

I.	Stručný přehled o stavu světového průmyslu hliníku a o jeho výrobě	
1.1	Surovinové zdroje	21
1.2	Výroba kysličníku hlinitého z bauxitu	22
1.2.1	Bayerova metoda	22
1.2.2	Spékací metoda	24
1.2.3	Kombinované metody	25
1.3	Výroba hliníku elektrolýzou	25
1.4	Některé nové metody výroby hliníku	28
1.5	Elektrolytická rafinace hliníku	28
1.6	Přehled světové výroby a použití hliníku	30

Ing. Gábor Sinay

2.	Vlastnosti hliníku a jeho slitin	
2.1	Úvod	31
2.2	Vnitřní struktura hliníku a jeho slitin	32
2.2.1	Čistý hliník a dokonalá vnitřní atomová struktura	32
2.2.2	Skutečná struktura atomové mřížky	33
2.2.3	Čisté kovy a slitiny	36
2.2.4	Čistý hliník, legující prvky a nečistoty, slitiny hliníku	37
2.2.5	Rovnovážné diagramy slitin hliníku	41
2.2.6	Vliv tváření na vnitřní strukturu	45
2.2.7	Vliv rychlosti chlazení a tepelného zpracování na vnitřní strukturu	48
2.2.8	Vliv záření velké energie na vnitřní strukturu	56
2.3	Fyzikální vlastnosti hliníku a jeho slitin	59
2.3.1	Základní fyzikální vlastnosti čistého hliníku a jeho slitin	59
2.3.2	Elektrická vodivost	60
2.3.3	Tepelná roztažnost	63
2.3.4	Tepelná vodivost	64
2.3.5	Vnitřní tlumení	64
2.3.6	Modul pružnosti	67
2.3.7	Chování v elektrickém a magnetickém poli	69
2.3.8	Reflexní, absorpční a emisní vlastnosti	70
2.3.9	Šíření zvuku	73
2.3.10	Třecí vlastnosti	73
2.4	Mechanické vlastnosti hliníku a jeho slitin	74
2.4.1	Měrné veličiny charakterizující mechanické vlastnosti	74
2.4.2	Základní vlastnosti hliníku a jeho slitin	75
2.4.3	Únava materiálu při mechanickém namáhání hliníku a jeho slitin	79
2.4.3.1	Mechanismus únavového lomu	79
2.4.3.2	Vliv velikosti a způsobu namáhání na únavu	80
2.4.3.3	Vliv vrubů, stavu povrchu, vnitřních pnutí a koroze na únavu materiálu	83
2.4.4	Tečení hliníku a jeho slitin	85
2.4.5	Mechanické vlastnosti hliníku a jeho slitin při vysokých a nízkých teplotách	88
2.4.6	Vliv záření o velké energii na mechanické vlastnosti hliníku a jeho slitin	91
2.5	Technologické vlastnosti hliníku a jeho slitin	92
2.5.1	Úvod	92
2.5.2	Slévatelnost hliníku a jeho slitin	93
2.5.3	Tvárnost hliníku a jeho slitin	94

2.5.4	Svažitelnost hliníku a jeho slitin	95
2.5.5	Obrobitelnost hliníku a jeho slitin	96

Ing. Gábor Sinay a Ing. Gabriella Majorová

3. Zkoušení vlastností hliníku

3.1	Úvod	97
3.2	Odebírání vzorků	97
3.3	Mechanické zkoušky	98
3.3.1	Zkouška tahem	98
3.3.2	Zkouška tlakem	99
3.3.3	Zkouška ohybem	100
3.3.4	Zkouška stříhem	100
3.3.5	Zkoušky tvrdosti	100
3.3.5.1	Zkoušky podle Brinella a Vickerse	100
3.3.5.2	Zkoušky mikrotvrdosti	101
3.3.6	Zkoušky rázem	101
3.3.7	Zkoušky vrubové citlivosti	101
3.3.8	Zkoušky tečení	102
3.3.9	Zkoušky mnohonásobným namáháním	102
3.4	Technologické zkoušky	104
3.4.1	Zaměření zkoušek	104
3.4.2	Zkouška lámavosti	104
3.4.3	Zkouška střídavým ohýbáním	104
3.4.4	Zkouška hlubokotažnosti	104
3.4.5	Zkouška drátů kroucením	105
3.5	Fyzikální měření	105
3.5.1	Měření modulu pružnosti	105
3.5.2	Měření vnitřního tření	106
3.5.3	Měření elektrického odporu a vodivosti	106
3.5.4	Měření součinitele tepelné roztažnosti	107
3.6	Metalografické zkoušky	107
3.6.1	Makroskopické zkoušky	107
3.6.2	Pozorování struktury mikroskopem	108
3.6.3	Určování velikosti zrna	109
3.7	Zkoušky bez porušení	110
3.7.1	Zjišťování trhlin a pórů	110
3.7.2	Zkoušky zářením	110
3.7.2.1	Zkoušky rentgenovými paprsky	110
3.7.2.2	Zkoušky radioaktivními izotopy	110
3.7.2.3	Zkoušky struktury rentgenovým zářením	110
3.7.3	Zkoušky ultrazvukem	110
3.7.4	Zkouška magnetoinduktivní	112
3.8	Chemické zkoušky	112
3.8.1	Kapkový kvalitativní rozbor	112
3.8.2	Odebírání vzorků pro chemické rozborů	113
3.8.3	Klasické chemické analýzy	113
3.8.4	Analýzy pomocí přístrojů	116
3.8.4.1	Metody fotometrické (kolorimetrické)	116
3.8.4.2	Metody polarografické	117
3.8.4.3	Plamenová fotometrie	117
3.8.4.4	Spektrální analýza	117
3.8.5	Určování obsahu plynů a kyslíčků	118

