

ЦНИИ КМ



“Прометей”

*Под редакцией академика И.В. Горицина*

# современные машиностроительные МАТЕРИАЛЫ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

научно-техническое издательство  
**ПРОФЕССИОНАЛ**  
[www.profsovet.ru](http://www.profsovet.ru), Санкт-Петербург





**Редакторы:** академик РАН, д.т.н., профессор Игорь Васильевич Горынин,  
д.т.н. Алексей Сергеевич Орыщенко  
д.х.н., профессор Герман Иванович Николаев  
д.т.н. Виктория Ефимовна Бахарева

**Руководители авторского коллектива:** д.т.н. Виктория Ефимовна Бахарева (части I–III);  
д.х.н., профессор Герман Иванович Николаев (части IV–VIII)

**С56 Современные машиностроительные материалы. Неметаллические материалы:** Справ./  
А.В. Анисимов, В.Е. Бахарева, И.В. Бльшко и др.; Под общей ред. И.В. Горынина и А.С. Орыщенко. —  
СПб.: НПО «Профессионал», 2014. — 916 с.: илл.

ISBN 978-5-91259-081-8

*Юбилейное издание, посвященное 75-летию ЦНИИ КМ «Прометей»*

Справочник содержит информацию о современных неметаллических полимерных машиностроительных материалах. Он создан авторским коллективом специалистов ФГУП «ЦНИИ КМ "Прометей"» под руководством В.Е. Бахаревой и Г.И. Николаева. Справочник обобщает опыт большого научного коллектива и посвящен разработке новых полимерных композиционных материалов, технологии изготовления из них машиностроительных, электротехнических, корпусных деталей, теплозвукоизоляционных, конструктивно- и декоративно-отделочных материалов, а также организации промышленного производства и внедрения их в промышленность.

Первая часть справочника посвящена характеристике антифрикционных полимерных материалов в триботехнике. Особое внимание уделено новым антифрикционным высокопрочным углепластикам и конструкциям на их основе. Во второй части справочника подробно описаны электротехнические радиопрозрачные полимерные композиционные материалы (ПКМ). Части третья и шестая посвящены применению ПКМ для корпусов судов и судовых двигателей. В части четвертой приведены характеристики теплозвукоизоляционных, конструктивно- и декоративно-отделочных материалов, а в части седьмой — сведения по применению и свойствам лакокрасочных покрытий. Восьмая часть посвящена средствам и системам электрохимической катодной и протекторной защиты.

Справочник предназначен для научных, инженерно-технических работников, научно-исследовательских институтов, машиностроительных, в том числе судостроительных и приборостроительных предприятий, работников топливно-энергетического комплекса, энергетического и тяжелого машиностроения, обслуживающего персонала гидротурбин, насосов, судовых механизмов, трубопроводов и арматуры, проектно-конструкторских организаций. Он может быть также использован в качестве учебного пособия преподавателями, аспирантами и студентами университетов.

**ББК 34.423**

По вопросу приобретения книги просим обращаться непосредственно в издательство НПО «Профессионал»:  
197341, Санкт-Петербург, ул. Горная, д. 1, корп. 1, оф. 22-Н.  
Тел.(факс): 601-30-70; 601-32-48; 601-32-49  
mail@naukaspb.ru, www.naukaspb.ru

*Все права защищены и принадлежат НПО «Профессионал». Книга предназначена для использования в представленном издательском виде. Никакая часть настоящей книги не может быть воспроизведена или передана в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фото- или ксерокопирование (изображение), запись на магнитный или оптический носитель локального или распределенного устройства, а также размещена в локальных и глобальных сетях (Интернет) целиком или частями (блоками), если на то нет письменного договора с издательством НПО «Профессионал».*

*Издательство уведомляет об ответственности за нарушение исключительных авторских прав в соответствии с гражданским, административным и уголовным законодательством РФ.*

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
Список сокращений и обозначений.....	6
К читателю.....	8
Общие сведения о полимерных материалах.....	13

