

А. Г. МОЛЯР
А. А. КОЦЮБА
А. С. БЫЧКОВ
О. Ю. НЕЧИПОРЕНКО

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В САМОЛЕТОСТРОЕНИИ



А. Г. Моляр
А. А. Коцюба
А. С. Бычков
О. Ю. Нечипоренко

**КОНСТРУКЦИОННЫЕ
МАТЕРИАЛЫ
В САМОЛЕТОСТРОЕНИИ**

Киев
КВИЦ
2015

УДК 669.14/.725:629.735.33

ББК 39.52/56

К 65

А в т о р ы :

А. Г. Моляр - старший научный сотрудник Института металлофизики им. Г. В. Курдюмова НАН Украины, кандидат технических наук;

А. А. Коцюба - первый вице-президент ГП «Антонов»;

А. С. Бычков - заместитель заведующего лабораторией инженерных, экономических, товароведческих исследований и оценочной деятельности Государственного научно-исследовательского экспертно-криминалистического центра МВД Украины, кандидат юридических наук;

О. Ю. Нечипоренко - ведущий инженер-технолог ГП «Антонов», кандидат технических наук.

Р е ц е н з е н т ы :

С. Р. Игнатович - заведующий кафедрой Национального авиационного университета, доктор технических наук, профессор;

А. Г. Гребеников - заведующий кафедрой Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», доктор технических наук, профессор.

Розглянуто основні конструкційні металеві та порошкові матеріали, що застосовують в літакобудуванні, їх властивості за різних температур і технологічні особливості. Проаналізовано причини руйнування металевих конструкцій у літаках і методи запобігання експлуатаційним пошкодженням. Показано основні підходи до вибору конструкційних матеріалів для авіаційної техніки.

Для наукових та інженерно-технічних робітників, що працюють у галузі проектування та експлуатації авіаційної техніки, а також аспірантів і студентів вищих навчальних закладів відповідних спеціальностей.

Конструкционные материалы в самолетостроении /

К 65 А. Г. Моляр, А. А. Коцюба, А. С. Бычков, О. Ю. Нечипоренко -
К. : КВИЦ, 2015. -400 с. : илл. 63, табл. 749, библиогр. 194.

ISBN 978-617-697-038-8

Рассмотрены основные конструкционные металлические и порошковые материалы, применяемые в самолетостроении, их свойства при различных температурах и технологические особенности. Проанализированы причины разрушения металлических конструкций в самолетах и методы предотвращения эксплуатационных повреждений. Показаны основные подходы к выбору конструкционных материалов для авиационной техники.

Для научных и инженерно-технических работников, работающих в области проектирования и эксплуатации авиационной техники, а также аспирантов и студентов высших учебных заведений соответствующих специальностей.

УДК 669.14/.725:629.735.33

ББК 39.52/56

ISBN 978-617-697-038-8

© А. Г. Моляр, А. А. Коцюба,
А. С. Бычков, О. Ю. Нечипоренко, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ	6
Раздел 1. ПОДХОДЫ К ВЫБОРУ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ САМОЛЕТОВ	8
Раздел 2. АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ	14
2.1. Маркировка алюминиевых сплавов (международная классификация и классификация в СССР).....	14
2.2. Применение алюминиевых сплавов. Основные полуфабрикаты.....	19
2.3. Деформируемые алюминиевые сплавы	23
2.3.1. Сплав системы алюминий-марганец АМц (1400).....	23
2.3.2. Сплав системы алюминий-магний АМг2(1520).....	29
2.3.3. Сплав системы алюминий-магний АМг5П(1557).....	35
2.3.4. Сплав системы алюминий-магний АМг6 (1560).....	37
2.3.5. Сплав системы алюминий-магний-кремний АД31 (1310).....	46
2.3.6. Сплав системы алюминий-магний-кремний 1370 (АД37).....	53
2.3.7. Сплав системы алюминий-медь-магний Д18 (1180).....	56
2.3.8. Сплавы системы алюминий-медь-магний Д16 (1160), Д16ч, 1163, 1161, Д16П (1167).....	60
2.3.9. Сплав системы алюминий-медь-магний В65 (1165).....	103
2.3.10. Сплав системы алюминий-магний-кремний-медь АК6 (1360).....	108
2.3.11. Сплав системы алюминий-медь-магний АК4-1 (1141), АК4-ПЧ.....	117
2.3.12. Сплав системы алюминий-цинк-магний-медь В93пч.....	134
2.3.13. Сплавы системы алюминий-цинк-магний-медь В95, В95пч, В95оч.....	150
2.3.14. Сплав системы алюминий-цинк-магний-медь В96ЦЗ (1965).....	189
2.3.15. Сплав системы алюминий-магний-литий 1420	196
2.4. Литейные алюминиевые сплавы.....	205
2.4.1. Сплав системы алюминий-кремний-магний АЛ9 (АК7ч).....	205
2.4.2. Сплав системы алюминий-медь ВАЛ10 (АМ4,5Кд).....	208
2.4.3. Сплав системы алюминий-медь ВАЛ 14.....	213
Раздел 3. СТАЛИ	218
3.1. Классификация сталей	219
3.2. Углеродистые стали	221
3.2.1. Малоуглеродистая сталь 20, 20А, 20А селект.....	222
3.2.2. Малоуглеродистая сталь 25	224
3.2.3. Среднеуглеродистая сталь 45	225
3.3. Конструкционные легированные стали средней прочности.....	227
3.3.1. Азотируемая сталь 38Х2МЮА.....	227
3.3.2. Конструкционная сталь 16ХСН (сталь для высадных болтов).....	229
3.3.3. Конструкционная сталь 30ХГСА, 30ХГСА селект.....	230
3.3.4. Конструкционные стали 40ХН2МА (40ХНМА) и 40ХН2ВА.....	233