18.4.3.3	Předběžné úpravy a montáž	544
18.4.3.4	Příložky a vložky	544
18.4.3.5	Ochrana proti korozi	544
18.4.4	Spoje lepené	544
18.4.4.1	Konstrukční směrnice	544
18.4.4.2	Spoje plošné lepené	545
18.4.4.3	Vrstvení materiálu	545
18.4.4.4	Ochrana proti odloupení	545
18.4.4.5	Spoje lepené válcové	546
18.4.4.6	Další doporučení	546
18.5	Ochrana proti korozi	546
18.5.1	Všeobecná ochrana proti korozi	546
18.5.2	Kontaktní koroze	546
18.6	Sdružené konstrukce	546
18.6.1	Sdružené konstrukce jako technická koncepce	547
18.6.2	Sdružené nosné konstrukce	548
18.6.3	Smišená nosná konstrukce	548
18.6.4	Smišená konstrukce bez statického využití	548
18.7	Hospodárně konstruování	549
18.7.1	Volba systému	549
18.7.2	Hospodárné konstrukce z lehkých slitin	549

Ing. Imre Baránszky-Jób

19. Oblasti použití

19.1	Hliník v obecném strojírenství	558
------	--------------------------------	-----

Dr. Ing. Elemér Böleskey, DrSc.

20. Hliník v dopravě

20.1	Význam a přínos hliníku v dopravě	561
20.2	Silniční vozidla	562
20.3	Železniční vozidla	564
20.4	Plavidla	565
20.5	Letectví	567

Dr. Ing. Zoltán Buray, CSc.

21. Inženýrské montované stavby

21.1	Význam a přínos hliníku v inženýrských montovaných stavbách	570
21.2	Mosty	570
21.3	Jeřáby	574
21.4	Haly a pavilóny	574
21.5	Věže, stožáry	577

Arch. Waller Suger

22. Hliník ve stavebnictví

22.1	Použití hliníku ve stavebnictví	578
22.2	Konstrukční díly	579
22.2.1	Okna z hliníku	579
22.2.2	Okna kombinovaná z hliníku a dřeva	580
22.2.3	Výkladní skříně a okna velkých rozměrů	580
22.2.4	Dveře z hliníku	580
22.3	Stavební prvky	585
22.3.1	Fasádní prvky	585
22.3.1.1	Zatížení větrem	585
22.3.1.2	Průhyby	585

22.3.1.3	Elastické deformace	585
22.3.1.4	Tepelná izolace	586
22.3.1.5	Zvuková izolace	586
22.3.1.6	Ochrana proti slunci	586
22.3.2	Zastřešování hliníkem	587
22.4	Materiály na bázi hliníku ve stavebnictví	588
22.4.1	Volba materiálů	588
22.4.2	Architektonické řešení povrchových ploch	590
22.5	Volba konstrukce	591
22.6	Doprava, montáž, údržba	592
22.6.1	Montážní břemena	592
22.6.2	Údržba	593

