修船手册

〔苏〕A.Д.尤尼捷尔 等著

陈民扬 译

人民交通出版社

158185

修船手册

〔苏〕 A.Д.尤尼捷尔 等著

陈民扬 译

船舶工程学会 中文藏书 图书馆

人民交通出版社

内 容 提 要

本手册共九章：船体和船舶设备修理时应用的材料；船体的防腐蚀和防污底；船体的缺陷检查；船舶修理中的焊接和切割；船体结构的零部件；船体修理工艺；舵设备的修理；螺旋桨的修理；金属舱盖的修理。

本手册的特点是：内容全面，图、文、表格并茂，实用性强；不仅结合苏联情况还与国外主要船级社以及国际船级社联合会要求作了参考比较。是修造船必备的参考手册。

本手册可供修造船厂、船舶设计及修造船工艺科研单位、各轮船公司修船部门等工程技术人员，船舶检验局及所属机构的检验人员，各类船舶上主管修船的大副、大管轮使用，亦可供大专院校船舶制造与修理专业师生参考。

修船手册

СПРАВОЧНИК СУДОРЕМОНТНИКА-КОРПУСНИКА

作者 А.Д. ЮНИТЕР Э.П. НЕМЦЕВА Н.М. КОХАН
В.И. ДРУТ Ю.Е. ЗОБАЧЕВ
校订 А.Д. ЮНИТЕР

本书根据苏联《ТРАНСПОРТ》出版社1977年
俄文本增订第二版译出
陈民扬 译
人民交通出版社出版
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售
人民交通出版社印刷厂印
开本：850×1168毫米 印张：14.25 字数：368千
1983年2月 第1版
1983年2月 第1版 第1次印刷
印数：0001—4,400册 定价：2.65元

目　录

第一章　船体和船舶设备修理时应用的材料 …… 1
第一节　造船用钢(А.Д.ЮНИТЕР) …… 1
一、总则 …… 1
二、钢的脱氧方法和热处理 …… 2
三、钢的化学成分 …… 8
四、钢的机械性能 …… 10
五、钢的质量检查　缺陷的消除 …… 11
六、ВСт3碳素钢 …… 14
七、C碳素钢和低合金钢 …… 16
八、普通造船用钢的应用 …… 24
九、利用国产钢材更换外国生产的船体钢材 …… 26
十、高强度钢材的更换 …… 31
第二节　钢铸件和铁铸件(Э.П.НЕМЦ ЕВА) …… 35
一、钢铸件 …… 35
二、铁铸件 …… 38
第三节　钢锻件(Н.М.КОХАМ、В.И.ДРУТ) …… 39
一、一般要求 …… 39
二、化学成分和机械性能 …… 40
三、推荐的锻件钢材牌号 …… 43
第四节　铝合金(Э.Ц.НЕМЦЕВА) …… 43
板、平板、型材和压制板 …… 43
第五节　非金属材料(Г.Г.НВАНОВ) …… 49
一、结构材料，玻璃钢 …… 49
二、塑料和木材 …… 50
三、垫料和密封材料 …… 50
四、绝缘材料 …… 53
五、甲板厚浆漆层 …… 53

六、配制混凝土用的材料 …… 55
七、环氧树脂配方 …… 57
第六节 色漆涂层(Ю.Е.ЗОБАЧЕВ) …… 58
一、色漆材料的分类 …… 58
二、国产和进口色漆材料的性能 …… 64
参考文献 …… 67
第二章 船体的防腐蚀和防污底(防海生物附生)
(Ю.Е.ЗОБАЧЕВ) …… 68
第一节 船体结构的腐蚀和污底 …… 68
一、船体钢材的腐蚀 …… 69
二、外板、骨架和船体其他部件的腐蚀 …… 72
三、油船油舱腐蚀 …… 75
四、船体污底 …… 75
第二节 色漆涂层保护船体 …… 77
一、船舶结构的刷涂施工方案 …… 77
二、船舶结构的清洁和准备刷涂表面的检查 …… 77
三、刷涂色漆涂层的设备 …… 88
四、刷涂作业的质量检查 …… 89
五、刷涂船体时的劳动安全 …… 89
第三节 船体的电化学保护 …… 90
一、金属防蚀板 …… 91
二、船体尾部的金属防蚀板保护 …… 94
三、船体水下部分的金属防蚀板保护 …… 96
四、干货船压载舱的金属防蚀板保护 …… 97
五、油船压载舱的金属防蚀板保护 …… 98
六、船体水下部分的阴极保护 …… 99
第四节 船体的电腐蚀 …… 101
船舶的电腐蚀预防 …… 102
参考文献 …… 104
第三章 船体的缺陷检查 …… 106
第一节 船舶修理前的准备 …… 106
一、修理形式和船体修理明细表 …… 106