### Часть I. Полимерные материалы в триботехнике

Введение.....	23	I.1.3. Трение и изнашивание в воде.....	43
<b>Глава I.1. Виды трения и изнашивания в узлах машин</b> ( <i>В.Е. Бахарева, А.В. Анисимов</i> )		I.1.3.1. Вода и ее смазочное действие.....	53
I.1.1. Трение.....	29	I.1.3.2. Избирательный перенос при трении.....	57
I.1.1.1. Основные понятия и определения (сила и коэффициент трения).....	29	I.1.3.3. Состав и структура антифрикционного слоя.....	58
I.1.1.2. Трение без смазочного материала.....	31	I.1.3.4. Особенности изнашивания полимерных материалов в воде.....	53
I.1.1.3. Граничное трение.....	32	Литература к главе I.1.....	64
I.1.1.4. Гидродинамическое трение.....	37	<b>Глава I.2. Антифрикционные материалы</b> ( <i>В.Е. Бахарева, И.В. Блышко, Е.П. Карлова, Е.В. Кирик, И.В. Лишевич, А.С. Саргсян</i> )	
I.1.1.5. Трение качения.....	41	I.2.1. Общие сведения и классификация.....	66
I.1.1.6. Эффект аномально низкого трения.....	42	I.2.2. Неорганические антифрикционные материалы.....	67
I.1.2. Изнашивание.....	43	I.2.2.1. Углеродные антифрикционные материалы.....	67
I.1.2.1. Основные понятия и определения.....	43	I.2.2.2. Графитобаббиты.....	71
I.1.2.2. Механизм изнашивания (металлы и полимеры).....	43	I.2.2.3. Углерод-углеродные материалы.....	74
I.1.2.3. Влияние реверсивного трения.....	49	I.2.2.4. Спеченные материалы.....	77
I.1.2.4. Механизм изнашивания полимеров.....	49		
I.1.2.5. Стадии изнашивания пар трения.....	51		

I.2.3. Природные антифрикционные материалы.....	78	I.3.3.4. Применение положений мезомеханики к описанию процессов трения и изнашивания трибопар углепластик—металл .....	226
I.2.4. Полимерные антифрикционные материалы и композиты на их основе .....	79	Литература к главе I.3 .....	233
I.2.4.1. Термопласты .....	79	<b>Глава I.4. Модифицирование антифрикционных композитов</b> ( <i>А.В. Анисимов, В.Е. Бахарева, А.С. Савёлов</i> )	
I.2.4.2. Новые термостойкие термопласты.....	123	I.4.1. Модификаторы термопластов.....	236
I.2.4.3. Эластомеры .....	133	I.4.2. Модификаторы реактопластов.....	238
I.2.5. Композиционные материалы с термореактивной матрицей.....	138	I.4.2.1. Зависимость триботехнических характеристик антифрикционных полимерных композиционных материалов от структуры полимерной матрицы на молекулярном и наноуровнях .....	239
I.2.5.1. Армирующие материалы .....	138	I.4.2.2. Зависимость триботехнических свойств углепластиков от наноструктуры углеродных волокон .....	239
I.2.5.2. Термореактивные матрицы (связующие).....	159	I.4.3. Улучшение триботехнических характеристик антифрикционных углепластиков с помощью использования нано- и микромодификаторов.....	239
I.2.5.3. Композиционные материалы на основе эпоксидных связующих .....	173	I.4.3.1. Наномодификаторы .....	239
I.2.5.4. Композиционные материалы на основе фенольных связующих.....	180	I.4.3.2. Микромодификаторы.....	248
I.2.5.5. Композиционные материалы на основе теплостойких термопластичных связующих .....	187	I.4.3.3. Комплексная (полииерархическая) модификация.....	256
Литература к главе I.2 .....	195	I.4.4. Анализ эффективности модификации нано- и микромодификаторами .....	257
<b>Глава I.3. Свойства антифрикционных углепластиков</b> ( <i>А.В. Анисимов, В.Е. Бахарева</i> )		I.4.4.1. Наномодификаторы .....	258
I.3.1. Общие сведения.....	199	I.4.4.2. Микромодификаторы.....	260
I.3.2. Физико-механические свойства антифрикционных углепластиков.....	200	I.4.4.3. Комплексные модификаторы .....	262
I.3.2.1. Кратковременная прочность антифрикционных углепластиков .....	200	I.4.5. Улучшение триботехнических характеристик антифрикционных углепластиков путем их макро-модификации фторопластом....	264
I.3.2.2. Анизотропия физико-механических свойств углепластиков УГЭТ и ФУТ .....	200	I.4.5.1. Конструкции бинарных опор скольжения ...	267
I.3.3. Триботехнические характеристики антифрикционных углепластиков.....	203	I.4.5.2. Исследование пленки полимера трения методом атомно-силовой микроскопии .....	270
I.3.3.1. Анизотропия триботехнических характеристик углепластиков.....	204		
I.3.3.2. Трение по коррозионно-стойкой стали ...	206		
I.3.3.3. Зависимость триботехнических характеристик углепластика марки ФУТ от структуры материала контртела (сталей) .....	209		