Mgr. inž. Karol Fedorowicz

23.	Hliník v chemickém průmyslu	
23.1	Hlavní inženýrské konstrukce chemického průmyslu	594
23.1.1	Potrubí	595
23.1.2	Nádrže	596
23.1.3	Výměníky tepla	597
23.1.4	Chemické aparatury	598
23.1.5	Ochranné kryty a tepelné izolace	599
23.2	Příklady použití hliníku v anorganické technologii	599
23.2.1	Technologie tepelné energie a vody	599
23.2.2	Technické plyny. Nízké teploty	600
23.2.3	Minerální kyseliny. Kyselina dusičná	601
23.2.4	Kyselina sírová. Kysličník siřičitý	601
23.2.5	Čpavek	601
23.2.6	Dusičnan amonný	601
23.2.7	Chlorid sodný, vápenatý, uhličitán amonný apod.	602
23.2.8	Kyselina kyanovodíková	602
23.2.9	Koloidní kysličník křemičitý	602
23.2.10	Fluor, fluorovodík, fluorid boritý	602
23.2.11	Peroxid vodíku	603
23.2.12	Sírné sloučeniny: síran sodný, sirouhlík, sirovodík apod.	603
23.2.13	Močovina	603
23.3	Příklady použití v organické technologii	604
23.3.1	Koksochemie	604
23.3.2	Zpracování ropy a zemního plynu. Petrochemie	604
23.3.3	Alifatické alkoholy. Formaldehyd	605
23.3.4	Kyselina octová a jiné alifatické kyseliny a jejich anhydridy	606
23.3.5	Organické polotovary, barviva. Farmaceutický průmysl	606
23.3.6	Výbušniny	606
23.3.7	Plastické hmoty	606
23.3.8	Přírodní kaučuk	607
23.3.9	Laky	607
23.3.10	Dřevo a jeho chemické zpracování	608
23.3.11	Průmysl koželužský	608
23.3.12	Průmysl potravinářský	608

Ing. Bohumil Pařez

24.	Hliník v elektrotechnice	
24.1	Všeobecná hlediska při použití hliníku	609
24.1.1	Vlastnosti hliníku rozhodující pro použití v elektrotechnice	609
24.1.2	Spojování hliníku	613
24.1.2.1	Všeobecné požadavky	613

24.1.3	Svařování	613
24.1.4	Spojování tlakem	615
24.1.5	Spojování svorkováním	616
24.1.6	Spojování stažením	618
24.1.7	Spojování částmi sdruženými	618
24.2	Použití hliníku a jeho slitin v silnoproudé elektrotechnice	619
24.2.1	Úvod	621
24.2.2	Konstrukce hliníkových vodičů	621
24.2.3	Stroje a přístroje	621
24.2.3.1	Elektrické stroje točivé	621
24.2.4	Transformátory	624
24.2.5	Vzduchové a olejové reaktory	627
24.2.6	Rozvodné přístroje a rozváděče	627
24.3	Venkovní vedení	630
24.3.1	Výhody a nedostatky hliníkových a ocelohliníkových lan	630
24.3.2	Vodiče	631
24.3.3	Stavba vedení	632
24.4	Dimenzování a zatěžování vodičů a kabelů	632
24.4.1	Všeobecné poznámky o dimenzování vodičů	632
24.4.2	Dimenzování (zatěžování) vodičů podle provozní teploty	633
24.4.3	Dimenzování vedení z hlediska hospodárnosti	634
24.4.4	Dimenzování vedení podle mechanické pevnosti	634
24.4.5	Dimenzování vedení podle úbytku napětí	634
24.4.6	Dimenzování vedení podle dynamických a tepelných účinků zkratových proudů	635
24.4.7	Poznámky ke kladení vodičů a kabelů	635
24.5	Hliník ve slaboproudé a vysokofrekvenční technice	636
24.5.1	Všeobecně	636
24.5.2	Sdělovací kabely místní	636
24.5.3	Kabely pro železniční zařízení sdělovací a zabezpečovací	638
24.5.4	Sdělovací vedení venkovní	638
24.5.5	Vysokofrekvenční technika	639
24.5.6	Všeobecně	639
24.5.7	Hliníkové vysokofrekvenční kabely	639
24.5.8	Antény	639
24.5.9	Stínění	639
24.5.10	Cívky	640
24.5.11	Kondenzátory	640
24.5.12	Elektronky	640

Ing. Rezső Várhelyi

25.	Hliníkové fólie	
25.1	Úvod	642
25.2	Definice hliníkové fólie a složení materiálu	642
25.3	Povrchové vlastnosti hliníkové fólie a zušlechťování	643
25.4	Základní vlastnosti hliníkové fólie	643
25.4.1	Mechanické vlastnosti hliníkové fólie	644
25.4.2	Vláčnost hliníkové fólie	646
25.4.3	Odráživost hliníkové fólie	646
25.4.4	Tepelná vodivost hliníkové fólie	647
25.4.5	Propustnost hliníkové fólie	647
25.4.6	Jiné vlastnosti	649
25.5	Zušlechťování hliníkové fólie	649
25.5.1	Podlepečování hliníkové fólie	649
25.5.2	Celoplošné barvení a impregnace hliníkové fólie	655

