

SPIS TREŚCI

Część pierwsza

Żywice

I.	Pojęcia podstawowe i zarys historyczny żywic poliestrowych	14
1.	Pojęcia podstawowe	14
2.	Zarys historyczny	17
	Literatura	20
II.	Otrzymywanie poliestrów	22
1.	Reakcja polikondensacji	22
a.	Funkcyjność i stosunki molowe substancji wyjściowych	22
b.	Mechanizm polikondensacji	23
c.	Kinetyka i katalizatory polikondensacji	26
2.	Przebieg przemysłowego procesu polikondensacji	28
3.	Modyfikacje procesu polikondensacji	32
a.	Reakcje z dienami	32
b.	Polikondensacja dwustopniowa	33
c.	Polikondensacja blokowa	35
d.	Poliestry z nienasyconymi wiązaniami na końcach łańcuchów	36
4.	Synteza poliestrów nienasyconych z tlenków olefin i bezwodników kwasowych	37
a.	Badania przebiegu reakcji i wpływu katalizatorów	38
b.	Mechanizm reakcji	40
c.	Przegląd patentów dotyczących sposobu wytwarzania poliestrów z tlenków olefin i bezwodników kwasowych	41
5.	Aparatura do otrzymywania poliestrów	44
6.	Reakcje uboczne w syntezie poliestrów nienasyconych	47
a.	Izomeryzacja cis-trans wiązań podwójnych	47
b.	Przyłączenie glikoli i kwasów do maleinowych wiązań podwójnych (reakcje Ordelta)	50
c.	Dimeryzacja grup z wiązaniami podwójnymi	52
	Literatura	53
III.	Surowce	58
1.	Kwasy i bezwodniki polimeryzujące	58
2.	Kwasy i bezwodniki aromatyczne nie polimeryzujące	60

3.	Kwasy i bezwodniki cykloolefinowe nie polimeryzujące	63
4.	Kwasy alifatyczne	67
5.	Glikole	68
6.	Monomery sieciujące	72
a.	Monomery winylowe	73
b.	Monomery alilowe	74
c.	Monomery i oligoestry metakrylowe	76
7.	Toksyczność podstawowych surowców do żywic poliestrowych	78
	Literatura	80
IV.	Wpływ składu chemicznego i parametrów syntezy na własności żywic elektrycznych i utwardzonych	83
1.	Stopień nienasycenia poliestru	83
2.	Skład chemiczny poliestru	85
3.	Zawartość monomeru	86
4.	Grupy końcowe poliestru	90
5.	Konfiguracja nienasyconych wiązań poliestru	92
6.	Masa cząsteczkowa poliestru	93
7.	Budowa utwardzonych żywic poliestrowych	95
	Literatura	101
V.	Rodzaje nienasyconych żywic poliestrowych	103
1.	Wiedomości ogólne	103
2.	Żywice o przeznaczeniu ogólnym	106
a.	Własności mechaniczne i fizyczne żywic	106
b.	Własności elektryczne żywic	108
3.	Żywice elastyczne	110
4.	Żywice poliestrowe o zmniejszonym parowaniu styrenu	120
5.	Żywice bezbarwne	123
a.	Wpływ surowców na barwę żywicy	124
b.	Wpływ parametrów procesu na barwę żywicy	124
c.	Wpływ dodatków i utwardzaczy na barwę żywicy	125
6.	Żywice do laminatów przeświecających	126
7.	Termoodporne żywice poliestrowe	129
8.	Chemoodporne żywice poliestrowe	133
9.	Samogaszące żywice poliestrowe	146
a.	Mechanizm palenia się żywic poliestrowych i sposoby zmniejszania ich palności	147
b.	Zmniejszanie palności przez wprowadzenie wody do żywicy	149
c.	Zmniejszanie palności za pomocą związków fosforu	150
d.	Zmniejszanie palności za pomocą chlorowców	151
e.	Otrzymywanie samogaszących żywic poliestrowych przy użyciu związków chloru i bromu	157
f.	Zmniejszenie dymienia podczas palenia się żywic poliestrowych	164
10.	Żywice tiksotropowe	165
11.	Żywice do preimpregnatów i tłoczyw	169
a.	Prepolimery alilowe	169
b.	Poliestry ze stałymi środkami sieciującymi	171
c.	Dodatek katalizatorów polimeryzacji jonowej	171
d.	Zagęszczanie żywicy przez reakcję grup końcowych poliestru	172