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

二、船舶的消防安全 ……108
三、船厂的船体缺陷检查 ……109
第二节 苏联船舶登记局的技术监督 ……110
一、基本情况 ……110
二、船舶的入级 ……112
三、定期检验 ……114
四、修船、船舶现代化改装和更换装备的技术监督 ……116
五、苏联船舶登记局的监督目标 ……118
第三节 船体结构的缺陷检查 ……119
一、船体缺陷的形式 ……119
二、船体构件的蚀耗 ……121
三、最大蚀耗部位和测量部位 ……123
四、定期检验时船体构件剩余厚度的测量 ……124
五、确定船体构件剩余厚度的方法 ……127
六、船体骨架部件厚度测量的部位 ……130
七、铆接接头和焊缝的缺陷检查 ……131
第四节 船体构件的允许蚀耗 ……133
一、蚀耗程度的评价 ……133
二、蚀耗标准 ……133
第五节 船体结构的变形 ……140
一、变形的调查 ……140
二、骨架部件的裂缝和断裂 ……141
三、凸起 ……142
四、凹凸不平 ……143
五、凹陷 ……145
第六节 裂缝形式的缺陷 ……147
一、裂缝的调查和它们发生的原因分析 ……147
二、发生裂缝的部位 ……150
第七节 办理缺陷检查资料的手续 ……152
一、对办理缺陷检查资料手续的要求 ……152
二、船体结构部件的编号 ……153
第八节 船体主要部件的名词术语和定义 ……155

一、船体主要尺度和吃水、船体长度部分 ……155
二、船体结构部件 ……156
三、船体结构的损坏 ……161
参考文献 ……162
第四章 船舶修理中的焊接和切割(Э.П.НЕМЦЕВА) ……164
第一节 焊接设备和工具 ……164
第二节 焊接材料 ……171
第三节 金属的焊接方法 ……179
一、概述 ……179
二、手工电弧焊 ……182
三、焊剂层下的自动焊和半自动焊、电渣焊 ……182
四、机械化焊接方法 ……184
第四节 合金钢材、铸铁和有色金属的焊接 ……192
第五节 船舶管路的焊接 ……195
第六节 堆焊作业工艺 ……196
第七节 焊接前后零件的热处理 ……201
第八节 水下金属的焊接和切割 ……203
第九节 金属的热切割 ……205
第十节 焊接质量检查 ……208
一、焊接缺陷 ……208
二、检查方法 ……209
三、焊缝质量的检查标准和评价 ……213
第十一节 气体-氧气焊接 ……215
第十二节 焊接(А.Д.ЮНИТЕР) ……216
一、焊接作业时的生产条件 ……216
二、低温下的焊接 ……217
三、对接焊接 ……219
四、搭接焊接 ……225
五、T字形焊接 ……227
第十三节 名词术语和定义 ……230
第十四节 图纸上技术要求的记录 ……230

参考文献 ……236
第五章 船体结构的零部件(А.Д.ЮНИТЕР) ……237
第一节 船体钢材的处理 ……237
一、钢材的验收和存放 ……237
二、轧制钢板和型钢的矫正 ……238
三、钢的氧化皮和铁锈的清除 ……238
四、划线和附上标记 ……239
五、钢板和型钢的机械加工 ……240
六、零件的弯曲 ……242
第二节 船体零部件的构型 ……247
一、骨架梁的连接肘板 ……247
二、消除“刚性节点”的形成 ……253
三、船体结构上的开口 ……254
四、复板的安装 ……261
五、加强结构的安装 ……267
第三节 铆接 ……270
参考文献 ……275
第六章 船体修理工艺(А.Д.ЮНИТЕР) ……277
第一节 修理用技术设计文件 ……277
一、对工艺文件的基本要求 ……277
二、修理时船体作业的形式〔主要定义和代号〕 ……279
第二节 修理时的放样作业 ……283
第三节 船体结构和制件缺陷的补焊 ……286
一、裂缝的补焊 受腐蚀破坏的焊缝的封底焊 ……286
二、水中船体结构的焊接和堆焊 ……288
三、铸件和锻件裂缝以及其他缺陷的补焊 ……288
第四节 修理的详细办法 ……292
一、外板〔甲板板〕切割界限的确定 ……292
二、船体部件、可卸结构、开口的切割 ……294
三、外板钢板部分更换作业的完成顺序 ……299
第五节 船体结构的矫正 ……302

