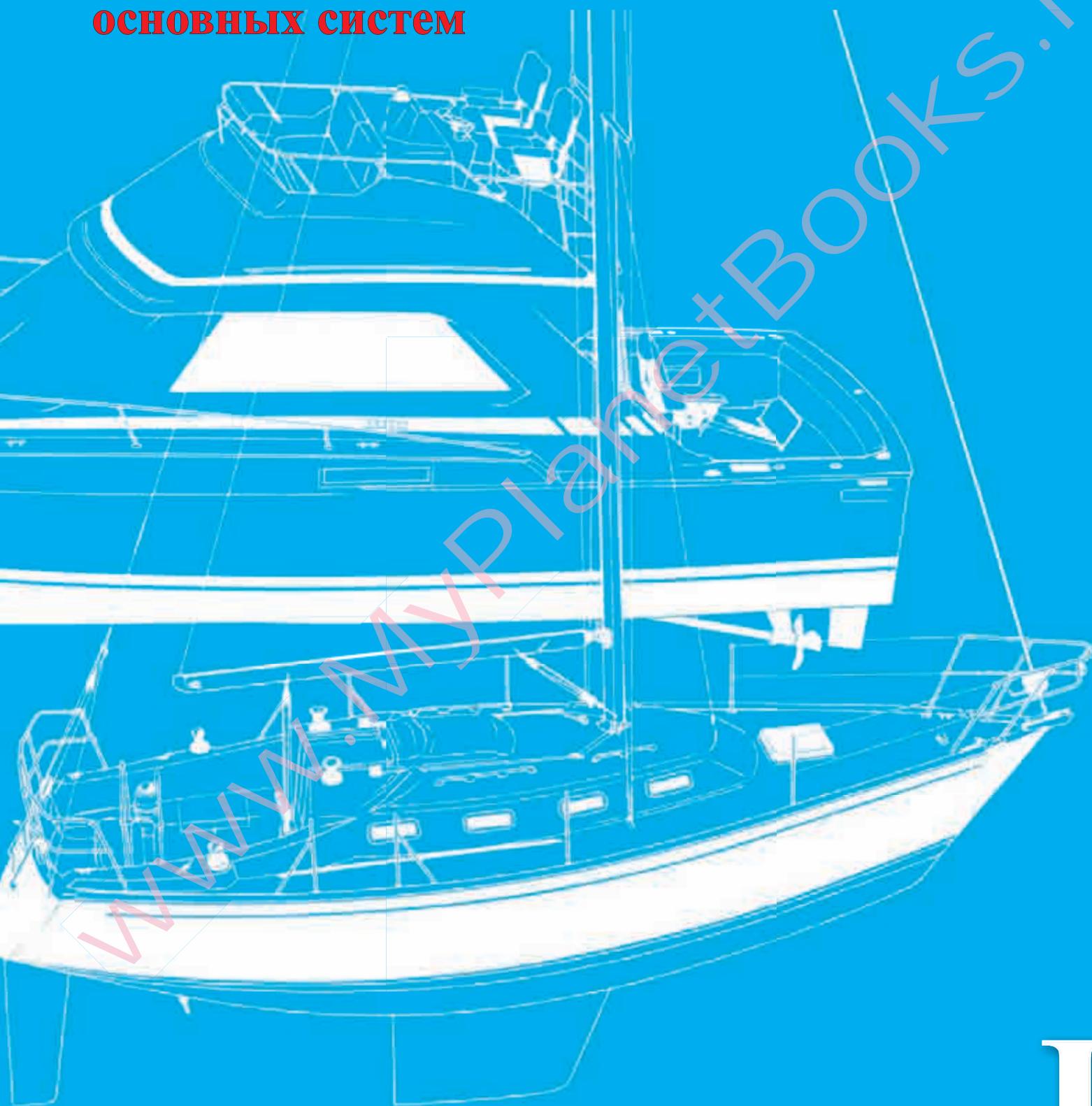


# Руководство по механическим и электрическим системам яхты

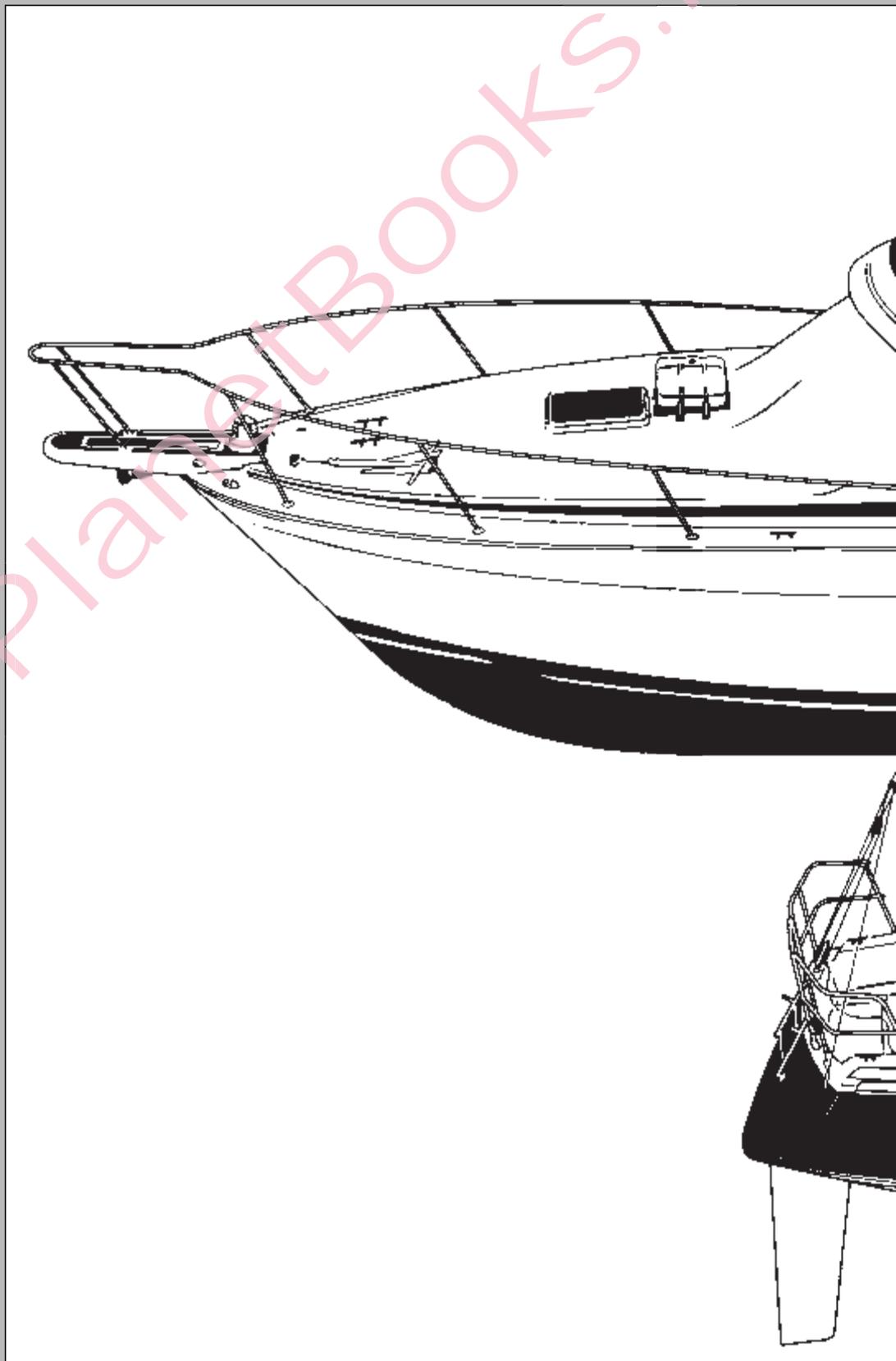
Найджел Калдер

Обслуживание, ремонт и усовершенствование  
основных систем



I

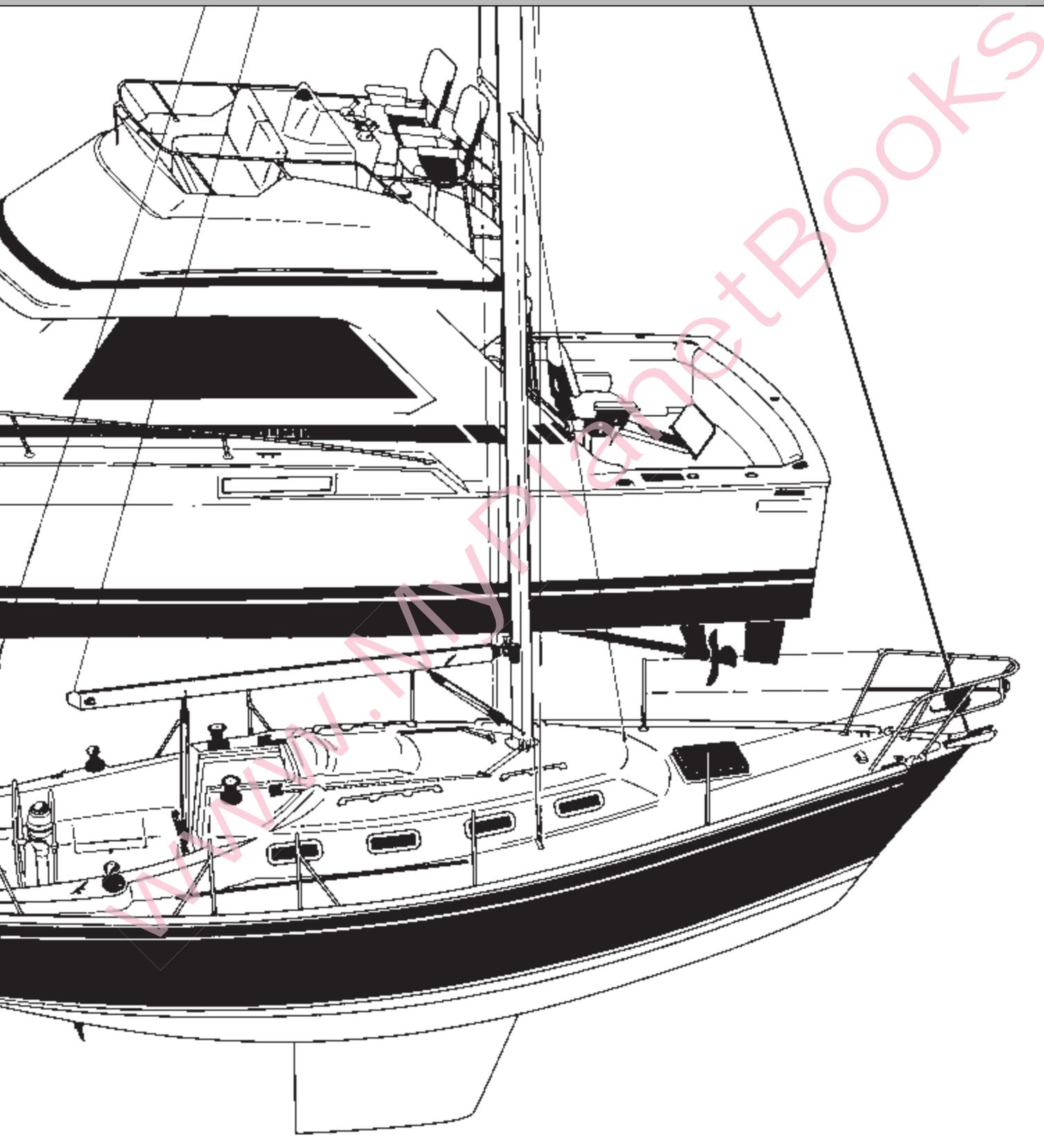
# Обслуживание, ремонт и усовершенствование основных систем



# Руководство по механическим и электрическим системам яхты

Найджел Калдер

## Электрические системы яхты



**УДК 656**  
**ББК 39.425.6**  
**К-60**

**Калдер Найджел**

**К-60** Руководство по механическим и электрическим системам яхты. Том I. Электрические системы яхты. / Пер. с англ. Г. В. Шмерлинг. – М.: ИД «Моя Планета», 2015. – 392 с.

