



# ВНИМАНИЕ! АККУМУЛЯТОР!

РУСЛАН СИНЕЛЬНИКОВ

*Даже начинающий яхтсмен должен хорошо понимать, что значит оказаться в море на полностью обесточенной яхте. Подобная драматическая история показана в фильме «Не угаснет надежда». Севшие или залитые соленой водой аккумуляторы делают невозможным запуск двигателя, а, кроме того, превращают в бесполезный хлам все судовые приборы, включая связь и навигацию. И если парусная яхта в такой ситуации, хоть и с немалыми неудобствами, дойдет до ближайшего порта, то моторная станет игрушкой морской стихии. И хорошо, если у вас на борту окажется аварийный радиобуй или хотя бы портативная УКВ-радиостанция.*

**М**ногие скажут: «Этого не может быть, ведь на современных яхтах все системы дублируются». Дублируются, но далеко не на всех, а только на достаточно больших. И, как это ни печально, даже в наше время трагедии на воде происходят ежегодно. В большинстве случаев причиной тому — небрежное отношение судовладельцев яхт к аккумуляторам. Многие даже плохо представляют, что такое аккумулятор. Стоит себе большая черная коробочка и дает электричество. А оно вдруг раз — и пропало, причем в самый неподходящий момент.

И вот тут-то незадачливый яхтсмен вспоминает, что не обслуживал и не менял аккумуляторы уже очень давно, хотя ему об этом неоднократно говорили соседи по яхт-клубу. Еще одну ошибку совершают те, кто, решив сэкономить, покупает на свою яхту дешевые

аккумуляторы в первом попавшемся автомобильном магазине, да еще и каких-то «левых» производителей. Если яхта с такими батареями по большей части стоит в марине и выходит по выходным на ближайшие острова, этот вариант вполне допустим, особенно если лодка эксплуатируется в пресной воде, а зимы в регионе теплые. Но если вы — владелец серьезной морской яхты и собираетесь совершать дальние круизы, ваше судно «живет» в холодных широтах, а зимует под открытым небом, то стоит задуматься об аккумуляторах, подходящих для таких условий плавания.

Но есть еще одна немаловажная деталь, которая часто приводит к самым тяжелым последствиям — пожару в море. Наверное, ни для кого не секрет, что свинцово-кислотные аккумуляторы выделяют кислород и водород, образующие при определенной концентрации так называемый гремучий газ, крайне взрывоопасный. Именно поэтому на

больших судах аккумуляторы устанавливаются в специальных отсеках, вентиляция из которых выведена на палубу. На большинстве прогулочных яхт такой возможности нет, и аккумуляторы стараются установить пониже, под пайолами (они являются еще и дополнительным балластом). Находится все это «хозяйство» по большей части под жилыми помещениями. К счастью, в отличие от пропана, водород легче воздуха и в большинстве случаев улетучивается через открытые люки и иллюминаторы. Но иногда случается, что газ скапливается в замкнутом объеме, например, при полностью задренной вентиляции и люках во время шторма. Вот тут-то от малейшей искры запросто может произойти взрыв. Ко всему прочему, пары серной кислоты, выделяющиеся при зарядке кислотного аккумулятора, вредны для здоровья.

Но прогресс не стоит на месте. Аккумуляторы, как и любая современная техника,

постоянно совершенствуются. Сейчас производят батареи с поистине уникальными характеристиками, лишённые множества недостатков своих предшественников. В отдельную группу теперь можно выделить морские аккумуляторы, изначально предназначенные для эксплуатации в экстремальных условиях.

Так что же представляет собой собственно аккумуляторная батарея? Электрический аккумулятор — это химический источник электроэнергии. Его действие основано на обратимых электрохимических процессах, в отличие от батарейки, в которой электрохимические процессы необратимы. И батарейки, и аккумуляторы по своей сути являются гальваническими элементами, которые имеют два электрода — анод и катод, помещенные в среду электролита — щелочи или кислоты. Материал анода и катода различен, и в среде электролита на аноде и катоде происходят химические реакции, продуктом которых, помимо новых химических веществ, являются свободные электроны (на катоде) и положительно заряженные ионы (на аноде). Если замкнуть цепь, соединив оба электрода проводником, то в цепи потечет электрический ток, то есть по проводнику начнут перемещаться электроны от катода к аноду. В качестве примера рассмотрим химические реакции в хорошо известном всем свинцово-кислотном аккумуляторе. В самом простейшем виде такой аккумулятор состоит из свинцовой пластины (катод) и пластины из диоксида свинца (анод), погруженных в разбавленную серную кислоту. При разрядке аккумулятора

*В 1800 г. итальянский физик, профессор университета в Павии Алессандро Вольта изобрел первый гальванический элемент (так называемый «вольтов столб»)*

протекает следующая реакция:  $Pb + PbO_2 + H_2SO_4 \Rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$ . Свинец и двуокись свинца переходят в сернокислый свинец, а концентрация серной кислоты уменьшается. При зарядке та же реакция идет в обратном направлении. При этом на катоде свинец переходит в ион свинца, освобождаются два электрона, которые заряжают катод отрицательно ( $Pb + SO_4^{2-} - 2e^- \Rightarrow PbSO_4$ ), а анод заряжается положительно. Напряжение между катодом и анодом при этом составляет чуть больше 2 вольт.