25.5.3	Nanášení plastické hmoty na povrch hliníkové fólie	655
25.5.4	Tisk na hliníkové fólii	657
25.5.5	Ražení hliníkové fólie	657
25.5.6	Pryžování hliníkové fólie	659
25.6	Spojování hliníkové fólie	659
25.6.1	Mechanické způsoby spojování	659
25.6.2	Svařování hliníkové fólie	661
25.6.3	Lepení hliníkové fólie	661
25.7	Přeprava hliníkové fólie a její skladování	661
25.8	Použití hliníkové fólie	661
25.8.1	Použití v obalové technice	661
25.8.2	Použití v elektrotechnice	663
25.8.3	Hliníková fólie pro izolace	664
25.8.4	Jiné použití	664
25.9	Hliníkové prášky	664
25.9.1	Vlastnosti hliníkových prášků	665
25.9.2	Použití hliníkových prášků	665

František Chvojka

26.	Hliník ve spotřebním zboží	
26.1	Spotřební a průmyslové zboží	657
26.2	Pomůcky a zařízení pro domácnost	670
26.3	Nábytek a bytové doplňky	673
26.4	Obaly	674
	Literatura	676

4. Odolnost hliníku a jeho slitin proti korozi

4.1	Vliv chemických vlastností hliníku na odolnost proti korozi	120
4.2	Druhy koroze hliníku	120
4.3	Působení různých prostředí na hliník	123
4.3.1	Voda a vodní pára	123
4.3.2	Atmosféra	123
4.3.3	Plyny	124
4.3.4	Anorganické kyseliny a halogenové sloučeniny	125
4.3.5	Kovy a sloučeniny kovů	128
4.3.5.1	Alkalické kovy	128
4.3.5.2	Kovy žiravých zemin	130
4.3.5.3	Zirkon, thorium a hliník	131
4.3.5.4	Těžké kovy	131
4.3.6	Alifatické a aromatické sloučeniny	132
4.3.7	Heterocyklické sloučeniny	133
4.3.8	Přírodní suroviny	134
4.3.9	Produkty chemické syntézy a průmyslových zařízení	135
4.3.10	Potravinářské výrobky	136
4.4	Vliv technologie výroby polotovarů na odolnost hliníku a jeho slitin proti korozi	138
4.5	Údaje o korozi hliníku a jeho slitin v různých prostředích	140

Mgr. inž. Zygmunt Martynowski, inž. Walerian Jodžko-Jalkovski

5. Tavení a odlévání ingotů z hliníku a jeho slitin

5.1	Všeobecné poznatky	173
5.2	Pece k tavení hliníku a jeho slitin	173
5.2.1	Plamenné pece	173
5.2.2	Elektrické pece	174
5.3	Vsázkové suroviny	179
5.3.1	Surové čisté kovy	179
5.3.2	Přísadové slitiny	179
5.3.3	Odpad	181
5.3.4	Soli pro legování některých prvků	181
5.4	Tavení vsázky	182
5.4.1	Příprava pece	182
5.4.2	Pořadí sázení surovin	182
5.4.3	Jevy, k nimž dochází v peci během tavení	182
5.4.4	Odplyňování a rafinace	183
5.4.4.1	Odplyňování pomocí tavidel	183
5.4.4.2	Odplyňování chlorováním	185
5.4.4.3	Profukování taveniny neutrálními plyny	186
5.4.4.4	Rafinace odstáním taveniny	186
5.4.4.5	Rafinace filtrací	187
5.5	Odlévání	187
5.5.1	Metody odlévání do kokil	188
5.5.2	Svislé poloplynulé lití ingotů	188
5.5.3	Vodorovné lití ingotů	189
5.5.4	Plynulé lití drátu	190
5.5.5	Metody plynulého odlévání pásů	192
5.6	Tuhnutí ingotu	194
5.6.1	Krystalizace taveniny	194
5.6.2	Odměšování	195
5.7	Vady ingotů	196

6.	Válcování hliníku a jeho slitin	
6.1	Úvod	198
6.2	Výroba předválek válcováním za tepla	198
6.2.1	Příprava desek pro válcování za tepla	198
6.2.2	Homogenizační žihání litých desek	200
6.2.3	Ohřev desek před válcováním	201
6.2.4	Strojní zařízení pro válcování za tepla	203
6.2.5	Technologie válcování za tepla	209
6.3	Výroba plechů a pásů válcováním za studena	216
6.3.1	Technologické základy válcování za studena	216
6.3.2	Válcování plechů za studena ve formátech	219
6.3.3	Válcování širokých pásů za studena	219
6.4	Zařízení pro tepelné zpracování a úpravu válcovaného materiálu	222
6.4.1	Zařízení pro tepelné zpracování	222
6.4.2	Úprava válcovaného materiálu	223
6.5	Některé zvláštní způsoby úpravy plechů a pásů z hliníku a jeho slitin	224
6.6	Válcování hliníkových fólií	226

