

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie



Profesor Wacław Królikowski

– twórca i pionier polskiej szkoły
kompozytów polimerowych

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

**Profesor Wacław Królikowski
– twórca i pionier polskiej szkoły
kompozytów polimerowych**

pod redakcją
Andrzeja K. Błędzkiego, Jolanty Janik,
Magdaleny Urbaniak

Szczecin 2022

Patronat

JM Rektor Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie

dr hab. inż. Jacek Wróbel, prof. ZUT

Dziekan Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej

prof. dr hab. inż. Rafał Rakoczy

Fotografie

archiwum prywatne,

archiwum ZUT

Wydano za zgodą Rektora Zachodniopomorskiego Uniwersytetu
Technologicznego w Szczecinie

ISBN 978-83-7663-341-1

Niniejsza publikacja poświęcona jest pamięci Profesora Wacława Królikowskiego i została wydana z okazji uroczystości uczczenia Jego pamięci, która odbyła się 13 czerwca 2022 r. na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej ZUT w Szczecinie. W budynku „starej chemii”, po przeprowadzeniu nominacji Sali Wykładowej im. Profesora Wacława Królikowskiego i otwarciu wystawy poświęconej Profesorowi, odbyła się konferencja naukowa, tematycznie związana z działalnością naukowo-badawczą Profesora, pt. „Kompozyty w PS / ZUT”.

Wydawnictwo Uczelniane

Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie

70-311 Szczecin, al. Piastów 48

tel. 91 449 47 60, e-mail: wydawnictwo@zut.edu.pl

*Umiejętności dopotąd są jeszcze próżnym wynalazkiem, może
czczym tylko rozumu wywoдем albo próżniactwa zabawą, dopokąd nie są
zastosowane do użytku narodów...*

ks. Stanisław Staszic



Profesor Waław Królikowski z żoną Ewą, 2014 r.

Profesor Waław Królikowski zmarł 30 listopada 2021 r. w Szczecinie w wieku 94 lat. Pełen życia i energii do działania, odszedł nagle, mając jeszcze wiele rodzinnych i zawodowych planów. Pozostawił żonę Ewę oraz synów Marcina i Piotra. Zawsze podkreślał, że to, do czego doszedł oraz to, że mógł realizować swoje pasje i zainteresowania, zawdzięcza Rodzinie, która w Jego życiu była najważniejsza. Był człowiekiem szlachetnym, pomocnym, z charyzmą i perspektywicznym spojrzeniem na świat i na przyszłość, towarzyszem wspólnych wyjazdów, wielkim naukowcem, praktykiem, wielopokoleniowym mentorem i wspaniałym nauczycielem akademickim, „zarażającym” swoją ciekawością poznawania, miłośnikiem żeglarstwa, narciarstwa i turystyki górskiej.

Życie i kariera naukowa

Życiorys Wacława Królikowskiego (1927–2021)

Szkoła i studia

Wacław Królikowski urodził się 24 stycznia 1927 r. w Lublinie. Ojciec Stanisław Królikowski, legionista II Brygady, był zawodowym oficerem Wojsk Polskich w stopniu majora, a matka Maria z Załuskich ukończyła studia na Uniwersytecie Jana Kazimierza we Lwowie, uzyskując tytuł doktora filozofii. Była nauczycielką szkół średnich.

Pod koniec 1942 roku Wacław Królikowski, w wieku 15 lat, wstąpił do Armii Krajowej w Lublinie. Po wejściu do Lublina wojsk sowieckich kontynuował działalność konspiracyjną, za co w lutym 1946 roku został aresztowany przez UB i osadzony w piwnicy przy ul. Spokojnej w Lublinie. W maju tego roku przeniesiony został do więzienia na Zamku Lubelskim, gdzie odbył się jeden z pierwszych procesów AK, w którym uczestniczył. W wyniku tego procesu został skazany na 8 lat więzienia, w zawieszeniu na 5 lat. Po wyjściu z więzienia we wrześniu 1946 roku zdał maturę w Państwowym Technikum Chemicznym w Lublinie. Przez całe swoje życie nie był członkiem żadnej partii politycznej. Po uzyskaniu matury podjął studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej. Dyplom magistra inżyniera uzyskał w 1951 r. w zakresie technologii chemicznej.

Przemysł tłuszczowy – badania i technologia

Po ukończeniu studiów rozpoczął pracę w Zakładach Przemysłu Tłuszczowego w Budowie w Brzegu nad Odrą jako kierownik Działu Kontroli Jakości. Do Jego obowiązków należało zorganizowanie Laboratorium Kontroli Technicznej. Był też zaangażowany w budowę Oddziału Ekstrakcji i Tłoczni Olejów oraz w uruchomienie produkcji. W 1953 r. przeniósł się na własną prośbę do Centralnego Laboratorium Przemysłu Tłuszczowego w Gliwicach, gdzie zajmował się opracowaniem metod analitycznych surowców i produktów niezbędnych dla intensywnie rozwijającego się przemysłu tłuszczowego. W 1954 r. podjął pracę, przyjmując propozycję prof. H. Niewiadomskiego, na stanowisku asystenta (później adiunkta) w jednostce badawczej Instytutu Przemysłu Tłuszczowego z siedzibą w Warszawie (filia Politechniki Gdańskiej), gdzie wykonywał wiele prac technologicznych, także na terenie Zakładów Przemysłu Tłuszczowego „Amada” w Gdańsku. Problematyka badawcza, którą wówczas się zajmował, obejmowała rafinację olejów jadalnych, procesy katalitycznego uwodorniania olejów roślinnych oraz technologię produkcji margaryny. W 1954 r. otrzymał zespołową nagrodę Ministra Przemysłu Rolnego

i Spożywczego za opracowanie dotyczące technologii margaryny prowadzące do uzyskania znacznych efektów oszczędnościowych.

Stocznia Marynarki Wojennej

W 1956 r. po rozwiązaniu gdańskiej filii Instytutu Przemysłu Tłuszczowego rozpoczął pracę w Stoczni Marynarki Wojennej (SMW) w Gdyni, gdzie podjął się zorganizowania Centralnego Laboratorium zajmującego się badaniami różnych materiałów, szczególnie tworzywami konstrukcyjnymi z żywic poliestrowych wzmocnionych włóknem szklanym, które stanowiły wówczas w Polsce całkowicie nowe i nieznane materiały. Jako kierownik tego laboratorium SMW zorganizował i skompletował wielojęzyczny księgozbiór techniczno-naukowy, obejmujący w chwili jego odejścia z tej placówki ok. 1000 tomów z dziedzin związanych z tematyką prac (w tym wiele pozycji unikatowych). W księgozbiorze tym znajdowało się stale abonowanych ok. 45 miesięczników techniczno-naukowych w językach polskim, rosyjskim, angielskim, niemieckim i francuskim, wiele unikatowych pozycji książkowych z dziedziny tworzyw sztucznych i kompozytów, 5 zachodnich miesięczników, które z chwilą przejścia do pracy na Politechnice Szczecińskiej zostały przekazane bibliotece tej uczelni, wzbogacając dział tworzyw sztucznych i kompozytów.

Pracując w Stoczni Marynarki Wojennej, brał udział w uruchamianiu produkcji różnych jednostek pływających (cywilnych i wojskowych) z tworzyw sztucznych (kompozytów), najpierw na bazie półproduktów z importu, potem zaś z surowców krajowych – po uruchomieniu ich produkcji w Polsce i przebadaniu ich przydatności. W tym początkowym okresie w 1957 roku został delegowany przez MON, dla zapoznania się z półproduktami do produkcji tworzyw wzmocnionych i technologiami ich wytwarzania i przetwórstwa, na sześciotygodniowy staż do Francji i RFN. Współpracował też ściśle z odpowiednimi biurami konstrukcyjnymi i Instytutem Okrętowym Politechniki Gdańskiej (z prof. Jerzym Doerfferem) w zakresie projektowania konstrukcji i technologii wykonawstwa sprzętu pływającego z tworzyw sztucznych oraz z Polskim Rejestrem Statków w zakresie opracowania przepisów dotyczących ich budowy i odbioru.

Zorganizował też, będąc pracownikiem SMW, w ramach koła SIMP oraz NOT dwie ogólnopolskie konferencje naukowo-techniczne w Gdyni-Okseyiu (1962 r. i 1967 r.), poświęcone tworzywom wzmocnionym pt. „Laminaty poliestrowo-szklane otrzymywane metodą ręczną” i „Laminaty poliestrowo-szklane w budownictwie okrętowym”. Konferencje te, w których brało udział około 200 osób z całego kraju, przyczyniły się istotnie do rozwoju wytwarzania i zastosowań tworzyw wzmocnionych w różnych dziedzinach techniki w Polsce; były to pierwsze fora wymiany doświadczeń technologicznych i badawczych.

W okresie pracy w Stoczni Marynarki Wojennej, trwającej do 1968 roku, W. Królikowski opublikował w różnych czasopismach techniczno-naukowych i materiałach

konferencyjnych 52 opracowania eksperymentalne i artykuły, w tym 10 za granicą, dotyczące tworzyw wzmocnionych. Uzyskał 3 udzielone z tej dziedziny patenty. Był też inicjatorem i głównym współautorem monografii (M. Berger, W. Królikowski, G. Mizgier, Poliestry wzmocnione w budownictwie okrętowym, Wydawnictwo Morskie, Gdynia 1961), która jest pierwszą polską monografią dotyczącą tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknem szklanym. Brał też udział w międzynarodowych konferencjach naukowo-technicznych dotyczących tworzyw wzmocnionych, wygłaszając referaty w 1962 roku w Londynie oraz w 1965 i 1967 roku w Berlinie.

Został także członkiem Rady Naukowo-Technicznej Stałej Komisji Przemysłu Chemicznego RWPG (problem nr 4 : „Tworzywa wzmocnione włóknem szklanym”). Będąc członkiem tej rady, brał udział jako delegat PRL w kolejnych latach w jej posiedzeniach – dwukrotnie w Moskwie i Berlinie, raz w Budapeszcie, Warszawie, Poczdamie i Pieszczanach k. Bratysławy. W czasie posiedzeń tej rady wygłosił 2 referaty w Berlinie, jeden w Moskwie; przy okazji miał też możliwość zwiedzenia ośrodków badawczych i produkcyjnych w tych krajach. W 1962 roku za działalność techniczno-zawodową w Stoczni MW został odznaczony przez Radę Państwa Złotym Krzyżem Zasługi.

Politechnika Szczecińska (PS)

W 1965 roku podjął pracę na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej w Katedrze Włókien Chemicznych, jako dojeżdżający z Gdyni nauczyciel akademicki, prowadząc zajęcia z przedmiotu chemia i technologia tworzyw sztucznych, w wymiarze 45 godzin wykładów w semestrze, dla studentów ostatniego roku specjalizacji włókien chemicznych Wydziału Chemicznego PS. Wykłady te w takiej formie prowadził przez 3 lata do 1968 roku.

W 1966 roku za współudział w pracy, pt. „Zastosowanie żywic poliestrowych wzmocnionych włóknem szklanym do budowy jednostek pływających i innego sprzętu technicznego, prace naukowo-badawcze i konstrukcyjno-technologiczne, wykonanie prototypów i uruchomienie produkcji prowadzonej w latach 1957–1965”, uzyskał nagrodę zespołową Ministra Obrony Narodowej.

W 1967 r. jako pracownik Stoczni Marynarki Wojennej uzyskał stopień doktora nauk technicznych na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej za pracę pt. „Niektóre własności laminatów poliestrowo-szklanych z zakresu struktury, chemii i technologii w świetle zjawisk zachodzących w czasie ich rozciągania” (promotor prof. Włodzimierz Łaskawski).

Wacław Królikowski na stałe z Politechniką Szczecińską związał się we wrześniu 1968 r., kiedy jako doktor inżynier został zatrudniony na Wydziale Chemicznym Politechniki Szczecińskiej i powołany na stanowisko docenta, co wiązało się z przeprowadzką całej Rodziny z Gdyni do Szczecina. Docentowi W. Królikowskiemu powierzono funkcję kierownika Zespołu Tworzyw Sztucznych w Katedrze Włókien

Chemicznych, a następnie – po zmianach organizacyjnych na Wydziale w nowo powstałym Instytucie Technologii Chemicznej – kierownika Zakładu Tworzyw Sztucznych i Powłok Ochronnych. Zakład ten doc. W. Królikowski zorganizował od podstaw; funkcję kierownika pełnił do 1991 r., w którym na bazie Zakładu powołano Instytut Polimerów; był jego dyrektorem aż do przejścia na emeryturę pod koniec 1997 r.

W 1985 roku Rada Państwa przyznała doc. dr. inż. Wacławowi Królikowskiemu tytuł profesora nadzwyczajnego, a w 1992 roku Minister Edukacji Narodowej mianował go profesorem zwyczajnym na Politechnice Szczecińskiej. W okresie pracy na PS uzyskał za badania naukowe i publikacje Nagrody MNSzWiT: indywidualną II stopnia (w 1976 r.) oraz 3-krotnie zespołową II stopnia (w latach 1980, 1983, 1987).

Współpraca z przemysłem

Na podkreślenie zasługują sukcesy prof. Królikowskiego we współpracy z przemysłem, w tym wdrożenia w Krośnieńskich Hutach Szkła technologii produkcji wzmocnionych tłoczyw poliestrowych różnych typów, przeznaczonych dla przemysłu elektromaszynowego, a także tłoczyw epoksydowych do zastosowań elektronicznych. Pod kierunkiem Profesora oparte na surowcach krajowych wzmocnione włóknem szklanym tłoczywa poliestrowe typu miękkiego (*dough moulding compounds* – DMC) zostały wdrożone do produkcji przemysłowej w Krośnieńskich Hutach Szkła (KHS) w 1978 roku. W pierwszych trzech kwartałach 1979 roku wyprodukowano w KHS 190 t tych tłoczyw. Efekt wdrożeniowy z tytułu antyimportu wyniósł za ten okres 13 milionów zł. Odpis na fundusz efektów wdrożeniowych dla PS i zespołu za ten okres wyniósł 1,4 miliona zł. Produkowane w KHS tłoczywa poliestrowe wg technologii zaproponowanej przez zespół Profesora, o nadanej przez ten zespół nazwie Estrudur, znalazły antyimportowe, rosnące stale, zastosowanie w różnych zakładach, głównie przemysłu elektromaszynowego, np. w zakładach: BELMA w Bydgoszczy, APATOR w Toruniu, ESTER w Łodzi. Produkcja tych tłoczyw w KHS przed rokiem transformacji ustrojowej wyniosła ok. 1500 t na rok. Zespół Profesora wprowadzał do tej produkcji sukcesywnie opracowywane nowe typy tłoczyw, np. tłoczywa samogasnące z udziałem jako uniepalniacza krajowego wodzianu trójtlenku glinu, tłoczywa elektroprowadzące i antystatyczne, te ostatnie dla zastosowań przeciwwybuchowych w kopalniach oraz specjalnych – na komory łukowe wyłączników małoolejowych dla Zakładów Aparatury Wysokiego Napięcia ZWAR w Warszawie. Za prace badawczo-rozwojowe zespół Profesora otrzymał Nagrodę Wojewódzką NOT w Krośnie, II stopnia (w 1987 r.). W kolejnych latach wprowadzono opracowane antyimportowe tłoczywa epoksydowe dla hermetyzacji układów scalonych w Centrum Naukowo-Produkcyjnych Półprzewodników CEMI w Warszawie. Te elektroniczne tłoczywa epoksydowe pod nazwą Epolit wytwarzane były w CEMI w ilości ponad 100 t rocznie. Po zmianach ustrojowych w kraju wytwarzanie tych tłoczyw przejęła prywatna firma.

Współpraca zagraniczna

Profesor Wacław Królikowski jako uznany ekspert z zakresu kompozytów polimerowych współpracował z zagranicznymi jednostkami badawczymi, zwłaszcza niemieckimi (Karlsruhe, Darmstadt, Hannover, Aachen, Drezno, Kassel), ale również we Francji, w Kanadzie i Rydze, której efektem były m.in. liczne staże i stypendia dla współpracowników. Na zaproszenie strony niemieckiej (prof. G. Ehrenstein) i za zgodą MNSWiT zaangażowany został na rok (od września 1980 do września 1981 roku) jako *Gastprofessor* w Instytucie für Werkstofftechnik Universität – Gesamthochschule Kassel (RFN). Prowadził tam dla studentów wyższych lat Wydziału Mechanicznego wykłady z zakresu chemii żywic termoutwardzalnych oraz właściwości i metod wytwarzania tworzyw wzmocnionych. Prowadził także badania nad właściwościami wytrzymałościowymi i sprężystymi wzmocnionych tłoczyw poliestrowych w wysokich temperaturach, w zależności od struktury łańcucha poliestrowego i chemicznego zagęszczania żywic. Wyniki tych prac przedstawił m.in. w Kassel w czasie organizowanych przez tamtejszy instytut otwartych seminariów (wygłosił referaty pt. „Tłoczywa wzmocnione – struktura, właściwości, kierunki rozwoju” oraz „Rola warstwy granicznej w tworzywach wzmocnionych włóknem szklanym”).

Uczestniczył również jako referent w wielu krajowych, międzynarodowych i zagranicznych konferencjach naukowo-technicznych, takich jak „Reinforced Plastics” w Londynie, „Vystužene Plasty” w Karłowach Varach, w CSRS, „Verstärkte Plaste” w Berlinie i Dreźnie, w NRD, „Verstärkte Kunststoffe” we Freudenstadt, w Mainz, Berlinie, w RFN. Jako ekspert delegowany bywał też przez różne ministerstwa do Wielkiej Brytanii, NRD, WRL, CSRS, ZSRR, RFN i Francji.

W 1973 roku odbył 3-miesięczny staż naukowo-techniczny w RFN jako stypendysta DAAD, w czasie którego odwiedził 22 instytucje: katedry szkół wyższych, instytuty badawcze i jednostki przemysłowe, zajmujące się tworzywami sztucznymi, szczególnie wzmocnionymi.

W ramach stypendium francuskiego był także na 3-miesięcznym stażu w CNRS i Ecole d'Application d'Hautes Polymeres w Strassburgu. Dzięki tym różnym pobytom zagranicznym miał możliwość poznania placówek badawczych i przemysłu tworzyw wzmocnionych w wielu krajach Europy, a szczególnie w RFN i NRD. Uzyskane tam informacje pomogły Profesorowi istotnie w ustawieniu tematyki badań, głównie technologicznych na PS, na poziomie aktualnych na świecie zagadnień i trendów rozwojowych. Nawiązał też dwustronną współpracę badawczą z Katedrą Chemicznej Technologii Polimerów Politechniki Ryskiej, którą odwiedził dwukrotnie. W roku 1988 przebywał też 3 miesiące jako *visiting professor* w McMaster University w Kanadzie w Instytucie Polimerów oraz dwa tygodnie w Instituto de Estrutura de la Materia w Madrycie.

Ogólnopolskie organizacje

Profesor Królikowski angażował się też w działalność różnorodnych gremiów na szczeblu ogólnokrajowym. Był m.in. przewodniczącym Zespołu Koordynacyjnego Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego ds. Włókien Węglowych i Kompozytów z ich Udziałem, członkiem polskiej delegacji na posiedzeniach Rady Naukowo-Technicznej problemu badawczego „Tworzywa wzmocnione” Stałej Komisji Przemysłu Chemicznego Rady Wzajemnej Pomocy Gospodarczej. W latach 1994–2004 był przewodniczącym Sekcji Materiałów Kompozytowych Komitetu Nauki o Materiałach PAN oraz współzałożycielem Polskiego Towarzystwa Materiałów Kompozytowych.

Publikacje i konferencje

Profesor jest autorem / współautorem ponad 130 artykułów w czasopismach naukowo-technicznych oraz ok. 150 publikacji w materiałach konferencji krajowych i zagranicznych, a także 32 patentów. Ważną pozycję w Jego dorobku naukowym stanowią książki dotyczące polimerowych tworzyw konstrukcyjnych i włókien wzmacniających. Profesor jest autorem lub współautorem 7 książek wydanych w renomowanych wydawnictwach, w tym m.in. monumentalnego dzieła „Żywice i laminaty poliestrowe”, opublikowanego wspólnie z prof. Piotrem Penczkem i doc. Zofią Kłosowską-Wołkowicz (wydanie pierwsze z 1969 r. oraz uaktualnione drugie wydanie z 1986 r., a także trzecie wydanie z 2010 r. z udziałem innych autorów).

Cenione w środowisku naukowców i praktyków są też autorskie książki prof. W. Królikowskiego: *Tworzywa wzmocnione i włókna wzmacniające*, WNT, 1988 oraz *Polimerowe kompozyty konstrukcyjne*, PWN, 2012 (książka przygotowana i wydana już na emeryturze).

Profesor był również organizatorem ogólnopolskich sympozjów i konferencji dotyczących kompozytów polimerowych „Konstrukcyjne kompozyty polimerowe” (w 1989, 1994 i 1997 r.), a następnie od 2001 roku współorganizatorem cyklu konferencyjnego *Materiały Polimerowe „Pomerania-Plast”*. W 1997 roku organizował także w Szczecinie, w ramach kolejnego walnego Zjazdu PTChem, ogólnopolskie sympozjum „Synteza i przetwórstwo polimerów”.

Dydaktyka, absolwenci, kadra

W okresie aktywności zawodowej Profesora na Politechnice Szczecińskiej (obecnie Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie) prowadzoną przez Zakład, a potem Instytut Polimerów pod jego kierunkiem specjalizację dydaktyczną technologia tworzyw sztucznych ukończyło ponad 100 magistrów studiów dziennych i ok. 20 inżynierów studiów wieczorowych. Wypromował 11 doktorów (ostatnia promocja w 2012 r.), był też recenzentem 20 prac doktorskich (w tym 5 na uczelniach

niemieckich w Dreźnie i Kassel). Spod jego „skrzydeł” tytuł profesora tytularnego uzyskało 4 pracowników (Andrzej Błędzki, Tadeusz Spychaj, Artur Bartkowiak, Zbigniew Czech).

Okres emerytury

Po przejściu na emeryturę w 1997 r. prof. W. Królikowski bardzo aktywnie uczestniczył z życia PS / ZUT w Szczecinie; prowadził nadal prace badawcze i zajęcia dydaktyczne. W latach 2013, 2014 i 2015 prowadził autorski wykład (30 godzin) pod tytułem „Polimerowe kompozyty konstrukcyjne” dla studentów kilku wydziałów ZUT. Brał też udział (kilkukrotnie) w „JEC-Composites Show and Conference” w Paryżu, w Międzynarodowych Targach Tworzyw Sztucznych i Kauczuku w Düsseldorfie oraz w Targach „Kompozyt-EXPO” w Krakowie, a także w międzynarodowych i krajowych konferencjach oraz spotkaniach naukowych.

Doctor honoris causa

Za wybitne zasługi dla nauki, obejmujące wielki wkład w rozwój technologii i inżynierii materiałów polimerowych, osiągnięcia organizacyjne, w tym zasługi dla Politechniki Szczecińskiej oraz Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, a zwłaszcza za znakomitą współpracę z przemysłem i kształcenie młodej kadry, Uchwałą Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie z dnia 28 listopada 2016 roku, wspartego uchwałami Rady Naukowej Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi oraz Senatów Politechniki Rzeszowskiej i Politechniki Wrocławskiej nadano prof. W. Królikowskiemu tytuł doktora honoris causa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Uroczystość nadania tytułu odbyła się 27 marca 2017 r. w murach tej uczelni.

J. Janik, A. Błędzki, J. Polaczek



Jubileusz 60-lecia prof. W. Królikowskiego. Uroczystość odbyła się 23 stycznia 1987 r. w auli „starej chemii” Politechniki Szczecińskiej. Na zdjęciu współpracownicy z Zakładu Tworzyw Sztucznych i Powłok Ochronnych, pracownicy PS oraz zaproszeni goście



Konferencja „Kompozyty i kompozycje polimerowe”, 1994, Szczecin (aula „nowej chemii”). Przemawia ówczesny dziekan prof. T. Wasąg; prof. W. Królikowski przewodniczy obradom konferencyjnym

Jubileusz 70-lecia prof. W. Królikowskiego podczas konferencji „Kompozyty i kompozycje polimerowe”, Świnoujście, 1997 r.