Электрические и эксплуатационные характеристики аккумулятора зависят от материала электродов и состава электролита. Сейчас наиболее распространены следующие аккумуляторы: свинцово-кислотные, об электрохимических реакциях которых упоминалось выше, литий-ионные и литий-полимерные. Каждый тип аккумулятора имеет свое номинальное напряжение: 2 В — свинцово-кислотный, 3,6 В — литий-ионный. То есть, чтобы получить желаемое напряжение аккумуляторной батареи, производители соединяют последовательно несколько аккумуляторов, собранных в одном корпусе.

Любой аккумулятор, к какому бы типу он ни относился, имеет ряд важнейших потребительских характеристик. Это, в первую очередь, емкость — заряд, отдаваемый полностью заряженным аккумулятором при разряде до наименьшего допустимого значения (далее в аккумуляторе начинаются необратимые процессы, и он выходит из строя). На практике емкость аккумулятора измеряют внесистемной единицей ампер-час. Емкость не является величиной постоянной — она сильно зависит от температуры аккумулятора: при ее повышении емкость аккумулятора снижается, а при понижении до определенных пределов несколько повышается. Поэтому производители обычно указывают емкость при +25 °С.

Помимо емкости, важное значение имеют стартерный ток и максимальное количество циклов заряда-разряда. Нужно отметить, что эти два понятия противоречат друг другу. Аккумулятор с большим стартерным током имеет большую поверхность



электродов малой толщины и не выдерживает большого количества циклов полного заряда-разряда. Но от такого аккумулятора и не требуется глубокий разряд: при запуске двигателя разряд аккумулятора составляет доли процента от его емкости. Пластины аккумулятора с большим количеством циклов разряда-заряда имеют большую толщину и малую площадь. Такой аккумулятор позволяет в течение длительного времени отдавать умеренный ток, разряжаясь при этом до минимально допустимых величин.

Электрические аккумуляторы используются уже более 200 лет, и при этом они постоянно эволюционируют. Ученые не только ищут новые комбинации различных электролитов и пластин, но также совершенствуют уже известные типы аккумуляторов. Например, со- ➤

*Попытка использовать клеммы аккумулятора в качестве распределительных колодок приведет к плохому контакту, потерям энергии, перегреву, а то и попросту механическим повреждениям клемм*



### КАК ПРОДЛИТЬ СРОК СЛУЖБЫ АКБ?

- 1) Не допускать полного разряда батареи. При напряжении менее 12 В на батарее без нагрузки необходимо ее зарядить. При напряжении 10,8 В под нагрузкой необходимо отключить потребители, в противном случае батарея будет повреждена.
- 2) При длительном хранении батареи (например, в межнавигационный период) нужно периодически подзаряжать батарею, компенсируя саморазряд и предотвращая расслоение электролита на воду и кислоту.
- 3) Не допускать кипения батареи и ее перезаряда, применять зарядное устройство с датчиком температуры батареи и точным контролем зарядных токов и напряжений.
- 4) Обеспечить нормальный температурный режим (20–25 °С) работы батарей и вентиляцию, а также не устанавливать батареи вплотную друг к другу для предотвращения нагрева одной батареи от другой (тепловой зазор не менее 10 мм).
- 5) Содержать аккумуляторы в чистоте, что поможет избежать утечек электроэнергии. Пыль и грязь, скопившиеся на крышке батареи, впитывают влагу и могут проводить электрический ток.
- 6) Клеммы батареи должны быть чистыми и без окислов. Это уменьшит потери электроэнергии при передаче от батареи к потребителям.
- 7) Провода от батареи к потребителям должны быть как можно короче (это относится ко всем проводам постоянного тока). Сечение проводов (их толщина) должно соответствовать току, который может протекать по данным проводам, и должно быть тем больше, чем длиннее провод. В противном случае провод будет нагреваться, что повлечет потерю энергии на его нагрев и может привести к пожару.