e. Poliestry krystaliczne	174
12. Żywice z wbudowanym przyspieszaczem (preakcelerowane)	175
Literatura	177
VI. Utwardzanie żywic poliestrowych	184
1. Przebieg i kinetyka kopolimeryzacji poliestrów z monomerami	184
a. Inicjowanie	186
b. Wzrost	189
c. Zakończenie	189
2. Inicjatory polimeryzacji	189
a. Nadtlenki organiczne	198
b. Nadtlenki nieorganiczne	199
c. Inicjatory ketonolowe	200
d. Inne inicjatory	201
3. Przyspieszacze polimeryzacji	201
a. Aminy aromatyczne	203
b. Przyspieszacze zawierające metale	206
c. Inne przyspieszacze	206
4. Promotory	207
5. Inhibitory	207
a. Wiadomości ogólne	212
b. Stabilizacja żywic w praktyce	214
6. Metody utwardzania żywic poliestrowych	214
a. Metody z zastosowaniem inicjatorów	219
b. Metody radiacyjne	221
7. Badanie przebiegu kopolimeryzacji i ocena stopnia utwardzenia żywic poliestrowych	225
Literatura	229
VII. Analiza i metody badań żywic i środków pomocniczych	229
1. Oznaczanie masy cząsteczkowej i grup końcowych	231
2. Metody badań nieutwardzonych żywic poliestrowych	237
3. Metody badań utwardzonych żywic poliestrowych	240
4. Metoda badania przyspieszacza kobaltowego	240
5. Metoda badania inicjatorów	241
Literatura	242
VIII. Napełniacze, barwniki i środki pomocnicze	242
1. Napełniacze mineralne	242
2. Środki tiksotropujące	246
3. Barwniki i barwienie żywic poliestrowych	248
4. Stabilizatory UV	251
5. Wybielacze optyczne	253
Literatura	254
IX. Lakiery poliestrowe	256
1. Wiadomości ogólne	256
2. Lakiery parafinowe	258

3.	Polskie lakiery poliestrowe	260
4.	Lakiery bezparafinowe z eterów alilowych	263
5.	Lakiery z acetalu akroleiny	265
6.	Lakiery ze składnikami kwasowymi lub glikolowymi polepszającymi schnięcie powierzchni	267
7.	Nanoszenie lakierów poliestrowych	269
	Literatura	271

X.	Zastosowanie i metody przetwórstwa niewzmocnionych żywie poliestro- wych	273
1.	Płyty perlowe i galanteryjne	273
2.	Pianki poliestrowe	275
3.	Odlewy elektrotechniczne	277
	a. Metody przetwórstwa	277
	b. Materiały	280
	c. Elementy do zalewania	281
4.	Zastosowanie w budownictwie	283
5.	Rzeźby i elementy sztuki	285
6.	Kleje i szpachlówki	286
7.	Odlewy optyczne	287
8.	Zatapianie preparatów	288
9.	Odlewy do elastooptyki	289
10.	Impregnaty	289
11.	Emulsje poliestrowe	290
	Literatura	291

