РАЗДЕЛ XII. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Бурков А.Ф.¹, Миханович В.В.², Нгуен В.Х.¹

Электрохимические источники энергии для судовых комбинированных гребных электрических установок

¹Дальневосточный федеральный университет²Морской государственный университет им. адмирала Г.И. Невельского
(Россия, Владивосток)

doi: 10.18411/lj-02-2021-63

idsp: ljjournal-02-2021-63

Аннотация

На современном этапе развития судовых пропульсивных установок для судов прибрежного плавания представляется целесообразным использование комбинированных энергетических установок, имеющих различные научно-технические решения. К первичным источникам таких установок наряду с электромеханическими преобразователями относятся электрохимические статические источники энергии – аккумуляторные батареи. Специфические условия эксплуатации таких источников в судовых условиях ограничивают их перечень для комбинированных установок. В статье рассмотрены разновидности статических источников энергии, их преимущества и недостатки, позволяющие сделать вывод об экономической целесообразности их применения в комбинированных электроэнергетических установках.

Ключевые слова: аккумуляторная батарея, комбинированная энергетическая установка, судовая пропульсивная установка, пропульсивный комплекс

Abstract

At the present stage of development of marine propulsion systems for coastal navigation vessels, it seems appropriate to use combined power installations with various scientific and technical solutions. The primary sources of such installations, along with electromechanical converters, include electrochemical static energy sources – batteries. The specific operating conditions of such sources in ship conditions limit their list for combined installations. The article discusses the varieties of static energy sources, their advantages and disadvantages, which allow us to conclude that it is economically feasible to use them in combined electric power installations.

Keywords: battery, combined power installations, ships propulsion system, propulsion system

Характерной особенностью современных судовых пропульсивных комплексов (ПК), представляющих собой гидромеханические системы, включающие корпус судна и пропульсивную установку, в которой энергия рабочего тела преобразуется в упор, сообщающий движение корпусу судна [1], является их большое конструкционное многообразие и широкий диапазон мощностей.

Научной основой для решения комплексной задачи энергоэффективности судов при их проектировании может быть принято представление о судовом ПК как о системном объекте [2].

Пропульсивные установки (ПУ), входящие в состав ПК, являются исполнительными частями главных энергетических установок. В наиболее общем случае ПУ состоит из движителей (гребных винтов фиксированного или регулируемого шага), валопроводов, главных судовых передач и главных (приводных) двигателей.

В настоящее время строятся небольшие суда с питанием гребных электродвигателей от аккумуляторных батарей (АБ), электрохимических генераторов (топливных элементов), солнечных элементов и др. [3, 4].

К перспективным направлениям развития ПУ малотоннажных судов следует отнести комбинированные энергетические установки (КЭУ), у которых АБ наряду с электромеханическими преобразователями используются в качестве первичных источников энергии [5].

Несмотря на то, что электрохимические АБ с начала своего развития претерпели существенные изменения, в настоящее время с целью повышения технико-экономических показателей (удельной энергии, продолжительности работы и др.) они продолжают совершенствоваться.

Можно выделить несколько типов малотоннажных судов, на которых при рациональном учете всех факторов (конструктивных, социальных, экологических и пр.) применение КЭУ с использованием электрохимических АБ будет технико-экономически целесообразно.

При выборе статических источников в первую очередь учитываются такие показатели как стоимость, плотность энергии, число рабочих циклов «заряд/разряд». В таблице 1 приведены характеристики основных приемлемых типов АБ для КЭУ.

Таблица 1.