Mgr. inž. Tadeusz Bilka, mgr. inž. Kazimierz Tatarzyński

7.	Průtlačné lisování hliníku a jeho slitin	
7.1	Všeobecný úvod	229
7.2	Teorie a způsoby průtlačného lisování	230
7.3	Vliv některých činitelů na průtlačné lisování	234
7.4	Lisy určené k průtlačnému lisování	239
7.5	Lisy určené k tváření za studena	246
7.6	Speciální lisy	248
7.6.1	Hydraulické lisy pro plynulé lisování kabelových plášťů	250
7.6.2	Hydraulické lisy k průtlačnému lisování profilů o proměnném průřezu	250
7.6.3	Hydraulické lisy určené k výrobě širokých profilů	250
7.6.4	Hydraulické lisy pro izotermické lisování	254
7.6.5	Mechanické rychloběžné lisy k průtlačnému lisování za studena	255
7.7	Pohony a ovládání hydraulických lisů	255
7.8	Pomocná zařízení v lisovnách	258
7.9	Lisovací nástroje	260
7.10	Vlastnosti a struktura průtlačně lisovaných polotovarů z hliníku a hliníkových slitin a jejich vady	262

Ing. N. Henschel, Dipl. Ing. E. Schlowag

8.	Kování hliníku a jeho slitin	
8.1	Volné kování hliníkových slitin	266
8.2	Zápustkové kování	267
8.2.1	Směrnice pro výrobu zápustkových výkovek	267
8.2.2	Rozdělení výkovek z lehkých kovů podle obtížnosti jejich výroby	269
8.2.3	Přípustné odchylky	270
8.2.4	Výroba zápustek	271
8.2.5	Teplota při kování v zápustkách	271

Ing. Ladislav Hellebrand, CSc.

9.	Tažení drátu, tyčí a trubek z hliníku a jeho slitin za studena	
9.1	Podmínky při tažení	272
9.2	Nástroje používané při tažení	276

9.3	Technologie tažení drátů, tyčí a trubek	278
9.3.1	Tažení drátů	278
9.3.2	Tažení tyčí	279
9.3.3	Tažení trubek	280
9.4	Tažné stroje	282
9.4.1	Tažné stolice	282
9.4.2	Tažné bubny	282
9.4.3	Drátotahy	283
9.5	Pomocné tažirenské stroje	284
9.6	Výroba hliníkových lan	285

Ing. Rudolf Beck

10. Tváření plechů z hliníku a jeho slitin

10.1	Rovnání a vyrovnávání	287
10.2	Ohýbání	288
10.2.1	Ohraňování	291
10.2.2	Profilování pásů válci	292
10.2.3	Skružování plechů a pásů do kruhu	294
10.2.4	Obrubování	296
10.2.5	Lemování	296
10.2.6	Žlábkování	297
10.2.7	Zahýbání okrajů	297
10.3	Tvarové tažení plechu	298
10.4	Dvojité tažení	301
10.5	Tváření plechu přetahováním (napínáním)	302
10.6	Kovotlačitelské zpracování plechů	302
10.7	Nové pracovní metody pro výrobu výlisků z plechu	303

Dipl. Ing. Hartmut Schönberg

11. Zpracování odpadu hliníku a jeho slitin

11.1	Hospodaření s odpadem	306
11.1.1	Výroba hliníku a koloběh odpadu	306
11.1.2	Úkoly hutí při zpracování odpadu	306
11.1.3	Druhy odpadu	307
11.1.4	Skladování hliníkového odpadu	307
11.2	Úprava odpadu	308
11.2.1	Třídění hliníkového odpadu	308
11.2.2	Drcení odpadu z hliníku	308
11.2.3	Úprava odpadu hliníkových fólií	309
11.2.4	Úprava stěrů	310
11.3	Pece pro přetavování odpadu	311
11.3.1	Tavicí pece	312
11.3.2	Bubnové pece	315
11.3.3	Indukční pece	316
11.3.4	Podmínky pro volbu určitého druhu tavicí pece pro tavení hliníkového odpadu	317
11.4	Licí zařízení	319
11.4.1	Tvary housek	319
11.4.2	Kokily	319
11.4.3	Lití hliníkových slitin do housek	320
11.5	Technologie výroby slévarenských slitin	320
11.6	Rafrinace roztaveného kovu	323
11.7	Hospodárnost zpracování odpadů	324