Część druga

Laminaty	295
---------------------------	------------

XI.	Włókno szklane	296
1.	Budowa szkła	296
2.	Otrzymywanie i rodzaje włókna szklanego	302
	a. Metoda otrzymywania włókien ciągłych (metoda Owens-Corning)	302
	b. Metoda otrzymywania włókien nieciągłych	304
3.	Własności włókna szklanego	306
	a. Struktura i wytrzymałość	306
	b. Odporność korozyjna	317
	c. Powierzchnia włókien szklanych	320
	d. Włókna rurkowe	321
4.	Przędza szklana	322
	a. Roving i spun-roving (niedoprzęd)	323
	b. Przędza z jedwabiu szklanego	327
	c. Przędza nieciągła	330
5.	Tkaniny szklane	331
6.	Tkane wzmocnienia trójwymiarowe	339
7.	Dzianiny szklane	340
8.	Włókna mielone	341

9.	Włókna cięte	344
10.	Wzmocnienia preformowane	342
11.	Maty szklane	344
a.	Maty lepione	345
b.	Maty bębnowe	351
c.	Maty łączone mechanicznie (stebnowane)	351
d.	Maty powierzchniowe	351
12.	Wykończenie powierzchni i preparacja włókna	352
a.	Preparacje włókiennicze (szlichty) i ich usuwanie	352
b.	Preparacje chemicznie czynne	353
13.	Magazynowanie tkanin i mat szklanych	360
	Literatura	361
XII.	Inne włókna używane do wzmacniania żywie poliestrowych	363
1.	Włókna azbestowe	363
2.	Krótkie mikrowłókna naturalne i sztuczne	365
3.	Naturalne włókna celulozowe	366
4.	Klasyczne włókna syntetyczne	370
5.	Włókna karbonizowane zwane również węglowymi	371
a.	Otrzymywanie włókien karbonizowanych	371
b.	Struktura włókien karbonizowanych	375
c.	Własności włókien karbonizowanych	378
d.	Obróbka powierzchniowa i modyfikacja	380
e.	Zastosowanie	380
6.	Włókna aramidowe	382
	Literatura	385
XIII.	Środki rozdzielające	387
1.	Środki rozdzielające wprowadzane do receptury tworzywa	387
2.	Środki zewnętrzne umieszczane na powierzchni form	388
a.	Środki rozdzielające powłokotwórcze	388
b.	Środki rozdzielające w postaci gotowych folii	392
	Literatura	394
XIV.	Budowa laminatów poliestrowych i ich własności	395
1.	Budowa laminatów poliestrowo-szklanych	395
a.	Wzajemne powiązanie składników laminatu	396
b.	Porowatość laminatów	410
c.	Charakterystyka przygranicznej warstwy żywicy	411
2.	Własności wytrzymałościowe laminatów	412
a.	Współdziałanie żywicy i włókna szklanego pod obciążeniem	413
b.	Charakterystyka odkształceń laminatów poliestrowo-szklanych	430
c.	Wytrzymałość doraźna	442
d.	Pękanie, wytrzymałość trwała i wytrzymałość przy naprężeniach zmiennych	467
e.	Badanie własności mechanicznych laminatów	481
3.	Własności elektryczne laminatów	482

4.	Odporność laminatów na działanie wody i czynników agresywnych	484
a.	Działanie wody	484
b.	Działanie chemikaliów	497
5.	Odporność cieplna i palność laminatów poliestrowych	503
a.	Odporność cieplna	503
b.	Palność	507
6.	Przewodność i rozszerzalność cieplna laminatów	508
7.	Odporność laminatów na gnicie, działanie owadów i porastanie	509
	Literatura	510
XV.	Ręczne formowanie laminatów	517
1.	Narzędzia do laminowania	517
2.	Modele i formy	518
3.	Sposoby laminowania ręcznego	522
a.	Przygotowanie żywic do laminowania	522
b.	Wykonywanie laminatu	524
c.	Laminowanie metodą „mokrego walka”	528
d.	Laminowanie bez formy	529
4.	Charakterystyka laminatów otrzymywanych metodą ręczną	530
5.	Tendencje rozwojowe metody ręcznej	531
	Literatura	533
XVI.	Laminowanie natryskowe	534
1.	Urządzenia natryskowe	534
2.	Technologia formowania laminatów metodą natryskową i zakres jej stosowania	537
3.	Charakterystyka wyrobów otrzymywanych metodą natryskiwania	539
	Literatura	540
XVII.	Formowanie ciśnieniowe	542
1.	Metody formowania z użyciem elastycznego worka	542
a.	Formowanie próżniowe z workiem	542
b.	Formowanie ciśnieniowo-próżniowe z workiem	543
2.	Formowanie metodą autoklawową	544
3.	Formowanie z tłoczeniem lub zassaniem między dwie formy sztywne	544
4.	Formowanie z tłoczeniem niskociśnieniowym na zimno	547
5.	Formowanie na gorąco za pomocą pras w formach metalowych dwuczęściowych	550
	Literatura	557
XVIII.	Produkcja płyt płaskich i falistych oraz profili	559
1.	Produkcja płyt płaskich i falistych	559
a.	Materiały i własności płyt	559
b.	Metody produkcji	562
2.	Formowanie profili metodą ciągłą	564
	Literatura	569