Jubilat i współpracownicy z Zakładu oraz ówczesny rektor PS prof. S. Berczyński i dziekan WTiCh prof. K. Kałucki



Jubilat i prof. D. Żuchowska z Politechniki Wrocławskiej, która przyjaźniła się z Profesorem od lat 60. ub.w.



Obrady Polskiego Towarzystwa Materiałów Kompozytowych, które prowadzi prof. W. Królikowski

Jubileusz 80-lecia prof. W. Królikowskiego w trakcie Ogólnopolskiej Konferencji „Pomerania-Plast 2007” w maju 2007 r. w Kołobrzegu



Jubilat, prof. T. Spychaj, prof. A. Błędzki oraz najbliżsi współpracownicy



Otwarcie konferencji. Od prawej: Jubilat oraz ówczesny prorektor ds. nauki prof. R. Kałęńczuk, prof. T. Spychaj, ówczesny dziekan WTiCh prof. E. Milchert i dr inż. J. Janik



Profesor W. Królikowski (w środku) na Targach Kompozytowych EXPO w Krakowie, 2015 r., w towarzystwie prof. T. Spychaja, prof. A. Błądzkiego i studentów z Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej



U zaprzyjaźnionych „kompozytowców” z Politechniki Wrocławskiej, podczas targów EXPO w Krakowie, 2014 r., od lewej prof. W. Królikowski, dr inż. M. Barcikowski, dr. hab. inż. W. Błazejewski, prof. PW. Podczas targów Profesor promuje swoją ostatnią książkę „Polimerowe kompozyty konstrukcyjne”



Profesor W. Królikowski na Targach JEC w Paryżu, 2014 r.



Konferencja „Pomerania-Plast 2016”, Międzyzdroje 2016 r. Wykład prof. W. Królikowskiego z okazji jubileuszu 65 urodzin prof. T. Spychaja



Spotkanie z okazji 90 urodzin prof. W. Królikowskiego, 24 stycznia 2017 r., z najbliższymi współpracownikami w Zakładzie Technologii Materiałów Polimerowych Instytutu Polimerów; „stara chemia”, pokój Profesora nr 38. Na zdjęciu Jubilat oraz m.in. od lewej E. Fabrycy, T. Spychaj, A. Błędzki, A. Bartkowiak, S. Spychaj

Uroczystość nadania tytułu doktora honoris causa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie prof. W. Królikowskiemu, 23 marca 2017 r.



Wykład Doktora Honorowego W. Królikowskiego pt. „Polimerowe kompozyty konstrukcyjne z włóknami szklanymi”



Od lewej prof. T. Spychaj (promotor), prof. R. Kaleńczuk (dziekan WTiCh), prof. W. Królikowski, JM Rektor J. Wróbel, prorektor ds. nauki J. Przepiórski



W uroczystości wzięli udział także Rodzina Profesora



oraz jego najbliżsi współpracownicy, pracownicy ZUT oraz zaprzyjaźnieni przedstawiciele polskich i zagranicznych jednostek naukowo-badawczych

Ostatnie spotkania uczelniane, w których uczestniczył prof. W. Królikowski, październik 2021 r.; towarzyszył Profesorowi i był dla niego dużym wsparciem prof. A. Błędzki



Uroczystość nadania tytułu doktora honoris causa prof. M. Kleiberowi; od lewej prof. R. Sikora, prof. W. Królikowski oraz prof. A. Błędzki



Inauguracja roku akademickiego 2021/2022 na ZUT w Szczecinie

Wspomnienia o Profesorze

Profesor W. Królikowski, jako twórca i pionier polskiej szkoły kompozytów polimerowych, międzynarodowy autorytet w zakresie technologii tworzyw sztucznych i materiałów kompozytowych (w tym wzmocnionych włóknami), należy do grupy pracowników Wydziału, dziś noszącego nazwę Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, którzy w sposób istotny przyczynili się do jego rozwoju poprzez stworzenie rozpoznawalnej w kraju i za granicą marki: Instytut Polimerów oraz bazy naukowej i kadry naukowo-dydaktycznej. Jego zainteresowania naukowe obejmowały polimerowe materiały konstrukcyjne, zwłaszcza wzmocnione włóknami, także fizyczne i mechaniczne właściwości tworzyw polimerowych, włókna wzmacniające (szklane, węglowe), napelniacze do tworzyw polimerowych, problemy adhezji polimer / włókno lub napelniacz; technologie przetwórstwa tworzyw polimerowych, polimeryzację monomerów allilowych oraz modyfikacje polimerów rozwijał nie tylko w kraju, ale i na całym świecie – zarówno w sferze naukowej, jak i przemysłowej. Pozostawił po sobie liczne wysoko cenione publikacje naukowo-techniczne, wyspecjalizowane zespoły naukowo-badawcze w kraju i za granicą oraz opracowania i wdrożenia przemysłowe nowych materiałów i technologii polimerowych.

Współautor tych wspomnień, prof. A. Błędzki, pracę w zespole doc. W. Królikowskiego rozpoczął już we wrześniu 1971 r. i pamięta jak w trakcie pierwszego spotkania, zaskoczony bardzo skromnym wyposażeniem laboratorium, w którym obaj mieli pracować, powiedział: Jako doktorant (na innej uczelni) miałem z kolegą własne laboratorium, a tutaj sprzętu niewiele i wszystko wygląda dość ubogo. Docent W. Królikowski odpowiedział: Panie doktorze i tak dobrze Pan tutaj rozpoczyna, ma Pan biurko i krzesło, a ja miałem tylko krzesło!

Profesor dr hab. inż. Anna Boczkowska z Politechniki Warszawskiej poznała prof. W. Królikowskiego osobiście na początku obecnego stulecia na konferencji „Szkoła Kompozytów” w Wiśle. Píše: Miałam okazję wieczorem, przy lampce wina, wysłuchać Jego opowieści o rozlicznych przygodach, które przydarzały się Mu podczas licznych wojaży w górach, na nartach i w trakcie żeglugi. Byłam pod ogromnym wrażeniem tych opowieści i po spotkaniu zapytałam obecnego tam Jego syna Marcina, czy to, co opowiadał Tata, na pewno się wydarzyło; na co Marcin odpowiedział „Niestety tak”. Pomyślałam sobie wówczas, że Profesor jest niesamowitym człowiekiem. I tak już pozostało do końca. Zawsze mnie zaskakiwał, oczywiście pozytywnie. Wiele się od Niego nauczyłam, był dla mnie niedoścignionym wzorem, skarbnicą wiedzy o kompozytach.

Profesor dr hab. inż. Danuta Żuchowska z Politechniki Wrocławskiej poznała Go w już połowie lat sześćdziesiątych XX w., gdy jako doktorant przyjeżdżał do Wrocławia na konsultacje. Na terenie Katedry było podwórko, a na nim pod drzewem była ławeczka, wokół której skupiało się życie towarzyskie. – Siadał z nami na tej ławeczce (w przerwach między konsultacjami) i opowiadał o Stoczni. Byliśmy zafascynowani Jego opowiadaniem o sposobie formowania kadłubów łodzi. Opowiadał ze swadą, szybko, skrótowo, może trochę chaotycznie, swoim charakterystycznym głosem. Gdy ktoś nie nadążał za tymi informacjami, mówił trochę poirytowany, ale z uśmiechem, pół żartem, pół serio: „Jak można tego nie wiedzieć!” – powiedziała. Profesor D. Żuchowska zakończyła swoje wspomnienia, mówiąc: Później po wielu latach wspólnie zakładaliśmy Towarzystwo Kompozytowe, którego był pierwszym przewodniczącym; ja byłam sekretarzem. To zdanie prof. W. Królikowskiego: Jak można tego nie wiedzieć było używane przez Niego także w późniejszych latach.

Profesora W. Królikowskiego ciepło wspomina również dr hab. inż. Wojciech Błażejewski, profesor z Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej. Spotkał się z nim po raz pierwszy na poświęconej 70-leciu urodzin Profesora konferencji „Materiały Polimerowe. Pomerania-Plast” w 1997 r., na której prezentował skromny plakat o technologii nawijania. Ku jego zaskoczeniu Profesor zainteresował się tą tematyką i polecił go dr. Wilczopolskiemu z Politechniki Gdańskiej, który przekazał mu cały swój dorobek z zakresu nawijania, w tym nawijkę sterowaną numerycznie za pomocą komputera ZX Spektrum+. Dalej sprawy potoczyły się szybko. Zatrudnił go prof. W. Kasprzak w Zakładzie Dynamiki na Politechnice Wrocławskiej i tak dzięki prof. W. Królikowskiemu został naukowcem, choć początkowo nie miał takich ambicji!

Bardzo dobrze wspominają Profesora również Kazimierz Piszczek i Stanisław Zajchowski, emerytowani profesorowie Politechniki Bydgoskiej, którzy poznali Go jako młodzi doktoranci, gdy w kilkusobowym gronie wybrali się do Niego z wizytą w dniach 25–27 maja 1977 r., w czasie Zjazdu Naukowego PTChem, w którym brali udział ze swoim szefem doc. dr. hab. Janem Skragą. Uczestniczyli wówczas w zorganizowanym przez prof. W. Królikowskiego Sympozjum „Synteza i przetwórstwo polimerów”. Piszą, że byli bardzo mile zaskoczeni tym, że poświęcił im tyle uwagi i był ciekawy ich pracy, mimo dzielącego ich doświadczenia i dorobku naukowego.

Profesor dr hab. inż. Wojciech Gutowski z Uniwersytetu w Melbourne (Australia), dawny współpracownik prof. W. Królikowskiego, po Jego śmierci napisał: Osoba Profesora przywołuje mnóstwo głębokich refleksji dotyczących naprawdę wspaniałego człowieka. Człowieka o wyjątkowej kulturze i wiedzy oraz wybitnego inżyniera i naukowca, który zawsze starał się znaleźć czas, potrafił cierpliwie słuchać, by konstruktywnie i z głębokim zaangażowaniem pomóc, a do tego zapewnić swobodę działania i pozwolić na osiągnięcie samodzielności. Profesor Królikowski dbał o to, byśmy naprawdę mogli rozwinąć skrzydła. Profesorowie W. Gutowski oraz prof. A. Błędzki opublikowali ostatnio w *Polymers* (2021, 13, 4386) artykuł o masach

formierskich, poświęcony pamięci prof. W. Królikowskiego, pod którego „skrzydłami” wykonywali tę pracę w latach osiemdziesiątych XX w.

Profesor dr hab. inż. Jacek A. Soroka, długoletni dziekan i członek Rady Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej, pisze, że prof. W. Królikowskiemu bardzo zależało na rozwoju kompozytów polimerowych i zawsze stawał w obronie swoich współpracowników, którym wstrzymywano awans lub którzy byli zagrożeni rotacją. I dodaje: Podczas swojego pobytu w USA zdobył broszurę o barwnikach laserujących. Był to prezent dla mnie, bo wraz z zespołem prowadziłem intensywne badania w tym kierunku.

Wychowankowie prof. W. Królikowskiego wspominają Go szczególnie ciepło. Doktor inż. Krzysztof Gorący i dr inż. Marek Żwir pamiętają, że codziennie odwiedzał ich w laboratoriach, pytając o postęp w pracach doktorskich. Wspominają Jego zamiłowanie do pływania, a także Jego „legendarny” styl prowadzenia samochodu i związane z tym mocne przeżycia. Profesor dr hab. inż. Artur Bartkowiak wspomina zaś Jego „wskaźnik” wykonany z kompozytu wzmocnionego włóknem szklanym, którego używał w trakcie wykładów: Profesor był bardzo przywiązany do niego i pamiętam Jego niepokieszenie, gdy podczas jednego z wykładów nie miał go ze sobą. Był tak niepokieszony, że kazał swoim współpracownikom przynieść go ze swojego pokoju.

J. Janik, A. Błędzki, J. Polaczek

Historia Zakładu Tworzyw Sztucznych i Powłok Ochronnych (1970–1991) przekształconego po 1992 roku w Instytut Polimerów

Początek historii materiałów polimerowych na obecnym Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie (byłej Politechnice Szczecińskiej i wcześniejszej Szkole Inżynierskiej w Szczecinie) jest ściśle związany z nazwiskiem prof. inż. Tadeusza Rosnera (dziekana Wydziału Chemicznego SI / PS w latach 1950–1953, 1964–1969; rektora SI / PS w latach 1953–1958).

Magister inż. Tadeusz Rosner, specjalista z dziedziny włókien sztucznych, był wcześniej dyrektorem Biura Projektów Przemysłu Włókien Sztucznych w Szczecinie. Od 1 września 1949 roku rozpoczął pracę na Wydziale Chemii w ówczesnej Szkole Inżynierskiej w Szczecinie i objął kierownictwo w nowo powołanej Katedrze Inżynierii Chemicznej, a w następnym roku akademickim (1951) utworzył Katedrę Włókien Sztucznych. Problematyka badawcza obejmowała najpierw zagadnienia technologii wytwarzania włókien wiskozowych, później badania polimerów akrylowych i polialkoholu winylu, a od 1965 r. – badania nad technologią wytwarzania wysokoelastycznych włókien poliuretanowych.

W 1960 r. przy Katedrze Technologii Organicznej utworzony został Zakład Materiałoznawstwa i Powłok Ochronnych pod kierunkiem dr. inż. Czesława Pietrzyka. W pierwszym okresie prowadzono badania nad kinetyką autooksydacji tłuszczów, a następnie nad zastosowaniem krajowych żywic epoksydowych do szybkich napraw silników i maszyn, zabezpieczeń zbiorników i konstrukcji betonowych. Opracowano również lakiery epoksydowe i lakiery na bazie estrów allilowych.

Pionierskie lata

1 września 1968 roku na stałym etacie na Politechnice Szczecińskiej podjął pracę doc. dr inż. Wacław Królikowski (wcześniej przez 3 lata dojeżdżał na zajęcia ze Stoczni Marynarki Wojennej w Gdyni). 1 kwietnia 1969 r. w Katedrze Włókien Sztucznych został powołany Zespół Tworzyw Sztucznych, w którym pod kierunkiem doc. dr. inż. W. Królikowskiego rozpoczęli pracę mgr inż. Joanna Izbička – absolwentka Politechniki Gdańskiej, mgr inż. Wacław Benecki – absolwent Politechniki Szczecińskiej, pracownik na stanowisku technicznym Krystyna Hofman oraz pierwszy dyplomant Roman Sądecki. Warunki pracy były bardzo skromne. Mimo tych ograniczeń została już wówczas nawiązana pierwsza współpraca z przemysłem; z Krośnieńskimi Huttami Szkła podpisano umowę, której celem było opracowanie metod badań włókna

szklanego stosowanego do wzmocnienia tworzyw sztucznych. W tym czasie została zatrudniona w sekretariacie Grażyna Czeladzińska.

W 1969 roku po przejściu prof. T. Rosnera na emeryturę kierownictwo Katedry Włókien Sztucznych powierzono doc. dr. hab. inż. Czesławowi Pietrzykowi, a po jego śmierci w 1970 roku – doc. dr. inż. Henrykowi Wójcikiewiczowi.

Zakład Tworzyw Sztucznych i Powłok Ochronnych

Od 1 września 1970 r. została wprowadzona nowa struktura organizacyjna Uczelni. Zmieniła się nazwa Wydziału Chemicznego na Wydział Technologii Chemicznej. Ponadto w miejsce dotychczasowych 8 katedr powołano do życia trzy instytuty: Instytut Chemii Podstawowej, Instytut Technologii Chemicznej i Instytut Inżynierii Chemicznej i Chemii Fizycznej. Instytut Technologii Chemicznej, kierowany przez prof. dr. inż. Józefa Kępińskiego i zastępców doc. dr. hab. Urszulę Głabisz oraz doc. dr. inż. Wacława Królikowskiego, obejmował:

- Zakład Technologii Nieorganicznej – kierownik doc. dr. hab. U. Głabisz;
- Zakład Technologii Organicznej – kierownik prof. dr. inż. Antoni Zieliński;
- Zakład Włókien Sztucznych – kierownik doc. dr. inż. Henryk Wójcikiewicz;
- Zakład Tworzyw Sztucznych i Powłok Ochronnych – kierownik doc. dr. inż. Wacław Królikowski.

Do nowo powołanego Zakładu Tworzyw Sztucznych i Powłok Ochronnych został włączony Zespół Tworzyw Sztucznych istniejący w Katedrze Włókien Sztucznych oraz pracownicy byłego Zakładu Materiałoznawstwa i Powłok Ochronnych: mgr inż. Alicja Kwasek (z PS związana od 1.09.1960 r.), mgr inż. Irena Prusińska, mgr inż. Mirosław Pawlak (z PS związany od 2.11.1968 r.) oraz laborant Sławomir Kowalczyk. W tym okresie Zakład TSiPO przejął część pomieszczeń, które należą obecnie do Katedry Technologii Chemicznej Organicznej i Materiałów Polimerowych WTiCh. Jednocześnie na przełomie lipca i września 1970 roku zatrudnieni zostali nowi pracownicy: mgr inż. Wiesława (Buszyńska) Nowaczek (1.08.1970 r.) – absolwentka Politechniki Szczecińskiej, technik Władysław Mieczkowski (9.09.1970 r.) i laborant Henryk Papis.

Zespół Zakładu został istotnie wzmocniony również przez zatrudnienie dwóch doktorów: od 1 września 1971 dr. inż. Andrzeja Błędzkiego – absolwenta Politechniki Łódzkiej i Technische Hochschule Merseburg / Uniwersytet Halle (NRD), a od 1 września 1974 r. – dr inż. Ewy Fabrycy – absolwentki Politechniki Śląskiej.

W roku 1972, po zakończeniu budowy nowego budynku tzw. nowej chemii, Zakład przejął pomieszczenia technologiczne znajdujące się w przyziemiu „starej chemii”, jednocześnie zatrudniając na stanowisku technika chemika Elżbietę (Gałązkę) Małkiewicz (10.05.1973 r.), technika mechanika Bogdana Piusa (z PS związanego od 3.02.1969 r.) oraz technika elektryka Stanisława Seweryna (z PS związanego od 15.08.1967 r.). Od roku 1974 grupa pracowników naukowo-dydaktycznych została zwiększona o absolwentów Zakładu: mgr. inż. Tadeusza Spychaja, mgr inż. Sta-

nisławę (Starczewską) Spychaj oraz, później, o dr. inż. Leopolda K. Kostańskiego (od 1.08.1985 r.), od roku 1987 – o absolwentów kierunku inżynieria materiałowa Wydziału Mechanicznego PS: mgr. inż. Krzysztofa Gorącego i mgr. inż. Marka Żwira. Do pracy na stanowiskach technicznych i administracyjnych przyjęci zostali: samodzielny referent Kazimiera Nakonieczna (z PS związana od 1.10.1967 r.), starszy technik Anna Gałązka (od 10.09.1981 r.), starszy technik Andrzej Olejniczak (od 1.08.1981 r.), laborantka Beata Dudkiewicz (od 1.06.1983 r.), technik Elżbieta Kołduńska (od 15.04.1985 r.). W Zakładzie na stanowiskach technicznych w latach 80. i początku lat 90. ub.w. zatrudnieni byli także: Czesław Zaliwski, Bogusława Szczombrowska, Ewa Szlezzynger, Stanisław Ostojski, Marek Kaźmierczak, Zbigniew Widajewicz, Krystyna Borzym i Elżbieta Pytlowska, na stanowisku administracyjnym – Ewa Piasecka.

Instytut Polimerów

W wyniku kolejnych zmian organizacyjnych na Wydziale Technologii Chemicznej, który w roku 1979 zmienił nazwę na Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, z dniem 1 stycznia 1992 roku Instytut Technologii Chemicznej przekształcił się w jednostki:

- Instytut Polimerów – stanowisko dyrektora objął prof. Wacław Królikowski (do emerytury w 1997 r.); po nim funkcję tę sprawował prof. dr hab. inż. Tadeusz Spychaj;
- Instytut Technologii Nieorganicznej – stanowisko dyrektora objął prof. dr hab. inż. Kazimierz Kałucki;
- Katedrę Technologii Organicznej – stanowisko kierownika objął prof. dr hab. inż. Jerzy Myszkowski.

Problematyka badawcza Zakładu Tworzyw Sztucznych i Powłok Ochronnych była w pierwszym pięcioleciu ściśle związana z różnymi aspektami zastosowań włókien szklanych, takimi jak: preparacje włókna szklanego, powlekanie tkanin i nici szklanych PCW, folia PE wzmocniona włóknem szklanym, laminaty i tłoczywa poliestrowe. W następnych latach profil badań został rozszerzony o różne aspekty polimeryzacji, zwłaszcza monomerów allilowych, charakteryzację polimerów, szczególnie przy użyciu chromatografii żelowej, różne aspekty kompozytów epoksydowych oraz nowe sposoby inicjowania polimeryzacji. Ciągłe pozostawały aktualne różne zagadnienia dotyczące polimerowych materiałów konstrukcyjnych, w tym kompozytów poliestrowych – od odlewów, poprzez laminaty i tłoczywa poliestrowe (ok. 30% żywicy), do skrajnego przypadku, jaki stanowią masy formierskie (ok. 2% spoiw poliestrowych); rozwijane były także nowe prace badawcze związane z powierzchniowym przygotowaniem proadhezyjnym włókien wzmacniających i mineralnych wypełniaczy proszkowych, z technologią otrzymywania polimerów i żywic wodorozcieńczalnych oraz recyklingiem polimerów i tworzyw sztucznych.

23 stycznia 1987 roku pracownicy Zakładu zorganizowali jednodniową sesję naukową, pt. „Kompozyty polimerowe”, z okazji 60. rocznicy urodzin prof. Wacława Królikowskiego, podczas której przedstawiono osiągnięcia naukowo-badawcze i technologiczne pracowników. W wydanym opracowaniu przedstawiono osiągnięcia Zakładu: problematykę badawczą, wydane skrypty i monografie, ważniejsze nagrody, ośrodki zagraniczne, z którymi nawiązano współpracę i wymianę pracowników, przewody doktorskie, wykaz absolwentów studiów magisterskich i inżynierskich oraz aparaty, urządzenia badawcze i technologiczne; zaprezentowano też streszczenia aktualnie prowadzonych prac badawczych. W czasie spotkania, oprócz wystąpień przedstawicieli nauki i przemysłu, odbyła się sesja plakatowa. Z inicjatywy prof. W. Królikowskiego w 1989 roku został zapoczątkowany cykl konferencji ogólnokrajowych Konstrukcyjne Kompozyty Polimerowe (kolejne konferencje odbyły się w 1994 i 1997 roku). Kontynuacją tych konferencji (rozszerzonych tematycznie) są od 2001 roku odbywająca się co 3 lata konferencje ogólnokrajowe, zainicjowane przez prof. Tadeusza Spychaj: Materiały Polimerowe Pomerania-Plast (ostatnia konferencja odbyła się w 2019 roku, kolejną z powodu pandemii COVID-19 zaplanowano na 2023 rok).

