

# OBSAH

<b>1. HISTORIE KAUČUKU A VÝVOJE GUMÁRENSKÉHO PRŮMYSLU</b>	<b>9</b>
1.1 Objev přírodního kaučuku a jeho vulkanizace	9
1.2 Výroba syntetického kaučuku	11
1.3 Plantáže na těžbu přírodního kaučuku	12
1.4 Kaučuk jako strategický materiál	12
<b>2. CHARAKTERISTICKÉ VLASTNOSTI KAUČUKU A PRYŽE</b>	<b>14</b>
2.1 Základní vlastnosti kaučuků	14
2.1.1 Teplota skelného přechodu	14
2.1.2 Viskozita (plasticita)	15
2.1.3 Vulkanizovatelnost	17
2.2 Základní vlastnosti pryže	18
<b>3. CHEMICKÉ REAKCE PŘI ZPRACOVÁNÍ KAUČUKU</b>	<b>20</b>
3.1 Plastikace kaučuku	20
3.2 Složky kaučukové směsi	22
3.2.1 Kaučuk	22
3.2.2 Přísady	23
3.2.2.1 Vulkanizační přísady	23
3.2.2.2 Antidegradanty	24
3.2.2.3 Plniva	24
3.2.2.4 Změkčovadla	24
3.2.2.5 Zvláštní přísady	24

<b>3.3</b>	<b>Vulkanizace kaučukové směsi</b>	<b>25</b>
3.3.1	Podstata vulkanizace a její vliv na vlastnosti kaučuku	25
3.3.2	Síťovací účinnost vulkanizace	28
3.3.3	Průběh vulkanizace	30
3.3.3.1	Indukční perioda vulkanizace	30
3.3.3.2	Vlastní síťovací reakce	30
3.3.3.3	Změny ve struktuře vytvořené sítě	31
3.3.4	Kinetika vulkanizace	32
3.3.4.1	Koncentrační závislost rychlosti vulkanizace	32
3.3.4.2	Teplotní závislost rychlosti vulkanizace	33
3.3.5	Vyhodnocování průběhu vulkanizace	36
<b>4.</b>	<b>CHEMICKÁ STRUKTURA PRYŽE</b>	<b>44</b>
4.1	Struktura sítě ideálního vulkanizátu	44
4.2	Struktura sítě reálného vulkanizátu	45
4.3	Chemická struktura reálného vulkanizátu	46
4.3.1	Příčné vazby	47
4.3.2	Modifikace řetězce kaučukového uhlovodíku	51
4.3.3	Vedlejší produkty vulkanizační reakce	53
<b>5.</b>	<b>CHEMICKÉ ZMĚNY PŘI EXPLOATACI A STÁRNUTÍ PRYŽE</b>	<b>55</b>
5.1	Účinek ozonu	55
5.2.	Účinek kyslíku	56
5.3	Anaerobní stárnutí	56
<b>6.</b>	<b>VYUŽITÍ PRYŽOVÉHO ODPADU</b>	<b>57</b>
6.1	Regenerace pryže	57
6.1.1	Výroba regenerátu	58
6.1.2	Úprava staré pryže k regeneraci	58
6.1.3	Způsoby regenerace	59
6.1.3.1	Parní způsoby	59
6.1.3.2	Vařákové způsoby	59
6.1.3.3	Mechanické způsoby	59
6.1.4	Konečná úprava regenerátu - zjemňování	60