12.	Výroba odlitků ze slitin hliníku	
12.1	Slévárenské vlastnosti slitin hliníku	325
12.1.1	Zabíhavost	325
12.1.2	Stahování	325
12.1.3	Smršťování	326
12.1.4	Sklon k trhlinám a prasklinám	327
12.1.5	Slitiny vhodné pro odlévání	327
12.2	Tavení	327
12.3	Lití	329
12.3.1	Volba způsobu odlévání	329
12.3.2	Lití do písku	329
12.3.2.1	Modely	329
12.3.2.2	Konstrukce vtoků a náliček	330
12.3.2.3	Směsi pro formy a jádra	331
12.3.2.4	Výroba forem a její mechanizace	332
12.3.2.5	Odlévání	332
12.3.3	Lití do kokil	333
12.3.3.1	Materiál a výroba kokil	333
12.3.3.2	Konstrukce vtoků a náliček a technika odlévání	333
12.3.4	Lití pod tlakem	334
12.3.4.1	Technologie lití pod tlakem	334
12.3.4.2	Stroje pro lití pod tlakem	334
12.3.4.3	Konstrukce odlitků litých pod tlakem	335
12.3.5	Zvláštní způsoby lití	336
12.3.5.1	Odstředivé lití	336
12.3.5.2	Zalévání součástí do odlitků	336
12.4	Úprava a zkoušení odlitků	337
12.4.1	Čištění	337
12.4.2	Oprava odlitků	337
12.4.3	Úprava povrchů	337
12.4.4	Kontrola jakosti odlitků	341

Dr. Konrad Primke

13.	Tepelné zpracování hliníku a jeho slitin	
13.1	Metalurgické základy tepelného zpracování	342
13.1.1	Žihání pro zotavení materiálu a rekrytalizační žihání	342
13.1.1.1	Rekrytalizační textura	347
13.1.2	Homogénizační žihání	348
13.1.3	Vytvrzování hliníkových slitin	349
13.2	Vliv vytvrzování na vlastnosti hliníkových slitin	350
13.2.1	Mechanické vlastnosti	350
13.2.2	Elektrická vodivost	352
13.2.3	Susceptibilita	353
13.2.4	Odolnost proti korozi	355
13.3	Rozdělení hliníkových materiálů podle způsobu jejich tepelného zpracování	355
13.3.1	Nevytvrzovatelné hliníkové materiály	356
13.3.2	Vytvrzovatelné hliníkové materiály	356
13.4	Tepelné zpracování tvářených hliníkových slitin	356
13.4.1	Žihání pro zotavení	356
13.4.2	Žihání na měkko	358
13.4.3	Technologické postupy při vytvrzování	359
13.4.3.1	Vytvrzování slitin typu AlCuMg	360

13.4.3.2	Vytvrzování slitin AlMgSi	362
13.4.3.3	Vytvrzování slitin AlZnMgCu	364
13.5.	Tepelné zpracování slévárenských slitin	366
13.5.1	Stabilizační žíhání	366
13.5.2	Vytvrzování slévárenských slitin	366
13.6	Způsoby ohřevu	367
13.6.1	Žíhací pece	367
13.6.1.1	Solné lázně	368
13.6.1.2	Elektrické odporové pece s cirkulací vzduchu	370
13.6.1.3	Pece s řízenou atmosférou	370
13.7	Měření teplot	371

Dr. Ing. Udo König

14. Obrábění a broušení

14.1	Obrobitelnost hliníku a jeho slitin	373
14.2	Obráběcí stroje	373
14.3	Nástroje	374
14.4	Řezné kapaliny	374
14.5	Způsoby obrábění	375
14.5.1	Soustružení	375
14.5.2	Hoblování a obrážení	376
14.5.3	Frézování	376
14.5.3.1	Obvodové frézování	376
14.5.3.2	Čelní frézování	377
14.5.4	Řezání	378
14.5.5	Protahování	378
14.5.6	Vrtání	378
14.5.7	Vyhrubování a vystružování	379
14.5.8	Řezání závitů	380
14.5.8.1	Řezání vnějších závitů	380
14.5.8.2	Řezání vnitřních závitů	380
14.5.9	Jemné obrábění, broušení, leštění	380
14.5.9.1	Jemné obrábění diamantovými nástroji	380
14.5.9.2	Broušení	381
14.5.9.3	Leštění	381

Ing. Zoltán Buray, CSc, Ing. István Varga

15. Spojování hliníku a jeho slitin

15.1	Svařování	382
15.1.1	Svařitelnost hliníku a jeho slitin	382
15.1.2	Svařování tavné	383
15.1.2.1	Svařování plamenem	383
15.1.2.2	Obloukové svařování obalenou elektrodou	390
15.1.2.3	Svařování pod tavidlem	391
15.1.2.4	Obloukové svařování v proudu argonu	391
15.1.2.4.1	Svařování wolframovou elektrodou	392
15.1.2.4.2	Svařování tavící se elektrodou	394
15.1.2.5	Zdravotní a bezpečnostní předpisy	395
15.1.3	Odporové svařování	396
15.1.3.1	Bodové a švové svařování	396
15.1.3.2	Svařování na tupo	398
15.1.4	Svařování tlakem	398
15.1.4.1	Svařování tlakem za studena	398
15.1.4.2	Svařování tlakem za tepla	398
15.1.4.3	Svařování třením	399