**ISBN 978-5-905445-12-5**

Руководство содержит всю необходимую информацию для обслуживания и самостоятельного ремонта основных судовых систем. Изложенные просто и доступно для понимания материалы помогут яхтсмену, не являющемуся специалистом, справиться с проблемами, которые могут возникнуть во время плавания. Независимо от уровня вашей подготовленности, данное руководство сделает техническое обслуживание и ремонт яхты быстрым, необременительным и интересным занятием. Автор предлагает сотни подсказок поддержания судовых систем в исправном техническом состоянии, описывает, как обнаружить, локализовать и устранить проблему в любом узле основных систем вашей лодки - и все это с простым и наглядным пошаговым объяснением. Вы узнаете, что нужно делать с оборудованием с момента ввода его в эксплуатацию, в процессе работы и через определенные промежутки времени в ходе яхтенного сезона, чтобы обеспечить годы беспроблемного плавания.

**УДК 656**  
**ББК 39.425.6**

**ISBN 978-5-905445-12-5**

**© Издание на русском языке ИД «Моя Планета», 2015**

Все авторские и издательские права защищены. Без предварительного разрешения издательства запрещено полное и частичное воспроизведение материала, содержащегося в данной книге, передача и использование его в любой форме и любым способом: графическим, электронным или механическим, включая фотокопирование, аудио- и видеозапись, и другие формы хранения и передачи информации.

© 1996, 2005 by Nigel Calder

All rights reserved. The publisher takes no responsibility for the use of any of the materials or methods described in this book, nor for the products thereof. The name "International Marine" and the International Marine logo are trademarks of The McGraw-Hill Companies. Printed in the United States of America.

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data Calder, Nigel. Boatowner's mechanical and electrical manual: how to maintain, repair, and improve your boat's essential systems / Nigel Calder.—3rd ed. p. cm. Includes index. ISBN 0-07-143238-8 (hardcover : alk. paper) 1. Boats and boating—Maintenance and repair—Handbooks, manuals, etc. 2. Boats and boating—Electric equipment—Maintenance and repair—Handbooks, manuals, etc. I. Title. VM322.C35 2005 623.8'5'00288—dc22 2004027315 Questions regarding the content of this book should be addressed to International Marine P.O. Box 220 Camden, ME 04843  
[www.internationalmarine.com](http://www.internationalmarine.com)

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Различные работы по ремонту и обслуживанию судна могут быть опасны и требуют аккуратного выполнения соответствующих правил и рекомендаций по технике безопасности. Имеющиеся в книге ссылки на то или иное оборудование, производителей, торговые марки не означают их одобрения или заверения в безопасности их использования. Используя эту книгу, читатель соглашается с тем, что ее автор, издатель и продавец не могут нести никакой ответственности за возможные при работе несчастные случаи и различные убытки и ущерб, включая смертельные случаи, которые могли бы считаться полностью или в некоторой степени связанными с информацией, содержащейся в этой книге.

---

# СОДЕРЖАНИЕ

---

Список карт решения проблем .....	6
Список таблиц .....	6
Предисловие к третьему изданию .....	8
Предисловие ко второму изданию .....	10
Введение .....	11
<b>Глава 1. Проектирование сбалансированной электрической системы с питанием от аккумуляторов .....</b>	<b>12</b>
Введение .....	14
Специфика яхтенной системы .....	14
Аккумуляторы .....	15
Рассмотрим все детали .....	26
Объединяем компоненты .....	45
Резюме: сбалансированная система .....	55
<b>Глава 2. Электрические системы судов с высоким потреблением энергии .....</b>	<b>56</b>
Дополнительные источники энергии .....	58
Системы постоянного тока на два напряжения .....	67
Топливные элементы, высокое напряжение и тяговые электродвигатели .....	75
<b>Глава 3. Обслуживание и устранение неисправностей электрических систем с аккумуляторным питанием .....</b>	<b>82</b>
Аккумуляторные батареи .....	84
Генераторы .....	95
Регуляторы напряжения .....	114
Диоды .....	119
<b>Глава 4. Электрические цепи: основные понятия и решение проблем .....</b>	<b>122</b>
Основные понятия и измерения .....	124
Цепи постоянного тока .....	131
Правильный монтаж .....	143
<b>Глава 5. Заземление, коррозия и молнии .....</b>	<b>206</b>
Коррозия .....	208
Обвязка и катодная защита .....	223
Молниезащита .....	230
Заземление .....	241
<b>Глава 6. Зарядные устройства, инверторы, ветро- и гидрогенераторы, солнечные панели .....</b>	<b>246</b>
Зарядные устройства .....	248
Инверторы .....	260
Ветро- и гидрогенераторы .....	276
Солнечные панели .....	291
<b>Глава 7. Генераторы, электродвигатели, электрическое освещение .....</b>	<b>298</b>
Генераторы переменного тока .....	300
Генераторы постоянного тока .....	315
Электродвигатели .....	316
Электрическое освещение .....	336
<b>Глава 8. Яхтенная электроника: антенны, заземление, наводки и помехи, сушка намокших устройств .....</b>	<b>348</b>
Антенны и радиотехническое заземление .....	356
Электромагнитные наводки и радиопомехи .....	366
Решение проблем с электроникой .....	371
Как спасти намокший прибор .....	373
Словарь терминов .....	374
Приложение. Содержание 2 тома .....	385

---

## СПИСОК КАРТ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ

---

Карта 3-1. Недостаточный заряд .....	103
Карта 3-2. Перезаряд.....	104
Карта 3-3. Генератор не дает ток .....	109
Карта 4-1. Проверка цепи с помощью вольтметра.....	137
Карта 4-2. Проверка цепи с помощью омметра .....	138
Карта 4-3. Проверка оборудования с помощью омметра .....	138
Карта 4-4. Проверка на наличие замыкания с помощью омметра .....	139
Карта 4-5. Проверка на наличие утечек тока.....	141
Карта 6-1. Не работает зарядное устройство .....	257
Карта 6-2. Ветрогенератор не дает ток.....	289
Карта 6-3. Солнечная панель не дает ток.....	297
Карта 7-1. Генератор обращенной системы не дает ток.....	308
Карта 7-2. Не работает стартер .....	328