J. Janik, S. Spychaj, T. Spychaj, A. Błędzki

Prace naukowe

Książki

1. M. Berger, **W. Królikowski**, G. Mizgier: Poliestry wzmocnione w budownictwie okrętowym. Wydawnictwo Morskie, Gdynia 1961, stron 315. **W. Królikowski**: „Wstęp” i „Część pierwsza. Własności surowców, półproduktów i laminatów”, s. 11–172, łącznie stron 161.
2. Z. Kłosowska-Wołkowicz, **W. Królikowski**, P. Penczek: Żywice i laminaty poliestrowe. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1969, stron 644. **W. Królikowski**: „Część druga. Laminaty”, s. 291–637, łącznie stron 346.
3. **W. Królikowski**, Z. Kłosowska-Wołkowicz, P. Penczek: Żywice i laminaty poliestrowe. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1986. Wydanie drugie rozszerzone, stron 726. **W. Królikowski**: „Część druga. Laminaty”, s. 295–711, łącznie stron 417.
4. **W. Królikowski**: Tworzywa wzmocnione i włókna wzmacniające. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 1984, stron 150, skrypt w nakładzie 250 egzemplarzy.
5. **W. Królikowski**: Tworzywa wzmocnione i włókna wzmacniające. Wydawnictwa Naukowo Techniczne, Warszawa 1988, stron 127.
6. **W. Królikowski**: Polimerowe materiały specjalne. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 1998, stron 123, skrypt wydany w nakładzie 217 egzemplarzy.
7. Z. Kłosowska-Wołkowicz, P. Penczek, **W. Królikowski**, P. Czub, J. Pielichowski, R. Ostrysz: Nienasycone żywice poliestrowe. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2010, stron 413. **W. Królikowski**: rozdział 11 „Wzmocnione tłoczywa poliestrowe”, rozdział 12 „Laminaty”, rozdział 13 „Wysokonapełnione kompozycje żywic poliestrowych”, s. 345–409, łącznie stron 64.
8. **W. Królikowski**: Polimerowe kompozyty konstrukcyjne. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012, stron 331.

Artykuły w czasopismach naukowo-technicznych

Oznaczenia przy numerach: B – publikacje z badań eksperymentalnych, P – publikacje przeglądowe, R – publikacje recenzyjne.

1953

- 1B. **W. Królikowski**, H. Niewiadomski: Zależność konsystencji margaryny od składu osnowy tłuszczowej, Prace Głównego Instytutu Przemysłu Rolnego i Spożywczego, 1953, 3, 3, s. 24–34.

2B. **W. Królikowski**, H. Niewiadomski: Wpływ kwasu cytrynowego, winowego i mlekowego na smak margaryny, *Prace Głównego Instytutu Przemysłu Rolnego i Spożywczego*, 1953, 3, 3, s. 40–42.

3B. **W. Królikowski**: Niektóre problemy związane z procesem dezodoryzacji tłuszczów, *Przemysł Rolny i Spożywczy*, 1953, 7, s. 412–415.

1954

4B. J. Czaplicki, K. Danowski, A. Jakubowski, **W. Królikowski**, H. Niewiadomski, I. Uruska: Studia nad jakością margaryny. Wpływ rafinacji i utwardzania na jakość surowców tłuszczowych. Cz. I, *Prace Głównego Instytutu Przemysłu Rolnego i Spożywczego*, 1954, 4, 1, s. 1–12.

1955

5B. **W. Królikowski**: Zwalczenie emulsji podczas rafinacji tłuszczów, *Prace Głównego Instytutu Przemysłu Tłuszczowego*, 1955, 1, s. 36–46.

6B. J. Czaplicki, K. Danowski, A. Jakubowski, **W. Królikowski**, H. Niewiadomski, I. Uruska: Studia nad jakością margaryny. Wpływ rafinacji i utwardzania na jakość surowców tłuszczowych. Cz. II, *Prace Głównego Instytutu Przemysłu Rolnego i Spożywczego*, 1955, 5, 3, s. 1–22.

1958

7B. **W. Królikowski**, H. Niewiadomski: Emulsje podziałowe. Otrzymywanie i zastosowanie, *Prace Instytutów i Laboratoriów Badawczych Przemysłu Spożywczego*, 1958, 8, 3, s. 31–40.

8B. **W. Królikowski**: Emulsje w piekarnictwie, *Przegląd Piekarniczy*, 1958, 4, 5, s. 15–17.

1959

9B. **W. Królikowski**: Własności laminatów poliestrowych wzmocnionych włóknem szklanym, *Tworzywa Guma Lakier*, 1959, 1, s. 250–255.

1961

10P. **W. Królikowski**: Produkcja łodzi z laminatów poliestrowo-szklanych w Polsce. Cz. I, *Polimery*, 1961, 6, s. 212–218.

10B. **W. Królikowski**: Produkcja łodzi z laminatów poliestrowo-szklanych w Polsce. Cz. II, *Polimery*, 1961, 6, s. 396–399.

1962

11R. **W. Królikowski**: Ogólnopolska konferencja poświęcona produkcji i własności laminatów poliestrowo-szklanych, *Polimery*, 1962, 7, s. 196–199.

12P. **W. Królikowski**: Laminaty poliestrowo-szklane jako materiał konstrukcyjny do budowy urządzeń chemicznych, *Aparatura Chemiczna*, 1962, s. 16–25.

13B. **W. Królikowski**: Einige Eigenschaften makroskopisch inhomogener glasfaserverstärkter Plaste, *Plaste u. Kautschuk*, 1962, 8, s. 61–65.

14B. **W. Królikowski**: Das Last-Dehnung Diagramm der glasfaserverstärkter Polyesterharzen, *Plaste u. Kautschuk*, 1962, 8, s. 389–391.

15B. **W. Królikowski**: Wassereinfluss auf das Last-Verformungs Diagramm der glasfaserverstärkter Polyesterharzen, *Plaste u. Kautschuk*, 1962, 8, s. 495–496.

- 16R. **W. Królikowski:** Żywyce poliestrowe i ich przetwórstwo, Konferencja w Berlinie, Polimery, 1962, 7, s. 56–58.
- 17P. **W. Królikowski:** Doświadczenia z budowy i eksploatacji jednostek pływających z laminatów poliestrowo-szklanych, Przegląd Morski, 1962, 2, s. 58–70.
- 18R. **W. Królikowski:** Ogólnopolska konferencja poświęcona laminatom poliestrowo-szklanym, Budownictwo Okrętowe, 1962, 7, s. 169–199.
- 19B. S. Dudzińska, **W. Królikowski:** Laminaty poliestrowo-szklane ze zwiększoną ilością styrenu i talkiem jako wypełniaczem, Polimery, 1962, 7, s. 373–376.
1963
- 20R. **W. Królikowski:** Aparatura chemiczna na III Międzynarodowej Konferencji Tworzyw Wzmocnionych w Londynie, Aparatura Chemiczna, 1963, 2, s. 28–33.
- 21R. **W. Królikowski:** III Międzynarodowa Konferencja Tworzyw Wzmocnionych w Londynie, Polimery, 1963, 8, s. 211–213.
- 22R. **W. Królikowski:** I Międzynarodowa Wystawa Tworzyw Sztucznych Wzmocnionych, Polimery, 1963, 8, s. 213–215.
1964
- 23R. **W. Królikowski:** Recenzja monografii „Glasfaserverstärkte Plaste”. A. Wende, A. Moebes, K. Marten, Polimery, 1964, 9, s. 267–268.
- 24B. **W. Królikowski:** Pokrywanie antykorozyjne wałów śrubowych laminatem epoksydowo-szklanym, Budownictwo Okrętowe, 1964, 8, s. 289–292.
- 25B. **W. Królikowski:** Stress – strain characteristics of glass fibre reinforced plastics, SPE-Journal USA, 1964, 20, s. 1031–1035.
1965
- 26B. **W. Królikowski:** Własności laminatów poliestrowo-szklanych: Odształcenia poprzeczne w czasie rozciągania i liczba Poissona, Polimery, 1965, 10, s. 245–246.
- 27B. **W. Królikowski:** Własności laminatów poliestrowo-szklanych. Pętla histerezy i odkształcenia przy naprężeniach powtarzających się, Polimery, 1965, 10, s. 297–298.
- 28B. **W. Królikowski:** Własności laminatów poliestrowo-szklanych. Współzależność odkształceń przestrzennych przy statycznych naprężeniach rozciągających, Polimery, 1965, 10, s. 448–449.
- 29P. **W. Królikowski,** Przegląd osiągnięć przemysłu stocznioowego w zakresie produkcji i stosowania wyrobów z laminatów poliestrowych, Materiały Informacyjno-Dokumentacyjne, 1965, 2, s. 43–48.
- 30P. **W. Królikowski,** T. Maślanka: Spoiny klejowe laminatów poliestrowo-szklanych, Budownictwo Okrętowe, 1965, 10, 1, s. 18–19.
- 31R. **W. Królikowski:** I Międzynarodowa Konferencja w Berlinie poświęcona tworzywom wzmocnionym i żywicom epoksydowym, Polimery, 1965, 10, s. 305–310.
- 32B. **W. Królikowski:** Glasfaserverstärkte Epoxydharze als Korrosionsschutz für Schraubenwellen der Seeschiffe, Plastverarbeiter, 1965, 16, s. 615–618.
- 33B. **W. Królikowski:** Własności laminatów poliestrowo-szklanych. Zmiana przepuszczalności światła w zależności od naprężeń rozciągających, Polimery, 1965, 10, s. 199.

- 34B. **W. Królikowski**: Niektóre własności płyt podkładowych z krajowych, lekkich materiałów wypełniających, *Polimery*, 1965, 10, s. 154–159.
1966
- 35B. **W. Królikowski**, T. Maślanka: Własności utwardzonej żywicy poliestrowej Polimal 109 w zależności od sposobu utwardzania, *Polimery*, 1966, 11, s. 337–381.
1967
- 36B. **W. Królikowski**: Abhängigkeit der Lichtdurchlässigkeit glasfaserverstärkter Polyester von der Zugspannung, *Plaste u. Kautschuk*, 1967, 14, s. 825–827.
1968
- 37B. **W. Królikowski**: Tworzywa sztuczne w budownictwie okrętowym, *Przegląd Morski*, 1968, 8, s. 47–62.
1969
- 38B. **W. Królikowski**, T. Maślanka, T. Wilczopolski: Utwardzanie żywic poliestrowych w niskiej temperaturze. Cz. I. Zjawiska egzotermiczne i czas utwardzania, *Polimery*, 1969, 14, s. 269–275.
1972
- 39B. **W. Królikowski**, J. Izbička, W. Nowaczek, W. Benecki, T. Maślanka: Własności krajowego rowingu szklanego stosowanego do wzmocnienia tworzyw sztucznych, *Polimery*, 1972, 17, s. 274–277.
- 40B. **W. Królikowski**: Tworzywa wzmocnione. III Konferencja w Karłowich Varach, *Polimery*, 1972, 17, s. 491–493.
- 41B. **W. Królikowski**: Włókna szklane do wyrobu tworzyw wzmocnionych, *Przemysł Chemiczny*, 1972, 51, s. 352–355.
- 42B. **W. Królikowski**, W. Benecki, W. Nowaczek, J. Izbička: Badania adhezji między włóknem szklanym a żywicą, *Przemysł Włókienniczy*, 1972, 26, s. 296–300.
- 43P. **W. Królikowski**: Postęp w przemyśle tworzyw wzmocnionych, *Polimery*, 1972, 17, s. 241–248.
1973
- 44B. **W. Królikowski**: Einige Erscheinungen bei der Dehnung von glasfaserverstärkten Polyestern, *Plaste u. Kautsch.*, 1973, 20, s. 822–829.
- 45B. **W. Królikowski**: Fizykochemiczne zagadnienia powierzchni rozdziału włókien i polimerów w tworzywach wzmocnionych (TWS), cz. I, *Polimery*, 1973, 18, s. 385–389.
- 46B. **W. Królikowski**: Fizykochemiczne zagadnienia powierzchni rozdziału włókien i polimerów w tworzywach wzmocnionych (TWS), cz. II, *Polimery*, 1973, 18, s. 442–446.
- 47B. **W. Królikowski**, M.I. Prusińska: Polimery i tworzywa allilowe, cz. I, *Polimery*, 1973, 18, s. 1–5.
- 48B. **W. Królikowski**, M.I. Prusińska: Polimery i tworzywa allilowe, cz. II, *Polimery*, 1973, 18, s. 115–118.
- 49B. **W. Królikowski**, A. Błędzki: I Międzynarodowe mikrosymposium o kompozycjach polimerów, *Polimery*, 1973, 18, s. 258–259.

1974

- 50B. **W. Królikowski**, T. Maślanka: Die gegenseitige Abhängigkeit der chemischen und der mechanischen Eigenschaften gehärteter Polyesterharze, Kunststoff-Rundsch., 1974, 21, s. 198–202.

1975

- 51B. **W. Królikowski**, J. Izbicka, J. Nowotniak: Przepuszczalność światła i nasiąkliwość wodą laminatów poliestrowo-szklanych, Polimery, 1975, 20, s. 435–437.

1977

- 52B. M.I. Prusinska, **W. Królikowski**: Preparation and properties of diallyl phthalate prepolymers, Angew. Makromol. Chem., 1977, 64, s. 29–42.

1978

- 53B. **W. Królikowski**, M. Pawlak: Untersuchungen über Struktur von mit Thermoplasten gehärteten Polyester verbunden, Faserforsch u. Textiltechnik Zeitschrift für Polymerforschung, 1978, 29, s. 39–42.

- 54B. **W. Królikowski**, Z. Czech: Abhängigkeiten der Eigenschaften verstärkten Polyester, Kunststoffberater Rundsch. u. Techn., 1978, 23, s. 554–559.

1979

- 55B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek, D. Krystek: Badania nad stabilizacją tłoczyw poliestrowych, Polimery, 1979, 24, s. 409–411.

- 56B. **W. Królikowski**, M. Pawlak: Tłoczywa poliestrowe o małym skurczu, Polimery 1979, 24, s. 395–398.

1980

- 57P. W. Dębski, **W. Królikowski**, W. Stranc: Przetwórstwo wtryskowe tłoczyw wzmocnionych włóknem szklanym, Przegląd Mechaniczny, 1980, 39, 11, s. 15–16.

- 58B. A. Błędzki, **W. Królikowski**: Einfluss der Härtingsbedingungen bei Polyesterharzen, Kunststoffberater, 1980, 25, 10, s. 49–51.

- 59B. A. Błędzki, **W. Królikowski**: Heisshärtung von Polyesterformmassen mit C-C-labilen Initiatoren, Kunststoffe 1980, 70, 9, s. 558–562.

1981

- 60B. A. Błędzki, **W. Królikowski**: Polyester-Pressmassen mit antistatischen Eigenschaften für den Bergbau, Plastverarbeiter, 1981, 32, 10, s. 1375–1378.

- 61B. **W. Królikowski**, Z. Czech: Einfluss der Adhesion zwischen Glasfaser und sowie von Wasser auf das Eigenschaftstablid glasfaserversterkten UP-Harze, Kunststoffe, 1981, 71, s. 442–448.

1982

- 62R. **W. Królikowski**: Międzynarodowa Konferencja Towarzystwa Tworzyw Wzmocnionych w RFN, Polimery, 1982, 27, s. 489–491.

- 63P. **W. Królikowski**, A. Błędzki, W. Nowaczek, M. Pawlak, I. Strumik: Konstrukcyjno-izolacyjne tłoczywa poliestrowe o różnym przeznaczeniu, Przegląd Mechaniczny, 1982, 41, s. 17–21.

1983

- 64B. W. Stranc, **W. Królikowski**, A. Błędzki: Wtrysk tłoczyw poliestrowych, *Polimery*, 1983, 28, 5, s. 169–172.
- 65B. M.I. Strumik, **W. Królikowski**: Polimeryzacja o-ftalanu dwuallilowego w masie, *Polimery*, 1983, 28, 12, s. 420–431.
- 66B. **W. Królikowski**, S. Spychaj: Badanie procesu kopolimeryzacji silanów ze składnikami nienasyconych żywic poliestrowych, cz. I. Polimeryzacja winylotrój(β-metoksyetoksy)silanu i jego kopolimeryzacja ze styrenem, *Polimery*, 1983, 28, 2, s. 41–44.
- 67B. T. Spychaj, S. Spychaj **W. Królikowski**, A. Viksne: Badanie procesu kopolimeryzacji silanów ze składnikami nienasyconych żywic poliestrowych. Cz. II. Ocena produktów reakcji winylotri(β-metoksyetoksy)silanu z nienasyconymi estrami modelowymi, *Polimery*, 1983, 28, 12, s. 438–441.
- 68B. **W. Królikowski**: Wykładziny z żywic poliestrowych na pokład, *Budownictwo Okrętowe*, 1983, 8, 1, s. 16–18.
- 69R. **W. Królikowski**: Międzynarodowa konferencja: Verstärkte Plaste 82, *Polimery*, 1983, 1, s. 28–29.
- 70B. **W. Królikowski**, M. Pawlak: Untersuchungen zur Kompensierung der Schrumpfung bei Polyesterkompositionen, *Kunststoffe* 1983, 73, s. 42–47.
- 71B. **W. Królikowski**, J. Izbicka, W. Nowaczek: Włókna ze szkła tytanowego do wzmocnienia tworzyw sztucznych, *Polimery*, 1983, 28, 6, s. 207–209.
- 72B. W. Stranc, **W. Królikowski**, A. Błędzki: Verarbeitung von UP-Premix im Spritzgussverfahren, *Plastverarbeiter*, 1983, 34, 4, s. 312–315.

1984

- 73P. **W. Królikowski**, W. Nowaczek: Tłoczywa poliestrowe produkcji krajowej, *Polimery*, 1984, 4-5, s. 204–206.
- 74P. M.I. Strumik, **W. Królikowski**: Application of derivatography in the study of alkyd-allyl moulding, *J. Thermal Anal.*, 1984, 29, s. 995–999.
- 75B. **W. Królikowski**, S. Spychaj: Studies of the copolymerisation process of silanes with components of unsaturated polyester resins. 1. Homopolymerisation of vinyltri(β-methoxyethoxy)silane and its copolymerisation with styrene, *Intern. Polymer Sci. & Technology*, 1984, 11, 1, s. 63–66.
- 76B. S. Spychaj, **W. Królikowski**: Badanie procesów kopolimeryzacji silanów ze składnikami nienasyconych żywic poliestrowych. Cz. III. Homopolimeryzacja gamma-metakryloksypropylotrimeto-ksysilanu i jego kopolimeryzacja ze styrenem, *Polimery*, 1984, 9, s. 343–346.
- 77B. M. Pawlak, **W. Królikowski**, M. Malinowski: *Polimery*, 1984, 3, s. 177–182.

1985

- 78R. **W. Królikowski**: Zachodnioniemiecka konferencja na temat tworzyw wzmocnionych, *Freudenstadt*, 2–4 września 1984, *Polimery*, 1985, 30, s. 240–241.

- 79B. A. Błądzki, **W. Królikowski**: Plastverarbeiter, 1985, 36, s. 38–42.
- 80P. W. Nowaczek, **W. Królikowski**: Zmniejszanie palności kompozycji z nienasyconych żywic poliestrowych, Chemik, 1985, 38, s. 199–203.
- 81B. L.K. Kostański, **W. Królikowski**: Bulk polymerization of diallyl benzene-dicarboxylates. I. Influence of temperature on allyl group reactivity, J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed., 1985, 23, s. 605–614.
- 82B. **W. Królikowski**: Poliestrowe tworzywa wzmocnione – kierunki rozwoju i stan w Polsce, Polimery, 1985, 30, s. 377–381.
- 83B. K.L. Kostański, **W. Królikowski**: Tworzywa poliestrowe modyfikowane elastomerami, Polimery, 1985, 30, s. 53–57.
- 84B. S. Spychaj, **W. Królikowski**: Copolymerisation of silanes with unsaturated polyester resins. Homopolymerisation of methacryloxypropyltrimethoxysilane and its copolymerisation with styrene, Intern. Polymer Sci. & Technology, 1985, 12, 5, s. 113–116.
- 85R. **W. Królikowski**: Międzynarodowa konferencja „Tworzywa wzmocnione”, Berlin 1984, Polimery, 1985, 30, s. 241.
- 86P. **W. Królikowski**: Włókna karbonizowane do wzmacniania tworzyw sztucznych, Polimery, 1985, 30, s. 377–381.

1986

- 87B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek: Chemical and physicochemical properties of hardened unsaturated polyester resins thickened with magnesium oxide, Polym. Proc. Eng., 1986, 4, s. 295–302.
- 88B. L.K. Kostański, **W. Królikowski**: Effect of temperature on the structure of prepolymers of diallylbenzenedicarboxylates, Polymer, 1986, 27, s. 403–408.
- 89B. E. Fabrycy, **W. Królikowski**, G. Fihel: Niskociśnieniowe tłoczywa epoksydowe dla elektroniki, Polimery, 1986, 31, s. 148–149.
- 90B. E. Fabrycy, L.K. Kostański, T. Spychaj, **W. Królikowski**, A. Drotlew: Badania nad wpływem napelnaczy i środków utwardzających na właściwości niskociśnieniowych tłoczyw epoksydowych, Polimery, 1986, 31, s. 117–121.
- 91B. J. Izbecka, **W. Królikowski**: Wpływ obróbki powierzchniowej włókien węglowych na właściwości mechaniczne tworzyw wzmocnionych, Inżynieria Materiałowa, 1986, 7, s. 131–134.

1987

- 92B/P. **W. Królikowski**, W. Nowaczek, P. Penczek: Vermindern der Brennbarkeit von ungesättigten Polyesterharzen, Kunststoffe, 1987, 77, 9, s. 864–869.

1988

- 93B. L.K. Kostański, A. Drotlew, **W. Królikowski**, E. Fabrycy: Badania nad poprawą właściwości niskociśnieniowych tłoczyw epoksydowych stosowanych w elektronice, Polimery, 1988, 1, s. 19–23.

1989

- 94R. **W. Królikowski**: Recenzja książki „Environmental effects on composite materials”, Kunststoffe, 1989, 79, s. 480.
- 95R. **W. Królikowski**: Recenzja podręcznika Wilbranda Woebckena „Duroplaste”, Polimery, 1989, 34, 4, s. 191–192.

1990

- 96B. W. Nowaczek, **W. Królikowski**: Wpływ zagęszczania chemicznego tłoczyw poliestrowych na ich właściwości, Polimery, 1990, 35, 1–2, s. 26–30.
- 97R. **W. Królikowski**: Polish reinforced polyester moulding compounds, Polish Technical Review, 1990, 5, s. 17–20.
- 98B. S. Spychaj, **W. Królikowski**: Badanie procesu kopolimeryzacji silanów ze składnikami nienasyconych żywic poliestrowych. Cz. IV. Polimeryzacja szczepiona styrenu na powierzchni kulek szklanych modyfikowanych silanami, Polimery, 1990, 35, 11–12, s. 422–425.

1992

- 99P. **W. Królikowski**, S. Wojciechowski: Obszary koncentracji badań w zakresie kompozytów, Archiwum Nauki o Materiałach, 1992, 13, 2, s. 139–146.

1993

- 100B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek, P. Penczek, E. Rudnik: Zinkakrylat und andere feste Monomere als Vernetzungsmittel für ungesättigte Polyester, Angew. Makromol. Chem., 1993, 204, s. 85–89.
- 101P. **W. Królikowski**, K. Pawlaczyk: Instytut Polimerów na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej, Ekoplast – Biuletyn ODITS PS, 1993, 1, s. 12–13.
- 102B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek, P. Penczek, E. Rudnik: Zinc acrylate and other solid monomers as crosslinking agents for unsaturated polyesters, Polymers & Polymer Comp., 1993, 1, 6, s. 467A–469A.

1995

- 103P. **W. Królikowski**: Perspektywy utylizacji odpadowych tworzyw sztucznych w Europie Zachodniej, Ekoplast, 1995, 7, s. 95–100.

1996

- 104B. **W. Królikowski**, M. Żwir, J. Janik: Mieszanki polimerowe poli(tereftalanu etylenu) z poliolefinami, Ekoplast, 1996, 8–9, s. 95–100.
- 105P. **W. Królikowski**: Trendy rozwoju kompozytów polimerowych. Seminarium, Częstochowa, Kompozyty, 1996, 2, s. 5–22.

1997

- 105B. J. Janik, **W. Królikowski**: Badania właściwości mieszanin polimerów odpadowych – przyczynek do ich recyklingu materiałowego, Ekoplast, 1997, 12, s. 77–88.

1998

- 106P. **W. Królikowski** A. Błędzki K.: Sposoby identyfikacji i sortowania zużytych dywanowych wykładzin podłogowych, *Ekoplast*, 1998, 14, s. 55–60.
- 107R. **W. Królikowski**: Uwagi do recenzji R. Sikory dotyczącej książki „Recykling materiałów polimerowych”, *Przetwórstwo Tworzyw*, 1998, 10, s. 233–234.