6.1.5	Použití regenerátu	61
6.2	Recyklace pryže	61
6.2.1	Materiálová recyklace	62
6.2.2	Energetická recyklace	62
6.2.3	Chemická recyklace	63
7.	<b>GUMÁRENSKÉ SUROVINY</b>	<b>64</b>
7.1	<b>Kaučuky</b>	<b>64</b>
7.1.1	Kaučuky pro všeobecné použití	64
7.1.2	Oléjovzdorné kaučuky	66
7.1.3	Teplovzdorné kaučuky	67
7.2	<b>Plastikační činidla</b>	<b>67</b>
7.3	<b>Vulkanizační činidla</b>	<b>69</b>
7.3.1	Síra	69
7.3.2	Donory síry	70
7.3.3	Reaktivní pryskyřice	71
7.3.4	Chinondioxim	73
7.3.5	Peroxidy	73
7.3.6	Diaminy	75
7.3.7	Oxidy kovů	76
7.3.8	Diizokyanatany	76
7.3.9	Další vulkanizační činidla	77
7.4	<b>Aktivátory vulkanizace</b>	<b>78</b>
7.4.1	Aktivátory vulkanizace sírou	78
7.4.2	Aktivátory peroxidové vulkanizace	79
7.5	<b>Urychlovače vulkanizace</b>	<b>81</b>
7.5.1	Pomalé urychlovače	87
7.5.1.1	Hexamethylentetramin (HMT)	87
7.5.1.2	N,N' - difenylguanidin (DPG)	88
7.5.1.3	2-(2',4',-Dinitrofenylthio)benzothiazol (Ureka Base)	89
7.5.2	Rychlé urychlovače	89
7.5.2.1	Butylraldehyd - anilin (BA)	92
7.5.2.2	2-Merkaptobenzothiazol (MBT)	92
7.5.2.3	Bis(2-benzothiazolyl)disulfid (MBTS)	93
7.5.2.4	N-cyklohexyl-2-benzothiazolsulfenamid (CBS)	94
7.5.2.5	2-(Morfolinothio)-benzothiazol (MOR, OBS, NOBS)	94
7.5.2.6	N-terc.butyl-2-benzothiazolsulfenamid (TBBS)	95
7.5.2.7	N-oxydiethylthiokarbamoyl-N -oxydiethylsulfenamid (OTOS)	95
7.5.2.8	N-oxydiethylthiokarbamoyl-N -terc.butylsulfenamid (OTTBS)	96



7.5.3	Urychlovače velmi rychlé	97
7.5.3.1	Tetramethylthiuramdisulfid (TMTD)	98
7.5.3.2	Tetraethylthiuramdisulfid (TETD)	99
7.5.3.3	Tetramethylthiurammonosulfid (TMTM)	100
7.5.3.4	O,O'-dibutyldithiofosforečnan zinečnatý	100
7.5.4	Ultraurychlovače	101
7.5.4.1	Piperidinium-N-pentamethylendithiokarbamát (PPDC)	101
7.5.4.2	Dimethyldithiokarbamát zinečnatý (ZDMDC)	102
7.5.4.3	Diethyldithiokarbamát zinečnatý (ZDEDC)	102
7.5.5	Dávkování urychlovačů	104
7.5.6	Hygienické a ekologické aspekty používání urychlovačů	104
7.6	Retardéry vulkanizace a inhibitory navulkanizace	110
7.7	Antidegradanty	113
7.7.1	Antioxidanty	113
7.7.2	Antiozonanty	117
7.8	Plniva	119
7.8.1	Saze	120
7.8.1.1	Kanálové saze	120
7.8.1.2	Retortové saze	121
7.8.1.3	Termické saze	121
7.8.1.4	Lampové saze	121
7.8.1.5	Vodivé saze	121
7.8.1.6	Hlavní vlastnosti gumárenských sazí	122
7.8.1.7	Klasifikace gumárenských sazí	122
7.8.2	Světlá plniva	125
7.8.2.1	Pyrogenní oxid křemičitý	125
7.8.2.2	Srážený oxid křemičitý	125
7.8.2.3	Mletý křemen (SiO <sub>2</sub> )	126
7.8.2.4	Křemelina (SiO <sub>2</sub> )	126
7.8.2.5	Kaolín (hydratovaný křemičitan hlinitý)	126
7.8.2.6	Hydratovaný křemičitan hlinitosodný	126
7.8.2.7	Slída (křemičitan hlinitodraselný)	127
7.8.2.8	Klouzek (mastek, talek)	127
7.8.2.9	Srážený křemičitan hlinitý	127
7.8.2.10	Mletý vápenec (CaCO <sub>3</sub> )	127
7.8.2.11	Křída, (CaCO <sub>3</sub> )	127
7.8.2.12	Srážený uhličitan vápenatý (CaCO <sub>3</sub> )	128
7.8.2.13	Síran barnatý (BaSO <sub>4</sub> )	128
7.8.3	Vliv plniv na vlastnosti pryže	128
7.8.3.1	Vliv plniv na tvrdost	129
7.8.3.2	Vliv plniv na modul	129
7.8.3.3	Vliv plniv na pevnost	130
7.8.3.4	Vliv plniv na odolnost vůči oděru	131
7.8.3.5	Vliv plniv na odolnost pryže vůči botnání	132