I.4.5.3. Исследование структуры и химического состава поверхности пленки полимера трения углепластика, макромодифицированного фторопластом .....	270
I.4.5.4. Результаты испытаний углепластика УГЭТ, макромодифицированного фторопластом Ф-4.....	274
Литература к главе I.4 .....	274
<b>Глава I.5. Технология изготовления подшипников скольжения и торцевых уплотнений из антифрикционных углепластиков</b> ( <i>А.В. Анисимов, В.Е. Бахарева, И.В. Блышко, И.В. Лишевич, И.В. Лобынцева, А.И. Маланюк, А.С. Савёлов, А.С. Саргсян, В.Н. Симица, Д.В. Цуканов, А.А. Чурикова</i> )	
I.5.1. Технология изготовления заготовок подшипников скольжения из базовых углепластиков УГЭТ и ФУТ .....	278
I.5.1. Технология изготовления заготовок подшипников скольжения из базовых угле- пластиков УГЭТ и ФУТ .....	278
I.5.2. Оптимизация технологических пара- метров процесса прессования антифрикци- онных углепластиков .....	282
I.5.2.1. Теоретическое обоснование.....	282
I.5.2.2. Влияние температуры прессования.....	283
I.5.2.3. Влияние времени выдержки при прессовании .....	286
I.5.2.4. Влияние давления при прессовании.....	289
I.5.3. Технология изготовления углепластиков, модифицированных на нано-, микро- и макроуровне.....	290
I.5.3.1. Нано- и макромодификация .....	290
I.5.3.2. Модификация комплексными соединениями .....	290
I.5.3.3. Модификации нанофторопластом.....	292
I.5.3.4. Макромодификация углепластика.....	292
I.5.4. Технология изготовления терmostойких углепластиков .....	294
I.5.4.1. Пропитка армирующих тканей распла- вами терmostойких термопластичных полимеров при использовании вальковой технологии .....	294
I.5.4.2. Выбор оптимальных режимов пропитки из расплавов .....	295
I.5.5. Технологическое оборудование для изготовления углепластиков .....	299
I.5.5.1. Оборудование для приготовления свя- зующих (пропиточных лаков).....	299
I.5.5.2. Пропиточные машины для получения препрегов .....	300
I.5.5.3. Оборудование для изготовления изде- лий из композиционных материалов методом намотки .....	300
I.5.5.4. Прессовое оборудование .....	301
I.5.5.5. Технологическая оснастка.....	301
I.5.5.6. Оборудование для механической обра- ботки .....	304
I.5.6. Технологическая оснастка деталей трения различной конфигурации.....	307
I.5.6.1. Подшипники скольжения рулевых машин, рулевых и выдвижных устройств .....	307
I.5.6.2. Подшипники направляющего аппарата гидротурбины .....	307
I.5.6.3. Торцевые уплотнения вала гидротурбины .....	308
I.5.6.4. Узлы трения насосов .....	310
I.5.7. Механическая обработка подшипников скольжения из антифрикционных угле- пластиков .....	311
I.5.7.1. Общие вопросы обрабатываемости и износа режущего лезвийного инструмента .....	312
I.5.7.2. Типы деформаций и разрушений, возникающие в углепластике при резании .....	314