1999

- 108P. **W. Królikowski**, A. Spaay: Poliestrowe tłoczywa (SMC), *Polimery*, 1999, 44, 11–12, s. 716–723.
- 109R. **W. Królikowski**: Recenzja książki „Polymeric compatibilizers – uses and benefit in polymer blends”, *Przemysł Chemiczny*, 1999, 78, 10, s. 379.

2000

- 110P. **W. Królikowski**: Kompozyty polimerowe w nauczaniu inżynierii materiałowej, *Inżynieria Materiałowa*, 2000, 21, 5, s. 211–212.
- 111R. **W. Królikowski**: Informacja. VI Polski Kongres Oczyszczania Miast, *Przemysł Chemiczny*, 2000, 79, s. 31.
- 112B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek: Poliestrowe tłoczywa wzmocnione włóknem szklanym, *Kompozyty*, 2000, s. 72–82.

2002

- 113P. **W. Królikowski**: Nowoczesne konstrukcyjne polimerowe materiały kompozytowe, *Kompozyty*, 2002, 2, s. 16–23.
- 114P. **W. Królikowski**: Kompozyty polimerowe wzmocnione włóknami, *Inżynieria Materiałowa*, 2002, 23, 1, s. 4–12.
- 115B. J. Janik, **W. Królikowski**: Wpływ składu oraz zjawiska inwersji fazowej w mieszaninach PET/PE-LD i PET/PP na ich właściwości mechaniczne i reologiczne oraz na strukturę morfologiczną, *Polimery*, 2002, 47, 4, s. 250–255.
- 116R. **W. Królikowski**: recenzja książki „Reactive polimer blending”, *Przemysł Chemiczny*, 2002, 81, s. 478.

2004

- 117B. W. Nowaczek, **W. Królikowski**, P. Penczek, J. Rosińska, Z. Bończa-Tomaszewski: Niektóre aspekty badań nad otrzymywaniem stałych termoutwardzalnych tłoczyw poliestrowych, *Polimery* 2004, 49, 11–12, s. 813–818.
- 118B. J. Janik, S. Lenart, **W. Królikowski**, S. Penczek: Mieszaniny polimerowe PET/PE-LD i PET/PP z dodatkiem nowego kompatybilizatora, *Polimery*, 2004, 49, s. 432–439.
- 119P. **W. Królikowski**, Z. Rosłaniec: Nanokompozyty polimerowe, *Kompozyty*, 2004, 4 (9), s. 3–15.
- 120R. **W. Królikowski**: Jubileusz 60-lecia Profesora Andrzeja Korneliusza Błędzkiego, *Polimery*, 2004, 49, s. 724–725.
- 121R. **W. Królikowski**: recenzja książki „Metody doświadczalne mechaniki kompozytów konstrukcyjnych – S. Ochelski”, *Polimery*, 2004, 49, s. 580.

2005

- 122R. **W. Królikowski**: recenzja „5-th Global Wood and Natural Fibre composites Symposium, Kassel 27–28.04.2005”, *Polimery*, 2005, 50, s. 730.
- 123R. **W. Królikowski**: recenzja książki „Handbuch Kunststoffverarbeitung – G. Ehrenstein“, *Polimery* 2005, 50, s. 622.
- 124R. **W. Królikowski**: recenzja książki „Clay-containing polymeric nanocomposites – L. Ultracki”, *Polimery*, 2005, 50, s. 402–403.

2007

- 125R. **W. Królikowski**: recenzja książki „JEC – composites show – Paris”, *Polimery*, 2007, 52, s. 603–605.
- 126B/P. **W. Królikowski**: Włókna węglowe jako wzmocnienie polimerów, *Prace Naukowe Mechanika, Politechnika Warszawska*, 2007, 219, s. 45–55.
- 127P. **W. Królikowski**: rozdziały w „Foresight technologiczny materiałów polimerowych w Polsce. Analiza stanu zagadnienia”, „Kompozyty polimerowe”, s. 149–158 i „Metody przetwórcze polimerowych kompozytów termoutwardzalnych”, s. 158–164.

2008

- 128R. **W. Królikowski**: Seminarium – Entwicklung, Perspektieren, *Polimery*, 2008, 53, s. 414.
- 129R. **W. Królikowski**: Konferencja naukowo-techniczna, Kompozyty polimerowe, Wisła 2007, *Polimery*, 2008, 53, s. 238–239.

2009

- 130B. J. Janik, G. Krala, **W. Królikowski**: Nanokompozyty z osnowa polimerową. Cz. I. Polipropylen / krzemian warstwowy, *Kompozyty*, 2009, 9, s. 34–39.
- 131B. J. Janik, G. Krala, **W. Królikowski**: Nanokompozyty z osnowa polimerową. Cz. II. Mieszaniny LDPE / PP krzemian warstwowy, *Kompozyty*, 2009, 9, s. 276–281.

2011

- 132P. **W. Królikowski**: Kompozyty polimerowe do budowy sprzętu pływającego, *Gazeta Przemysłu Jachtowego*, 2011, 1, s. 18–20.
- 133R. **W. Królikowski**: Jubileusz 65-lecia Profesora Tadeusza Szychaja, *Polimery*, 2011, 56, s. 409–410.

2013

- 134B. **W. Królikowski**: Ocena adhezji żywica – włókno w kompozytach poliestrowo-szklanych, *Materiały Kompozytowe*, 2013, 3, s. 46–50.
- 135B. M. Barcikowski, **W. Królikowski**: Effect of resin modification on the impact strength of glass-polyester composites, *Polimery*, 2013, 58, s. 450–460.
- 136B. M. Barcikowski, **W. Królikowski**: Characteristics of impact damage and post-impact strength in glass-fibre-reinforced plastics with different reinforcement architecture, *Sborník Vědeckých Prací Vysoké Školy Báňské – Technické Univerzity Ostrava. Řada Strojní – Transactions of the VŠB – Technical University of Ostrava, Mechanical Series*. 2013, 59, 2, s. 1–12.

- 137B.M. Barcikowski, **W. Królikowski**, S. Lenart: Microstructures of unsaturated polyester resins modified with reactive liquid rubbers, *Polimery*, 2017, 62, 9, s. 714–721.

Publikacje w materiałach konferencyjnych

Oznaczenia przy numerach: B – publikacje z badań eksperymentalnych, P – publikacje przeglądowe, R – publikacje recenzyjne.

1962

- 1B. **W. Królikowski**: The effect of initial on stress-strain diagram of Glass Fobre reinforced plastics, III International Reinforced Plastics, British Plastics Federation, London, 1962, Section 3, s. 1–21.

1965

- 2B. **W. Królikowski**: Einige Eigenschaften der mischverstärkten Polyester-Konstruktionsplatten, besonders bei Zug und Kugel-Schlag-Beanspruchung, I Internationale Taugung über glassfaserverstärkte Kunststoffe und Epoxidharze, Institut für Kunststoffe der Deutschen Akademie der Wissenschaften, Berlin 1965, s. 11–23.

1967

- 3B. **W. Królikowski**, T. Maślanka: Porównanie badania odlewów i laminatów z krajowej żywicy Polimal 109 i żywicy zagranicznych, II Ogólnopolska Konferencja „Laminaty poliestrowo-szklane w budownictwie okrętowym”, Gdynia–Oksywie, wrzesień 1967, s. 96–104.
- 4B. **W. Królikowski**, T. Maślanka: Badania skuteczności działania różnych środków podziałowych, II Ogólnopolska Konferencja „Laminaty poliestrowo-szklane w budownictwie okrętowym”, Gdynia–Oksywie, wrzesień 1967, s. 111–115.
- 5B. **W. Królikowski**: Wpływ stopnia utwardzenia na krzywą rozciągania laminatów poliestrowo-szklanych, II Ogólnopolska Konferencja „Laminaty poliestrowo-szklane w budownictwie okrętowym”, Gdynia–Oksywie, wrzesień 1967, s. 136–152.
- 6B. T. Racuk, B. Szanser, **W. Królikowski**, T. Maślanka: Teleskopowy maszt antenowy z laminatu poliestrowo-szklanego do przenośnej radiostacji łodzi ratunkowych, II Ogólnopolska Konferencja „Laminaty poliestrowo-szklane w budownictwie okrętowym”, Gdynia–Oksywie, wrzesień 1967, s. 344–357.

1969

- 7P. **W. Królikowski**: Podstawowe półprodukty używane do wyrobu tworzyw zbrojonych w przemyśle okrętowym, III Sympozjum „Tworzywa zbrojone w okrętownictwie”, Instytut Okrętowy Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 1969, s. 22–41.

1971

- 8P. **W. Królikowski**: Rozwój przemysłu tworzyw wzmocnionych w kraju i na świecie, Materiały Sympozjum Naukowego „Żywice i laminaty poliestrowe”, Ośrodek Postępu Technicznego oraz Zakład Polimerów PAN, Katowice 1971, s. 54–81.

- 9B. **W. Królikowski**, J. Izbicka, W. Buszynska-Nowaczek, W. Benecki, T. Maślanka: Badanie jakości rowingu szklanego do zbrojenia tworzyw sztucznych, Materiały Sympozjum Naukowego „Żywiec i laminaty poliestrowe”, Ośrodek Postępu Technicznego oraz Zakład Polimerów PAN, Katowice 1971, s. 81–96.

1972

- 10B. **W. Królikowski**, J. Izbicka, J. Mikłaszewicz: Einige Methoden der Einschätzung der Oberflächeneigenschaften des Glasseidenrovings für die Anwendung bei der Harzverstärkung, III Międzynarodowa Konferencja „Verstärkte Kunststoffe-72”, Karlovy Vary 1972, s. 24–49.
- 11B. **W. Królikowski**: Preparacje wzmocnień szklanych i zagadnienia powierzchni międzyfazowych w TWS, IV Sympozjum „Tworzywa zbrojone na konstrukcje okrętowe”, Instytut Okrętowy Politechniki Gdańskiej, Ustka 1972.

1973

- 12B. **W. Królikowski**, T. Maślanka: Untersuchungen über die Härtung und die mechanischen Eigenschaften von Polyesterharzen, IV Międzynarodowa Konferencja „Vystuzene Plasticke Hmoty-73”, Karlovy Vary 1973, I-A-4, s. 1–12.
- 13B. S. Dulicz, **W. Królikowski**: Zamiecenia ob koeficientach pronicajetrosti pri proizvodstwie predmetow iz stiekloplastikow wakuumnoj propytki, IV Międzynarodowa Konferencja „Vystuzene Plasticke Hmoty-73”, Karlovy Vary 1973, I-A-5, s. 1–7.
- 14B. **W. Królikowski**: Untersuchungen der GFK bei Zugbeanspruchung mit Hilfe von Lichtdurchlässigkeit-Messungen, IV Międzynarodowa Konferencja „Vystuzene Plasticke Hmoty-73”, Karlovy Vary 1973, II-B-2, s. 1–8.
- 15B. **W. Królikowski**: Die gegenseitige Abhängigkeit der Struktur, der chemischen und mechanischen Eigenschaften gehärteter Polyesterharzen, „Elfte Öffentliche Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Verstärkte Kunststoffe”, Freudenstadt 1973, 10, s. 1–7.
- 16B. **W. Królikowski**, M. Pawlak, L. Gubczyńska: Badania układów z żywic poliestrowych o małym skurczu, Prace Naukowe Instytutu Technologii Organicznej i Tworzyw Sztucznych Politechniki Wrocławskiej, 1973, 16, 3, s. 275–282.

1974

- 17B. **W. Królikowski**, A. Błędzki, S. Spychaj, T. Spychaj: Kopolimeryzacja o-ftalanu dwuallilu (FDA) ze styrenem, Prace Naukowe Instytutu Technologii Organicznej i Tworzyw Sztucznych Politechniki Wrocławskiej, 1974 (wyd. 1975), 16, 3, s. 193–205.

1975

- 18B. **W. Królikowski**, M.I. Prusińska: Polymerization of allyl phthalates in the presence of chain transfer agents, 4-th IUPAC International Conference „Modified Polymers-their Preparation & Properties”, Bratislava 1975, I, 42, s. 1–5.
- 19B. A. Błędzki, J. Katana, **W. Królikowski**: Kopolymerisation von Diallylphthalat mit Vinylmonomeren, 4-th IUPAC International Conference „Modified Polymers – their Preparation & Properties”, Bratislava 1975, II, 89, s. 1–5.

- 20B. **W. Królikowski**, J. Izicka, A. Kormosa: Adsorption von der Schlichtebestandteiler an der Glassfasern, VII Międzynarodowa Konferencja „Vystuzene Plasty-75”, Karlovy Vary 1975, I-B-6, s. 1–7.
- 21B. **W. Królikowski**, J. Pieniawski, J. Izicka: Untersuchungen der Adsorption von Polyesterharzen, Konstruieren mit Verstärkten Plasten, Techn. Univ. Dresden Weisig, 1975, 2, s. 74–85.
- 22B. A. Błędzki, **W. Królikowski**: Krajowe tłoczywa poliestrowe w zastosowaniu do węzłów tarcia, IV Seminarium „Tworzywa sztuczne w budowie maszyn”, Politechnika Krakowska, Kraków–Janowice 1975, s. 15–18.
- 23B. **W. Królikowski**, E. Fabrycy: Krajowe tłoczywa epoksydowe dla przemysłu elektronicznego, IV Seminarium „Tworzywa sztuczne w budowie maszyn”, Politechnika Krakowska, Kraków–Janowice, 1975, s. 97–100.
- 24B. M. Pawlak, **W. Królikowski**: Nowe typy tłoczyw poliestrowych, IV Seminarium „Tworzywa sztuczne w budowie maszyn”, Politechnika Krakowska, Kraków–Janowice, 1975, s. 147–156.
- 25B. **W. Królikowski**, M. Pawlak, A. Zygmunt: Dilatometrische Untersuchungen an den schrumfarmen Polyesterkompositionen, VII Międzynarodowa Konferencja „Vystuzene Plasty-75”, Karlovy Vary 1975, I-A-6, s. 1–7.
- 1976
- 26B. **W. Królikowski**, M. Pawlak, L. Gubczyńska: Die Veränderung der Lichtdurchlässigkeit während der Härtung von Low-Profile Polyesterharzen, VIII Międzynarodowa Konferencja „Verstärkte Plaste-76”, Drezno 1976, 3, s. 263–280.
- 1977
- 27B. **W. Królikowski**, L.K. Kostański: Materiały Zjazdu Naukowego PTCH, Szczecin 1977, K-237.
- 28B. **W. Królikowski**, M.I. Strumik, L.K. Kostański, A. Wieczorek: Materiały Zjazdu Naukowego PTCH, Szczecin 1977, K-236.
- 29B. **W. Królikowski**, M. Pawlak: Untersuchungen über die Struktur von mit Thermoplasten gehärteten Polyesterkompositionen, III International Microsymposium über „Polymerkompositionen”, Akademie der Wissenschaften der DDR, Berlin 25–26.04.1977, K5.
- 30B. **W. Królikowski**, M. Pawlak, W. Nowaczek: Komory łukowe wysokonapięciowego wyłącznika zwarciovego oraz rozdzielnice okapturzone z tłoczyw poliestrowo-szlanych, IV Konferencja Tworzyw Sztucznych SIMP, Gliwice 1977, 17, s. 1–9.
- 31B. **W. Królikowski**, Z. Czech: Abhängigkeiten zwischen der Oberflächevorbereitung der Glasgewebe, ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften sowie den mechanischen, Sem. „Konstruieren mit Verstärkten Plasten”, Drezno 1977, 4, s. 78–86.
- 1978
- 32B. **W. Królikowski**, Z. Czech: Abhängigkeiten zwischen der Oberflächevorbereitung der Glasgewebe, ihren physikalischer und chemischen Eigenschaften, sowie den

- mechanischen. 15-Ofentliche Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Verstärkte Kunstst., Freudenstadt 1978, 21, s. 1–6.
- 33B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek, M. Pawlak: Polnische Polyester-Pressmassen und Forschungen auf dem Gebiet ihrer Herstellung., „Verstärkte Plaste-78”, Drezno 1978, A-5, s. 1–4.
- 34B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek, M. Pawlak: Wzmocnione tłoczywa poliestrowe samogasnące, Polimery Trudnopalne, 1978, 2, s. 290–294.
- 1979
- 35B. E. Fabrycy, **W. Królikowski**: Tłoczywa epoksydowe dla przemysłu elektronicznego. Nowe Technologie Zastosowania Żywic Epoksydowych i Poliestrowych, NOT, UMCS w Lublinie, Lublin 1979, s. 16–21.
- 36B. **W. Królikowski**: Rola warstwy granicznej w tworzywach wzmocnionych. Nowe Technologie Zastosowania Żywic Epoksydowych i Poliestrowych, NOT, UMCS w Lublinie, Lublin 1979, s. 24–38.
- 37B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek, K. Zawadzka: Wpływ zagęszczania chemicznego na własności żywic poliestrowych. Nowe Technologie Zastosowania Żywic Epoksydowych i Poliestrowych, NOT, UMCS w Lublinie, Lublin 1979, s. 39–46.
- 38B. J. Izbicka, **W. Królikowski**: Możliwość stosowania kompozytów z włókien węglowych w technice. II Seminarium „Tworzywa sztuczne w budowie maszyn”, Politechnika Krakowska, Kraków–Janowice 1979, s. 33–54.
- 39B. **W. Królikowski**: Granica pękania tworzyw wzmocnionych włóknem szklanym, II Seminarium „Tworzywa sztuczne w budowie maszyn”, Politechnika Krakowska, Kraków–Janowice 1979, s. 209–228.
- 40B. **W. Królikowski**: Poliestrowe tłoczywa wzmocnione jako materiał konstrukcyjny. Problemy konstrukcyjno-technologiczne stosowania TWS w przemyśle, SIMP, Częstochowa 1979, s. 37–54.
- 41B. E. Fabrycy, **W. Królikowski**: Tłoczywa epoksydowe dla przemysłu elektrotechnicznego i elektronicznego. Problemy konstrukcyjno-technologiczne stosowania TWS w przemyśle, SIMP, Częstochowa 1979, s. 55–70.
- 42B. **W. Królikowski**, J. Izbicka: Untersuchungen über der Einfluss der proadhesiven Verbindungen des Glasrovings auf die Beretzbarkeit und Eigenschaften der verstärkt. Polyester, Sem. Konstruieren mit Verstärkten Hochpolymeren III, Techn. Üniv. Dresdem Gaussing 1979, 3, s. 95–105.
- 1980
- 43B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek, K. Zawadzka: Einfluss des chemischen Eindickens von Polyesterpressmassen auf ihre Verarbeitungen und Gebrauchseigenschaften., 8-Wissenschaftlich-Technische Tatung mit Verstärkte Plaste-80, Drezno 1980, V-12, s. 1–7.
- 44B. A. Błędzki, **W. Królikowski**: Hartung von Polyester-Formmassen mit hilfe von C-C-spaltbaren Initiatorem, „8-Wissenschaftlich-Technische Tatung mit Verstärkte Plaste-80”, Drezno 1980 V-16, s. 1–8.

45B.S. Spychaj, T. Spychaj, **W. Królikowski**: GPC Investigation of the System: Components of Unsaturated Polyester Resins-Silane for Glass Fiber Treatment, 6 Międzynarodowa Konferencja „Rozwój i zastosowanie chromatografii w przemyśle”, Bratysława 1980, B-11, 57.

1981

46B.J. Izbicka, **W. Królikowski**: Kompozyty z włóknem węglowym, Konferencja „Tworzywa sztuczne o podwyższonych właściwościach”, Politechnika Śląska, SIMP, Gliwice-Szczyrk 1981, s. 142–146.

47B.M.I. Strumik, **W. Królikowski**, J. Leonarski: Tłoczywa o podwyższonej odporności na łuk elektryczny, Konferencja „Tworzywa sztuczne o podwyższonych właściwościach”, Politechnika Śląska, SIMP, Gliwice-Szczyrk 1981, s. 132–136.

48B.M. Pawlak, **W. Królikowski**: Badania nad kompensacją skurczu w kompozycjach poliestrowych, Konferencja „Tworzywa sztuczne o podwyższonych właściwościach”, Politechnika Śląska, SIMP, Gliwice-Szczyrk 1981, s. 142–150.

49P. A. Błędzki, **W. Królikowski**: Polyesterpressmassen mit artistatischen Eigenschaften für den Bargbau, „Vystuzene Plasty 81”, Karlovy Vary 1981, s. 80–88.

1982

50B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek, C.W. Ehrenstein, R. Spaude: Wpływ rodzaju żywicy oraz zagęszczania chemicznego na właściwości mechaniczne poliestrowych tłoczyw wzmocnionych w podwyższonej temperaturze, III Seminarium „Tworzywa sztuczne w budowie maszyn”, Politechnika Krakowska, Kraków-Janowice 1982, s. 7–15.

51P. **W. Królikowski**, W. Nowaczek, M. Pawlak: Warstwowe tłoczywa poliestrowe, III Seminarium „Tworzywa sztuczne w budowie maszyn”, Politechnika Krakowska, Kraków-Janowice 1982, s. 17–21.

52B. J. Izbicka, **W. Królikowski**: Kompozyty z włóknem węglowym z żywic poliestrowych o podwyższonych właściwościach cieplnych, III Seminarium „Tworzywa sztuczne w budowie maszyn”, Politechnika Krakowska, Kraków-Janowice 1982, s. 23–25.

53B. A. Błędzki, **W. Królikowski**, S. Spychaj: Kompozycje poliestrowe o zmniejszonym współczynniku tarcia, III Seminarium „Tworzywa sztuczne w budowie maszyn”, Politechnika Krakowska, Kraków-Janowice 1982, s. 199–224.

54B. W. Stranc, **W. Królikowski**, A. Błędzki: Verarbeitung der glasfaserverstärkten Polyester-Formmassen im Spritzgiessverfahren, 9-wissenschaftlich-technische Tagung „Verstärkte Plaste-82”, Berlin 1982, B1, s. 1–8.

55B. J. Izbicka, **W. Królikowski**, M.M. Kalnin: Chemische Modifizierung der Oberfläche von Kohlenstoff-Faser, 9-Wissenschaftlich-technische Tagung, „Verstärkte Plaste-82”, Berlin 1982, H2, s. 1–5.

56B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek, E. Ehrenstein, R. Spaude: Einfluss unterschiedlicher Harzsorten und deren chemischen Eindickung auf die mechanischen Eigenschaften verstärkter Polyesterpressmassen, Seminarium „Konstruieren mit verstärkten Plasten Weiterbildungszentrum”, Drezno 1982, 1, 82, s. 81–87.

1983

- 57B.J. Izbicka, **W. Królikowski**: Własności kompozytów poliestrowych i epoksydowych w zależności od przygotowania powierzchni włókien węglowych, I Konferencja „Włókna węglowe i ich zastosowanie w technice”, AGH, PAN, Kraków 1983, s. 182–189.
- 58B.M.I. Strumik, **W. Królikowski**: Zastosowanie derywatografii w badaniach nad tłoczynami alkidowo-allilowymi, III Krajowe Seminarium, PAN, Płock 1983, s. 111–114.
- 59P. E. Farbrycy, A. Błędzki, **W. Królikowski**: Tłoczywa epoksydowe do hermetyzacji podzespołów elektronicznych, Materiały Zjazdu Naukowego PTCH, Katowice, 21–24.03.1983.
- 60B.**W. Królikowski**, J. Izbicka, W. Nowaczek: Glasfaser mit Titangehalt für verstärkte Kunststoffe, 12. Konferencja „Vystuzene Plasty 83”, Karlovy Vary 1983, s. 40–47.
- 61B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek, T. Spychaj: Influence of thickening agent type on SMC properties, 12. Konferencja „Vystuzene Plasty 83”, Karlovy Vary 1983, s. 48–55.

