

**Ewa Głowińska  
Paulina Parcheta-Szwindowska  
Janusz Datta**

# **WSTĘP DO TECHNOLOGII POLIMERÓW**

**Gdańsk 2022**

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO  
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

*Dariusz Mikielewicz*

RECENZENT

*Henryk Galina*

REDAKCJA JĘZYKOWA

*Agnieszka Frankiewicz*

SKŁAD I PROJEKT OKŁADKI

*Wioleta Lipska-Kamińska*

Wydano za zgodą  
Rektora Politechniki Gdańskiej

Oferta wydawnicza Politechniki Gdańskiej jest dostępna pod adresem  
<https://www.sklep.pg.edu.pl>

Utwór nie może być powielany i rozpowszechniany, w jakiegokolwiek formie  
i w jakikolwiek sposób, bez pisemnej zgody wydawcy.

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2022

ISBN 978-83-7348-875-5

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

---

Wydanie I. Ark. wyd. 3,4, ark. druku 4,25, 1272/1195

---

Druk i oprawa: Volumina.pl sp. z o. o.  
ul. Księcia Witolda 7-9, 71-063 Szczecin, tel. 91 812 09 08

## Spis treści

Od autorów .....	5
<b>CZĘŚĆ TEORETYCZNA .....</b>	<b>7</b>
1. Metody polimeryzacji – podstawowe informacje .....	7
2. Podstawy identyfikacji tworzyw sztucznych .....	14
3. Wstęp do przetwórstwa mieszanek kauczukowych – otrzymywanie gumy .....	25
3.1. Kauczuki .....	26
3.2. Środki wulkanizujące .....	28
3.3. Przyspieszacze wulkanizacji .....	29
3.4. Aktywatory wulkanizacji siarkowej .....	29
3.5. Napelniacze .....	29
3.6. Zmiękczacze .....	30
4. Wstęp do technologii przetwórstwa termoplastów metodą wtrysku .....	35
4.1. Wskaźnik szybkości płynięcia .....	36
4.2. Budowa wtryskarki .....	37
5. Wstęp do technologii poliuretanów .....	40
5.1. Techniki formowania elastomerów poliuretanowych .....	41
6. Depolimeryzacja jako przykład recyklingu tworzyw sztucznych .....	46
7. Pomiary właściwości mechanicznych w warunkach statycznych próbek polimerowych .....	50
<b>CZĘŚĆ EKSPERYMENTALNA .....</b>	<b>54</b>
LABORATORIUM NR 1: Rodnikowa polimeryzacja styrenu .....	54
LABORATORIUM NR 2: Identyfikacja tworzyw sztucznych .....	56
LABORATORIUM NR 3: Zasady sporządzania mieszanek kauczukowych oraz ich dalszy przerób na materiały elastyczne .....	57

---

LABORATORIUM NR 4:	
Wstęp do technologii przetwórstwa termoplastów metodą wtrysku – wskaźnik szybkości płynięcia .....	59
LABORATORIUM NR 5:	
Przetwórstwo wtryskowe termoplastów .....	61
LABORATORIUM NR 6:	
Wstęp do technologii poliuretanów .....	62
LABORATORIUM NR 7:	
Depolimeryzacja termiczna PMMA jako przykład recyklingu tworzyw sztucznych ...	64
LABORATORIUM NR 8:	
Pomiary właściwości mechanicznych w warunkach statycznych materiałów polimerowych .....	65
Załącznik: Terminologia angielska w technologii polimerów .....	66

## Od autorów

Treści zawarte w niniejszym skrypcie mają przybliżyć Czytelnikowi zagadnienia związane z syntezą wybranych polimerów, identyfikacją tworzyw, przetwórstwem oraz recyklingiem. Zgodnie z założeniem autorów podręcznik ma być przydatny nie tylko studentom, ale także innym osobom, które zaczynają się zajmować technologią polimerów, oraz stanowić źródło informacji na temat bezpiecznych zachowań w pracy – w hali technologicznej czy w laboratorium. Wiedza o materiałach polimerowych – naturalnych i syntetycznych – jest współcześnie niezbędna dla poznania ewolucji, jaka nastąpiła w ich technologii. Poznając podstawy wybranych rozwiązań technicznych i materiałowych, Czytelnik zdobędzie wiedzę, która pozwoli mu właściwie wykorzystać materiał polimerowy w wybranym zastosowaniu.

Niniejszy skrypt podzielono na dwie części. W części pierwszej (teoretycznej) omówiono wybrane zagadnienia technologiczne. Na początku w sposób ogólny przedstawiono metody syntezy związków wielkocząsteczkowych, tak by jedynie wskazać podstawy procesów chemicznych – syntezy niektórych polimerów – i przekazać Czytelnikowi podstawy wiedzy w tym zakresie. Dalej zaprezentowano sposoby identyfikacji polimerów. Opanowanie podstawowych technik identyfikacji materiałów polimerowych jest bardzo ważne, gdyż pozwala zdobyć umiejętność dokonywania wstępnej oceny jakości wyrobów z tworzyw sztucznych na drodze analizy (chemicznej, fizycznej). Prace takie prowadzi się również w celu stwierdzenia ewentualnych wad produktu i podjęcia prób ustalenia przyczyn ich powstawania. Taka wiedza umożliwi przeprowadzenie korekty technologicznej i tym samym przyczynia się do ulepszenia produkcji, jest więc bardzo cenna. Umiejętność identyfikacji polimeru pozwala np. na optymalne dobranie środków adhezyjnych (klejów, primerów), często niezbędnych w wyrobach wielomateriałowych. Przetwórstwo polimerów odgrywa kluczową rolę w gospodarce wielu krajów, z pewnością zaś w Polsce. Dlatego też w niniejszym skrypcie omówiono przykładowe przetwórstwo termoplastów techniką wtryskową. Podano parametry wtrysku i opisano procedurę postępowania. Ważnym działem produkcji w wielu krajach jest przemysł gumowy (np. opony czy pasy transmisyjne). Z tego względu omówiono przetwórstwo mieszanek kauczukowych oraz proces wulkanizacji. Opisano także, dość skomplikowane, przetwórstwo systemów poliuretanowych przy użyciu agregatu dozująco-mieszającego. Taki sposób przedstawienia przetwórstwa polimerów ma na celu uzmysłowienie różnorodności charakteryzującej praktykę przemysłową i zachęcenie Czytelnika do dalszego jej poznawania. Każdy proces wytwarzania materiału kończy ocena jego jakości. Przedostatni rozdział pierwszej części skryptu ukazuje depolimeryzację jako

przykład recyklingu tworzyw sztucznych, który może znaleźć zastosowanie w przemyśle. W ostatnim rozdziale książki omówiono pomiary właściwości mechanicznych w warunkach statycznych – jako podstawowe badania materiałów polimerowych.

Druga część skryptu zawiera instrukcje do ośmiu zajęć laboratoryjnych w ramach przedmiotu *wstęp do technologii polimerów* jako zadań praktycznych, które zostały skorelowane z treściami pierwszej części podręcznika, tak aby student mógł szybko opanować wiedzę niezbędną do zajęć praktycznych.

Autorzy skryptu mają nadzieję, że opisane zagadnienia ułatwią studentom, szczególnie kierunków *technologia chemiczna* oraz *inżynieria materiałowa*, proces uczenia się poprzez zebranie w jednym miejscu problematyki będącej przedmiotem wykładów i zajęć laboratoryjnych, co powinno się także przyczynić do podniesienia jakości uczenia się.

Autorzy dziękują wszystkim, którzy w jakikolwiek sposób pomogli w przygotowaniu instrukcji do zajęć.