---

## СПИСОК ТАБЛИЦ

---

Таблица 1-1. Сравнение технологий аккумуляторов: за и против.....	25
Таблица 1-2. Зависимость срока службы (числа рабочих циклов) от глубины разряда в цикле для батарей East Penn Gel и AGM.....	25
Таблица 1-3. Типичные токи потребления электрооборудования в сети 12 В.....	27
Таблица 1-4. Дневное потребление электроэнергии на стоянке.....	28
Таблица 1-5. Суммарная выработка энергии в жизненном цикле промышленных батарей Trojan.....	29
Таблица 1-6. Зависимость вырабатываемого типичными ККК генераторами тока от числа оборотов и температуры (25°C – 93 °C).....	34
Таблица 1-7. Мощность в л.с., передаваемая одним ремнем 3VX Super HC Molded Notch V-Belts (около 3/8 дюйма).....	37
Таблица 1-8. Мощность в л.с., передаваемая одним ремнем 5VX Super HC Molded Notch V-Belts (между 1/2 и 5/8 дюйма).....	37
Таблица 1-9. Мощность в л.с., передаваемая одним ремнем AX-Section Tri-Power Molded Notch V-Belts (1/2 дюйма).....	37
Таблица 1-10. Напряжения «кипения» в зависимости от температуры электролита 12 В аккумулятора (приблизительно такое напряжение должно поддерживаться во время абсорбционной стадии зарядки).....	44
Таблица 1-11. Рекомендуемые напряжения заряда (В) для гелевых аккумуляторов East Penn.....	44
Таблица 1-12. Рекомендуемые напряжения заряда (В) для AGM аккумуляторов East Penn.....	44
Таблица 1-13. Вопросы и ответы, которые помогут спроектировать электрическую систему вашей яхты.....	54
Таблица 3-1. Температура замерзания электролита в зависимости от уровня заряда батареи ....	86
Таблица 3-2. Плотность электролита при различных уровнях заряда для стандартных температур.....	90
Таблица 3-3. Плотности электролита полностью заряженной батареи для разных регионов.....	90

## СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 3-4. Напряжение холостого хода при различных уровнях заряда для жидкостных, гелевых и AGM батарей East Penn. ....	91
Таблица 4-1. Электрические кабели общего назначения, удовлетворяющие требованиям АВУС (США). ....	169
Таблица 4-2. Цвета проводов цепей постоянного тока. ....	170
Таблица 4-3. Цвета проводов для подключения оборудования, рекомендуемые АВУС. ....	170
Таблица 4-4А. Допустимые токи в проводах в зависимости от термостойкости изоляции (АВУС). ....	172
Таблица 4-4В. Допустимые токи в проводах в зависимости от термостойкости изоляции (рассчитаны по стандарту ISO). ....	173
Таблица 4-5. Калибр проводов, отвечающий падению напряжения на 10% (АВУС). ....	174
Таблица 4-6. Калибр проводов, отвечающий падению напряжения на 3% (АВУС). ....	175
Таблица 4-7. Перевод американских размеров проводов в европейские. ....	177
Таблица 4-8. Европейская таблица определения сечения проводов по падению напряжения. ....	178
Таблица 4-9. Минимально допустимая отключающая способность защитных автоматов переменного тока. ....	192
Таблица 4-10. Минимально допустимая отключающая способность защитных автоматов постоянного тока. ....	192
Таблица 5-1. Ряд напряжений металлов в морской воде по отношению к стандартному серебряному электроду. ....	209
Таблица 5-2. Рекомендованные АВУС потенциалы катодной защиты по отношению к стандартному серебряному электроду. ....	227
Таблица 5-3. Рекомендуемая для крейсерских яхт разной длины масса цинковых анодов. ....	227
Таблица 5-4. Напряжение ограничения и время срабатывания УЗИП в зависимости от разрядного тока (пример). ....	238
Таблица 6-1. Мощность, потребляемая электроприборами. ....	270
Таблица 6-2. Мощность, необходимая для пуска асинхронных двигателей. ....	270
Таблица 6-3. Пример расчета нагрузки. ....	270
Таблица 6-4. Выбор характеристик инверторной системы. ....	271
Таблица 7-1. Типичные изменения скорости вращения, частоты и напряжения генератора с номинальной скоростью 1800 об/мин. ....	305
Таблица 7-2. Типичные токи, потребляемые асинхронными двигателями. ....	321
Таблица 8-1. Кабельные системы сетей NMEA 2000. ....	354
Таблица 8-2 (в оригинале 8-1). Радиус действия УКВ антенны в морских милях. ....	359
Таблица 8-3. (в оригинале 8-2) Минимальное горизонтальное расстояние между антеннами разных типов в м. (по данным NMEA). ....	360
Таблица 8-4. (в оригинале 8-3) Потери сигнала (затухание) в дБ на 100 фт (30 м) коаксиального кабеля с импедансом 50 Ом. ....	361
Таблица 8-5. (в оригинале 8-4) Потери сигнала (затухание) в дБ на 100 фт (30 м) коаксиального кабеля с импедансом 75 Ом. ....	361
Таблица 8-6. (бывш. 8-5) Допустимые потери сигнала. ....	361
Таблица 8-7. (бывш. 8-6) Расчет потерь в антенном кабеле УКВ радиостанции. ....	362
Таблица 8-8. (бывш. 8-7) Рабочие частоты разъемов разных типов и их применение. ....	363