15.1.4.4	Svařování ultrazvukem	399
15.1.5	Zvláštní způsoby svařování	399
15.1.5.1	Vysokofrekvenční svařování	399
15.1.6	Řezání plazmovým hořákem	399
15.1.7	Svařování odlitků	401
15.2	Pájení	402
15.2.1	Podmínky pájení hliníku	402
15.2.2	Tvrdé pájení	402
15.2.2.1	Pájení plamenem	402
15.2.2.2	Pájení v peci	403
15.2.2.3	Pájení ponořováním	403
15.2.3	Měkké pájení	404
15.2.4	Vytvoření pájených spojů	406
15.3	Lepení	407
15.3.1	Lepidla	407
15.3.2	Technologie lepení	409
15.3.2.1	Úprava slepovaných ploch	409
15.3.2.2	Nanášení lepidla	409
15.3.2.3	Podmínky vytvrzování lepidla	409
15.3.2.4	Pracovní prostředky pro lepení	410
15.3.3	Vlastnosti spoje a jeho zkoušení	411
15.3.4	Použitelnost lepených spojů	414
15.4	Nýtování	414
15.4.1	Materiál nýtů a tvar hlavy	415
15.4.2	Technologie nýtování	416
15.4.3	Zvláštní nýty	418
15.5	Šroubové spoje	418
15.6	Lemování	420
15.7	Spojování nasazením za tepla	420
15.8	Spojování vodičů	421
15.8.1	Spojování plných profilů	421
15.8.2	Kabelové spoje	421
15.9	Spojování hliníku s jinými kovovými materiály	422
15.9.1	Svařování	422
15.9.2	Pájení	422
15.9.3	Lepení	422
15.9.4	Nýtování	422
15.9.5	Šroubování	423

Mgr. Alina Golianová

16.	Ochrana hliníku a hliníkových slitin proti korozi a zušlechťování povrchu	
16.1	Přehled způsobů ochrany hliníku a hliníkových slitin proti korozi	424
16.2	Vliv legujících prvků a nečistot na odolnost hliníku a hliníkových slitin proti korozi	428
16.3	Úprava povrchu polotovarů z hliníku a hliníkových slitin	429
16.3.1	Mechanická úprava	429
16.3.2	Chemická úprava	432
16.3.3	Elektrolytické leštění	434
16.3.4	Chemické leštění	435
16.4	Ochranné povlaky vyrobené chemicky	437
16.4.1	Kyslíčnickové ochranné povlaky	439
16.4.2	Fosfátové ochranné povlaky	441
16.4.3	Chromátové ochranné povlaky	443
16.5	Anodická oxidace	444
16.5.1	Anodická oxidace v kyselině sírové	447

16.5.2	Anodická oxidace v kyselině chromové	449
16.5.3	Anodická oxidace v kyselině šťavelové	449
16.5.4	Zvláštní druhy anodické oxidace	450
16.5.5	Barvení kysličíkových povlaků vyrobených anodickou oxidací	451
16.5.6	Utěšňování kysličíkových povlaků vyrobených anodickou oxidací	452
16.6	Smaltování hliníku a jeho slitin	452
16.7	Povrchová ochrana hliníku a jeho slitin barvami a laky	454
16.8	Kovové povlaky na hliníku a jeho slitinách	454
16.8.1	Niklové a chromové povlaky nanášené na hliník a jeho slitiny se zinkovou mezivrstvou	455
16.8.2	Niklové a chromové povlaky nanášené na hliník a jeho slitiny s kysličíkovou mezivrstvou	456
16.9	Jiné druhy ochranných povlaků nanášených na hliník a jeho slitiny	457
16.10	Snížení agresivity prostředí použitím inhibitorů	458
16.11	Katodová ochrana proti korozi	459
16.12	Kontrola jakosti ochranných povlaků	459

Ing. Miroslav Petrdlik, Cyril Lvovský

17. Hliníkový prášek a jeho technické použití

17.1	Hliníková krupice	462
17.2	Mleté hliníkové prášky	463
17.3	Hliníkové pasty	463
17.4	Hliníková vlákna	463
17.5	Spékaný hliník	464
17.5.1	Technologie výroby spékaného hliníku	464
17.5.2	Vlastnosti spékaného hliníku	465
17.5.3	Zpracování polootvarů ze spékaného hliníku	469
17.5.4	Další materiály z oblasti spékaného hliníku	469
17.6	Některé příklady použití hliníkového prášku a spékaného hliníku	470
17.6.1	Použití hliníkového prášku pro nátěry	470
17.6.2	Použití spékaného hliníku	471

Dipl. Ing. Siegfried Marx a kol.