XIX. Formowanie metodą nawijania i odśrodkowego odlewania oraz produkcja rur	570
1. Metoda nawijania	570
a. Żywice	571
b. Wzmocnienia włókniste	572
c. Zakres możliwości nawijania	573
d. Sposoby impregnacji włókien	573
e. Rdzenie	575
f. Urządzenia do nawijania	578
g. Własności struktur nawijanych	588
2. Produkcja rur z poliestrów wzmocnionych	590
a. Rury nawijane	591
Literatura	600
XX. Wyroby przekładkowe	602
1. Rdzenie lekkie do wyrobów przekładkowych	603
2. Wyrób przedmiotów o budowie przekładkowej	607
Literatura	612
XXI. Wzmocnione tłoczywa poliestrowe	613
1. Tłoczywa typu DMC	614
a. Skład tłoczyw poliestrowych DMC	615
b. Metody otrzymywania tłoczyw poliestrowych DMC	617
c. Tłoczywa otrzymywane w mieszalnikach sigma (otrzymywanie i własności)	617
d. Tłoczywa suche syplikie otrzymywane metodą Brennera	639
e. Tłoczywa suche syplikie otrzymywane na walcach i rozdrabniarkach	640
f. Metody badań i typizacja własności tłoczyw poliestrowych DMC oraz ich klasyfikacja	640
2. Tłoczywa warstwowe — SMC	645
a. Technika wytwarzania tłoczyw SMC i ich rozwój	648
3. Przetwórstwo tłoczyw poliestrowych	654
a. Wiadomości ogólne	654
b. Przetwórstwo przy użyciu pras hydraulicznych	659
c. Formy do prasowania i ich konstrukcje	661
d. Przetwórstwo wtryskowe tłoczyw	664
Literatura	672
XXII. Poliestrowo-szklane materiały preimpregnowane	677
1. Własności	677
2. Typy i otrzymywanie	679
a. Metody produkcji preimpregnatów z tkanin szklanych	679
b. Badanie płynięcia preimpregnatów	680
c. Przetwórstwo preimpregnatów z tkanin i taśm	681
d. Zastosowanie	683
Literatura	683

XXIII. Zagadnienia bezpieczeństwa i higieny pracy podczas produkcji laminatów poliestrowo-szkłanych	685
1. Niebezpieczeństwo pożaru oraz środki zabezpieczające przed pożarem	685
2. Szkodliwe oddziaływanie materiałów i warunków produkcyjnych na organizm ludzki oraz środki zapobiegawcze	688
Literatura	691
XXIV. Przykłady typowych zastosowań laminatów poliestrowych	692
1. Okrętownictwo i szkutnictwo	694
2. Lotnictwo i technika rakiетowa	696
3. Kolejnictwo i przemysł motoryzacyjny	698
4. Przemysł chemiczny, spożywczy i naftowy	701
5. Budownictwo	703
6. Elektrotechnika i przemysł maszynowy	705
7. Technika ogólnowojskowa	707
8. Inne różne zastosowania	708
Literatura	710
Skorowidz rzeczowy	712