

# OBSAH

	PŘEDMLUVA . . . . .	9
	SEZNAM NEJDŮLEŽITĚJŠÍCH OZNAČENÍ . . . . .	13
1.	ÚVOD . . . . .	17
1.1	Účel a význam sušení . . . . .	17
1.2	Hlavní obory teorie sušení . . . . .	17
1.3	Vnější a vnitřní podmínky sušení . . . . .	18
2.	VLHKÝ MATERIÁL . . . . .	19
2.1	Vyjádření vlhkosti materiálu . . . . .	19
2.2	Vazba vlhkosti se skeletem vlhkého materiálu. . . . .	20
2.3	Rovnovážná vlhkost . . . . .	24
2.4	Stanovení měrné vlhkosti materiálu . . . . .	26
2.5	Reologické vlastnosti vlhkých zrnitých materiálů . . . . .	29
2.5.1	Granulometrické složení zrnitých materiálů . . . . .	29
2.5.2	Sypné vlastnosti zrnitých materiálů . . . . .	33
3.	SUŠICÍ PROSTŘEDÍ . . . . .	37
3.1	Vlhký vzduch. . . . .	37
3.2	Entalpie vlhkého vzduchu . . . . .	40
3.3	Diagram $i-x$ pro vlhký vzduch . . . . .	42
4.	VÝPOČET PRŮBĚHU SUŠENÍ . . . . .	44
4.1	Statický výpočet sušicího procesu . . . . .	44
4.1.1	Vlhkostní bilance . . . . .	44
4.1.2	Tepelná bilance . . . . .	47
4.1.3	Průběh sušicího procesu v diagramu $i-x$ . . . . .	51
4.1.4	Sušení spalinami. . . . .	55
4.2	Dynamický výpočet sušicího procesu. . . . .	57

4.2.1	Přestup tepla a přenos hmoty mezi vysoušeným materiálem a sušicím prostředím . . . . .	58
4.2.1.1	Difúze . . . . .	58
4.2.1.2	Součinitel přenosu hmoty . . . . .	59
4.2.1.3	Odpařování vlhkosti z vysoušeného materiálu . . . . .	61
4.2.2	Termodynamické toky tepla a vlhkosti ve vysoušeném materiálu . . . . .	63
4.2.3	Určování nestacionárních polí teplot a měrných vlhkostí při sušení . . . . .	66
4.2.4	Přibližné metody dynamického výpočtu . . . . .	67
4.2.4.1	Koeficient sušení . . . . .	68
4.2.4.2	Filoněnkova rovnice . . . . .	69
4.2.4.3	Přibližná metoda založená na křivce sušení . . . . .	69
5.	FLUIDNÍ SUŠÁRNY . . . . .	72
5.1	Popis a rozdělení . . . . .	73
5.2	Hlavní výpočtové podklady . . . . .	76
5.2.1	Fluidodynamické vlastnosti fluidní vrstvy . . . . .	76
5.2.1.1	Prahová rychlost fluidace . . . . .	79
5.2.1.2	Prahová rychlost úletu . . . . .	80
5.2.1.3	Míchání částic ve fluidní vrstvě . . . . .	83
5.2.2	Přestup tepla a přenos hmoty ve fluidní vrstvě . . . . .	91
5.2.2.1	Přestup tepla mezi fluidní tekutinou a částicemi . . . . .	92
5.2.2.2	Přenos hmoty mezi fluidní tekutinou a částicemi . . . . .	94
5.2.3	Výpočet fluidní sušárny . . . . .	95
5.2.3.1	Výpočet zádrže z měrné odpařivosti . . . . .	96
5.2.3.2	Výpočet zádrže z povrchu částic přítomných ve vrstvě . . . . .	97
5.2.3.3	Výpočet zádrže z mezní křivky sušení a rozdělení doby pobytu částic ve vrstvě . . . . .	98
5.3	Použitelnost fluidních sušáren . . . . .	100
6.	PROUDOVÉ SUŠÁRNY . . . . .	110
6.1	Popis a rozdělení . . . . .	111
6.2	Hlavní výpočtové podklady . . . . .	112
6.2.1	Mechanika heterogenních soustav plyn-tuhé částice . . . . .	112
6.2.1.1	Základní pojmy . . . . .	112
6.2.1.2	Tlaková ztráta . . . . .	113
6.2.1.3	Pohyb unášených částic . . . . .	115
6.2.2	Přestup tepla a přenos hmoty v heterogenních soustavách plyn-tuhé částice . . . . .	117
6.2.2.1	Přestup tepla a přenos hmoty mezi osamělou částicí materiálu a tekutinou . . . . .	117
6.2.2.2	Přestup tepla a přenos hmoty při pneumatickém transportu . . . . .	121
6.2.3	Výpočet proudové sušárny . . . . .	123
6.2.3.1	Určování délky z měrné odpařivosti . . . . .	125
6.2.3.2	Určování délky z vypočtené sušicí doby . . . . .	126
6.2.3.3	Určování délky pomocí dynamického výpočtu sušicího děje . . . . .	126
6.3	Experimentální sledování proudového sušení . . . . .	135
6.3.1	Měřicí metoda a způsoby sledování procesu sušení . . . . .	136
6.3.2	Porovnání teoretických a experimentálních závislostí . . . . .	138
6.4	Použití proudových sušáren . . . . .	143