18. Hliník jako konstrukční materiál

18.1	Nejdůležitější vlastnosti tváření slitin	472
18.1.1	Volba materiálu	473
18.1.2	Nejdůležitější vlastnosti slitin na odlitky	473
18.1.3	Vlastnosti ovlivňující volbu materiálu	475
18.1.3.1	Pevnost při krátkodobém zatížení	475
18.1.3.2	Pevnost při dlouhodobém zatížení	475
18.1.3.3	Vrubová houževnatost	476
18.1.3.4	Modul pružnosti	476
18.1.3.5	Součinitel tepelné roztažnosti	476
18.1.4	Zvláštnosti sdrúžených konstrukcí (materialově smíšených)	477
18.2	Návrh a výpočet	477
18.2.1	Podklady pro výpočty	477
18.2.1.1	Podklady pro výpočty podle dovolených namáhání (podle pevnosti)	477
18.2.1.1.1	Statická pevnost. Základní materiál. Krátkodobé zatížení	477
18.2.1.1.2	Odolnost při namáhání na únavu	482
18.2.1.2	Podklady pro výpočet — bezpečnost	486
18.2.1.2.1	Pojem a analýza bezpečnosti	486
18.2.1.2.2	Posouzení konstrukce	487
18.2.1.2.3	Výpočet podle dovolených namáhání	488
18.2.1.2.4	Výpočet podle mezních stavů	490

18.2.2	Návrh a výpočet konstrukčních prvků podle dovolených namáhání	491
18.2.2.1	Tažený prut	491
18.2.2.2	Tlačený prut	492
18.2.2.3	Ohýbaný prut	494
18.2.2.3.1	Plnostěnný nosník	494
18.2.2.3.2	Příhradový nosník	498
18.2.2.4	Kroucený prut	499
18.2.2.5	Plošné prvky	500
18.2.3	Výpočet spojů	503
18.2.3.1	Spoje nýtované a šroubované, statické namáhání	503
18.2.3.1.1	Všeobecně	503
18.2.3.1.2	Průměr nýtů a šroubů a tloušťka plechu	503
18.2.3.1.3	Rozdělení sil u několikařadých spojů	506
18.2.3.1.4	Návrh a výpočet	506
18.2.3.1.5	Dynamické namáhání	507
18.2.3.2	Spoje svařované	508
18.2.3.2.1	Staticky namáhané svařované spoje	508
18.2.3.2.2	Dynamicky namáhané svařované spoje	511
18.2.3.3	Třetí spoje — vysokopevnostní šrouby	514
18.2.3.3.1	Všeobecně	514
18.2.3.3.2	Podklady pro výpočet	516
18.2.3.4	Spoje lepené	518
18.2.3.4.1	Podklady pro výpočet	518
18.2.3.4.2	Spoje plošné	519
18.2.3.4.3	Spoje válcové	519
18.2.3.4.4	Zatížení a bezpečnost	520
18.3	Výpočet podle mezních stavů	522
18.3.1	Zásady výpočtu	522
18.3.2	Posouzení splnění statických požadavků pro mezní stavy	522
18.3.2.1	Výpočet podle prvního mezního stavu	522
18.3.2.2	Výpočet podle druhého mezního stavu	523
18.3.3	Mezní napětí materiálů pro konstrukce z lehkých kovů	523
18.3.4	Vzdorující průřez	526
18.3.5	Stanovení mezní únosnosti	527
18.3.5.1	Prut namáhaný centricky tahem	527
18.3.5.2	Celistvý prut namáhaný centricky tlakem	527
18.3.5.3	Členěný prut namáhaný centricky tlakem	530
18.3.5.4	Plnostěnný nosník namáhaný ohybem	531
18.3.5.4.1	Posouzení stěny na vyboulení	532
18.3.5.4.2	Klopení nosníku	535
18.3.5.5	Prut namáhaný excentricky tahem	535
18.3.5.6	Prut namáhaný excentricky tlakem	535
18.3.5.6.1	Celistvý prut namáhaný excentricky tlakem	536
18.3.5.6.2	Členěný prut namáhaný excentricky tlakem	536
18.4	Konstrukční pokyny	537
18.4.1	Spoje	537
18.4.1.1	Všeobecně	537
18.4.1.2	Spoje nýtované a šroubované	537
18.4.1.3	Vzdálenosti nýtů a šroubů	537
18.4.1.4	Délky nýtů	539
18.4.2	Spoje svařované	539
18.4.2.1	Spoje svařované, namáhané staticky	539
18.4.2.2	Spoje svařované, namáhané dynamicky	541
18.4.3	Spoje šroubované, odolné proti prokluzu — šrouby VP	543
18.4.3.1	Spojovací materiál — šrouby	543
18.4.3.2	Vzdálenosti šroubů	543