I.5.7.3. Реологические модели стружкообразования при резании углепластиков .....	315	I.6.4. Стендовые испытания опорных подшипников судовых гребных валов из антифрикционного углепластика ФУТ, макромодефицированного фторопластом .....	367
I.5.7.4. Особенности стружкообразования при резании лезвийным инструментом .....	317	I.6.5. Лабораторные исследования эпоксидных углепластиков марки УГЭТ, макромодефицированных фторопластом .....	370
I.5.7.5. Экспериментальные исследования износа режущего лезвийного инструмента .....	318	I.6.6. Стендовые триботехнические испытания антифрикционных модифицированных углепластиков для узлов трения гидротурбин .....	375
I.5.7.6. Анализ видов износа и механизмов разрушения режущей кромки .....	319	I.6.7. Лабораторные и стендовые испытания подшипников скольжения из антифрикционных углепластиков центробежных насосов энергетических установок .....	379
I.5.7.7. Различия в обработке резанием углепластиков и металлов .....	322	Литература к главе I.6 .....	389
I.5.7.8. Процесс стружкообразования при обработке резанием углепластиков .....	329	<b>Глава I.7. Испытания капролона и резин, применяемых в судостроении</b> ( <i>В.Е. Бахарева, И.В. Блышко, Е.П. Карлова</i> )	
I.5.7.9. Критерий затупления резцов при токарной обработке углепластиков .....	333	I.7.1. Полиамид 6 блочный в узлах трения. Конструкторские решения .....	391
I.5.7.10. Рекомендации по выбору материала и геометрических параметров резцов, а также режимы резания при точении углепластиков .....	333	I.7.2. Капролон Б и Тордон XL в дейдвудных подшипниках атомного ледокола «Ямал» .....	394
I.5.8. Технология клеевой сборки подшипников скольжения из антифрикционных углепластиков .....	335	I.7.3. Испытания дейдвудных подшипников опор качения и скольжения гребных валов на крупномасштабной модели валопровода КМВ-200 .....	400
I.5.9. Технология получения фторполимерных покрытий .....	337	I.7.4. Стендовые испытания роликовых подшипников качения из полимерных материалов — резины и капролона .....	404
Литература к главе I.5 .....	341	I.7.5. Применение резиновых подшипников качения на Калининской АЭС .....	410
<b>Глава I.6. Методы и результаты лабораторных и стендовых триботехнических испытаний</b> ( <i>А.В. Анисимов, И.В. Лишевич, А.С. Савёлов, А.С. Саргсян</i> )		Литература к главе I.7 .....	412
I.6.1. Лабораторные экспрессные триботехнические испытания .....	345	<b>Глава I.8. Применение антифрикционных углепластиков в машиностроении</b> ( <i>А.В. Анисимов, В.Е. Бахарева, И.В. Лишевич</i> )	
I.6.2. Триботехнические экспресс-испытания антифрикционных полимерных материалов при трении со смазыванием водой .....	352	I.8.1. Применение эпоксидного углепластика УГЭТ .....	414
I.6.3. Триботехнические экспресс-испытания антифрикционных полимерных материалов при работе без смазки .....	358		

I.8.1.1. Узлы трения судовых механизмов и систем .....	414	I.8.2.2. Торцевые уплотнения и направляющие подшипники валов гидротурбин .....	434
I.8.1.2 Узлы трения гидротурбин .....	416	I.8.2.3. Узлы трения насосов .....	435
I.8.1.3. Узлы трения в тяжелом машиностроении .....	418	I.8.3. Применение теплостойких углепластиков в подшипниках скольжения паровых турбин .....	442
I.8.1.4. Узлы трения в арматуростроении .....	420	Литература к главе I.8 .....	443
I.8.1.5. Узлы трения контактных электрических сетей железных дорог .....	420	<b>Глава I.9. Методы исследований</b> ( <i>А.В. Анисимов, А.С. Савёлов</i> )	
I.8.1.6. Узлы трения исполнительных механизмов различного назначения .....	433	I.9.1. Исследования поверхности антифрикционных полимерных материалов методами атомно-силовой и электронной микроскопии .....	445
I.8.1.7. Узлы трения поршневых насосов .....	433	I.9.2. Метод определения седиментационной устойчивости суспензии на основе полимеров и металлических порошков .....	459
I.8.2. Применение фенольного углепластика ФУТ .....	433	Литература к главе I.9 .....	463
I.8.2.1 Опорные подшипники и торцевые уплотнения судовых гребных валов .....	434		

## **Часть II. Стеклопластики горячего прессования конструкционного, радиотехнического и электроизоляционного назначения**

(*В.Е. Бахарева, А.С. Саргсян, А.А. Чурикова*)