6.5	Konstrukce proudových sušáren . . . . .	149
7	ROZPRAŠOVACÍ SUŠÁRNY . . . . .	159
7.1	Popis a rozdělení . . . . .	160
7.1.1	Schéma rozprašovací sušárny . . . . .	160
7.1.2	Typy rozprašovacích sušáren . . . . .	161
7.1.3	Rozprašování tekutého proudu . . . . .	162
7.1.3.1	Tlakové rozprašovací trysky . . . . .	163
7.1.3.2	Dvoulátkové rozprašovací trysky . . . . .	168
7.1.3.3	Rozprašovací kotouče . . . . .	171
7.1.3.4	Souhrn . . . . .	177
7.1.4	Sušení kapek ve styku s teplým prostředím . . . . .	178
7.1.4.1	Odpařování z kapek čisté kapaliny . . . . .	178
7.1.4.2	Sušení roztoků . . . . .	180
7.1.5	Získávání prášku z komory a ze sušicího média . . . . .	182
7.2	Návrh rozprašovací sušárny . . . . .	183
7.2.1	Volba vhodného typu . . . . .	184
7.2.2	Volba optimálního sušicího režimu . . . . .	185
7.2.3	Výpočtové podklady . . . . .	186
7.3	Použitelnost rozprašovacích sušáren . . . . .	188
7.3.1	Materiály sušené rozprašováním . . . . .	188
7.3.2	Rozprašovací sušárny obvyklého typu . . . . .	189
7.3.3	Sušení pastovitých materiálů . . . . .	195
7.3.4	Sušení rozprašováním do proudové sušárny . . . . .	196
8	BUBNOVÉ SUŠÁRNY . . . . .	198
8.1	Úvod . . . . .	198
8.2	Funkce a uspořádání bubnových sušáren . . . . .	198
8.3	Uspořádání bubnu a jeho vestaveb . . . . .	200
8.4	Mechanismus sušení sypkých materiálů v bubnové sušárně . . . . .	202
8.5	Výpočet objemu bubnu . . . . .	202
8.6	Střední měrná odpařivost . . . . .	204
8.7	Sdílení tepla vysoušenému materiálu v prostoru bubnu . . . . .	207
8.8	Volba vstupní a výstupní teploty sušicího prostředí . . . . .	210
8.9	Určování hlavních rozměrů bubnu . . . . .	211
8.10	Doba průchodu materiálu bubnem . . . . .	213
8.11	Výkon potřebný pro pohon bubnu . . . . .	214
8.12	Charakteristické vlastnosti souprroudného a protiproudného uspořádání . . . . .	214
8.13	Použití bubnových sušáren . . . . .	217
8.14	Rozměry bubnů vyráběných v ČSSR . . . . .	219
8.15	Zkušební bubnové sušárny . . . . .	219
8.16	Závěr . . . . .	224
9	SUŠÁRNY S KONTAKTNÍM PŘÍVODEM TEPLA A SUŠÁRNY S VIBRU- JÍCÍ NÁPLNÍ . . . . .	225
9.1	Sušárny s kontaktním přívodem tepla . . . . .	225

9.1.1	Úvod . . . . .	225
9.1.2	Sušárny s kontaktním přívodem tepla, pracující za atmosférického tlaku . . . . .	226
9.1.2.1	Válcové sušárny . . . . .	226
9.1.2.2	Talířové sušárny . . . . .	227
9.1.2.3	Žlabové sušárny . . . . .	229
9.1.2.4	Trubkové sušárny s trubkami vytápěnými zevnitř . . . . .	231
9.1.3	Sušárny s kontaktním přívodem tepla, pracující ve vakuu . . . . .	231
9.1.3.1	Úvod . . . . .	231
9.1.3.2	Skříňové vakuové sušárny . . . . .	233
9.1.3.3	Válcové vakuové sušárny . . . . .	234
9.1.3.4	Vakuové trubkové sušárny . . . . .	235
9.1.3.5	Vakuové sušárny s rotující komorou . . . . .	236
9.2	Vibrační sušárny . . . . .	237
	SEZNAM LITERATURY . . . . .	247
	SOUHRN . . . . .	252
	SLOVNÍČEK . . . . .	255