Основные характеристики аккумуляторных батарей

№ п/п	Параметр	АБ				
		SLA	Ni-Cd	Ni-MH	Li-Ion	Li-Polimer
1	2	3	4	5	6	7
1	Плотность энергии, Вт·ч/кг	30	40...60	60...80	100	150...200
2	Число рабочих циклов «заряд/разряд» ¹	200...500	1500	500	500...1000	100...150
3	Минимальное время заряда, ч	8,0...16,0	1,5	2,0...4,0	3,0...4,0	8,0...15,0
4	Устойчивость к перезарядке	Высокая	Средняя	Низкая	Очень низкая	–
5	Само-разрядка, % ²	5	20	30	10	–
6	Напряжение элемента, В	2,00	1,25	1,25	3,60	2,70
	Ток нагрузки, А ³	20	>200	50...100	<100	20
7	Диапазон рабочих температур, °С	-20...60	-40...60	-20...60	-20...60	–
8	Периодичность обслуживания, дней	90...180	30	90	–	–

Примечания:

1. До уменьшения емкости на 20 % (до 80 %).
2. В течение месяца.
3. В % от емкости C, А·ч.

Приведенные в таблице 1 характеристики АБ могут изменяться в зависимости от условий эксплуатации. Так, при условии правильного и регулярного обслуживания число рабочих циклов «заряд/разряд» никель-кадмиевых (Ni-Cd) аккумуляторов может достигать 4000 а не 1500 циклов, гарантируемых производителем. Напротив, без проведения тренировочных циклов число рабочих циклов «заряд/разряд» может уменьшиться до трех раз. Для большинства типов АБ число рабочих циклов зависит от глубины разряда. Незначительные разряды обеспечивают больше циклов. У Li-Polimer аккумуляторов напряжение на элемент в зависимости от материала положительного

электрода составляет от 2,5 до 3,0 В. Диапазон рабочих температур указан для режимов разрядки.

В таблице 2 приведена ориентировочная относительная стоимость 1 Вт·ч энергии различных типов аккумуляторов одинаковой емкости.

Таблица 2.

Сравнительная стоимость электроэнергии аккумуляторов

№ п/п	Тип аккумулятора	Стоимость 1 Вт·ч энергии, о. е.
1	2	3
1	Свинцово-кислотный	1
2	Никель-кадмиевый (ламельный)	3
3	Никель-кадмиевый (безламельный)	13
4	Железо-никелевый	2
5	Серебряно-цинковый	15

В таблице 3 приведены дополнительные характеристики широко используемых железо-никелевых (Fe-Ni) и серебряно-цинковых (Ag-Zn) щелочных АБ.

Таблица 3.

Дополнительные характеристики железо-никелевых и серебряно-цинковых АБ

№ п/п	Тип элемента	Напряжение максимальное, В	Напряжение рабочее, В	Плотность энергии, Вт·ч/кг	Запасаемая энергия, Вт·ч/дм ³
1	2	3	4	5	6
1	Fe-Ni	1,50	1,2	29	65
2	Ag-Zn	1,85	1,5	100	170

Анализ представленных в таблицах 1, 2 и 3 данных позволяет сделать следующие выводы: наибольшую плотность энергии W_e имеют полимерно-литиевые АБ; самой дешевой является энергия свинцово-кислотных и железо-никелевых батарей.

Плотность энергии щелочных аккумуляторов типа ТНЖК, использующихся в машинах напольного безрельсового электрофицированного транспорта, составляет (28...33) Вт·ч/кг, т.е. соизмерима с тем же показателем свинцовых батарей, а число рабочих циклов «заряд/разряд» больше и равно 1000. Электродвижущая сила щелочных АБ равна 1,2 В. Их преимуществом является низкая зависимость емкости от режима разряда. Поэтому запас хода электрохода со щелочными аккумуляторами будет больше, чем в случае применения других АБ с такой же емкостью. По сравнению с кислотными, щелочные АБ требуют менее тщательного ухода и не подвержены сульфатации, обладают повышенной взрыво- и пожаробезопасностью, большой механической прочностью, не боятся тряски, ударов, вибрации, хорошо выдерживают короткие замыкания.

Кроме того, в судовых КЭУ возможно использование воздушно-металлических механически перезаряжаемых источников и суперконденсаторов.