Введение .....	467	II.2.3. Антифрикционные свойства диэлектрических стеклопластиков .....	510
<b>Глава II.1. Диэлектрические стеклопластики: классификация, основные понятия, методы исследований</b>		<b>Глава II.3. Технология изготовления изделий из диэлектрических стеклопластиков .....</b>	<b>514</b>
II.1.1. Общие сведения .....	471	<b>Глава II.4. Применение диэлектрических стеклопластиков</b>	
II.1.2. Основные понятия и определения .....	472	II.4.1. Эпоксидные стеклопластики в радиотехнической промышленности и приборостроении .....	518
II.1.3. Методы исследований основных свойств диэлектрических ПКМ .....	477	II.4.2. Электроизоляционные стеклопластики в электротехнической промышленности .....	521
<b>Глава II.2. Состав, структура и свойства диэлектрических стеклопластиков</b>		II.4.3. Антифрикционные диэлектрики в турбогенераторах .....	523
II.2.1. Состав и структура диэлектрических стеклопластиков .....	483	Литература к части II .....	525
II.2.2. Свойства стеклопластиков .....	495		

## Часть III. Полимерные материалы для изготовления судовых двигателей

(В.Е. Бахарева)

<p>Введение ..... 531</p> <p><b>Глава III.1. История создания пластмассовых судовых двигателей</b> ..... 533</p> <p><b>Глава III.2. Свойства эпоксидных стеклопластиков</b> ..... 540</p> <p><b>Глава III.3. Основные принципы конструирования изделий судового машиностроения из стеклопластиков и оснастки для их прессования</b></p> <p>    III.3.1. Основные принципы конструирования изделий ..... 558</p> <p>    III.3.2. Технологическая оснастка для прессования ..... 561</p>	<p><b>Глава III.4. Технология изготовления изделий судового машиностроения из стеклопластиков</b></p> <p>    III.4.1. Судовые гребные винты ..... 564</p> <p>    III.4.2. Обтекатели гребных винтов ..... 568</p> <p><b>Глава III.5. Техничко-экономическая эффективность применения стеклопластиков для судовых двигателей</b> ..... 570</p> <p><b>Глава III.6. Детали двигателей судов на воздушной подушке из стеклопластика</b> ..... 574</p> <p><b>Глава III.7. Применение в зарубежном кораблестроении полимерных композиционных материалов в конструкциях пропульсивного комплекса</b> ..... 578</p> <p>Литература к части III ..... 579</p>
--	---

## Часть IV. Теплозвукоизоляционные, конструкционно-и декоративно-отделочные материалы

(Н.Г. Сударева, Л.А. Смылова, Ж.В. Матвиенко, Л.В. Самойлова, Н.Н. Назарова)

<p>Введение ..... 583</p> <p><b>Глава IV.1. Теплозвукоизоляционные материалы</b></p> <p>    IV.1.1. Краткий исторический обзор ..... 584</p> <p>    IV.1.2. Теплоизоляционные материалы. Назначение и основные технические требования ..... 584</p> <p>    IV.1.3. Виды теплоизоляционных материалов судостроительного назначения, их свойства, получение и применение ..... 586</p> <p>        IV.1.3.1. Минераловолокнистые материалы. Способы получения и свойства ..... 592</p> <p>        IV.1.3.2. Пенопласты. Способы получения и свойства ..... 595</p> <p>    IV.1.4. Основные принципы проектирования и монтажа судовой тепловой изоляции ..... 597</p>	<p><b>Глава IV.2. Декоративно-отделочные материалы</b></p> <p>    IV.2.1. Общие требования ..... 600</p> <p>    IV.2.2. Конструкционно-отделочные панели для судовых переборок, зашивок и судовой мебели ..... 600</p> <p>    IV.2.3. Декоративно-отделочные ткани и ковровые покрытия ..... 606</p> <p><b>Глава IV.3. Полимерные клеи</b> ..... 609</p> <p><b>Глава IV.4. Методы испытаний теплоизоляционных материалов для судостроения</b> ..... 616</p> <p>Литература к части IV ..... 617</p>
---	--



## **Часть V. Выбор полимерных материалов и композитов, отвечающих требованиям гигиенической и экологической безопасности, для обитаемых помещений зданий, сооружений и транспортных средств при нормальных и чрезвычайных условиях эксплуатации**

(В.А. Власов)