# Глава 1

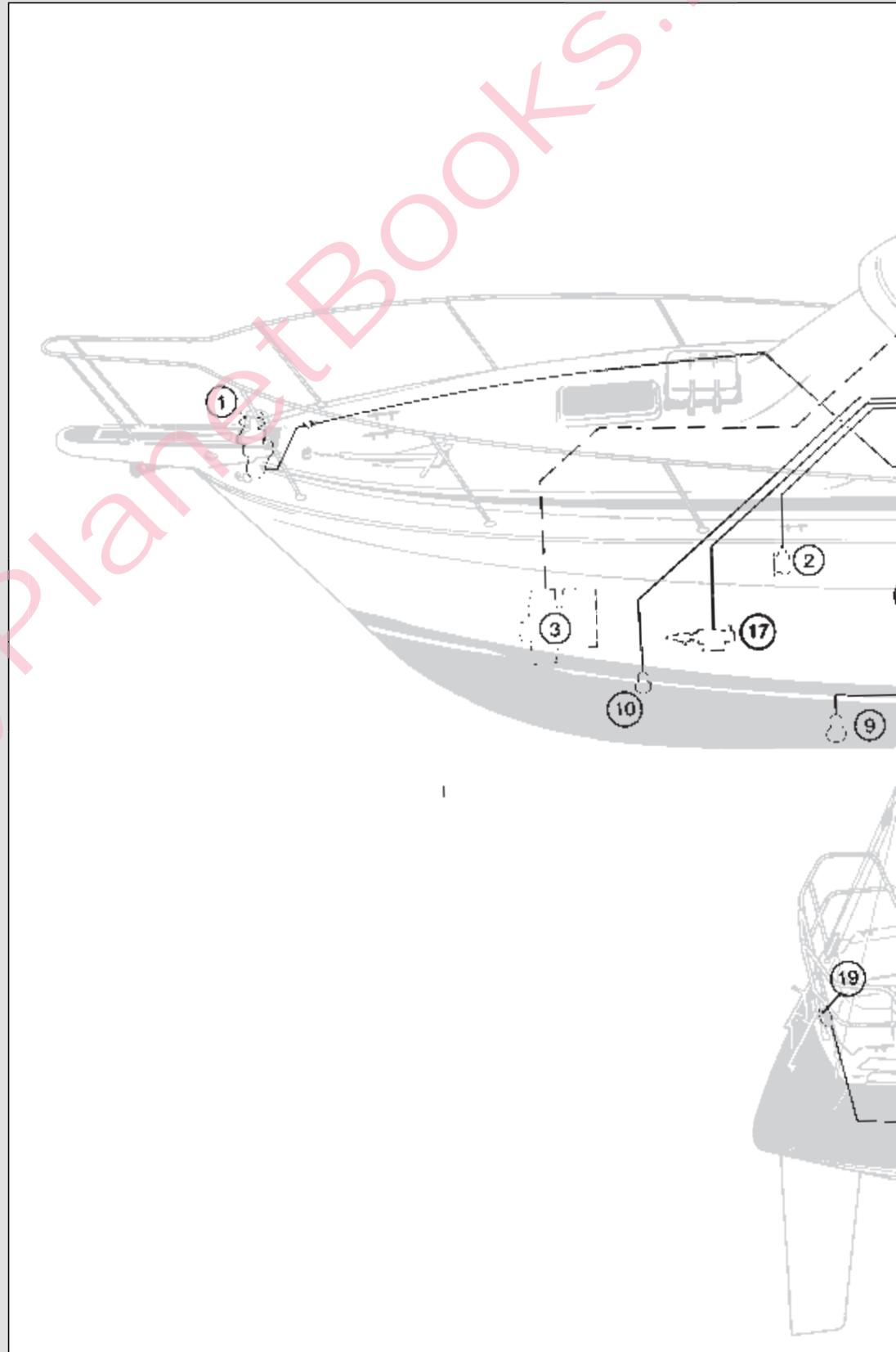
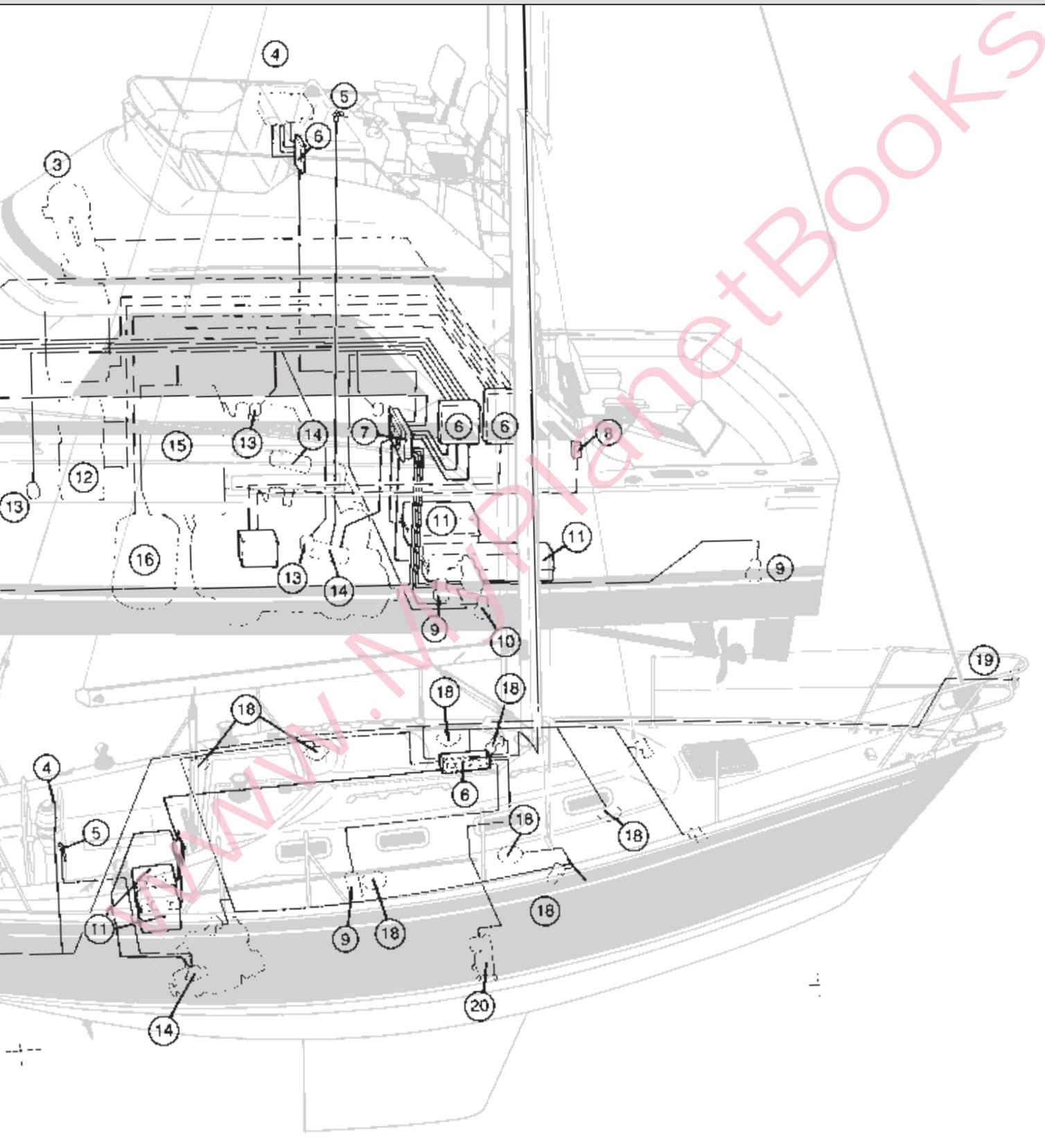


