций, состоящих из 24 элементов.

В первую секцию вошли 14 элементов, изготовленных в 1999 году и 10 элементов 1983 г. изготовления, демонтированных из батареи 81183П78.

Вторая секция собрана из 24 элементов, изготовленных в 1983 году, демонтированных из батареи 81183П78.

На всех элементах установлены ампулы с диафрагмами 2001г. изготовления, кислородные и газовые клапаны замены, произведен ремонт узлов уплотнения борнов.

Обе секции испытаны при температуре 323 К (+50 °С).

Разряд секций прошел нормально, без замечаний, результаты испытаний соответствуют требованиям ТУ, запас по времени разряда 35–36 секунд, среднее разрядное напряжение выше требований ТУ на 0,04 В,

Испытание двух секций, проведенное согласно Дополнения к Программе испытаний, дополнительно подтвердило результаты испытаний, проведенных согласно программе испытаний двух батарей А-187 М после их доработки[5].

Результаты экспериментальных исследований АБ торпед, подтверждают результаты теоретических исследований [7]. Срок хранения АБ, равный 17 годам, соответствует точке $\tau_{кр}$ (рис. 1), в этой точке допустимое минимальное значение емкости определено на основе минимально допустимой скорости и дальности хода торпеды.

При дальнейшем хранении АБ, геронтологические изменения приведут к неудовлетворительной работе АБ и всего торпедного комплекса в целом. Что соответствует третьему этапу модели жизненного цикла (рис. 1), на котором использование АБ будет не целесообразно.

Исходя из результатов проведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

1 Батареи после длительного хранения не могут быть использованы по прямому назначению в связи с потерей качества и надежности комплектующих деталей и узлов,

2. Элементы, снятые с батарей 81183П78, 81183П79, 81183П80, после доработки показали положительные результаты.

3. Восстановление батарей А-187М после длительного хранения возможно только после проверки элементов на соответствие требованиям КД и ТД и замены комплектующих деталей и сборочных единиц:

– ампул в сборе;

– резиновых уплотняющих деталей;

– жгутов;

– панелей;

– клапанов (газовых и кислородных);

– фторопластовых чехлов;

– блок–контакторов;

- изделия 190М,
а также ремонта транспортировочных контейнеров.
- 4. Восстановленные батареи должны пройти испытания в полном объеме на соответствие требованиям ТУ с обязательным проведением транспортных испытаний секций, залитых электролитом. При этом все испытания должны проводиться не менее чем на удвоенном объеме выборки элементов и секций.
- 5. После доработки батареи могут быть использованы для проведения эксплуатационных испытаний.
- 6. Окончательное решение о возможности применения батареи возможно только по результатам эксплуатационных испытаний.

Литература

1. Руководство по хранению и ремонту противолодочного, торпедного, минного, противоминного и противоподводно-диверсионного оружия и вооружения. – М.: Военное издательство МО СССР, 1986. – 279 с.
2. Голубков В.А., Гвоздев Н.Г., Закаржевский К.А. Описание торпеды СЭТ-65, книга 1, торпедно-силовая часть и приборы управления – М.: Военное издательство МО СССР, 1967. – 279 с.
3. Сборник работ по ХИТ, НИАИ, № 2, 1967, 92 с.
4. Кольшкн М.М. Противолодочное торпедное оружие – Л.: ВВМКУ им. М.В. Фрунзе, 1985. – 458 с.
5. Отчет исследования батарей А-187М, после длительного хранения и определение возможности их использования. – ОАО НПФ «Луганский аккумулятор», 2001. – 7 с.
6. Савченко Г.Б. Двигатели двусредных аппаратов // Самиздат. – <http://samizdat.net/mchat>
7. Анипко О.Б., Хайков В.Л., Щепцов О.В. Прогнозирование изменения энергетических показателей аккумуляторных батарей электрических торпед в зависимости от сроков их хранения. – Збірник наукових праць АВМС імені П.С. Нахімова, № 2(14), 2013.
8. Акт технического состояния батарей А-187М, поступивших для капитального ремонта в соответствии с договором № 35/20-61 от 10.12.2004 г.// ООО «Луганский аккумулятор», 2004. – 2 с.

Bibliography (transliterated)

1. Rukovodstvo po hraneniju i remontu protivolodochnogo, torpednogo, minnogo, protivominnogo i protivopodvodno-diversionnogo oruzhija i vooruzhenija. – M.: Voennoe izdatel'stvo MO SSSR, 1986. – 279 p.
2. Golubkov V.A., Gvozdev N.G., Zakarzheskij K.A. Opisanie torpedy SJeT-65, kniga 1, torpedno-silovaja chast' i pribory upravlenija – M.: Voennoe izdatel'stvo MO SSSR, 1967. – 279 p.
3. Sbornik rabot po HIT, NIAI, # 2, 1967, 92 p.
4. Kolyshkin M.M. Protivolodochnoe torpednoe oruzhie – L.: VVMKU im. M.V. Frunze, 1985. – 458 p.
5. Otchet issledovanija batarej A-187M, posle dlitel'nogo hranenija i opredelenie vozmozhnosti ih ispol'zovanija. – OAO NPF «Luganskij akumuljator», 2001. – 7 p.
6. Savchenko G.B. Dvigateli dvusrednyh apparatov Samizdat. – <http://samizdat.net/mchat>
7. Anipko O.B., Hajkov V.L., Shhepcov O.V. Prognozirovanie izmenenija jenergeticheskikh pokazatelej akumuljatornyh batarej jelektricheskij torped v zavisimosti ot srokov ih hranenija. – Zbimik naukovih prac' AVMS imeni P.S. Nahimova, # 2(14), 2013.
8. Akt tehničeskogo sostojanija batarej A-187M, postupivshih dlja kapital'nogo remonta v sootvetstvii s dogovorom # 35/20-61 ot 10.12.2004 g. OOO «Luganskij akumuljator», 2004. – 2 p.

УДК 623:946

Аніпко О.Б., Рєдін Н.Н., Щєпцов О.В.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТОРПЕД, ЯКІ ЗНАХОДЯТЬСЯ НА ПІСЛЯГАРАНТІЙНИХ ЕТАПАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

На підставі проведених експериментальних досліджень акумуляторних батарей торпед, що знаходяться на післягарантійних етапах експлуатації, показані зміни, що відбуваються з елементами і складовими частинами акумуляторної батареї.

Аніпко О.В., Рєдін Н.Н., Щєпцов О.В.

**EXPERIMENTAL RESEARCH STORAGE BATTERIES OF ELECTRIC TORPEDOES, BEING ON
AFTER GUARANTEE STAGES OF EXPLOITATION**

On the basis of the conducted experimental researches of storage batteries of torpedoes being on the after guarantee stages of exploitation, the changes what is going on with elements and component parts of storage battery are shown.