1984

- 62B.S. Spychaj, **W. Królikowski**: Graft polymerization of styrene on the glass surface modified with silanes, 6-th IUPAC Conference „Modified Polymers”, Bratislava 1984, vol. II, P5, s. 18–22.
- 63B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek: Chemical and physicochemical properties of hardened unsaturated polyester resins thickened with magnesium oxide., 3-eme Conf. Internationals sur la „Reactivite Chimique des Polymers en cours de Transformation”, Strasbourg 1984, s. 317–322.
- 64B.J. Izbicka, **W. Królikowski**: Wpływ modyfikacji włókien węglowych na właściwości kompozytów polimer-włókno węglowe, VIII Sympozjum Przemysłu Elektrodowego, Racibórz 1984, III, s. 57.
- 65B.A. Błędzki, **W. Królikowski**: UV-Premix als Trockenlager-Gleitwerkstoff, „Verstärkte Plaste” 84, Berlin 1984, D6, s. 1–6.

1985

- 66B.**W. Królikowski**, W. Nowaczek: Influence of chemical thickening of polyester moulding compound on their properties, „Mechanika i Technologia na Kompozycyjne Materiały”, Bułgarska AN, Warna 1985, s. 309–310.
- 67B.J. Izbicka, **W. Królikowski**: The influence of the surface treatment of carbon fiber on the mechanical properties of CE RP (Carbon Fiber Reinforced Plastics), „Vystuzene Plasty” 85, Karlovy Vary 1985, s. 106–135.
- 68B.A. Błędzki, **W. Królikowski**, B. Wiśniewski: Kompozycje poliestrowe z napełniaczem grafitowym w samosmarujących węzłach tarcia, VIII Sympozjum Przemysłu Elektrodowego, Racibórz 1984, IV, s. 72.

- 69B. **W. Królikowski**, E. Fabrycy: Krajowe tłoczywa epoksydowe dla przemysłu elektronicznego, IV Seminarium „Tworzywa sztuczne w budowie maszyn”, Kraków–Janowice 1985, s. 97.
- 70B. M. Pawlak, **W. Królikowski**: Nowe typy tłoczyw poliestrowych, IV Seminarium „Tworzywa sztuczne w budowie maszyn”, Kraków–Janowice 1985, s. 147.
- 71B. A. Błędzki, **W. Królikowski**: Krajowe tłoczywa poliestrowe w zastosowaniu do węzłów tarcia, IV Seminarium „Tworzywa sztuczne w budowie maszyn”, Kraków–Janowice 1985, s. 15.
- 72B. J. Izbicka, A., Błędzki, **W. Królikowski**: Tłoczywa z włóknem węglowym odporne na kwas siarkowy, IV Seminarium „Tworzywa sztuczne w budowie maszyn”, Kraków–Janowice 1985, s. 59.
- 73B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek: Chemical and physicochemical properties of hardened unsaturated polyester resin thickened with magnesium oxide, „Vystuzene Plasty 85”, Karlovy Vary 1985, s. 68.
- 74B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek, M. Pawlak, A. Błędzki: Polnische Polyester-Pressmassen und ihre industrielle Anwendung, „Vystuzene Plasty 85”, Karlovy Vary 1985, s. 209.

1986

- 75B. **W. Królikowski**, L.K. Kostański, A. Drotlew: Alkyd-DAP Pressmassen für die Elektrotechnik, „Verstärkte Plaste 86“, Drezno 1986, C8/1.
- 76B. L.K. Kostański, A. Drotlew, **W. Królikowski**, E. Fabrycy: Mechanical properties of electronic epoxy moulding compounds, 9th Disc. Conf. „Crosslinked Epoxies-TUPAC”, ed. W. de Gruyter, New York 1987, Praga 1986, s. 549–555.
- 77B. **W. Królikowski**: Tworzywa poliestrowe jako nowoczesne materiały konstrukcyjne część I, Konferencja „Nowe materiały polimerowe w budownictwie maszyn”, SJMP, Kokotek, 23–25.06.1986, s. 22–29.
- 78B. J. Izbicka, **W. Królikowski**, S. Spychaj: Der Einfluss von Haftmitteln auf Eigenschaften von Glass und Kohlenstoffaser verstärkter Polymeren, Verstärkte Plaste 86, Drezno 1986, G15/1.

1987

- 79B. E. Fabrycy, **W. Królikowski**, L.K. Kostański, L. Subocz, J. Subocz: Influence of curing agent on physicomechanical properties epoxy moulding compounds, 31 JUPAC Macromolecular Symposium, Merseburg 1987, s. 94.
- 80B. J. Izbicka, **W. Królikowski**: Composites with their Component Hybrid Reinforcement, 31 JUPAC Macromolecular Symposium, Merseburg 1987, s. 95.

1988

- 81B. **W. Królikowski**: Trendy rozwoju tworzyw wzmocnionych, część I, III Komf. „Simplast 88”, Kozubnik 1988, s. 16–32.
- 82B. J. Izbicka, **W. Królikowski**: Carbon fibre surface modification for polymer composites, Intern. Conf. on Carbon „Carbon 88”, Newcastle 1988, s. 543–545.

- 83B. W. Nowaczek, **W. Królikowski**: Fire retardant and ARC resistant glass-polyester moulding compound, "Mechanika i technologia na kompozycyjne materiały", Włocławek 1988, s. 353–356.
- 84P. **W. Królikowski**: Włókna szklane jako wzmocnienie tworzyw sztucznych, 65-lecie KHS, „Jakość i nowoczesność w przemyśle szklarskim”, Krosno 1988, s. 12–28.

1989

- 85B. E. Fabrycy, J. Subocz, **W. Królikowski**, L. K. Kostański, L. Subocz: Einfluss des Harters auf die elektrische Eigenschaften während der thermischer Alterung der Epoxidpressmassen, 2. Tagung über Polymere für Elektrotechnik/Elektronik/Mikroelektronik, Berlin 1989, s. 91–96.
- 86B. W. Stranc, **W. Królikowski**: Einfluss der Verarbeitungsparameter auf die Gebrauchseigenschaften der Spritzgussteile aus UP-Premix, „Vystuzene Plasty 89“, Karlovy Vary 1989, s. 101–106.
- 87P. **W. Królikowski**: Trendy rozwoju polimerowych tworzyw wzmocnionych, Sympozjum „Konstrukcyjne kompozyty polimerowe”, Szczecin 1989, s. 15–34.
- 88B. W. Stranc, **W. Królikowski**: Zastosowanie ślimaka z blokadą przepływu wstecznego do wtrysku tłoczyw poliestrowych, Symposium „Konstrukcyjne kompozyty polimerowe”, Szczecin 13–15.09.1989, s. 221–224.
- 89B. E. Fabrycy, **W. Królikowski**, T. Sychaj, L.K. Kostański: Epoxid-polish epoxy compounds for electronic and electric industry moulding, Symposium „Konstrukcyjne kompozyty polimerowe”, Szczecin 13–15.09.1989, s. 361.
- 90B. E. Fabrycy, J. Subocz, **W. Królikowski**, L. Subocz: Badanie procesów starzeniowych zachodzących w elektronicznych tłoczywach epoksydowych, Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Tworzywa utwardzalne”, Częstochowa 1989, s. 37–42.
- 91B. W. Nowaczek, **W. Królikowski**: Tłoczywa poliestrowe produkcji krajowej – stan obecny i perspektywy rozszerzenia asortymentu, Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Tworzywa utwardzalne”, Częstochowa 1989, s. 84–88.

1992

- 92P. **W. Królikowski**, S. Wojciechowski: Obszary koncentracji badań materiałów i ich technologii w świetle potrzeb kraju (Obszary koncentracji badań w zakresie kompozytów), PAN Wydział IV – Nauki Techniczne, Komitet Nauki o Materiałach.

1994

- 93P. **W. Królikowski**: Reaktywne przetwórstwo tworzyw sztucznych, I Kongres Technologii Chemicznej, 19–22 września 1994, Szczecin 1995, s. 22–29.
- 94P. **W. Królikowski**: Tworzywa wzmocnione w Instytucie Polimerów Politechniki Szczecińskiej, Instytut Polimerów PS, Sympozjum „Kompozyty i kompozycje polimerowe”, Szczecin 22–24.06.1994, s. 84–93.

- 95B. W. Nowaczek, E. Fabrycy, **W. Królikowski**: Badanie procesów sieciowania stałych termoutwardzalnych spoiw poliestrowych, Sympozjum „Kompozyty i kompozycje polimerowe”, Szczecin 22–24.06.1994, s. 375.
- 96P. **W. Królikowski**, Z. Rosłanec, M. Żwir: Technologiczne problemy wytwarzania termoplastów wzmocnionych włóknem długim, Sympozjum „Kompozyty i kompozycje polimerowe”, Szczecin 22–24.06.1994, s. 343–347.
- 1995
- 97P. **W. Królikowski**: Mieszanki i stopy polimerowe, Polimery i kompozyty konstrukcyjne, Politechnika Śląska, ETTMP, Kozubnik 25–27.10.1995, s. 57–72.
- 98B. **W. Królikowski**, M.J. Żwir, J. Pyż (Janik), A. Janik: Blendy polimerowe z poli(tereftalanu etylenu) z poliolefinami, „Polimery – Środowisko – Recykling”, Szczecin–Międzyzdroje, 27–29.09.1995, TTT-6, s. 285–292.
- 1996
- 99P. **W. Królikowski**: Polimery ciekłokrystaliczne – nowoczesne materiały konstrukcyjne, II Konferencja Naukowo-Techniczna „Polimery i kompozyty konstrukcyjne”, Ustroń 16–18.10.1996, s. 46–57.
- 100B. **W. Królikowski**, M. Żwir, J. Janik, A. Janik: PET and polyolefine polymer blends, recycling perspectives, 5th European Symposium „Polymer Blends”, Maastricht, Belgia 12–15.05.1996, s. 280–282.
- 101P. **W. Królikowski**: Trendy rozwoju kompozytów polimerowych, „Kompozyty” – Seminarium, Polskie Towarzystwo Materiałów Polimerowych, Częstochowa 8.11.1996, s. 5–22.
- 102P. W. Nowaczek, **W. Królikowski**, M. Kacperski: Możliwości i ograniczenia w zagospodarowaniu odpadów z kompozytów termoutwardzalnych jako napelnaczy tłoczyw poliestrowych, II Konferencja Naukowo-Techniczna „Polimery i kompozyty konstrukcyjne”, Ustroń 16–18.10.1996, s. 59–62.
- 103B. **W. Królikowski**: Trendy rozwoju kompozytów polimerowych, Seminarium Polskiego Towarzystwa Materiałów Kompozytowych „Kompozyty”, Częstochowa 1996, s. 5–22.
- 1997
- 104P. **W. Królikowski**: Kompozyty polimerowe w Instytucie Polimerów Politechniki Szczecińskiej, II Seminarium Polskiego Towarzystwa Materiałów Kompozytowych „Kompozyty’97”, Częstochowa 1997, s. 23–45.
- 105P. **W. Królikowski**: Składniki kompozytów polimerowych, Ogólnopolska Szkoła Kompozytów „Podstawy mechaniki kompozytów polimerów”, Instytut Mechaniki i Konstrukcji Maszyn Politechniki Warszawskiej, Szklarska Poręba 1997, s. 23–45.
- 106B. M. Żwir, **W. Królikowski**: Materiały III Ogólnopolskiej Konferencji „Kompozyty i kompozycje polimerowe”, Świnoujście 1997, s. 211–216.

- 107B. **W. Królikowski**, J. Janik, K. Gorący: Badania reologiczne mieszanek polimerowych, Materiały III Ogólnopolskiej Konferencji „Kompozyty i kompozycje polimerowe”, Świnoujście 1997, s. 239–240.
- 108B. A. Błędzki, Ch. Barth, **W. Królikowski**, J. Janik: Badania właściwości mieszanin polimerowych poli(tereftalanu etylenu) z innymi polimerami termoplastycznymi, Materiały III Ogólnopolskiej Konferencji „Kompozyty i kompozycje polimerowe”, Świnoujście 1997, s. 185–190.
- 109B. **W. Królikowski**, M. Żwir, J. Janik, A. Janik: Mieszaniny polimerowe PET – poliolefiny; perspektywy recyklingu, Sympozjum „Sezam'94”, Warszawa 24.01.1997, UM28.
- 110B. J. Janik, **W. Królikowski**: Rheological and morphological properties of PET and polyolefine blends – recycling futures, 38th Microsymp. „Recycling of Polymers”, Praga 14–17.07.1997, P18.
- 111B. **W. Królikowski**, J. Janik: Mieszaniny polimerowe w technice, II Kongres Technologii Chemicznej, Wrocław 15–18.09.1997, wyd. 1998, t. 3, s. 1015–1024.
1998
- 112B. J. Janik, **W. Królikowski**: Mechanical properties of poly(ethylene terephthalate) polymer blends with other thermoplastic polymers, 7th European Polymer Federation Symposium „Polymers Friendly for the Environment”, Szczecin 20–24.09.1998, s. 197–198.
1999
- 113B. J. Janik, **W. Królikowski**, M. Zacharewicz: PET and polyolefine polymer blends – rheological properties, Sixth European Symposium on Polymer Blends Max Planck Institut fur Polymerforschung, Mainz 16–19.05.1999, s. 678.
- 114B. **W. Królikowski**: Trendy rozwoju polimerowych materiałów kompozytowych, „Materiały i technologie materiałowe – perspektywy postępu”, Łódź 21–22.09.1999.
2000
- 115B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek, P. Penczek: The investigation of the rheological characteristics and the reactivity of the solid thermoset polyester, World Polymer Congress IUPAC MACRO 2000, Warszawa 9–14.07.2000.
- 116B. J. Janik, **W. Królikowski**: PET/PP polymer blends with compatibilizing agents – structure and properties, World Polymer Congress IUPAC MACRO 2000, Warszawa 9–14.07.2000.
- 117B. J. Janik, **W. Królikowski**: Rheological properties and phase inversion phenomenon of PET / polyolefine blends, 14th Bratislava International Conference on Modified Polymers, Bratislava 2000.
- 118B. **W. Królikowski**: Termoplasty wzmocnione – rodzaje i technologie, Konferencja Polskiego Towarzystwa Materiałów Kompozytowych „Kompozyty”, Szczecin 2000, s. 45–58.

119B. **W. Królikowski**, W. Nowaczek: Poliestrowe tłoczywa wzmocnione włóknem szklanym, IV Seminarium „Kompozyty 2000. Teoria i praktyka”, Politechnika Częstochowska, Jaszwiec 29–31.03.2000, s. 72–82.

120B. J. Rosińska, Z. Bończa-Tomaszewski, **W. Królikowski**, W. Nowaczek, P. Penczek: Structure-properties relationships of solid unsaturated polyesters, Industrial Chemistry Research Institute – Annual Report IChP, Warszawa 2000.

2001

121B. **W. Królikowski**: Wpływ czynników technologicznych na właściwości mechaniczne polimerowych materiałów kompozytowych, III Szkoła Kompozytów „Modelowanie i analiza materiałów i elementów kompozytowych”, Wisła 10–12.12. 2001, s. 159–176.

122B. J. Janik, **W. Królikowski**: Zjawisko inwersji fazowej w mieszaninach PET/PE i PET/PP (właściwości reologiczne, mechaniczne, struktura morfologiczna), Konferencja „Materiały polimerowe Pomerania-Plast 2001”, Szczecin–Międzyzdroje 6–8.06.2001.

123B. J. Rosińska, Z. Bończa-Tomaszewski, **W. Królikowski**, W. Nowaczek, P. Penczek: Wpływ składnika glikolowego na właściwości poliestrów nienasyconych, Konferencja „Materiały polimerowe Pomerania-Plast 2001”, Szczecin–Międzyzdroje, 6–8.06.2001.

2002

124B. J. Janik, **W. Królikowski**: Properties of PET / polyolefine blends Recycling of Plastics in Europe, Kassel, Niemcy, 6–7.06.2002.

2004

125B. **W. Królikowski**: Kompozyty polimerowe, Konferencja „Materiały polimerowe Pomerania-Plast 2004”, Szczecin–Międzyzdroje 2–4.06.2004, s. 27–29.

2007

126B. G. Krala, J. Janik, **W. Królikowski**, A. Fijałkowska: Ocena kompatybilizującego efektu nanonapełniacza w mieszaninach poliolefinowych, Konferencja „Materiały polimerowe Pomerania-Plast 2007”, Szczecin–Kołobrzeg 23– 5.05.2007, s. 127–128.

127B. J. Janik, G. Krala, **W. Królikowski**, M. Cichocki: Badania nad wytworzeniem nanokompozytów z mieszanin poliamid 6/ poliolefina (PA6/ PE, PA6/ PP), Konferencja „Materiały polimerowe Pomerania-Plast 2007”, Szczecin–Kołobrzeg 23–25.05.2007, s. 101–103.

128B. G. Krala, J. Janik, **W. Królikowski**, E. Langiewicz: Badania procesu wytwarzania nanokompozytów poliolefiny/montmorylonit, Konferencja „Materiały polimerowe Pomerania-Plast 2007”, Szczecin–Kołobrzeg 23–25.05.2007, s. 129–130.

2011

129P. **W. Królikowski**: Profesor dr hab. inż. Tadeusz Spychaj – jubileusz 65-lecia, Seminarium naukowe „Aktualne trendy w rozwoju technologii materiałów polimerowych”, Międzyzdroje 2011, s. 7.

2012

- 130B. M. Barcikowski, **W. Królikowski**: Wytrzymałość pozostała kompozytu uszkodzonego w wyniku uderzenia o wysokiej prędkości, „Kompozyty: konstrukcje warstwowe. VI sympozjum”, Wrocław–Srebrna Góra, 8–10 listopada 2012, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2012, s. 9–10.
- 131B. M. Barcikowski, **W. Królikowski**: Balistyczny uderzenie wielokrotny kompozytów poliestrowo-szklanych o różnej strukturze wzmocnienia, XXV Sympozjum Mechaniki Eksperymentalnej Ciała Stałego im. prof. Jacka Stupnickiego, Jachranka 17–20 października 2012, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2012, s. 20–21.

2016

- 132P. **W. Królikowski**: Profesor dr hab. inż. Tadeusz Spychaj – jubileusz 70-lecia, Konferencja „Materiały polimerowe Pomerania-Plast 2016”; wykład.

Patenty

1. **W. Królikowski**: Sposób ochrony przed korozją wałów śrubowych i innych podobnych elementów. P-48 694 (1964).
2. **W. Królikowski**: S. Dudzińska, J. Kozłowski, Sposób zabezpieczania pokładów statków masą ochronną. P-48 454 (1964).
3. **W. Królikowski**, T. Racuk, J. Szanser, T. Maślanka: Sposób wytwarzania rur stożkowych z tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknem lub tkaniną szklaną i przyrząd do stosowania tego sposobu. P-59 954 (1967).
4. Z. Kłosowska-Wońkiewicz, **W. Królikowski**, M. Pawlak: Sposób wytwarzania nienasyconych żywic poliestrowych nie wykazujących skurczu oraz odznaczających się poprawioną wytrzymałością. P-85 445 (1975).
5. A. Błędzki, W. Gutowski, **W. Królikowski**, A. Kwasek: Masa formierska i rdzeniowa. P-109 017 (1977).
6. A. Błędzki, W. Gutowski, A. Kwasek, J.A. Zapalski, **W. Królikowski**, R. Chudzikiewicz: Masa formierska i rdzeniowa. P-117082 (1977).
7. A. Błędzki, W. Gutowski, R. Chudzikiewicz, **W. Królikowski**, P. Christodulu: Masa formierska i rdzeniowa. P-113 123 (1977).
8. A. Błędzki, **W. Królikowski**, M. Pawlak, K. Pawlaczyk: Tłoczywo poliestrowe o zmniejszonym skurczu prasowniczym. P-103 575 (1978).
9. **W. Królikowski**, W. Nowaczek, M. Pawlak, A. Błędzki, P. Penczek, R. Ostysz, B. Witowska: Tłoczywo poliestrowe o ograniczonym skurczu. P-109 023 (1979).
10. A. Błędzki, **W. Królikowski**, A. Kwasek: Tłoczywo epoksydowe. P-116 117 (1979).
11. **W. Królikowski**, W. Nowaczek, M. Pawlak: Tłoczywo poliestrowe. P-115 598 (1980).
12. A. Błędzki, W. Gutowski, **W. Królikowski**, A. Kwasek: Masa formierska i rdzeniowa. P-113 270 (1982).
13. A. Błędzki, A. Kwasek, **W. Królikowski**: Tłoczywo epoksydowe o długotrwałej stabilizacji wskaźników płynięcia. P-116 128 (1982).
14. M.J. Strumik, A. Błędzki, **W. Królikowski**, M. Gardziński, R. Galbfach, J. Tomaszewski, J. Menet, B. Czekańska: Utwardzanie kompozycji poliestrowych przy zastosowaniu wodoronadtlenku kumenu. P-133957 (1982).
15. M.J. Strumik, A. Błędzki, **W. Królikowski**, Z. Czech, M. Gardziński: Tłoczywo poliestrowe polimeryzujące o zmniejszonym skurczu prasowniczym. P-129 871 (1983).
16. A. Błędzki, A. Kwasek, E. Fabrycy, **W. Królikowski**: Klej przewodzący. P-129 393 (1983).
17. A. Błędzki, A. Kwasek, E. Fabrycy, **W. Królikowski**, T. Spychaj: Klej przewodzący. P-129 413 (1983).

18. T. Spychaj, Z. Nagay, A. Błędzki, **W. Królikowski**, J. Myszkowski: Sposób wytwarzania kompozycji epoksydowych o właściwościach optycznych. P-130 343 (1983).
19. M.J. Strumik, **W. Królikowski**, J. Halladin, J. Przychodzien, J. Tolwinski: Tłoczywo poliestrowe. P-126 233 (1984).
20. A. Błędzki, A. Kwasek, **W. Królikowski**, J. Izbicka: Tworzywo antystatyczne. P-133 648 (1984).
21. E. Fabrycy, A. Błędzki, A. Kwasek, **W. Królikowski**, W. Pawłowski: Sposób wytwarzania tłoczywa epoksydowego. P-134684 (1984).
22. M.J. Strumik, **W. Królikowski**, J. Tolwinski, J. Halladin, J. Przychodzień: Tłoczywo alkidowe. P-126892 (1985).
23. L.K. Kostański, A. Drotlew, E. Fabrycy, **W. Królikowski**, A. Błędzki, T. Spychaj, G. Fihel, J. Stawicka: Utwardzalna kompozycja epoksydowa o przedłużonym czasie przydatności do niskociśnieniowego prasowania przetłocznego. P-144 122 (1985).
24. T. Spychaj, K. Kałucki, A. Błędzki, **W. Królikowski**: Sposób wytwarzania bezwodnikowych kompozycji utwardzających żywice epoksydowe oraz kompozycja epoksydowa zawierająca bezwodnikową kompozycję. P-140 798 (1986).
25. W. Nowaczek, Z. Kłosowska-Wońkowicz, **W. Królikowski**: Kompozycja zagęszczająca do tłoczyw poliestrowych. P-147 375 (1986).
26. T. Spychaj, A. Błędzki, A. Kwasek, **W. Królikowski**, J. Kłoczko, A. Baniak, K. Marchut, R. Wolski: Sposób uszlachetniania żywicy epoksydowej. P-141 998 (1987).
27. T. Spychaj, Soroka J., E. Fabrycy, **W. Królikowski**, W. Pawłowski, A. Błędzki, A. Baniak, G. Talarek: Transparentna zalewowa kompozycja epoksydowa. P-145 585 (1988).
28. J. Izbicka, S. Spychaj, T. Spychaj, **W. Królikowski**, A. Wierdak, J. Tomaszewski: Sposób preparacji włókien szklanych. P-147 744 (1989).
29. J. Izbicka, S. Spychaj, T. Spychaj, **W. Królikowski**, H. Kossobudzka, K. Skoczowski: Sposób aktywacji powierzchni włókien węglowych stosowanych do wzmacniania kompozytów. P-148 921 (1989).
30. W. Nowaczek, **W. Królikowski**, W. Mieczkowski: Tłoczywo poliestrowe. P-153 494 (1990).
31. W. Nowaczek, **W. Królikowski**, M. Pawlak, Z. Kłosowska-Wońkowicz, W. Mieczkowski: Tłoczywo poliestrowe. P-153 520 (1990).
32. J. Janik, **W. Królikowski**, P. Penczek: Sposób wytwarzania blend termoplastycznych poliestrów tereftalowych i poliolefin. P-348950 (2006).