временные технологии позволяют связать в гелевом растворе серную кислоту, в результате чего получаются так называемые гелевые аккумуляторы, по своей сути свинцово-кислотные, но обладающие при этом новыми, уникальными потребительскими качествами. Образованные при протекании большого тока испарения и газы остаются внутри геля, где, рекомбинируя, образуют воду, которая вновь поглощается гелем. Благодаря эффективной рекомбинации газов гелевые аккумуляторы служат до 12 лет, имеют увеличенное число циклов заряда-разряда и устойчивы к глубокому разряду. Кроме того, гелевые аккумуляторы полностью герметичны и могут работать даже в перевернутом виде.

Несколько раньше гелевого электролита появилась технология AGM (Absorbent Glass Mat), при которой используется пропитанный жидким электролитом пористый наполнитель из стекловолокна. Микропоры этого материала заполнены электролитом не до конца, а свободный объем используется для рекомбинации газов. AGM-аккумуляторные батареи имеют большой срок службы и не выделяют взрывоопасных газов, а также обеспечивают более высокий стартовый ток.

В данной статье мы не рассматриваем пока не очень распространенные в России гибридные яхты с электроприводом, источником энергии для которых служат аккумуляторные батареи, хотя в предыдущем материале о судовом электричестве мы упо-

мянули фантастический «Наутилус» капитана Немо, использовавший аккумуляторы в качестве основного источника движущей энергии.

Возьмем для примера использования различных типов аккумуляторных батарей на судне парусные яхты, рассчитанные на дальние путешествия, вплоть до кругосветных. Такие суда имеют сложные электросистемы не только в силу жизненной необходимости резервирования электропитания на случай аварийных ситуаций, но и для оптимизации использования многочисленных судовых систем. Как правило, на таких яхтах существует две системы аккумуляторных батарей: стартерная и сервисная. Стартерные батареи служат для запуска двигателя и дизель-генератора и отдают в течение короткого промежутка времени большой ток. Это может быть как одна батарея, так и целая система аккумуляторных батарей (для раздельного пуска двигателя и дизель-генератора либо при использовании пускового напряжения 24 В). Сервисная же система батарей предназначена для питания судовых потребителей на протяжении длительного времени. Это ходовые от-

личительные огни, навигационные приборы и радиооборудование, внутреннее и наружное освещение, приводы электрических лебедок, автопилота, брашпиля, подруливающие устройства, помпы, инверторы, питающие в свою очередь отдельную цепь напряжением 220 В для подключения бытовых приборов. Это может быть и одна батарея, но только на совсем уж маленьких лодках. Современные производители яхт исходят из расчета потребности от 20 до 50 ампер-часов на одну тонну водоизмещения судна. Даже относительно простая система требует параллельного соединения нескольких аккумуляторных батарей. Наиболее крупные яхты имеют бортовое напряжение 24 В, что вынуждает изначально соединять батареи последовательно; кроме того, предпочтительно питать некоторые важные потребители от отдельных батарей. Это могут быть как наиболее важные потребители, например, навигационный комплекс, так и потребители, имеющие особые мощностные параметры (подруливающие устройства). Такая схема позволяет защитить нежную судовую электронику от скачков тока при запуске или остановке мощных потребителей.

Сегодня многие компании занимаются выпуском аккумуляторных батарей. Это Bosch и Varta, чьи имена на слуху у всех, это Mastervolt и Victron Energy, хорошо знакомые владельцам дорогих яхт, а также Sonnenchein, DEKA, Yuasa, Trojan (торговая марка Minn Kota), известные узкому кругу потребителей. О высочайшем качестве продукции этих производителей говорит хотя бы тот факт, что известные яхтенные верфи устанавливают на свою продукцию электрооборудование этих компаний. ❖



# Добро пожаловать на борт! Маленькая электростанция Mastervolt Lithium Ion Ultra



Батарея Mastervolt Lithium Ion Ultra 5 kW сама по себе была восхитительной батареей. Но новая версия Li-ion Ultra 2.5 kW доказывает, что она может быть еще и более компактной. Новая батарея этого семейства имеет такую же длину и высоту, как и «большая», но она в два раза короче! Li-ion Ultra 2.5 kW предлагает еще большую гибкость в установке, а также значительную экономию пространства и меньший вес. С этой компактной батареей вам больше не нужен генератор. Преимущества, которые вы привыкли ожидать от концепции Lithium Ion Ultra, также включают:

- ультрадлительный срок службы и очень короткое время заряда;
- активную балансировку ячеек для эффективного и безопасного использования;
- интегрированный мониторинг батареи и, при желании, прямую коммуникацию со всей системой посредством сети MasterBus.

Этой небольшой электростанции будут действительно рады на борту каждой яхты!



Технические характеристики смотрите на [www.mastervolt.com/batteries](http://www.mastervolt.com/batteries) и [www.mvr.ru](http://www.mvr.ru)