一、标准文件 ……302
二、矫正形式的分类 ……302
三、应用矫正的可能性 ……303
四、取决于结构材料的矫正形式 ……304
五、加热对钢材的性能影响 ……304
六、加热温度和环境温度 ……305
七、高强度钢结构的矫正 ……306
八、重复加热 ……306
九、热矫正工艺 ……307
十、允许局部变形的标准 ……311
第六节 分段-总段修理法 ……313
一、修理的特点 ……313
二、对制造部件和分段的要求 ……314
三、分段装配用的工具和设备 ……314
四、分段装配和焊接顺序 ……315
五、分段装配与焊接质量的检查 ……317
六、船体底部、甲板或舷侧的修理 ……318
第七节 铆接船体应用焊接修理 ……319
第八节 环氧树脂和玻璃布应用于船体结构的临时修理 …322
第九节 船体结构的不渗透性试验 ……324
一、总则 ……324
二、试验方法 ……325
第十节 船体结构修理时的劳动安全 ……331
第十一节 分段-总段修理举例 ……333
一、船舶非对称布置进坞时用立体分段更换船底 ……333
二、用立体分段更换船底首部 ……335
三、用平面分段更换船底 ……337
四、用分段总段更换船底的尾部 ……338
五、船底两阶段修理法 ……339
六、用分段更换甲板和舷侧 ……341
参考文献 ……343
第七章 舵设备的修理(Н.М.КОХАН、В.И.ДРУТ) ……344

第一节　舵设备的型式 ……344
第二节　主要零件的材料 ……353
第三节　主要接合面处的配合〔间隙与公盈〕……358
一、按配合用途的建议 ……358
二、舵叶和舵杆轴承的间隙 ……359
第四节　卡普纶轴承的安装 ……362
第五节　主要零件的缺陷检查和修理 ……363
一、舵叶 ……363
二、舵杆 ……369
三、可卸舵柱 ……375
四、舵销 ……378
五、尾柱底骨和尾柱舵钮 ……379
六、舵设备的其他零件 ……381
第六节　舵设备的对中 ……382
第七节　舵设备的装配 ……388
一、舵销的安装 ……388
二、舵杆和舵叶的装配 ……392
三、可卸舵柱的安装 ……393
四、舵杆轴承的装配和安装 ……394
五、舵柄的安装与拆卸 ……396
六、安装作业 ……396
第八节　修理后的试验 ……397
第九节　水上修理 ……400
参考文献 ……401
第八章　螺旋桨的修理 ……403
第一节　螺旋桨的分类 ……403
第二节　修理的一般指示 ……411
第三节　桨叶的矫正 ……413
第四节　焊接修理 ……414
第五节　热处理 ……420
第六节　修理国外生产的螺旋桨的建议 ……423

第七节　螺旋桨的平衡 ……424
第八节　锥形表面的配合 ……426
第九节　螺旋桨的安装和拆卸 ……427
第十节　水上修理 ……432
参考文献 ……433
第九章　金属舱盖的修理 ……435
第一节　缺陷检查方法 ……435
第二节　舱盖的修理 ……439
第三节　修理后的舱口关闭试验 ……444
参考文献 ……445

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第 一 章

船体和船舶设备修理时应用的材料

第一节 造 船 用 钢

一、总 则

用来制造海船船体结构的钢板、型钢和条钢必须接受苏联船舶登记局*的技术监督。

对造船用钢的要求在船舶登记局《海船入级和建造规范》**（第十三篇 材料）内作了叙述。除了上述《规范》❶外，ГОСТ❷ 5521-76***《造船用焊接钢》和ГОСТ380-71《普通碳素钢》（主要指ГОСТ5521-76）是造船用钢的主要标准文件。

根据化学成分和机械性能，船舶登记局《规范》把钢分为普通造船用钢（碳素钢，表1-1）和高强度钢（低合金钢，表1-2）。

所谓普通造船用钢（正常强度的钢）是指供应状态下屈服点为24千克力/毫米^2〔235牛/毫米^2〕的船体钢材。

屈服点大于30千克力/毫米^2〔290牛/毫米^2〕的钢材属于高强度钢。

船舶登记局亦可以允许使用化学成分或机械性能、脱氧或热处理方法有别于《规范》要求的钢材。但那些钢材应当得到船舶登记局的特别许可，而且用字母S附加到等级符号上（表示不完全符合船舶登记局《规范》要求）。