Rozprawy doktorskie zrealizowane pod kierunkiem Profesora

1. **Irena Pruścińska-Strumik:** Badania nad polimeryzacją ftalanu dwuallilowego, PS 1974 r.
2. **Mirosław Pawlak:** Badania nad procesami skurczu i strukturą żywic poliestrowych z polimerami termoplastycznymi w celu otrzymania tłoczyw o małym skurczu, PS 1978 r.
3. **Joanna Izbicka:** Badanie zjawisk na granicy faz włókno szklane-żywica w poliestrowych tworzywach wzmocnionych, PS 1979 r.
4. **Leopold K. Kostański:** Badania nad polimeryzacją w masie dwuallilowych estrów kwasów dwukarboksylowych, PS 1980 r.
5. **Zbigniew Czech:** Wpływ własności powierzchniowych włókien szklanych w tkaninach na fizykochemiczne i mechaniczne właściwości tworzyw wzmocnionych, PS 1981 r.
6. **Lesław Bucki:** Badania wpływu wody na właściwości tworzyw wzmocnionych włóknami szklanymi, PS 1983 r.
7. **Stanisława Spychaj:** Badania nad reakcjami silanów ze składnikami nienasyconych żywic poliestrowych, PS 1984 r.
8. **Wojciech Stranc:** Badania nad przetwórstwem wtryskowym krajowych tłoczyw poliestrowych wzmocnionym włóknem szklanym, PS 1985 r.
9. **Wiesław Nowaczek:** Badania nad modyfikacją żywic poliestrowych do tłoczyw tlenkami i / lub wodorotlenkami metali ziem alkalicznych, PS 1986 r.
10. **Jolanta Janik:** Właściwości mieszanin polimerowych poli(tereftalanu etylenu) z poliolefinami, PS 2000 r.
11. **Michał Barcikowski:** Wpływ materiałów i struktury laminatów poliestrowo-szklanych na ich odporność na uderzenie balistyczne, ZUT w Szczecinie (była PS) 2012 r.



W. Królikowski z Mamą na moło w Sopocie,
Wielkanoc, 1946 r.



W. Królikowski w ukochanych Tatrach na
nartach, 1952 r.



Okres studencki, W. Królikowski w głębi, robi zdjęcie



Gdańsk-Wrzeszcz, 1953 r. W. Królikowski – miłośnik żeglarstwa, nad Bałtykiem



W. Królikowski. Czytanie prasy – zwykła codzienność



Wystąpienie W. Królikowskiego w Krośnieńskich Hutach Szkła, 1969 r.



Obrona pracy doktorskiej, Drezno, 1976 r.



Spotkanie z okazji 60 urodzin prof. W. Królikowskiego, 1987 r. Kwiaty wręczają (od lewej) E. Fabrycy i J. Izbicka



Konferencja „Polimery. Środowisko. Recykling”, Międzyzdroje, 1995 r. Zdjęcie zbiorowe pracowników ZTMP, organizatorów konferencji (zdjęcie po lewej); obrady prowadzi prof. T. Spychaj (zdjęcie po prawej), w komisji zasiadają (od lewej) prof. A. Błędzki, prof. W. Królikowski, prof. E. Bortel



Zakład Technologii Materiałów Polymerowych, 1998 r. Profesor W. Królikowski i S. Seweryn przy rzutniku, przed wykładem



Profesor W. Królikowski rozmawia z prof. A. Zielińskim, Politechnika Szczecińska



Międzynarodowe Targi Tworzyw Sztucznych i Kauczuku w Düsseldorfie, 2002 r. Profesor w towarzystwie współpracowników



Profesor podczas urlopu, 2006 r.



Profesor W. Królikowski na konferencji „Pomerania-Plast 2016”, Międzyzdroje, 2016 r., hotel Amber Baltic



Zakład Technologii Materiałów Polimerowych, Instytut Polimerów, budynek „starej chemii”, korytarz na parterze, 2016 r. Profesor w towarzystwie pracowników i zaprzyjaźnionych osób z Zakładu

DZIEKAN I RADA WYDZIAŁU CHEMICZNEGO
POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

małą zaszczyt prosić

Panią (Pana)

o przybycie na

publiczną dyskusję nad rozprawą doktorską
mgr inż. WACŁAWA KRÓLIKOWSKIEGO

pod tytułem:

„NIEKTÓRE WŁASNOŚCI LAMINATÓW POLIESTROWO-SZKLANYCH
Z ZAKRESU ICH STRUKTURY, CHEMII I TECHNOLOGII
W ŚWIELE ZJAWISK W CZASIE ICH ROZCIĄGANIA”

Promotor: Doc. inż. WŁODZIMIERZ ŁASKAWSKI (Politechnika Wrocławska)

Recenzenci: Prof. dr TADEUSZ ROSNER (Politechnika Szczecińska)

Doc. dr WŁODZIMIERZ DAHLIG (Politechnika Warszawska)

Dyskusja odbędzie się dnia 11 maja (czwartek) 1967 r. o godz. 11.00
w Sali Wąbrzyskiej Gmachu Chemii Politechniki Wrocławskiej
przy Wybrzeżu Wyspiańskiego 27

W. Dr. Gd. Nr 810. 67. OII-18384

WACŁAW KRÓLIKOWSKI

„NIEKTÓRE WŁASNOŚCI LAMINATÓW POLIESTROWO-SZKLANYCH
Z ZAKRESU ICH STRUKTURY, CHEMII I TECHNOLOGII W ŚWIELE
ZJAWISK ZACIĄGANIA W CZASIE ICH ROZCIĄGANIA”

PRACA NA STOPIEŃ DOKTORA NAUK TECHNICZNYCH
Wykonana w Centralnym Laboratorium
Stożni Marynarki Wojennej w Gdyni-Ogrypsu
przy Katedrze Technologii Tworzyw Sztucznych
Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej
Promotor: doc. inż. Włodzisław ŁASKAWSKI
Recenzenci: prof. dr Tadeusz ROSNER
doc. dr Włodzisław DAHLIG

SEMINARIUM PROGRAMU
TEMPUS
28-29 maja 1992

Projekt: JEP-0644/90

Organizatorzy: Prof. dr hab. inż. A.K. Błędzi, Universität (Gh) Kassel,
RFN
Prof. dr F.J. Baltá-Calleja, Instituto de Estructura de la
Materia, C.S.I.C., Madryt, Hiszpania
Prof. dr inż. W. Królikowski, Politechnika Szczecińska

Miejsce: Politechnika Szczecińska, Instytut Polimerów
70 322 Szczecin, ul. Polwskiego 10, Sala nr 2

KOŁO SIMP PRZY STOCZNI MARYNARCI WOJENNEJ
IM. DĄBROWSZCZAKÓW
SEKCJA OKRĘTOWCÓW SIMP W GDAŃSKU

II OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA

LAMINATY POLIESTROWO-SZKLANE W BUDOWNICTWIE OKRĘTOWYM

Gdynia - Oksywie
wrzesień 1967

INSTYTUT TECHNOLOGII CHEMICZNEJ
POLITECHNIKI SZCZECIŃSKIEJ

SESJA NAUKOWA KOMPOZYTY POLIMEROWE

INSTYTUT TECHNOLOGII CHEMICZNEJ
POLITECHNIKI SZCZECIŃSKIEJ

zaprasza

na Sesję Naukową
„KOMPOZYTY POLIMEROWE”
z okazji 60-tej rocznicy urodzin
Kierownika Zakładu Tworzyw Sztucznych
i Powłok Ochronnych
Prof. dr inż. WACŁAWA KRÓLIKOWSKIEGO

która odbędzie się w dniu 23 stycznia 1967 roku o godz. 10.00
w Instytucie Technologii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej
przy ul. K. Pułaskiego 10.

SZCZECIN 1967

Konferencja Materiały Polimerowe Pomerania-Plast 2007



KOMUNIKAT I

Szczecin - Kołobrzeg
23 - 25 maja 2007

Instytut Polimerów
Politechnika Szczecińska

Konferencja dedykowana
prof. dr inż. Wacławowi Królikowskiemu
z okazji jubileuszu 80-lecia



w roku 60-lecia powstania Politechniki Szczecińskiej
oraz
Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej

Miejsce konferencji
Hotel „Sianpol”
78-100 Kołobrzeg, Dworcowa 10.
tel. 094 35 282 11, www.newskanpol.pl

POLITECHNIKA SZCZECIŃSKA
INSTYTUT POLIMERÓW

KOMITET NAUKI O MATERIAŁACH PAN
POLSKIE TOWARZYSTWO MATERIAŁÓW
KOMPOZYTOWYCH

III OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA KOMPOZYTY I KOMPOZYCJE POLIMEROWE

W roku 50-lecia
Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej
Politechniki Szczecińskiej

dedykowana
prof. dr inż. Wacławowi Królikowskiemu
z okazji 70 rocznicy urodzin

Szczecin - Świnoujście
16 - 18 czerwca 1997



**POLITECHNIKA ŁÓDZKA
INSTYTUT POLIMERÓW**

90-024 Łódź, Żeromskiego 116, telefon/fax : (042) 36-25-43

Łódź, 13 czerwca 1997 r.

**Pan
Prof. dr hab. Wacław Królikowski
Dyrektor Instytutu Polimerów
Politechniki Szczecińskiej**

Wielce Szanowny Panie Profesorze,

Z okazji Jubileuszu najlepsze gratulacje oraz serdeczne życzenia dalszej równie owocnej pracy naukowej dla dobra Kraju, krzepkiego zdrowia i wszelkiej pomyślności w życiu osobistym składają Dyrekcja i Pracownicy Instytutu Polimerów Politechniki Łódzkiej.

Dyrektor Instytutu

L. Ślusarski
(Prof. dr hab. Ludomir Ślusarski)



**POLITECHNIKA WARSZAWSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ I
CZTERKAH**

Warszawa, dnia 15.06.1997r.

**Pan
Prof. dr inż. Wacław Królikowski**

Szanowny Panie Profesorze,

Z okazji 70-lecia urodzin, w imieniu społeczności akademickiej naszego Wydziału, przeżyłam Pana wyprawy znaną za dotychczasową działalność naukową i dydaktyczną wraz z życzeniami dalszych sukcesów oraz dalszej owocnej współpracy z Wydziałem Inżynierii Materiałowej PW.

Dorobek naukowy Pana Profesora w obszarze kompozytów polimerowych stanowi poważny wkład do rozwoju tej bardzo ważnej grupy materiałów w Polsce i jest wykorzystywany w naszej działalności naukowej i dydaktycznej, znajduje też uznanie międzynarodowe.

Przekazuję Panu Profesorowi życzenia dobrego zdrowia i pomyślności w życiu osobistym.

Z wyrazami szacunku,

Tadeusz Wierchoś
Prof. dr hab. Tadeusz Wierchoś



**Polskie Towarzystwo Materiałów Kompozytowych
Polish Society for Composite Materials**

Zarząd Główny
Katedra Odkształceń Polimerów i Ciepłotyżności
Al. Armii Krajowej 18, 42-200 Częstochowa
t./f./fax: (034) 25-07-44
Konto: PRO Oddział Częstochowa
Nr 15512-295334-132

Częstochowa, 18 czerwca 1997 r.

**Sz. Pan
Prof. dr hab. inż. Wacław Królikowski
Politechnika Szczecińska
Szczecin**

Wielce Szanowny i Dostojny Jubilate!

Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Materiałów Kompozytowych i ja osobście pragniemy złożyć serdeczne życzenia w dniu Jubileuszu 70-lecia życia i twórczej działalności Pana Profesora.

Dotychczasowe osiągnięcia naukowe, zaangażowanie w organizację nauki polskiej i działalność w Polskim Towarzystwie Materiałów Kompozytowych zyskały Pana Profesorowi uznanie nie tylko w kręgach specjalistów z zakresu polimerów, ale także wszystkich zajmujących się inżynierią materiałową.

Wierzymy głęboko, że młodzieńcy zapał, a także wiedza i doświadczenie Pana Profesora będą nadal podnizaał dorobek nauki polskiej i służyć za wzór młodszym pracownikom naukowo-badawczym.

Życzymy Panu Profesorowi dalszych osiągnięć naukowych, zdrowia, radości życia, spełnienia marzeń i wszelkiej pomyślności.

W imieniu Zarządu Głównego PTMXX

*Janusz Brzuszczyński
(Przewodniczący)*

*Szanownemu Panu
Prof. Wacławowi Królikowskiemu*

*Wielu sukcesów w pracy
naukowej, zdrowia i
szczęścia podziwnego*

*Zręzy
Oleg Pilipienko
Instytut
Technologicznego*

*Z Czenichowa na
Ukrainie*

Szczecin - Swinoujście 18.06.1997r

Pan

prof. dr inż. Wacław Królikowski

w/m

Szanowny Panie Profesorze,

Z okazji dostojnego Jubileuszu 85. rocznicy urodzin składamy Panu życzenia zdrowia i wszelkiej pomyślności w życiu osobistym oraz dalszej owocnej działalności zawodowej.

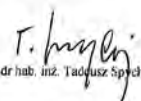
Doceniamy Pańskie osiągnięcia i wkład w organizację i rozwój szczecińskiego ośrodka naukowo-dydaktycznego specjalizującego się w technologii materiałów polimerowych, zwłaszcza kompozytowych.

Dziękujemy za rozwój kadry naukowej, pozyskiwanie nakładów na badania oraz inwestycje aparaturowe.

Podziwiamy Pana za nieustającą aktywność zawodową w tym zwłaszcza wydanie wielu monografii naukowo-technicznych.

Pańskie optymistyczne nastawienie do życia i niespożyte siły witalne są inspiracją dla młodszych pokoleń.

Z życzeniami w imieniu społeczności akademickiej Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.


prof. dr hab. inż. Tadeusz Sprychaj


Dyrektor
Instytutu Polimerów
dr hab. inż. Mirosława El Fryd, prof. ZUT


Dziekan
dr hab. inż. Leszek Baroka, prof. ZUT

KROŚNIENSKIE HUTY SZKŁA
38-400 KROŚNO
ul. Przemysłowa 13 A
tel. 233 11, 230 11, 231 005255
0056555

(pieczęć jednostki organizacyjnej)

10/57/4407/185

4770 doc. do W. Królikowski

Nr statyst. jedn. organ.	0056555
Nr ewidencyjny projektu	16/82
Data zgłoszenia projektu	1982-05-31

Patent P -236.761

DECYZJA

w sprawie wynagrodzenia za projekt wynalazczy

Na podstawie art. 109 i art. 98 ust. 2 ustawy o wynalazczości z dnia 19 października 1972 r. (Dz. U. Nr 33 poz. 177)

Krośnienskie Huty Szkła w Krośnie

(podać nazwę jednostki organizacyjnej)

w oparciu o decyzję z dnia 1983-09-24 dotyczącą stosowania pracowniczego projektu wynalazczego pod tytułem "Utwardzanie kompozycji poliestrowych przy zastosowaniu wodoronadtlenku kumenu"

dokonanego przez I. Strumik, A. Biedzkiego, W. Królikowskiego, M. Gardzińskiego, R. Galbfacha, J. Tomaszewskiego, J. Maneta, B. Czekalską, A. Wierdak;

(podać imię i nazwisko twórcy(ów))

za II rok stosowania wynalazku

ustala wynagrodzenie twórcy(ów) z tytułu stosowania wyżej wymienionego projektu za okres od 1984-01-01 do 1984-12-31 w wysokości zł 288.597,-

(słownie złotych) dwieście osiemdziesiąt osiem pięćset dziewięćdziesiąt siedem

stwierdza, że zgodnie z § 32 ust. 3 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 28-06-1984 r. w sprawie projektów wynalazczych (Dz. U. Nr 33 poz. 178) wynagrodzenie przysługuje twórcy(om)*

bez ograniczeń - wynalazek

zawierdza zgodnie z art. 101 ustawy o wynalazczości z dnia 19 października 1972 r. (Dz. U. Nr 43 poz. 272) do wypłaty wynagrodzenie odrębne za dokumentację i zwrot kosztów poniesionych przez twórcę(ów) w wysokości zł (słownie złotych)

UZASADNIENIE

W II-gim roku stosowania wynalazku tj. w roku 1984 do produkcji tłoczynu zużyto 2,960 kg wodoronadtlenku kumenu, eliminując tym samym import takiej ilości nadbenzoesanu III rzędu butylu. Przeliczając na cenę obowiązującą w okresie obliczeniowym tj. 11,5 DM za 1 kg nadbenzoesanu i średni kurs marki, bez stosowania projektu kompozycji utwardzacza do kompozycji poliestrowych wyniósłby 1.545.70,-

* niepotrzebne skreślić

ZAKŁADY MECHANICZNE «Zamech»
Im. Gen. K. Świerczewskiego
82-300 L. Białystok (1)
ul. Słocziowa 2
0028926

(pieczęć jednostki organizacyjnej)

Nr statyst. jedn. organ.	
Nr ewidencyjny projektu	686/78 pat.Nr 117082
Data zgłoszenia projektu	27.12.1978

DECYZJA

w sprawie wynagrodzenia za projekt wynalazczy

Na podstawie art. 104 i art. 93 ust. 2 ustawy o wynalazczości z dnia 19 października 1972 r. (Dz. U. Nr 43 poz. 272) **Zakłady Mechaniczne im. Gen. K. Świerczewskiego w Białym**

(podać nazwę jednostki organizacyjnej)

w oparciu o decyzję z dnia **02.09.1981** dotyczącą stosowania pracowniczego projektu wynalazczego pod tytułem **Masa fermieraka i rdzeniowa**

dokonanego przez **Andrzeja Będzkiego, Wojciecha Gutowskiego, Ryszarda Chudzikiewicza, Wacława Królikowskiego, Alicję Kwasek, Józefa Adama Zapalskiego**
(podać imię i nazwisko twórcy(ów))

— ustala wynagrodzenie twórcy(ów) z tytułu stosowania wyżej wymienionego projektu za okres od **1.01.1983** do **31.12.1983** w wysokości zł **25.370.-**
(słownie złotych **dwadzieścia pięć tysięcy trzyseta siedemdziesiąt zł.**)

— stwierdza, że zgodnie z § 20 ust. 3 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 11 grudnia 1972 r. w sprawie projektów wynalazczych (Dz. U. Nr 54 poz. 351) wynagrodzenie przysługuje twórcy(om)*)
z początkiem miesiąca im. U. Nr 18 z 1984 r.
za V-ty rok stosowania wynalazku od uzyskanych efektów ekonomicznych

— zatwierdza zgodnie z art. 101 ustawy o wynalazczości z dnia 19 października 1972 r. (Dz. U. Nr 43 poz. 272) do wypłaty wynagrodzenie odrębne za dokumentację i zwrot kosztów poniesionych przez twórcę(ów) w wysokości **./.** zł (słownie złotych **./.**)

UZASADNIENIE

W piątym roku stosowania wynalazku w Zamechu, na bazie żywicy Orvitol wykonane 241,3 kg masy fermierakiej.
Kartofel tej masy = 630.135.- złotych

./.

*) niepotrzebne skreślić

**Polymer composites in Technical
University of Szczecin / West Pomeranian
University of Technology 1968–2021**

1. Polymer composites in Technical University of Szczecin*

An informal group consisting of the employees of Gdynia Oksywie Shipyard and Department of Ship Manufacturing Technology of Gdańsk University of Technology was set up in 1957, following the inspiration of Prof. Jerzy Doerfer (Gdańsk University of Technology), to produce vessels and floating structures from plastics. Wacław Królikowski became part of the team. Unsaturated polyester resins and glass fibers (for reinforcement) were selected to this end. Reinforced plastics had not been used in Poland before. Oksywie Shipyard decided to build boats for inland waterways fleet, rescue boats for merchant fleet, different kinds of motor-boats, assault boats for the army and later trawlers (approximately 40 m in length) for the Navy. All those vessels were manufactured with materials imported from Western Europe as the domestic industry was at that time unable to produce them at home. At the same time, research was conducted on the properties of the new materials, damage micromechanics and production technology. In 1968, Wacław Królikowski was given professorship at Szczecin University of Technology, where he founded Institute of Plastics (later changed into Polymer Institute). Scientific and technological research was started in the Institute on the new materials that are currently referred to as polymer composites.

First, research efforts focused on composites made up of unsaturated polyester resins and glass fibers (for reinforcement) and then also on epoxy resins and carbon fibers. The Institute started cooperation with the glassware company from Krosno, Poland (Krosno Glass SA) which produced glass roving for polymer reinforcement. That cooperation brought about the first science papers [1–3].

In the production of composites it is essential to properly combine a polymer with reinforcing fibers, i.e. good adhesion between constituent elements is crucial. For good adhesion, fiber wetting with a liquid polymer is necessary (Table 1.1, Figs. 1.1–1.3). Many dissertations discussed the problem, including PhD dissertations and science papers [4–7].

* This chapter was written by Professor Królikowski in the summer of 2021.

Table 1.1. Properties of fiberglass-reinforced polyester laminates with different surface finish (the same fiber sizing formulations and surface texture) [2]

Surface finish type (agent content)	Wettability angle of resin wetted fibers Θ [°]	Tensile strength [MN/m ²]	Bending strength [MN/m ²]	Young's modulus [GN/m ²]	Capillary content [% vol.]	Avalanche resistance [kV/cm]	Dielectric constant [ε]
1. Finish: chlorome: chromium tacylate + γ-metakryloksy- propylotri- metoksysilane 0.199%	22.9	s 248 m 214 r 13.7	377 220 41.5	14.8 6.0 59.5	1.71	23.8	3.82
2. Polymer preparation: winylotri-β- -metoksyetoksysilane 0.601%	24.1±1.5	s 363 m 250 r 31.1	309 215 30.6	22.3 7.2 67.3	2.11	24.4	3.89
3. Finish: winylotri-β- -metoksyetoksysilane 0.190%	24.6±1.5	s 291 m 201 r 29.9	216 141 34.7	21.7 6.6 69.7	2.53	18.0–22.5	3.62
4. Thermal treatment – no surface substances – 0.0%	28.8±1.2	s 303 m 180 r 40.6	194 41 78.7	26.9 7.7 71.4	3.01	6.3	2.97
5. Cloth surface without bonding agents 1.52%	30.1±1.2	s 372 m 222 r 40.3	273 67 75.6	19.5 5.3 72.8	3.28	10	3.62

s – dry, m – wet after 500 days under water, r – difference (decrease) in %

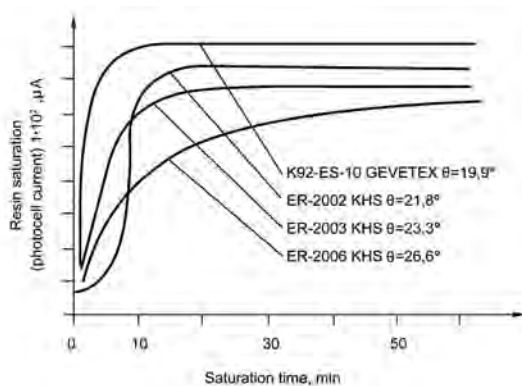


Fig. 1.1. Saturation of glass rovings with different surface finish and different wettability angle Θ with polyester resin (measurement of light transparency changes in a sample). KHS – domestic rovings from Krosno Glass SA (currently: Krosnglas) [8, 9]

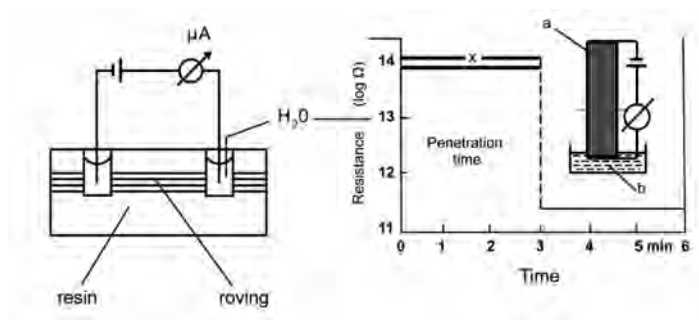


Fig. 1.2. Systems used for measurement of adhesion with electric methods: a – according to Anderson-Healy; b – our own original system used for resistance measurement

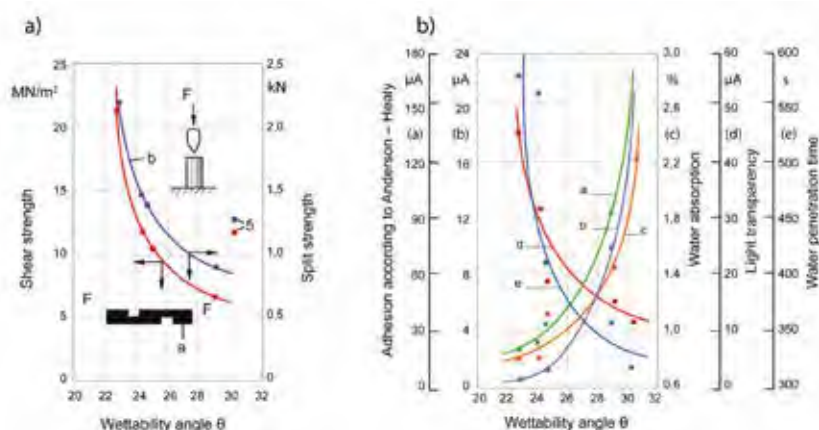


Fig. 1.3. Physical and mechanical properties of polyester glass laminates relative to fiber wettability angle: a) multilayer shear strength and wedge splitting; b) adhesion measured with electrolytic method, water absorption, light transparency and water penetration time [4, 7, 9]

The research on glass fiber wetting resulted in the development of an original method of electrometric measurement, based on changes in light intensity while it passed a resin wetted sample (Fig. 1.1). Adhesion was assessed with electric and mechanical measurements using NOL ring test, samples split with a wedge, stretching notched samples, bending and stretching samples with perpendicular arrangement of fibers. A significant correlation between composite samples and fiber wetting degree was demonstrated. Another line of research investigated how resin curing conditions affected the hardened final product [10, 11].