<p>Введение ..... 621</p> <p><b>Глава V.1. Определение и прогнозирование показателей экологической безопасности применения материалов в обитаемых модулях и условий их безопасного применения при нормальных условиях эксплуатации</b></p> <p>V.1.1. Потенциальная опасность полимерных материалов для воздушной среды обитаемых помещений при нормальных условиях эксплуатации ..... 622</p> <p>V.1.2. Модель формирования загрязнения атмосферы обитаемых помещений низкомолекулярными химическими соединениями, мигрирующими из полимерных материалов .... 623</p> <p>V.1.3. Модель прогнозирования удельной скорости миграции низкомолекулярных</p>	<p>химических соединений из полимерных материалов в воздушную среду ..... 624</p> <p><b>Глава V.2. Показатели токсичности и опасности продуктов горения полимеров и антипирированных полимерных композиций</b></p> <p>V.2.1. Определение показателей токсичности продуктов горения материалов ..... 628</p> <p>V.2.2. Классификация полимеров и их антипирированных композиций по показателям токсичности продуктов горения ..... 629</p> <p>V.2.3. Оценка и прогнозирование показателей токсичности и опасности продуктов горения неметаллических материалов ..... 636</p> <p>Литература к части V ..... 641</p>
---	---

## **Часть VI. Полимерные композиционные материалы для корпусных конструкций в судостроении**

(Ю.А. Горев, В.Н. Ривкинд)

<p>Введение ..... 645</p> <p><b>Глава VI.1. Стеклопластики</b></p> <p>VI.1.1. Армирующие материалы ..... 649</p> <p>VI.1.2. Полимерные связующие ..... 654</p> <p>VI.1.3. Структура армирования ..... 657</p> <p><b>Глава VI.2. Многослойные полимерные композиционные материалы</b></p> <p>VI.2.1. Сэндвич-конструкции ..... 662</p> <p>VI.2.2. Однородные наполнители ..... 663</p> <p>VI.2.3. Макронеоднородные наполнители ..... 664</p>	<p><b>Глава VI.3. Углепластики и органопластики ..... 666</b></p> <p><b>Глава VI.4. Влияние агрессивных факторов внешней среды на механические характеристики стеклопластика. Старение ..... 670</b></p> <p><b>Глава VI.5. Сопротивление конструкционных стеклопластиков нагрузкам</b></p> <p>VI.5.1. Длительные нагрузки ..... 675</p> <p>VI.5.2. Циклические нагрузки ..... 678</p> <p>Литература к части VI ..... 681</p>
--	--

## Часть VII. Лакокрасочные материалы и покрытия

(М.А. Михайлова, В.Д. Пирогов)

Введение .....	685	<b>Глава VII.3. Подготовка, нанесение и сушка лакокрасочных материалов</b>	
<b>Глава VII.1. Лакокрасочные материалы</b>		<b>VII.3.1. Подготовка перед нанесением.....</b>	<b>735</b>
VII.1.1. Основные компоненты .....	688	<b>VII.3.2. Пневматическое распыление .....</b>	<b>736</b>
VII.1.2. Классификация и назначение.....	689	<b>VII.3.3. Безвоздушное распыление.....</b>	<b>737</b>
VII.1.2.1. Грунтовки.....	692	<b>VII.3.4. Комбинированное распыление и ручные методы окрашивания.....</b>	<b>738</b>
VII.1.2.2. Шпатлевки .....	693	VII.3.4.1. Комбинированное распыление .....	738
VII.1.2.3. Эмали и краски.....	693	VII.3.4.2. Ручные методы окрашивания.....	739
VII.1.3. Пленкообразование.....	694	<b>VII.3.5. Сушка лакокрасочных покрытий.....</b>	<b>739</b>
VII.1.4. Области рационального использования различных типов лакокрасочных материалов.....	697	<b>VII.3.6. Контроль лакокрасочных материалов....</b>	<b>740</b>
<b>Глава VII.2. Подготовка поверхности перед нанесением лакокрасочных материалов</b>		<b>VII.3.7. Контроль нанесения и сушки лакокрасочных материалов .....</b>	<b>743</b>
VII.2.1. Взаимодействие лакокрасочных материалов с окрашиваемой поверхностью ....	709	<b>VII.3.8. Стандарты по контролю качества подготовки, нанесения и сушки лакокрасочных материалов .....</b>	<b>746</b>
VII.2.2. Общие требования к подготовке поверхности.....	711	<b>Глава VII.4. Влияние погодных условий на качество окрасочных работ и их контроль.....</b>	<b>748</b>
VII.2.3. Механические методы .....	712	<b>Глава VII.5. Направления дальнейшего совершенствования окрасочного производства и лакокрасочных материалов</b>	
VII.2.4. Термические и химические методы ...	719	VII.5.1. Тенденции развития судовых лакокрасочных материалов .....	753
VII.2.4.1. Термические методы .....	719	Литература к VII.3–VII.5.1 .....	756
VII.2.4.2. Химические методы .....	719	VII.5.2. Технология и организация окрасочного производства .....	757
VII.2.5. Контроль качества.....	724	Литература к VII.5.2.....	758
Литература к VII.2 .....	734		