---

* 今后简称“船舶登记局”。

** 对船体钢材的要求在外国船级社海船建造规范内均有。

*** 替代ГОСТ5521-50的ГОСТ5521-67至1977年一直有效。

❶ 译注：船舶登记局《海船入级和建造规范》简称《规范》。

❷ 译注：ГОСТ为苏联国家标准的俄文缩写词。

钢的冶炼方法 造船用钢的冶炼是在纯氧顶吹转炉内（转炉钢）、在马丁炉内（马丁钢）或电炉（电弧炉和感应炉）内实现的。为了改善钢的性能还应用真空冶炼方法。

现在，船舶登记局和外国船级社❶的《规范》或者《标准》均没有对钢的冶炼方法作出详细规定（例如，有关钢的冶炼方法的规定已从ГОСТ380-71中取消）。在《规范》和标准内对钢材的要求仅限于脱氧方法、热处理方法、化学成分和机械性能。

二、钢的脱氧方法和热处理

钢的脱氧方法（和热处理）较之化学成分，在更大程度上影响到船体钢材的那些重要性能如可焊性、脆性断裂强度等。

按照脱氧程度，钢可以分为镇静钢、半镇静钢和沸腾钢三种。

碳素钢内的硅含量（%）通常可以确定它属于镇静钢、半镇静钢还是沸腾钢：

按照脱氧程度区分的钢（ГОСТ380-71）	硅含量，（%）
镇静钢	0.12*～0.30(0.35～0.50最大)
半镇静钢	0.05～0.17
沸腾钢	痕迹（不大于0.07）

硅的主要影响，特别是少量加入时，在于它象钢的强脱氧剂那样起作用。随着硅含量的增加，屈服点提高了，在较小的程度上——极限抗拉强度亦提高了，钢的塑性（延伸率、冷弯曲）减小。

在镇静冶炼的普通造船用钢内硅含量的上限根据船舶登记局《规范》规定为0.35%（1976年劳埃德船级社《规范》允许为0.50%）。

镇静钢 在盛钢桶、出钢槽或钢锭模内利用必需数量的、保证金属镇静凝固而没有析出气体的加入物（锰铁合金、硅铁合

❶ 译注：外国、国外均指苏联以外的国家，以后均同。

* 普通造船用钢硅含量等于或大于0.10%时就属于镇静钢。

厚度不大于50毫米的普通造船用钢（正常强度）的化学成分和机械性能

表1-1

指标		等级、脱氧程度、热处理			
		A①	B	D	E
		镇静钢或半镇静钢(见注1)，不要求热处理	镇静钢或半镇静钢，不要求热处理	铝处理的细化晶粒镇静钢，正火	铝处理的细化晶粒镇静钢，正火
化学成分，%（盛钢桶试样）	碳(最大)	0.23	0.21		0.18
	锰	见注2和7	0.80(最小)；见注7	0.60～1.40；见注7	0.70～1.50；见注7
	硅	0.35(最大)		0.10～0.35	
	磷(最大)	0.04			
	硫(最大)	0.04			
	铝(最小)	—	—	0.02	
拉伸时的机械性能	极限抗拉强度，千克力/毫米²	41～50〔400～490牛/毫米²〕			
	屈服点(最小)，千克力/毫米²	24〔235牛/毫米²〕；见注4	24〔235牛/毫米²〕		
	延伸率(最小) $l_0=5.65\sqrt{F_0}$，%	22			

续表1-1

指标		等级、脱氧程度、热处理			
		A①	B	D	E
		镇静钢或半镇静钢(见注1)；不要求热处理	镇静钢或半镇静钢，不要求热处理	热处理的细化晶粒镇静钢；正火	热处理的细化晶粒镇静钢；正火
冲击韧性，具有V形缺口的夏氏纵向试样②(按照ГОСТ9454-60 IV型)	试验温度，℃	—	0	-20	-40
	平均被吸收能量(最小)，千克力·米	—	2.8〔27焦〕	2.8〔27焦〕	2.8〔27焦〕；每个制件都试验