Another field of research was experimentation on bulk and dough moulding compounds (DMC, BMC) with applications in mechanical and electrotechnical industries. Several doctoral dissertation were produced as a result. Additionally, a range of compounds were developed, which were later produced by Krosno Glass SA under the commercial brand name of Estrodur (approximately 140 t annually).

The compounds were used in the electric machinery industry. The range of compounds included materials with low flammability, high chemical, thermal resistance and low profile. Some compounds were characterized by electric anti-static and magnetic screening properties. Compounds with particularly high mechanical strength were used in injection applications. The Institute also started research and production of sheet molding compounds (SMC). A small scale device was developed to produce small amounts of SMCs (under 100 kg) (Fig. 1.4, Table 1.2). Several doctoral dissertations and science papers were produced on different kinds of compounds [12–16].

Research was also conducted on the development of allyl resins for the production of compounds with high thermal and corrosive strength. Two doctoral dissertations and some papers were produced on the topic [17–20].

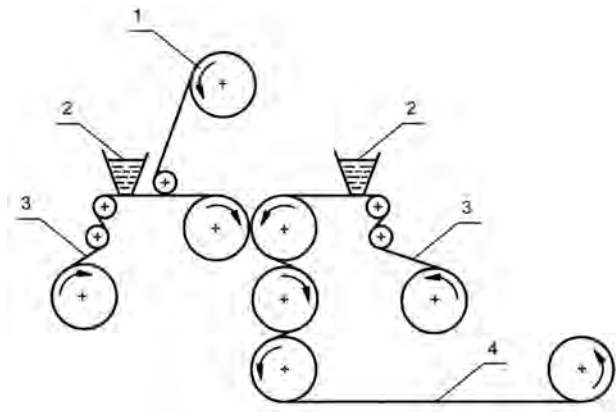


Fig. 1.4. A scheme of a ¼-technical equipment constructed at Plastics Department, Technical University, Szczecin, to make SMC: 1 – unreeled glass roving mat; 2 – doctor blades with an impregnating paste; 3 – film bobbins; 4 – SMC package wound onto a take-up roll

Table 1.2. Properties of sheet moulding compounds (SMC) manufactured in Polymer Institute at Szczecin University of Technology compared to SMC produced in Germany

Property	Szczecin University of Technology experimental SMC	Menzolit RPP 30 N	Plastopreg HUP 13/30 R
Tensile strength [MPa]	60–100	80	–
Bending strength [MPa]	160–200	180	180
Impact resistance [kJ/m ²]	50–90	90	85
Martens heat deflection temperature [°C]	150–250	250	200
Avalanche resistance [kV/cm]	–	180–200	200
Volume resistivity [Ω·cm]	10 ¹⁵	10 ¹⁴	10 ¹⁴
Cure shrinkage [%]	01–0.6	0.15	0.05

Impact modifications of polyester composites were examined through the introduction of elastomer phase (Figs. 1.5 and 1.6). One doctoral dissertation and science papers resulted from that line of research [21, 22].

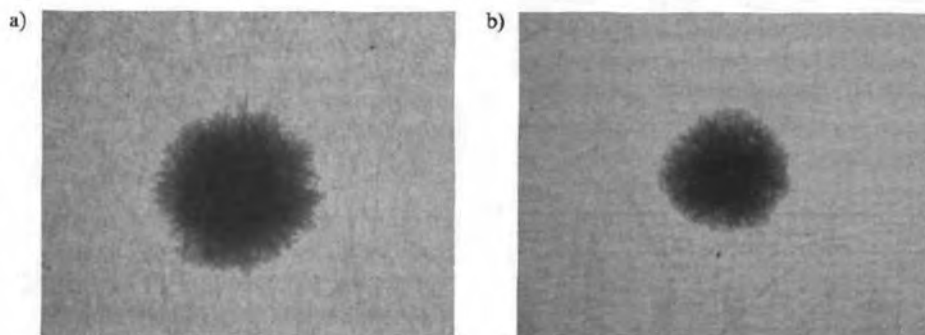


Fig. 1.5. Transmitted-light photographs of the back side of specimens of the composite with basic resin after ballistic impact: a) after 16 J impact, b) after 7 J impact

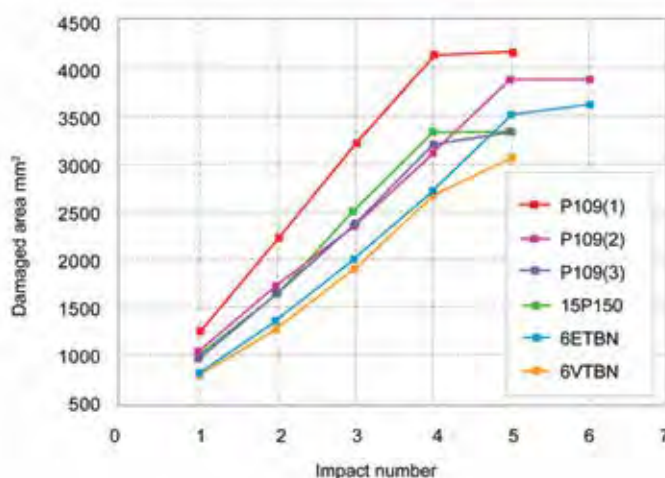


Fig. 1.6. Damage area after consecutive impacts (16 J of Energy) in repeated-impact test (numbers in parentheses indicate consecutive specimens of the same materials). ETBN/UTBN – two types of liquid rubber

Efforts were made to find new curatives (zinc-based acrylate) for the production of dry polyester compounds used in injection processing [23, 24]. Those investigations resulted in published note on the subject [25].

Epoxy resin technology was used for airtight sealing of integrated circuits produced by CEMI in Warsaw, Poland, in the amount of over 10 t annually. That work also resulted in several papers and conference reports [26–28].

Fundamental research was conducted on copolymerization of unsaturated polyester resins with binary silicon-hydrogen compounds, which are used in proadhesive treatment of glass fiber surface. This line of work resulted in the following publications [29, 30]. Research on the application of carbon fibers brought about one paper [31].

The investigations during the 1990s focused on thermoplastic composites, their properties and injection processing. An injection molding crosshead for glass roving impregnation with thermoplastics was developed. Thermoplastic nanocomposite production using nano-phyllsilicates was investigated [32]. The following books were written on polymer composites [33–37].

Three Polish conferences on polymer composites including foreign speakers were organized in 1989, 1994 and 1997. The conference proceedings were published as preprints. The Institute scholars frequently delivered reports and moderated panel discussions at international conferences on composites, including:

- AVK Tagung Verstärkte Kunststoffe (Germany),
- Verstärkte Plaste (Eastern Germany),
- Vystuzene Plaste (Czechoslovakia),
- British Plastics Federation Reinforced Plastics DIV (the UK).

Professor Waław Królikowski was a member of Materials Science Committee in the Polish Academy of Sciences for three terms in office (10 years). He is the honorary member of Polish Society of Composite Materials.

2. Polyester and epoxy moulding compounds for electrotechnical and electronic applications to obtain and improve the properties of polyester and epoxy molding compositions with defined mechanical and electrical properties, intended for production

2.1. Introduction

In the late 1970s and 1980s, the Institute of Plastics and Coatings in the Faculty of Chemical Technology and Engineering at Szczecin University of Technology carried out research to obtain and improve the properties of polyester and epoxy molding composites with defined mechanical and electric properties. The materials were intended for making components of electrical appliances (lamp housings, modular distribution panels, etc.) and for encapsulation of electronics, including semiconductor integrated circuits produced in Poland. The main research trends included:

1. Development of synthetic epoxy-based materials with electroisolating properties.
2. Development of duroplastic compounds and other composite materials with increased electrical conductance using various reactive types of polymer matrix and a wide range of fillers and modified reinforcing fibers.
3. Development of duroplastic electroisolating and semiconducting antielectrostatic compounds with polyester matrix for applications in environments with high risk of explosion, e.g. in methane mines.

2.2. Epoxy electroisolating compounds

Because electrotechnical and electronic devices have complicated structure and their production and use can be a complex and specific process, thermoset materials used for their manufacturing must be characterized by special properties. These include excellent dielectric properties, good mechanical properties, possibly good thermal conductivity and resistance to long term increased temperature and other adverse factors in the environment where they are used, e.g. influence of humidity. The same importance are processing (technological) properties which include: high flow

factor for processing at low pressures, quick setting, low temperature of hardening, ability to be processed immediately after production, ability for long term storage in standard conditions without losing its essential properties.

Research conducted at the Institute of Plastics and Coatings showed how compounds were affected by their fillers and other additives, such as antiadhesives, lubricating materials and hardeners. The aim was to obtain favorable features such as volume and dielectric resistivity, dielectric lossiness, thermal strength and resistance to humidity. The conducted research would often produce results of practical importance, e.g. patents [38–42].

Plastic pressability of duroplastic materials makes it possible to form precise thin-walled details under relatively low pressures. Such conditions result in reduced shear stress acting on encapsulated components, e.g. on semiconductor structures mounted on metal support or small electromechanical elements. It is therefore desirable to achieve relatively high level of flow ability, the same in the value for every material charge and stable over time. These properties depend on the type amount of fillers and flow agents. The hardener or hardeners used in the process, reactivity of polymer matrix and the possible use of stabilizers are mostly responsible for stability of the compound over time.

Another interesting achievement was the development of new flow agents [38], such as polypropylene waxes (atactic polypropylene) and polyolefin copolymers. Such additives can be used instead of natural waxes or salts of stearic acid. They improve melt processing, stability of the material over time in successive production processes including influence of the storage as well as microstructural homogeneity. They can also eliminate the tendency to delamination. Table 2.1 shows examples of pressability for some materials containing polyolefin lubricants compared to materials without such additives. Pressability was examined with EMMI method (in spiral-shaped test mould in accordance to ASTM D3123-09, „Standard Test Method for Spiral Flow of Low-Pressure Thermosetting Molding Compounds”) expressed in inches of the flow path length in the standard measurement form.

Table 2.1. Pressability of different polyester materials

Type of lubricant	Weight fraction of lubricant [%]	EMMI flow path length expressed in inches
None	0	on average 4.75
Atactic and isotactic polypropylene in 1:19 ratio	5	21
Isotactic polypropylene	8.33	29
Ethylene-propylene copolymer containing 27% of ethylene comonomer and isotactic polypropylene in 1:4 ratio	4.98	25

Another desirable property in electrotechnical-electronic applications is the ability to quickly cross-link in relatively low temperatures, while long shelf life is preserved. Typical hardeners with active hydrogen atoms, such as amines and acid anhydrides, have at least one of the following adverse effects: high curing temperature, long curing time, short shelf life and long maturation of the compound once its constituent elements have been mixed.

As part of research on electrotechnical epoxy compounds, some studies were aimed at developing hardening systems with more favorable properties. Two main trends dominated in the research: the application of adducts of selected amines with epoxy compounds, which resulted in practical effects, i.e. Polish patents [40] and [42], and the application of derivatives of imidazoles used as hardeners, which was practically used in the patented solutions [39] and [41]. Later, the Institute of Polymers carried out research on curing resins and epoxy compositions using PET amino-glycolysis products [43–45], bismetacryl compounds, synthesis of macromolecular structures such as IPN networks [46–49] and bismaleimides [50] with the view of achieving higher thermal and environmental resistance of hardened epoxy systems. Those research studies went beyond the standard applications of epoxy compounds and were extended to heat-resistant glues (also for electronic uses), coating and casting materials. That research was largely conducted as part of international cooperation with scientific and commercial bodies (Humboldt University of Berlin, Polymeric GmbH in Berlin).

2.3. Conducting and antielectrostatic polyester compounds

The main motivation of the research on duroplastic materials with modified volume and surface conductance was to examine fundamental conductance phenomena occurring in polymer composites containing conducting fillers and to determine the effect of such additives on processing and strength properties of the composites. The results were to be used in the engineering of new materials for Polish electrotechnical industry. One of the possible, prospective applications was production of electrical appliances capable of operation in environment with high risk of explosion (e.g. Research and Developmental Program for Industrial Sectors). Research and application work was conducted in cooperation with other research centers, including Institute of High Voltage (a part of Faculty of Electrical Engineering at Szczecin University of Technology), Experimental Mine “Barbara” (a part of Main Institute of Mining in Katowice). The collaborators evaluated the electric properties of prototype compounds (esp. volume and surface conductivity) and some selected functional features.

The housings of electrical appliances operating in the environments at high risk of explosion must comply with stringent regulations that define their mechanical strength so that if explosion does occur inside the housing it is not spread outside it to the external environment [51]. Additionally, explosion in the external environment can be triggered by different factors, including a discharge of electrical charge with high

static electricity potential gathered on the surface of the housing. This kind of risk can be eliminated by increasing surface and volume conductivity of the housing material and by proper earthing. The period of half-life of electric charge on the surface of an appliance depending on the efficiency with which it is taken to the earth through the housing and earthing or the surface resistivity of the housing material can be understood to be the measures of antielectrostatic properties of structural materials. The antielectrostatic properties are classified as the functions of these parameters in Table 2.2 [51].

Table 2.2. Classification of antielectrostatic properties of structural compounds [51]

Half-time of electric charge [s]	Surface resistivity [Ω]	Antielectrostatic level
0	10^8	complete
0.5	10^{10}	very good
0.5–2	10^{12}	good
2–10	10^{14}	moderate
10–100	10^{15}	poor
>100	10^{16}	none

Structural plastics, including polyester compounds, unless otherwise modified, are characterized by good surface resistivity and poor antistatic properties, if any, properties. The modification of antistatic properties of polyester compounds is possible by replacing standard mineral fillers with powderized conducting additives: conductive carbon black, naturally occurring graphite flakes or powder, aluminum flakes [51, 52] or brass powder [51].

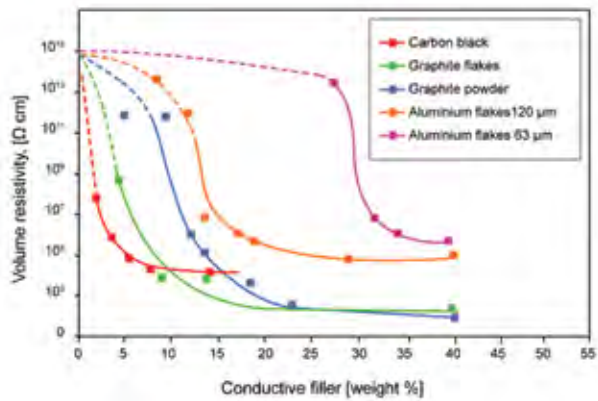


Fig. 2.1. Dependence of volume resistivity of polyester compounds on weight fraction of different conductive fillers: 160 μm and 63 μm aluminum flakes, graphite powder, natural graphite (flakes) and carbon black [52]

Figure 2.1 shows that once these additives exceed a certain threshold in the total volume of the material they can significantly reduce volume and surface resistivity [52]. The critical threshold value depends on the type of additive that modifies electrical conductivity, its shape and size, and on the condition of the surface particles of the additive [51–53].

The mechanical and processing properties of compounds [51, 52] are also important for the practical applications of materials modified with conductive additives. As the volume fraction of conductive fillers increases, the mechanical properties usually worsen. This applies to tensile and bending strength as well as to impact resistance. The addition of graphite flakes improves plastic pressability while that of aluminum flakes or bronze powder adversely affects hardening and shelf life of compounds [51]. Therefore, it is necessary to conduct application and optimization research to achieve the best antistatic properties while maintaining required strength and favorable processing features. That kind of research was done by the team of the Institute of Plastics and Coatings. The main research (application) trends focused on using known production techniques, sigma blade mixers, to produce compounds with modified volume and/or surface conductivity, using Polish made and not imported (then unavailable) mineral fillers, such as glass fibers (Krosno Glass SA) and “Polimal” polyester resin (type P142 manufactured by Organika Sarzyna chemical plant). SAKAP-6 and SAKAP-625 types of carbon black produced in Poland and Polish made aluminum microflakes with granulometric specification similar to that used in the production of autoclaved aerated concrete were examined as modifiers of volume and surface resistivity of prototype compounds. The recipes of mechanically resistant compounds were developed. Their surface resistivity guaranteed that static electrical charges could be earthed but their application was limited to few products only. As volume resistivity classified the materials beyond the class of isolators and as conductivity was too low to effectively trigger overcurrent circuit breakers, it was impossible to use the developed materials for equipment powered by high voltage, with potential risk of electric shock caused by accidental short circuit between the appliance and the housing.

To find a solution to this difficulty, a complementary line of prototype antielectrostatic polyester compounds was developed. They were characterized with unchanged volume resistivity, reduced surface resistivity and good mechanical properties, typical for polyester compounds used for general applications. To this end, amphiphilic organic and hygroscopic substances, including derivatives of amines, compatible with the resin were used. Such substances are capable of diffusive migration to the surface, where they combine with air humidity and form a layer which can effectively transport electrical static charge. Another problem that was discussed was that antistatic ability can cease to exist in extremely dry atmosphere. Additionally, the “supply” of antistatic material in the volume of structural material can run out. However, these problems were not successfully examined due to lack of funds when Poland was undergoing political change in the 1990s.

2.4. Polymer composites shielding electromagnetic radiation

Electromagnetic pollution increases as more and more electric and electromagnetic equipment with plastic housing is used. This increase results in higher electromagnetic interference which leads to problems in smooth operation of such equipment. The range of equipment includes simple household appliances such as TV sets and advanced diagnostic instruments like magnetic resonance or computer tomography. Another obvious fact is the increase of electromagnetic radiation caused by cell phones.

Electromagnetic radiation has direct effect on human organism. The length of electromagnetic wave is inversely proportional to the frequency and energy of photons. The longer the wave, the lower the energy. The minimum energy necessary to ionize elements in the human body is 12–15 eV. Therefore, radiation in the visible spectrum, infrared, microwave and radio waves do not have the ionizing character. However, the danger posed by micro- and radio waves depends on frequency, exposure time, distance from radiation source and its power. The highest absorption occurs when the object and wave length have the same dimensions.

In the early 1980s, the Institute of Plastics and Coatings conducted research on the below described compounds with improved electrical properties, used as materials shielding electromagnetic radiation. Shielding polymer materials are produced by the addition of the same fillers to the polymer matrix as those used to reduce volume and surface resistivity. When one wants to make an electromagnetic shield, one should consider all components of this type of radiation and all variables of magnetic, electric and electromagnetic fields. When the electromagnetic wave comes into contact with shielding materials (also known as shields), the wave partly bounces back and partly is absorbed. The shield induces eddy currents which weakens the effect of electromagnetic radiation (EMR).

The efficiency of shielding of a given material is measured as the difference of the field's intensity before and after shielding and it is expressed in decibels. The reduction of EMR by 10 dB means a ten-fold efficiency of shielding, i.e. reduction of energy down to 10% (Table 2.3). It was thought [54, 55] that the field's reduction by 30–40 dB meets 95% requirements of shielding materials used in the automotive and computer industries. It should also be remembered that shielding efficiency also depends on the frequency of EMR. Shielding effectiveness is usually given up to 1,000 MHz.

The effectiveness of shielding can be measured with several methods depending on the size and geometry of the examined material. The most popular methods include the Faraday cage and coaxial cable [55, 58]. The shielding increases as the proportion of the conducting filler increases.

The Institute of Plastics and Coatings conducted research on a prototype setup using coaxial line. A simplified scheme of the setup is presented in Fig. 2.2.

Table 2.3. Assessment of shielding effectiveness [56, 57]

Shielding effectiveness [dB]	Damping [%]	Shielding characteristics
10	90	very low
20	99	low to medium
30	99.9	
40	99.99	medium to good
50	99.999	
60	99.9999	very good
70	99.99999	
80	99.999999	
90	99.9999999	
over 90	over 99.9999999	extremely good, for special applications

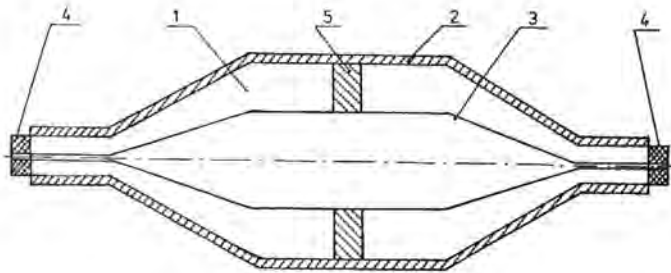


Fig. 2.2. Simplified scheme of cage used for measurement of EMR damping: 1 – the interior of cage; 2 – external walls; 3 – internal cable; 4 – BNC-50 sockets; 5 – examined sample [59]

The advantage of the applied method is the fact that during measurement all side effects are reduced to zero because their effect on measurement interference is similar during damping measurement “with the sample” and “without the sample”.

As composites with increased electrical properties can meet the criteria of an EMR shielding material, polymer composites with vertical resistivity in the range of 10^2 – 10^5 Ωcm were used in the research. The following fillers were used: graphite flour, flakes, carbon black and aluminum flakes. Shielding effectiveness was determined in the EMR frequency range of 30–300 MHz and 30–1200 MHz. The best result was obtained for the composite with 42 weight % of graphite flour whose shielding effectiveness was 25–40 dB for vertical resistivity of $2.5 \cdot 10^2$ Ωcm . The composite with 38 weight % of graphite flakes had effectiveness of 30–41 dB for vertical resistivity of $1.4 \cdot 10^2$ Ωcm . It was determined that the composites with 29 weight % of aluminum flakes and 10 weight % of carbon black had poor shielding properties.

2.5. Polyester compounds with improved tribological properties

In the early 1980s, the Institute of Plastics and Coatings conducted research on polyester compounds with improved tribological properties. That research was motivated by the needs of Polish economy and although it produced materials useful for technological applications it also expanded scientific knowledge in that area. The main aim of that research was to develop recipes of polyester compounds with low friction, low abrasive wear (also at high speeds of working elements), good thermal conductivity, good thermal stability and good strength parameters, which was important in the context of using them for structural purposes.