Рис. 1-1. Перечень оборудования типичных прогулочных судов показывает, насколько сложными стали их электрические системы. (Jim Sollers)

- (1) якорная лебедка
  - (2) насос с мацератором
  - (3) кондиционер
  - (4) электрооборудование двигателя, радио, навигационные приборы
  - (5) кнопка пуска стартера
  - (6) распределительный щит
  - (7) разобщающий выключатель аккумуляторов
  - (8) разъем подключения к береговой сети переменного тока
  - (9) трюмная помпа
  - (10) фекальный насос
  - (11) аккумуляторы
  - (12) компрессор кондиционера
  - (13) вентилятор
  - (14) стартер
  - (15) холодильник
  - (16) водонагреватель
  - (17) напорный насос гальюна
  - (18) освещение кают
  - (19) навигационные огни
  - (20) насос для подачи пресной воды
- \_\_\_\_\_ сеть постоянного тока 12 В  
----- сеть переменного тока 120 (220) В

# Проектирование сбалансированной электрической системы с питанием от аккумуляторов



## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня прогулочные суда стали очень сильно зависеть от электричества. Лишь немногие двигатели имеют ручной запуск, немногие судоводители способны обойтись без навигационной электроники, да что говорить – многие гальюны теперь устроены так, что без электричества и унитаза не смоешь.

Происшедший за последние десятилетия бурный рост количества электрического и электронного оборудования сделал плавания гораздо легче и произвел настоящую революцию в комфорте жизни на борту лодки. Но при этом проблемы с электричеством и отказы электрооборудования стали самой частой причиной ремонтов и работ по обслуживанию прогулочных судов.

Особенно много хлопот бывает, когда электрическая система лодки старая, была сделана на скорую руку или представляет собой «сборную солянку».

Море – самое ужасное место для электрооборудования. Чтобы не было проблем, эксплуатируемые в морских условиях электрические цепи и приборы должны быть проложены и установлены с величайшей тщательностью и по самым жестким стандартам. Об этом мы еще поговорим в главе 4. Но как бы качественно не было все сделано, есть еще одна проблема. В первую очередь, электрическая система судна должна быть правильно спроектирована с точки зрения баланса выработки и расходования энергии, иначе ее нехватка будет вечной проблемой.

Многие владельцы лодок раз за разом обнаруживают, что аккумуляторы быстро садятся, долго заряжаются, и скоро их приходится менять. Кажется, что проблема решена, но на самом деле система так и осталась несбалансированной, и следующих неприятностей долго ждать не приходится. К сожалению, многие лодки даже со стапеля сходят уже с этой «встроенной на верфи» проблемой.

Поэтому первым шагом при решении любых вопросов с электрооборудованием и ремонтом электрической системы постоянного тока должна быть проверка ее сбалансированности. Необходимо понять, способна ли система обеспечить энергетические потребности данного судна. Здесь мы обсудим этот вопрос в целом, в главе 2 остановимся на более сложных случаях, а в главе 3 детально рассмотрим обслуживание и ремонт электрооборудования. Речь будет идти о наиболее распространенных системах с напряжением 12 В, но вся информация и все соображения в равной степени справедливы и для систем с напряжением 24 или 32 В.

## СПЕЦИФИКА ЯХТЕННОЙ СИСТЕМЫ

Начнем рассмотрение особенностей судовых электрических систем... с автомобиля.

12-вольтовый аккумулятор машины питает стартер, который за пару секунд запускает исправный двигатель. Теперь в работу включился генера-

тор, который на ходу будет обеспечивать энергией все электрооборудование и, кроме того, подзарядит аккумулятор, скомпенсировав затраты энергии на запуск. Обратите внимание: электрические системы автомобиля снабжаются энергией не от аккумулятора, а от генератора. Только стартер при запуске расходует заряд аккумулятора, при этом потребляя очень большой ток – но всего лишь несколько секунд.

Рассмотрим пример. Пусть стартер мощной тяжелой машины потребляет ток 400 А. За час работы он израсходовал бы 400 ампер-часов. Но наш стартер работал всего 15 секунд (что гораздо больше времени, требующегося для запуска исправного двигателя). При этом он израсходовал  $400 * 15 / 3600 = 1,67$  ампер-часа, что совсем немного! При работающем двигателе затраченная энергия будет восполнена генератором уже через несколько минут.

При обычной эксплуатации автомобиля его аккумулятор почти все время полностью заряжен и почти не используется как источник энергии. Это верно для всех машин, безотносительно от их размера, назначения, сложности электрооборудования. Единственное исключение – электромобили и гибриды, в которых при установившемся режиме движения вместо двигателя внутреннего сгорания используются тяговые аккумуляторы.

Другое дело генератор: понятно, что для машин с разным уровнем потребления электроэнергии нужны генераторы разной мощности.

Сравним эту картину с «электроэнергетикой» парусной яхты. Средняя яхта большую часть времени мирно стоит у причала. Периодически она выходит под мотором из марины, затем двигатель отключают и большую часть времени яхта идет под парусами. Все это время, за исключением переходов под мотором, электрооборудование питается от аккумуляторов. Конечно, при этом они разряжаются в гораздо большей степени, чем на автомобиле. Запускаемый иногда двигатель яхты с установленным на нем генератором подзаряжает батареи лишь небольшое время.

Теперь рассмотрим типичную моторную яхту. Ее двигатель работает больше времени, режим работы аккумуляторов ближе к автомобильному. Но если речь не о небольшом катере, а о круизном судне, для него тоже характерны длительные периоды стоянки с неработающим двигателем, когда экипаж находится на борту, и вся энергия для работы бортовых систем поступает от аккумуляторов. Крупное моторное судно может иметь дополнительный генератор, работающий круглые сутки, тогда режим работы аккумуляторов окажется точно таким же, как на автомобиле. Но это не всегда так. Во всяком случае, рассчитывать на постоянную подзарядку при проектировании судовой системы – плохое решение (см. главу 2).