① 译注：A、B、D、E等级相当于我国的I、II、III、IV级。

② 译注：即夏氏V形缺口冲击韧性。

注：1.对于厚度为12.5毫米及12.5毫米以下的A级钢，取得船舶登记局同意的话，可以允许使用沸腾钢。

2.对于厚度为12.5毫米及12.5毫米以下的A级钢以及A级型钢和扁钢，取得船舶登记局同意的话，最小锰含量可以小于2.5×C%关系确定的值。

3.对于B级镇静钢，取得船舶登记局同意的话，最小锰含量可以降到0.60%以下。

4.对于厚度大于25.5毫米的A级钢，最小屈服点可以降到25千克力/毫米²以下。

5.对于厚度小于25.5毫米的D级钢，取得船舶登记局同意的话，可以允许使用半镇静钢，还可以不要求正火。

6.在标准试样上进行拉伸试验时最小延伸率对于所有级别的钢材都应当符合下列值：

厚度 t，毫米	延伸率，%
$t \leqslant 5$	15
$5 < t \leqslant 10$	16
$10 < t \leqslant 15$	17
$15 < t \leqslant 20$	18
$20 < t \leqslant 25$	19

$25 < t \leqslant 35$ ……20

$t > 35$ ……21

7.对于所有级别的钢材，除了A级型钢和扁钢以外，碳含量与1/6锰含量之和不应当超过0.40%。

对于所有级别的钢材，锰含量的上限，在碳含量与1/6锰含量之和不超过0.40%的条件下，可以增加到1.65%。

8.对于所有级别的钢材，铬、镍和钢含量，每种都不应当超过0.30%，砷含量不应当超过0.08%。

厚度不大于50毫米的高强度造船用钢的化学成分和机械性能 表1-2

指标		等级、脱氧程度、热处理							
		A32	D32	E32	A36	D36	E36	D40	E40
		镇静钢；正火						镇静钢；不要求热处理	镇静钢；正火或回火淬火
化学成分，%（盛钢桶试样）	碳(最大)	0.18						0.12	
	锰	0.90～1.60						0.5～0.8	
	硅	0.10～0.50						0.8～1.1	
	磷(最大)	0.040						0.035	
	硫(最大)	0.040						0.035	
	铜	0.35(最大)						0.4～0.6	
	铬	0.20(最大)						0.6～0.9	
	镍	0.40(最大)						0.5～0.8	
	钼	0.08(最大)						—	
	钼	0.06(最大)		0.02～0.06	0.06(最大)		0.02～0.06	0.02～0.06	
	铌	—		—	0.05(最大)		0.02～0.05	—	
	钒	—		—	0.10(最大)		0.05～0.10	—	
拉伸时的机械性能	极限抗拉强度，千克力/毫米²	48～60〔470～590牛/毫米²〕			50～63〔490～620牛/毫米²〕			54～70〔530～690牛/毫米²〕	
	屈服点(最小)，千克力/毫米²	32〔315牛/毫米²〕			36〔355牛/毫米²〕			40〔390牛/毫米²〕	
	延伸率(最小) $l_0 = 5.65\sqrt{F_0}$，%	22			21			19	

续表1-2

指标		等级、脱氧程度、热处理							
		A32	D32	E32	A36	D36	E36	D40	E40
		镇静钢；正火						镇静钢；不要求热处理	镇静钢；正火或回火淬火
冲击韧性，具有V形缺口的夏氏纵向试样(按照ГОСТ 9454-60 IV型)	试验温度，℃	0	-20	-40	0	-20	-40	-20	-40
	平均被吸收能量(最小)，千克力·米	3.2〔31焦〕	3.2〔31焦〕	3.2〔31焦〕；每个制件都试验	3.5〔34焦〕	3.5〔34焦〕	3.5〔34焦〕；每个制件都试验	3.7〔36焦〕	3.7〔36焦〕；每个制件都试验

注：1.对于A32、D32、A36、D36级钢材，取得船舶登记局同意的话，可以允许使用半镇静钢。

2.对于厚度小于12.5毫米铌处理的钢材和厚度小于19毫米没有铌处理的钢材，可以不进行正火。

对于厚度在19～35毫米没有铌处理的A32和A36钢材以及厚度在19～25.5毫米的D32和D36钢材，取得船舶登记局同意的话，可以不进行正火。

3.在标准试样上进行拉伸试验时，最小延伸率应当符合下列值，%：

钢材等级	厚度t，毫米						
	$t\leqslant 5$	$5<t\leqslant 10$	$10<t\leqslant 15$	$15<t\leqslant 20$	$20<t\leqslant 25$	$25<t\leqslant 35$	$t>35$
A32、D32、E32	15	16	17	18	19	20	21
A36、D36、E36	14	15	16	17	18	19	20

4.钢材等级符号中的数字和它的屈服点相符合。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com