## Часть VIII. Электрохимическая защита судов от коррозии

(Ю.Л. Кузьмин)

Введение .....	763	VIII.4.1.1. Электрокоррозия под действием токов утечки.....	809
<b>Глава VIII.1. Механизм и параметры электрохимической защиты металлов от коррозии в морской воде</b>		7.4.2. Электрокоррозия под действием блуждающих токов.....	810
VIII.1.1. Общие положения .....	768	<b>VIII.4.2. Методы защиты от электрокоррозии.....</b>	<b>811</b>
VIII.1.2. Защита от общей и контактной коррозии.....	769	<b>Глава VIII.5. Рациональные методы проектирования судов с целью предотвращения коррозии</b>	
VIII.1.3. Защита от коррозионно-механических разрушений .....	772	VIII.5.1. Выбор материалов и оценка технологии их обработки.....	813
<b>Глава VIII.2. Элементы систем электрохимической защиты</b>		VIII.5.2. Общие правила устранения коррозии .....	814
VIII.2.1. Протекторные сплавы .....	775	VIII.5.2.1. Устранение контактной коррозии .....	814
VIII.2.2. Протекторы и конструкции их крепления.....	778	VIII.5.2.2. Устранение щелевой коррозии .....	814
VIII.2.3. Анодные материалы и конструкции анодов.....	785	VIII.5.2.3. Устранение застойных зон.....	818
VIII.2.4. Электроды сравнения.....	791	VIII.5.2.4. Снижение разрушающего действия потока коррозионной среды .....	818
VIII.2.5. Источники питания катодной защиты.....	794	VIII.5.2.5. Устранение коррозионно-механических разрушений.....	818
<b>Глава VIII.3. Системы электрохимической защиты</b>		Литература к VIII.4 и VIII.5 .....	819
VIII.3.1. Системы катодной защиты .....	795	<b>Глава VIII.6. Методы коррозионных испытаний металлов и средств противокоррозионной защиты</b>	
VIII.3.2. Системы протекторной защиты подводной части судов со стальными корпусами...	800	VIII.6.1. Классификация методов испытаний и показатели коррозии .....	820
VIII.3.3. Системы протекторной защиты подводной части судов с корпусами из алюминиевых сплавов .....	803	VIII.6.2. Лабораторные ускоренные коррозионные испытания .....	823
VIII.3.4. Системы электрохимической защиты судов и морских сооружений, эксплуатируемых на стоянках .....	805	VIII.6.3. Стендовые и натурные испытания ...	826
VIII.3.5. Системы протекторной защиты балластируемых танков, отсеков и цистерн.....	806	Литература к VIII.6.1–VIII.6.3.....	827
Литература к VIII.1–VIII.3 .....	808	VIII.6.4. Методы ускоренных лабораторных испытаний судовых лакокрасочных покрытий и прогнозирование их долговечности .....	828
<b>Глава VIII.4. Защита судов от электрокоррозии</b>		Литература к VIII.6.4 .....	831
VIII.4.1. Электрокоррозия под действием токов утечки и блуждающих токов.....	809		

## Приложения

Приложение 1. Оборудование для изготовления малотоннажных партий продукции.....	835
Приложение 2. Испытательные средства и испытательное оборудование .....	842
Приложение 3. Ускоренные испытания материалов на стойкость к старению .....	862
Приложение 4. Определение поверхностной воспламеняемости материалов .....	872
Приложение 5. Средства контроля материалов .....	873

Предметный указатель .....

879

Авторы .....

903