Даже для судов с высоким энергопотреблением, где имеются бортовые генераторы для питания сети переменного тока, все большее число владельцев предпочитает перейти на инверторные системы

с аккумуляторным питанием, позволяющие наслаждаться тишиной и покоем большую часть дня. Это к тому же оказывается выгоднее с точки зрения экономии горючего. При инверторном питании сети переменного тока режим работы судовых аккумуляторов будет таким же, как и на крейсерской яхте.

Таким образом, для большинства прогулочных судов режим эксплуатации аккумуляторов характеризуется достаточно глубоким разрядом. Вследствие этого режим работы и другого оборудования постоянного тока (генератора, регулятора напряжения и т.д.) также сильно отличается от характерного для автомобиля.

Но из соображений экономии многие ставят на лодку автомобильные аккумуляторы и другое оборудование с минимальной доработкой или вообще без нее. Неудивительно, что это приводит к многочисленным проблемам. Большинство из них связано с ограничениями, присущими существующим технологиям аккумуляторов как химических источников тока.

Чтобы понять причины проблем и увидеть способы их решения, нам необходимо разобраться с устройством аккумуляторов и происходящими в них процессами.

## АККУМУЛЯТОРЫ

### КАК ОНИ РАБОТАЮТ

Аккумуляторная батарея (рис. 1-2А, В) состоит из одной или нескольких ячеек (элементов). Элемент состоит из чередующихся отрицательных и положительных пластин, разделенных сепараторами. В элементе все пластины одного знака соединены между собой, а элементы последовательно соединены друг с другом в батарею. Каждый свинцово-кислотный элемент дает напряжение 2 В, поэтому 12 В аккумулятор состоит из 6 элементов.

В свою очередь, пластина представляет собой решетчатую конструкцию, заполненную активной массой (рис. 1-3). Решетка служит каркасом и одновременно проводником, распределяющим или собирающим ток.

Активная масса отрицательных пластин полностью заряженного свинцово-кислотного аккумулятора представляет собой чистый губчатый свинец, положительных пластин – диоксид свинца. Пластины погружены в электролит – раствор серной кислоты. При разрядке серная кислота реагирует со свинцом



Рис. 1-2В. Аккумулятор глубокого разряда компании Trojan в разрезе. Конструкция аналогична автомобильному, но рассчитана на более тяжелые условия эксплуатации. Пластины содержат заметно больше свинца, что при заданном объеме аккумулятора увеличивает его емкость.

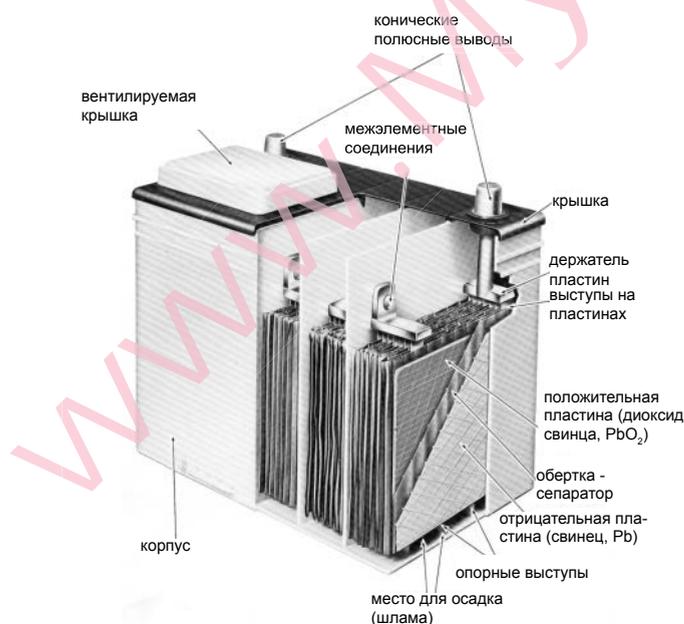


Рис. 1-2А. Конструкция типичного стартерного аккумулятора. В каждой из шести ячеек установлен набор разделенных сепараторами положительных и отрицательных пластин, погруженных в сернокислотный электролит. Пластины каждого из знаков соединены между собой и с межэлементными выводами, а для крайних ячеек и с общими выводами всей батареи.

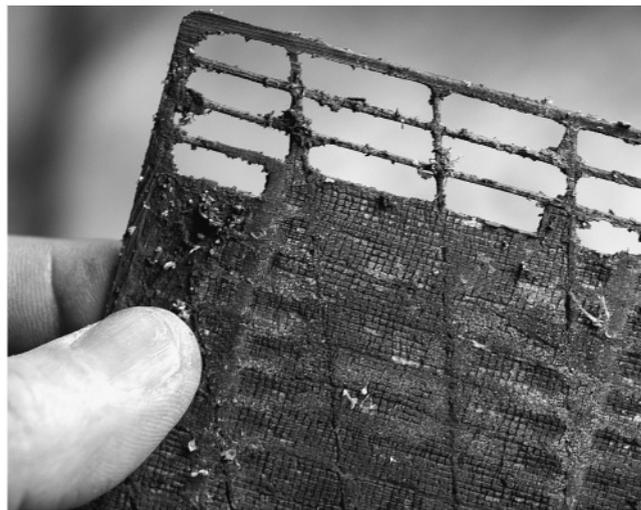


Рис. 1-3. Отрицательная пластина с частично осыпавшейся активной массой. Заметна эрозия поверхности пластины там, где осыпание только начинается. Этот аккумулятор явно имел почтенный возраст.

лятор они возвращали около 30% потерь воды), зато применять их можно при любом режиме работы.

Отметим, что в состав активной массы жидкостных аккумуляторов вводят небольшое количество сурьмы для повышения прочности и уменьшения осыпания массы с пластин. Добавка сурьмы имеет и негативные свойства: возрастает газообразование при зарядке, кроме того, разные металлы в составе массы вызывают появление внутренних токов, увеличивающих саморазряд аккумулятора.

### Гелевый электролит

Такой электролит не течет, это полужидкая масса с консистенцией мягкого свечного воска. Пластины и сепараторы будущего гелевого аккумулятора смазываются электролитом и собираются в плотный пакет (рис. 1-4). Электрохимические реакции протекают только непосредственно на поверхности контакта, а перемешивания электролита, как в жидкостном аккумуляторе, в геле не происходит. Чтобы компоненты могли достичь поверхности только за счет диффузии, пластины и промежутки между ними делают тонкими.