7.8.4	Analytické hodnoty plniv	133
7.8.4.1	Měrný povrch	133
7.8.4.2	Olejevá adsorpce	134
7.8.5	Chování ztužených vulkanizátů při opakované deformaci	134
7.9	Promotory a spojovací činidla (vazné prostředky)	135
7.10	Změkčovadla, maziva a pomocné zpracovatelské	137
7.10.1	Změkčovadla	137
7.10.2	Typy změkčovadel	138
7.10.3	Hlavní druhy změkčovadel používaných v ČR	139
7.10.3.1	Triumf	139
7.10.3.2	Paranol 820	139
7.10.3.3	Další změkčovadla ropného původu	139
7.10.3.4	Pryskyřice	139
7.10.3.5	Syntetická změkčovadla	140
7.10.4	Maziva	141
7.10.5	Pomocné zpracovatelské prostředky	141
7.10.6	Nastavování kaučuků	143
7.11	Zvláštní přísady	143
7.11.1	Pigmenty	144
7.11.1.1	Anorganické pigmenty	144
7.11.1.2	Organické pigmenty	145
7.11.2	Faktisy	145
7.11.2.1	Hnědý faktis	145
7.11.2.2	Bílý faktis	146
7.11.3	Nadouvadla	146
7.11.4	Prostředky pro spojování pryže s kovy a vlákny	148
7.11.5	Retardéry hoření	150
7.11.6	Antistatické prostředky	150
7.11.7	Brusné prostředky	150
7.11.8	Výbušniny	151

## 8. HLAVNÍ DRUHY KAUČUKU A ZÁKLADY SKLADBY

### KAUČUKOVÝCH SMĚSÍ 152

8.1.	Suché kaučuky	152
8.1.1	Kaučuky pro všeobecné použití	152
8.1.1.1	Přírodní a izoprenové kaučuky	153
8.1.1.2	Butadienstyrenové kaučuky	157
8.1.1.3	Butadienové kaučuky	159



8.1.1.4	Butylkaučuky	160
8.1.1.5	Ethylenpropylenové kaučuky	161
8.1.2	<b>O l e j o v z d o r n é k a u č u k y</b>	162
8.1.2.1	Butadienakrylonitrilové kaučuky	162
8.1.2.2	Akrylátové kaučuky	164
8.1.2.3	Chloroprenové kaučuky	165
8.1.2.4	Chlorsulfonovaný polyethylen	167
8.1.2.5	Polysulfidové kaučuky	168
8.1.3	<b>T e p l o v z d o r n é k a u č u k y</b>	171
8.1.3.1	Silikonové kaučuky	171
8.1.3.2	Fluorouhlíkové kaučuky	174
8.1.4	<b>T v r d á p r y ž</b>	176
8.1.5	<b>T e r m o p l a s t i c k é e l a s t o m e r y</b>	178
8.1.5.1	Struktura termoplastických elastomerů	179
8.1.5.2	Blokové styrenové kopolymery	180
8.1.5.3	Termoplastické polyurethany	181
8.1.5.4	Polyetherestery	182
8.1.5.5	Kopolyamidy	183
8.1.5.6	Směsi elastomerů s termoplasty	183
<b>8.2</b>	<b>Kaučukové latexy</b>	<b>184</b>
8.2.1	<b>P ř í r o d n í k a u č u k o v é l a t e x y</b>	184
8.2.1.1	Zdroje	184
8.2.1.2	Vlastnosti	185
8.2.1.3	Klasifikace	188
8.2.1.4	Koncentrace (zahušťování)	189
8.2.1.5	Stabilizace (konzervování)	192
8.2.1.6	Modifikace	193
8.2.1.7	Použití	197
8.2.1.8	Doprava a skladování	198
8.2.2	<b>S y n t e t i c k é k a u č u k o v é l a t e x y</b>	199
8.2.2.1	Charakteristika a použití syntetických latexů	199
8.2.2.2	Základní způsoby získávání latexů v průmyslu	200
8.2.3	<b>S l o ž e n í s m ě s í z k a u č u k o v ý c h l a t e x ů</b>	203
		203