3.4.	Высокопрочные стали.....	235
3.4.1.	Высокопрочные стали 30ХГСН2А и 30ХГСН2МА.....	235
3.4.2.	Мартенситно-старяющая сталь 03Н18К8М5Т-ВД (ЭЖ21 -ВД, ВКС170-ВД).....	239
3.4.3.	Мартенситно-старяющая сталь 03Н18К9М5Т-ВД (ЭП637-ВД, ВКС210-ВД).....	241
3.5.	Коррозионностойкие стали.....	246
3.5.1.	Хромистая сталь 20Х13 (2Х13, ЭЖ2).....	246
3.5.2.	Хромистая сталь 40Х13 (4Х13, ЭЖ4).....	249
3.5.3.	Хромистая сталь высокой твердости 95Х18 (9Х18, ЭИ229).....	251
3.5.4.	Хромоникелевые стали 12Х18Н10Т, 12Х18Н9Т (Х18Н10Т, Х18Н9Т).....	252
3.5.5.	Хромомарганцевоникелевая сталь с азотом 12Х17Г9АН4 (Х17Г9АН4, ЭИ878).....	255
3.5.6.	Хромоникелевая сталь 07Х16Н6 (Х16Н6, СН-2А, ЭП288).....	258
3.5.7.	Высокопрочная коррозионностойкая сталь 03Х11Н10М2Т (ВНС-17, ЭП678).....	261
3.5.8.	Хромистая сталь 13Х11Н2В2МФ (ЭИ961).....	265
3.5.9.	Хромоникелевая сталь 10Х11Н20Т2Р (ЭИ696А).....	268
3.5.10.	Хромоникелевая сталь 10Х11Н23Т3МР (Х12Н22Т3МР, ЭИ696М, ЭП33).....	269
3.5.11.	Хромоникельмолибденовая сталь 13Х15Н4АМЭ (ВНС-5, ЭП310).....	271
3.6.	Литейные стали.....	275
3.6.1.	Сталь для фасонных отливок 35ХГСЛ.....	275
3.6.2.	Коррозионностойкая сталь Х18Н9БЛ.....	277
3.6.3.	Высокопрочная свариваемая сталь ВНЛ-3 (08Х14Н5М2Д).....	278
Раздел 4.	ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ.....	281
4.1.	Классификация титановых сплавов.....	281
4.2.	Применение титановых сплавов.....	287
4.3.	Деформируемые титановые сплавы.....	290
4.3.1.	Технический титан ВТ1-00.....	290
4.3.2.	Технический титан ВТ1-0, ПТ-1М.....	292
4.3.3.	Сплав повышенной пластичности ПТ-7М.....	295
4.3.4.	Сплав повышенной пластичности ОТ4-1.....	298
4.3.5.	Сплав средней прочности ВТ6С.....	301
4.3.6.	Сплав средней прочности ВТ6.....	305
4.3.7.	Высокопрочный сплав ВТ16.....	308
4.3.8.	Жаропрочный сплав ВТ3-1.....	312
4.3.9.	Высокопрочный сплав ВТ22.....	316
4.3.10.	Высокопрочный сплав Т110.....	320
Раздел 5.	МАГНИЕВЫЕ СПЛАВЫ.....	322
5.1.	Деформируемые магниевые сплавы.....	323
5.1.1.	Сплав средней прочности МА8.....	323
5.1.2.	Высокопрочный сплав МА14 (ВМ65-1).....	327

5.2.	Литейные магниевые сплавы	331
5.2.1.	Высокопрочный сплав МЛ5пч.....	331
5.2.2.	Высокопрочный сплав МЛ8.....	336
Раздел 6. МАТЕРИАЛЫ ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....		340
6.1.	Бронзы.....	341
6.1.1.	Бронза БрОФ7-0,2.....	342
6.1.2.	Бронза БрАЖН10-4-4.....	343
6.1.3.	Бронза БрАЖМц 10-3-1,5.....	345
6.1.4.	Бронзы БрБ2 и БрБ2,5.....	347
6.2.	Латуни	349
6.2.1.	Латунь Л63	349
6.2.2.	Латуни ЛС59-1 и ЛЦ40С (ЛС59-1Л).....	351
6.3.	Материалы порошковой металлургии.....	353
6.3.1.	Фрикционная металлокерамика на основе железа ФМК-79	354
6.3.2.	Фрикционная металлокерамика на основе меди ФМКМ-1	356
6.3.3.	Антифрикционная металлокерамика на основе меди АМК-1.....	357
6.3.4.	Антифрикционная металлокерамика на основе меди АМК-4.....	358
6.3.5.	Антифрикционная металлокерамика на основе никеля АМК-5.....	360
6.3.6.	Антифрикционный материал каркасного типа БФГ-50М.....	362
6.3.7.	Металлофторопластовая лента.....	363
6.3.8.	Антифрикционные покрытия на основе фторопласта для подвижных соединений трубопроводов.....	365
Раздел 7. ПРИМЕРЫ ТИПИЧНЫХ РАЗРУШЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В САМОЛЕТАХ.....		366
7.1.	Основные причины разрушения алюминиевых сплавов	367
7.2.	Основные причины разрушения стальных деталей	376
7.3.	Основные причины разрушения титановых сплавов	386
ЛИТЕРАТУРА.....		390