При эксплуатации аккумулятора гель может постепенно высыхать, образуя пустоты (от геля остается порошок); емкость аккумулятора при этом все больше снижается. Заменить гель или возместить высыхание невозможно, гелевые аккумуляторы представляют собой необслуживаемые герметичные модули. Поэтому для них очень важно свести к минимуму газообразование и потерю воды

при зарядке. Для этого применяют следующие методы:

1. Тщательный контроль напряжения при зарядке во избежание перезаряда.

2. Вместо сурьмы в состав пластин добавляют кальций. Кальций менее эффективен для повышения прочности активной массы, зато снижает выделение газов и саморазряд.

3. Некоторые аккумуляторы конструируются для работы под давлением. При избыточном давлении небольшие количества водорода и кислорода поглощаются электролитом и рекомбинируют, вновь образуя воду (поэтому такие батареи иногда называют рекомбинационными, recombinant).

Чрезмерный заряд может вызвать выделение большого количества газов и слишком сильный рост давления, поэтому батареи этого типа всегда снабжены предохранительным клапаном для выпуска газов. По этой причине для аккумуляторных батарей из гелевых элементов иногда употребляют обозначения SVR (sealed valve regulated, герметичные с клапаном) и VRLA (valve regulated lead acid, свинцово-кислотные с клапаном).

Так или иначе, поскольку имеет место потеря газов, происходит и высыхание электролита, а срок службы батареи сокращается (рис. 1-5).

Необходимо отметить, что многие так называемые необслуживаемые аккумуляторы на самом деле представляют собой обычные жидкостные, снабженные отсеками с некоторым количеством запасного электролита. При эксплуатации он по-



Рис. 1-4. Так выглядит вскрытый гелевый элемент. Видно, что электролит имеет пастообразную консистенцию.

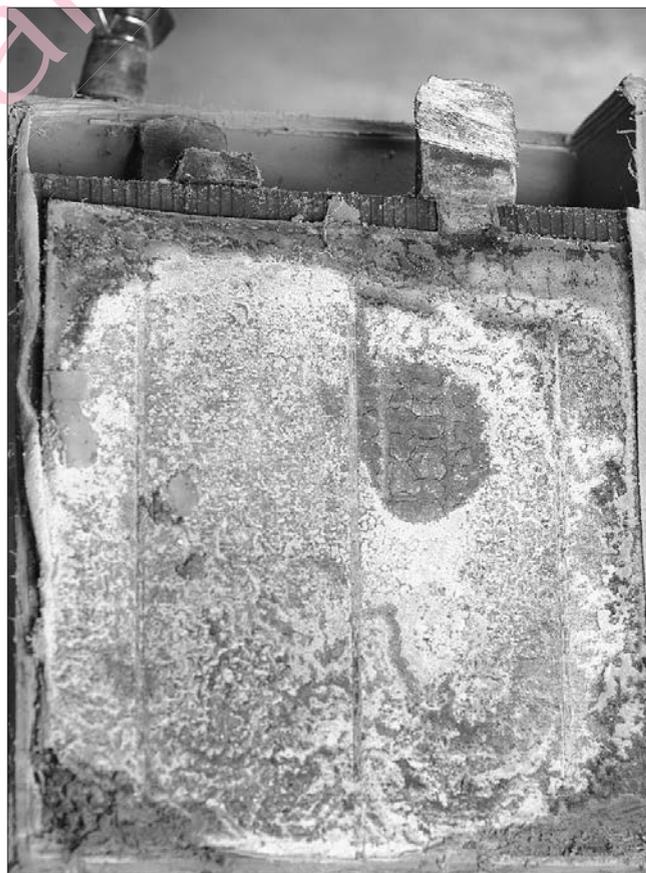


Рис. 1-5. Высохшая пластина. Этот аккумулятор был оставлен на морозе в разряженном состоянии, в результате его корпус треснул и электролит со временем высох. Обычный аккумулятор тут же вышел бы из строя из-за вытекания электролита, а гелевый еще послужил некоторое время, постепенно теряя емкость из-за высыхания.

Заниматься лодками и мотоциклами Найджел Калдер начал еще мальчишкой и с тех пор не оставлял это занятие. Прежде чем стать известным специалистом и автором книг по разработке, ремонту и обслуживанию яхтенных судовых систем, будущий писатель успел поработать и на автомобильном конвейере, и в литейном и механическом цехах, и на морских нефтедобывающих платформах.

Вместе с женой Терри они построили две 70-футовых лодки для плавания по каналам. Одна из них служила им домом в то время, когда они жили в Англии.

После переезда в Америку следующим построенным Найджелом и Терри судном стал 39-футовый катер Ingrid. Затем в течение 5 лет они ходили на яхте Pacific Seacraft 40; ее сменила построенная в Швеции Malo 45.

Вторая такая яхта стала экспериментальным судном в проекте Евросоюза HYMAR (HYbrid MARine). Целью эксперимента была отработка применения в малом судостроении комбинированной дизель-электрической силовой установки. Калдер был техническим директором этого проекта.

Найджел Калдер является членом Технического комитета по электротехнике АВУС (American Boat and Yacht Council), организации, выполняющей в США функции отраслевой стандартизации в области маломерного судостроения.

За годы крейсерских плаваний Найджел и Терри прошли множество океанских миль. Их семейный экипаж пополнился дочерью Пиппин и сыном Полом.

Широкую известность Найджелу Калдеру принесли книги «Руководство по механическим и электрическим системам яхты» (Boatowner's Mechanical and Electrical Manual) и «Морские дизели» (Marine Diesel Engines). Они многократно переиздавались и считаются наиболее авторитетными в своей области.



Секрет популярности «Руководства по механическим и электрическим системам яхты» - в его уникальной наглядности и простоте использования. Автор сумел изложить сложный технический материал настолько доступно, что независимо от уровня подготовки, имея на борту эту книгу, каждый сможет самостоятельно локализовать и устранить проблему в любом узле основных систем своей яхты во время плавания посреди океана.

**По вопросам сотрудничества и приобретения книг обращайтесь:**

e-mail: [MyPlanetBooks@mail.ru](mailto:MyPlanetBooks@mail.ru)

Телефоны: +7 903 72 60 730; +7 963 79 88 979

**Будьте в курсе наших событий:**

[www.MyPlanetBooks.ru](http://www.MyPlanetBooks.ru)



9 785905 445125