Воздушно-металлические источники обладают наибольшими теоретическими и практически реализуемыми энергетическими параметрами.

Заряд воздушно-алюминиевых источников тока производится в течение считанных минут, которые необходимы для заливки электролита и/или замены алюминиевых электродов. Для заряда нужна лишь поваренная соль, вода и запас алюминиевых анодов. Их саморазряд имеет относительно невысокое значение даже при хранении с электролитом, а ресурс работы ограничен сроком службы конструктивных материалов, из которых они изготавливаются. К недостаткам воздушно-алюминиевых источников можно отнести довольно высокое внутреннее сопротивление, низкую удельную мощность, нестабильность напряжения во время разряда и провалы напряжения при включении.

К достоинствам суперконденсаторов следует отнести повышенную по сравнению с другими разновидностями аккумуляторов плотность мощности, как объемную, так и весовую; долговечность, превышающую 10 лет; относительно большое число циклов «заряд/разряд», достигающее 100000; сравнительно низкое время зарядки до 100 % номинальной емкости, составляющее от 15 до 40 минут и относительно низкие значения показателя саморазряда – до 10% в месяц.

Выполненные исследования, результаты которых приведены в статье, дают основание сделать вывод о том, что несмотря на большое разнообразие статических источников энергии, для судовых КЭУ целесообразно применение свинцово-кислотных и железо-никелевых АБ.

1. Камкин, С. В. Эксплуатация судовых дизельных энергетических установок / С. В. Камкин [и др.]. – М.: Транспорт, 1996. – 432 с.
2. Иванченко, А. А. Обзор опыта совершенствования конструкции и применения движительных систем в современном судостроении / А. А. Иванченко, В. А. Шишкин, В. Н. Окунев // Вестник гос. ун-та мор. и реч. флота им. адм. С. О. Макарова. – 2016. – № 4(38). – С. 156-176.
3. Хаустов, А. Н. Электропаром «AMPERE» / А.Н. Хаустов // Судостроение. – 2015. – № 3. – С. 75.
4. Fuel cells – the future of power generation // Marine News. – 2003. – No 2. – Р. 38-41.
5. Бурков, А. Ф. Повышение энергоэффективности морского транспорта и транспортной инфраструктуры / А. Ф. Бурков, В. Ф. Веревкин, П. М. Радченко; под общей ред. А. Ф. Буркова. – СПб.: Лань, 2019. – 132 с.

Иванов С.И., Шилин В.А., Овсепян П.С.

**Техническое решение для обеспечения оптимальной влажности воздуха в
животноводческом помещении**

*Великолукская государственная сельскохозяйственная академия
(Россия, Великие Луки)*

doi: 10.18411/lj-02-2021-64

idsp: ljjournal-02-2021-64

Аннотация

В статье изложена актуальность разработки и использования систем осушения воздуха в животноводческих помещениях, разработана установка для поддержания оптимальной относительной влажности воздуха. Оптимальный микроклимат в животноводческих помещениях способствует более полной реализации генетического потенциала животных и птицы, профилактике заболеваний, повышению естественной резистентности, а также удлинению сроков службы построек и установленного в них оборудования. Обеспечение оптимального микроклимата в помещениях достигается за счет соблюдения научно обоснованных значений формирующих его факторов среды (температура, влажность, скорость движения воздуха и др.), которые обобщены и приведены для каждого вида животных в соответствующих нормах технологического проектирования животноводческих предприятий.

Ключевые слова: относительная влажность, микроклимат, вентиляция, продуктивность, заслонка, воздухоосушитель.

Abstract

The article describes the relevance of the development and use of air dehumidification systems in animal husbandry premises, the installation for maintaining the optimal relative humidity of the air is developed. Optimum microclimate in livestock buildings contributes to a more complete realization of the genetic potential of animals and birds, prevent disease, increase natural resistance and prolong the service life of buildings and installed equipment. Ensuring an optimal indoor microclimate is achieved by observing the scientifically based