At that time the following thermoplastic materials: PTFE, POM, PA and duroplasts (mainly based on phenol formaldehyde resins) were used in friction pairs. Some knowledge was also available on the modification of thermo- and duroplasts to improve their friction coefficients and other abrasive properties using graphite, molybdenum disulfide, powderized PTFE, bearing bronze and talc.

The problems of friction and abrasion are usually complex, particularly in the case of multi-phase materials. There are many different phenomena concerning initial abrasion, as a result of which a material is formed between the friction pair which has the character of a lubricant that reduces friction. This is the case in composites with additions such as graphite or molybdenum disulfide with a characteristic crystal structure that enables easy decohesion along some planes of the crystalline lattice. Composites modified with PTFE powder move to the counter surface a little amount of the modifier at the beginning of abrasion. This small amount of the modifier on the counter surface changes its physicochemical and geometric properties as a result of which friction coefficient is reduced.

The presence of reinforcing fibers in the material structure also affects its tribological properties, not only through the properties (type) and volume fraction of the fibers themselves, but also through the morphological properties of the composite in the context of movement vectors of planes working with each other. For example, reinforcing fibers placed perpendicularly to the friction surface are more favorable in terms of abrasion than their parallel arrangement (both perpendicular and parallel to movement vector) [60].

The problem of friction cannot be separated from energy dissipation in the form of heat, and consequently temperature increase on friction surface. Therefore, the polymer matrix of composite material needs to be thermostable. Apart from high-performance polymers, such as polyamides, engineering duroplasts are important in the above applications. They obtain their required thermostability owing to their cross-linking molecular structure. The Institute of Plastics and Coatings used POLIMAL 142 polyester resin with higher thermal and chemical strength reinforced with glass and carbon fibers and classic fillers and technological additives in research conducted on polyester compounds with improved tribological properties. In order

to improve tribological properties, some parts of standard mineral fillers were replaced with friction modifiers, such as graphite and PTFE powder. The Institute also examined the effect the form (natural graphite flakes, synthetic graphite, graphite flour) and granulometric composition of applied graphite had on the mechanical and tribological properties of obtained materials [60, 61].

It was particularly found that some mechanical properties of compounds with significant weight fraction of graphite (Fig. 2.3) and PTFE powder actually worsened and therefore the optimization of their weight fractions was necessary.

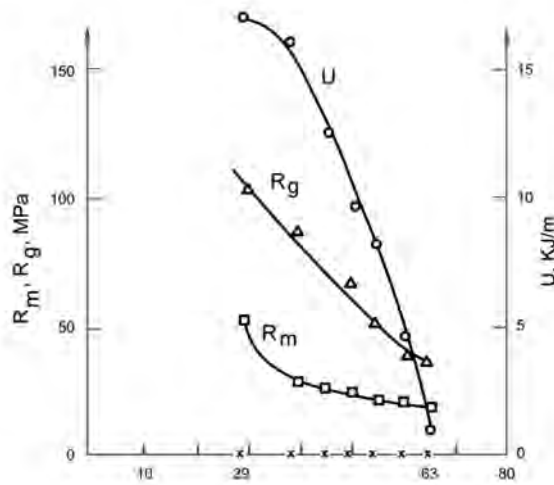


Fig. 2.3. Dependence of selected mechanical properties of compounds with graphite filler on its weight fraction [61]

Table 2.4. Selected mechanical properties [60]

Property	Estrodur GO 4	Estrodur GN 8
Tensile strength [MPa]	17	35
Bending strength [MPa]	50	75
Impact resistance [kJ/cm ²]	17	20
Young's modulus (at bending) [GPa]	10	20
Barcol hardness	35	0
Density [g/cm ³]	1.73	1.81
Martens temperature	–	165
Coefficient of thermal expansion [°C ⁻¹]	10–12·10 ⁻⁶	8–10·10 ⁻⁶
Coefficient of friction (0.53 m/s; 70°C)		
at the force of 2 N/mm ²	0.010	0.011
at the force of 4 N/mm ²	0.021	0.016

Those research efforts resulted in the development of materials with good mechanical and tribological properties. The materials were used for rotor blades of vacuum pumps that operated without additional lubrication up to 1400 rev/min in the temperature range of $-25-100^{\circ}\text{C}$ and elements of gas mixers operating continuously at 100°C . “Estrodur GO 4” and „Estrodur GN 8” materials are characterized with a very low friction coefficient and good strength parameters (Table 2.4) [60].

3. Non-destructive testing methods

In the early 2000s, research was launched on preventing, detecting, and investigating defects in duroplastic composites [62]. The natural turn of things began cooperation with the Electrical Department on NDT, especially applying the modern THz method [62–72].

Non-destructive testing methods (NDT) of polymer composites range from tapping to X-ray inspection through ultrasound and structural health monitoring (SHM). Moreover, there is still an open research field.

An application of terahertz frequencies electromagnetic waves (often called T-rays) and time-domain pulsed measurements created an opportunity to fulfil all requirements of NDT method for polymer composites [68]. Above that THz method achieves signals allowing to identify various defect types very precisely. It is because of sensitivity to refractive index variations [62] and very short pulse duration (a few picoseconds).

Our team was one of the first European teams who tried to use THz methods to test polymer composites practically on real composite parts.

Some examples of these experiments are provided in [62] – algorithms for signal processing of THz B- and C-scans. Enhanced THz images enabled us better defect identification and classification. Proposed algorithms were verified using C-scans achieved for various types of defects (e.g. inclusions or delaminations).

Composite materials for those experiments were hand lay up made. Glass reinforcing fibers and polyester resin were used. Glass microspheres and mica plates were placed on different depths to simulate technological defects. These experiments have shown that THz method is appropriate to identify the defects and their parameters like depth or size.

The results obtained from THz were also compared to the capabilities of other NDT methods, for example, a radiographic inspection and active infrared thermography (Figs. 3.1 and 3.2) [68].

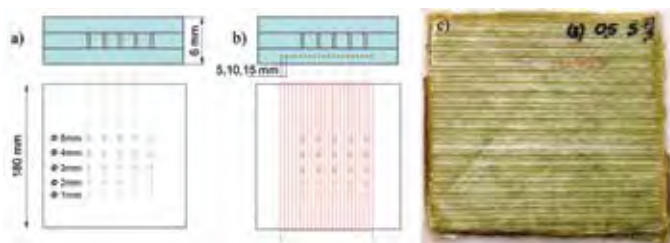


Fig. 3.1. Reference test sample made of polyester resin and 6 layers of glass mate resistance, an additional resistance wire was inserted for infrared testing. As reference damage, holes with different diameters were drilled [68]

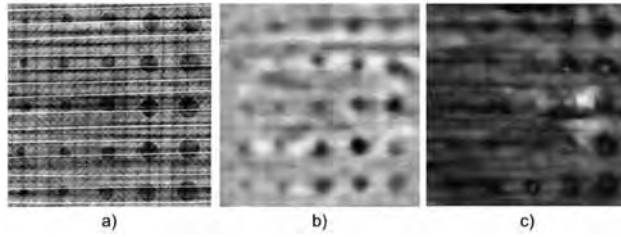


Fig. 3.2. Results of multisource evaluation of the reference composite sample shown in Fig. 3.1: a) radiogram obtained using the computer radiography system; b) C-scan achieved from the active infrared thermography system; c) C-scan obtained using the THz system [68]

A set of measurements was carried out for samples with real defects caused by production faults or impact. Figure 3.3 shows the evaluation results of a large diameter tube reinforced with glass fibers. The signals were processed with dedicated digital filters and combined to get a quasi 3D representation.

Figure 3.4 shows THz C-scan after registration and enhancement obtained for a glass fiber reinforced plate exposed to low energy mechanical impact. One can observe that the changes in the material's structure can be easily detected.

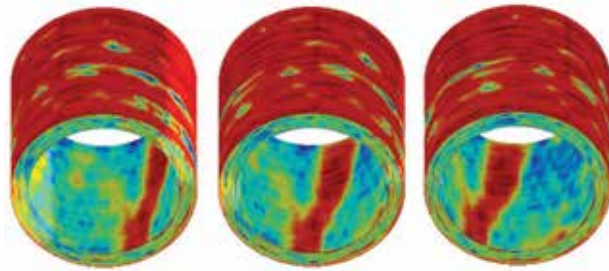


Fig. 3.3. Results of the THz evaluation of large diameter tube reinforced with glass fibers. The signals (C-scans) were processed with dedicated digital filters and combined to get quasi 3D representation

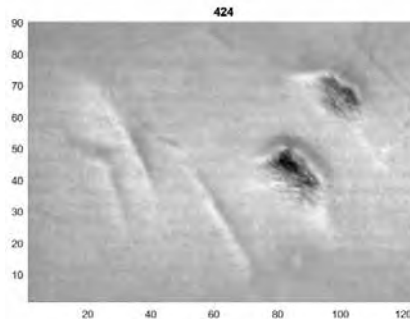


Fig. 3.4. The selected THz C-scan of glass fiber reinforced plate structure which was exposed to low energy mechanical impact

Also, other composite materials were studied, for example, composites reinforced with basalt fibers or combined with light core material (Fig. 3.5) [67].

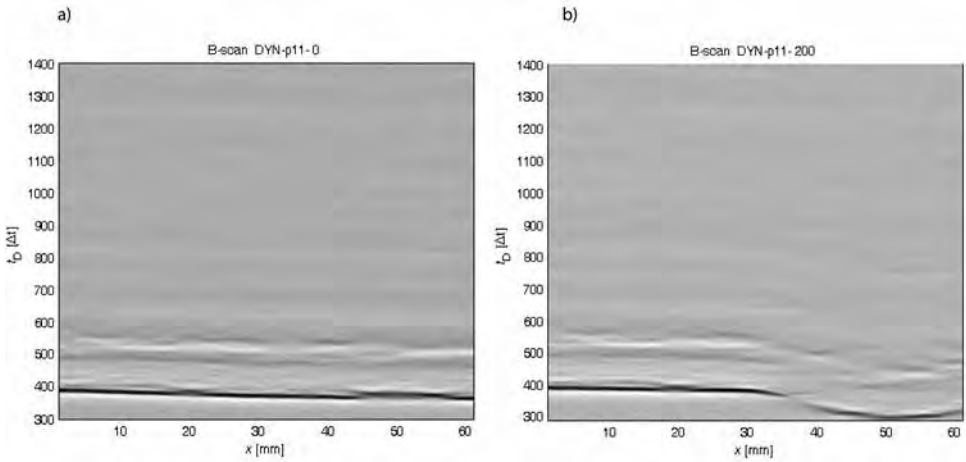


Fig. 3.5. The selected B-scans of basalt fibers and polyester resin composite after 0 (a) and 200 (b) load cycles. Arrow indicates signs of material failure [67]

Later the possibility of using NDT methods to investigate coating defects has also been studied [69]. Modern paints, and especially those for the automotive industry, are very complex chemical mixtures. This mixture is applied as a very thin layer of 50–60 micrometers in thickness. Many factors can cause coating failures [69].

We have shown that THz method is also applicable for thin coating inspection. Examples of paint coating inspection results are shown in Figs. 3.6 and 3.7.

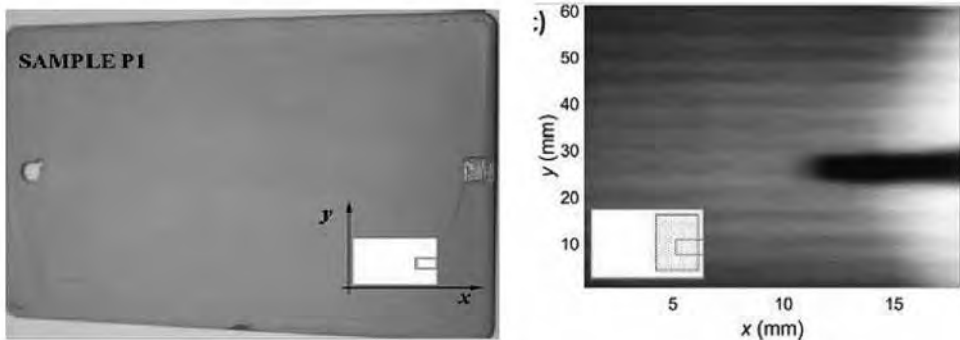


Fig. 3.6. Steel plate coated with clear lacquer (thickness 140 μm) with failure (removed piece on the right edge) and right – selected THz C-scan of failure, the red rectangle indicates the scanning area on the sample [70]

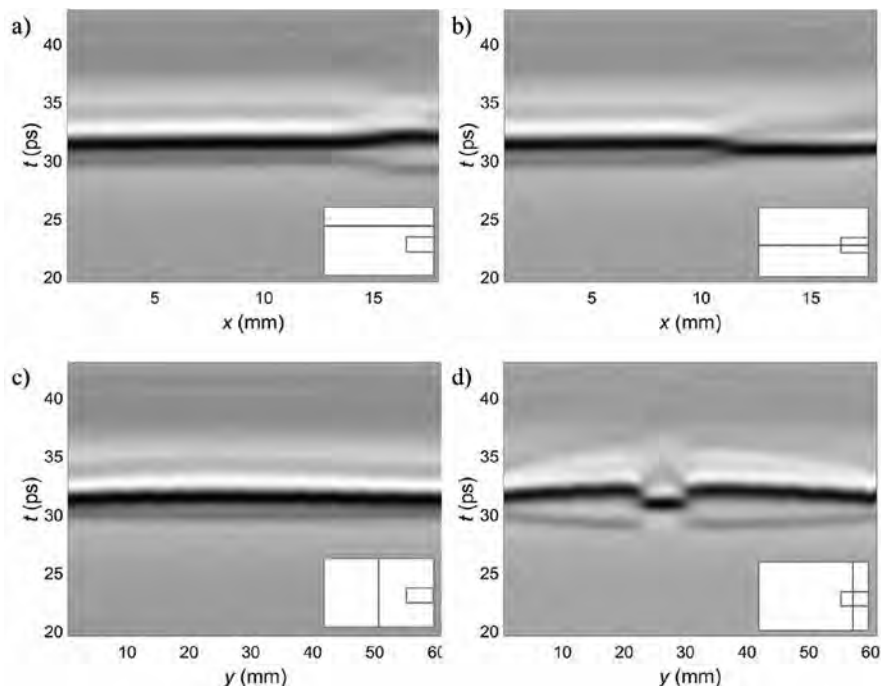


Fig. 3.7. Selected B-scans measured in case of the sample P1; the red line indicates the scanning line position on the sample [69]

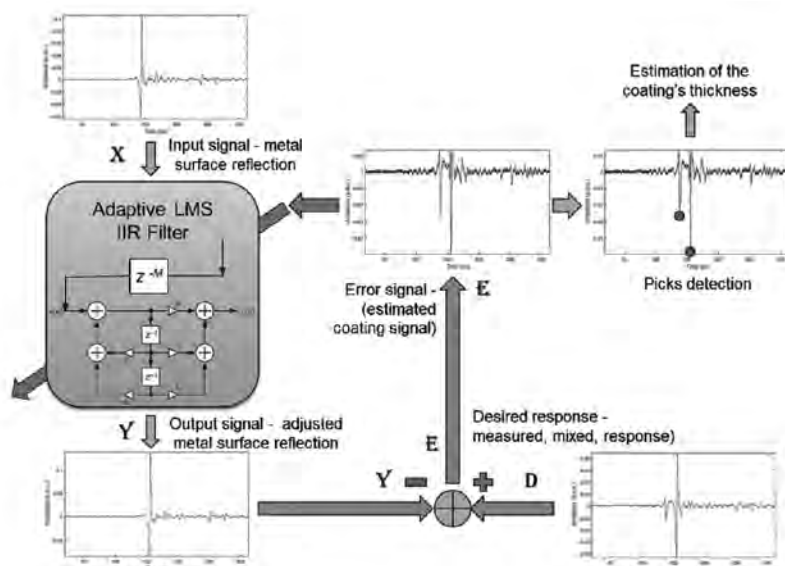


Fig. 3.8. Block scheme of the coating thickness estimation algorithm [70]

In the case of thin multilayer coatings, there is a problem related to the method's too low resolution. The authors proposed a solution to improve the resolution of the THz method by using an adaptive digital filter [70]. The digital filter (Fig. 3.8) was designed to reduce the impact of signal reflected from the sample surface, which allows to extract signals reflecting from the subsequent layers of the paint cover.

The proposed filtration method allowed the detection of layers with a thickness of 30–50 mm [70]. To sum up, the THz technique in composite inspection combined with dedicated signal processing algorithms and ADR algorithms has opened up a new space for precise diagnostics of composite containing materials with very low electrical conductivity.

4. Epoxy compositions and composite materials

4.1. Epoxy materials cured with imidazole derivatives

Imidazole and imidazole derivatives with different substituents in 1-,2-,4- and 5-positions are used as accelerators for anhydrides (especially 1-derivative) and secondary/tertiary amines as well as independent epoxy resin curing agents. For that purpose we had applied in 1980s the following imidazole derivatives: 2-methylimidazole, 1-ethanol-2-methylimidazole, 1-allyl-2-methylimidazole, 1-ethyl- β -cyano-2-methyl-imidazole and 2-methyl-5-nitroimidazole [73–75]. Using imidazole derivatives as independent crosslinking agents has a positive effect on the thermal resistance [73–76] and functional properties of the obtained materials, including epoxy moulding compounds [73].

Latent epoxy curing agents in form of complexes of metal cations with imidazole derivatives, both 1- and 2-substituted, were obtained on that curing basis, as well as epoxy composites with carbon nanoadditives [77–82]. Independently, the synthesis of imidazole-based hardeners in the presence of carbon nanofillers was also developed [81, 82]. In result it was possible to obtain conductive materials without the need of special distribution of nanoadditives in the epoxy matrix [81, 82]. Such imidazole complexes were obtained using metal salts in the form of: hydrated copper(II) sulfate(VI) ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), hydrated magnesium sulfate(VI) ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), hydrated zinc acetate ($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and copper(I) chloride (CuCl), whereas imidazole derivatives were: 2-methylimidazole (2MI) and 2-ethyl-4-methylimidazole (2E4M). General structure of the complexes is the following:



where: Me – metal cations: Cu^{2+} , Cu^+ , Zn^{2+} , Mg^{2+} ;

IM – imidazole derivatives: 2E4M and 2MI;

A – suitable anion;

x – theoretical molar ratio of imidazole moieties per metal cation (value: 2 or 4).

The pot life of epoxy compositions based on liquid epoxy resin (epoxy value: 0.52 mol/100 g and viscosity about 13 Pa·s) is in the range from 7 to 90 days [77] (Fig. 4.1). Epoxy systems with Cu^{2+} complexes, regardless of imidazole type exhibited the longest pot lives. The storage time at room temperature of the compositions decreased in line with the sequence: $\text{Cu}^{2+} > \text{Cu}^+ > \text{Zn}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$.

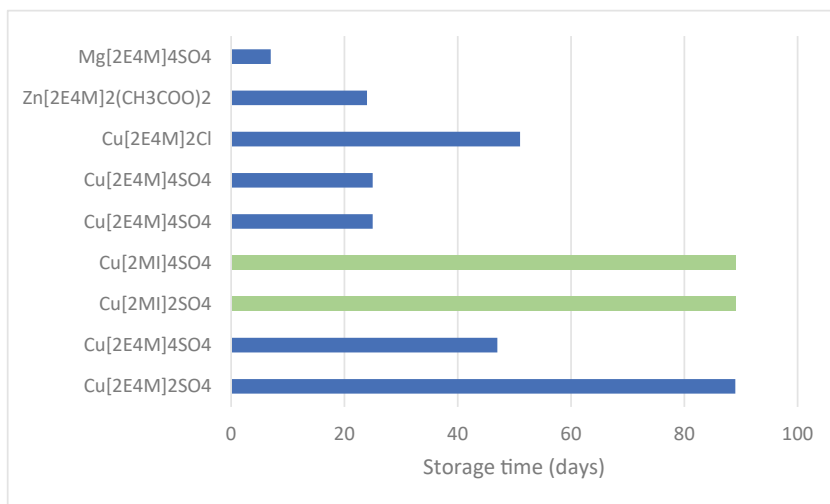


Fig. 4.1. Pot life of epoxy compositions with various imidazole-derived complexes

The developed epoxy compositions can be used as metal adhesives. The shear strength of aluminum joints (PN-ISO 4587) at room temperature (RT) and 120°C for the selected epoxy compositions cured with imidazole complexes and those cured with imidazole derivatives themselves, for comparison, are presented in Fig. 4.2 [77].

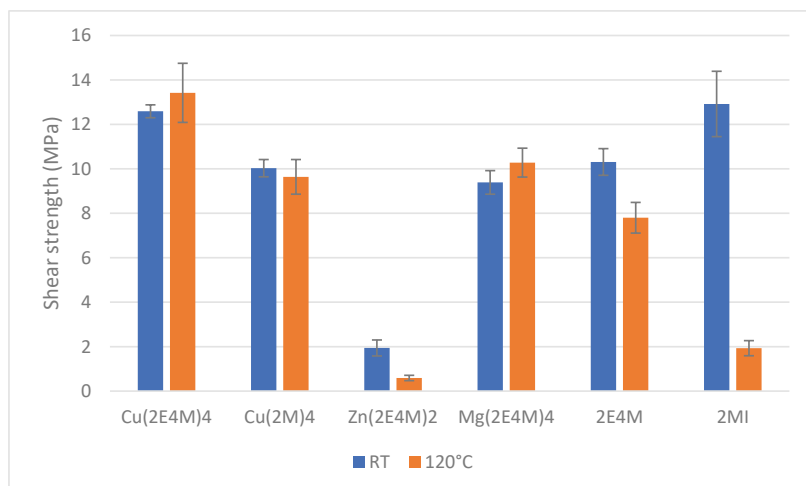


Fig. 4.2. Shear strength of epoxy adhesives cured with metal cation/imidazole-derived complexes (RT – room temperature)

Moreover, joints cured with Cu^{2+} complexes, regardless of imidazole type showed the highest shear strength at room and elevated temperatures. The shear strength at room temperature of the adhesives decreases in line with the sequence: $\text{Cu}^{2+} > \text{Cu}^+ > \text{IM} > \text{Mg}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$. Generally, the room temperature shear strength values of epoxy adhesives cured with these metal cations complexes are similar or slightly higher than those cured with imidazoles alone (with exception of adhesives with Zn^{2+} complex which is much lower). The strength of aluminum joints cured with metal cations and imidazole's complexes adhesives is very favorable at 120°C [77]. The values of that parameter are similar to those obtained at room temperature. Conventionally cured adhesives with imidazoles themselves behave in a completely different way (the shear strength decreases drastically), especially when cured with 2-MI, which may be related to insufficient cure of the sample.

4.2. Epoxy materials cured with poly(ethylene terephthalate) chemical recycling products

Research on waste poly(ethylene terephthalate) (PET) chemical recycling and application of the products for epoxy resin curing was performed in late 1990s and the first decade of 2000s. The first announcements about PET degradation products using polyamines (e.g. triethylene tetramine, TETA) or alkanolamine (triethanolamine, TEA) for epoxy resin hardening were described in 1999 and 2000 [83, 84]. Epoxy compositions based on bisphenol A liquid epoxy resin cured with PET/TEA aminoglycolysate offered acceptable technological features and after curing good mechanical, thermal and electrical properties. PET-derived products with a wider range of polyamines or alkanolamines and compounded with a few types of epoxy resins and various ratios to epoxy resin were applied for material formulation [85–87]. Epoxy resins with PET/TEA exhibited the best set of processing (i.e. long life time) and mechanical properties. The products were applied for direct epoxy resin curing or tested as epoxy resin emulsifying agents for water thinnable epoxy paints or polyol components of rigid polyurethane foam [86]. PET/TEA solvolysate application was independently continued in other works.

Systematic research on the influence of various types of alkanolamines on waste PET solvolysis process and efficiency of the products as epoxy resin curing agents was also performed [87]. On the basis of eleven alkanolamines it was found that the most active towards epoxy resins were PET degradation products obtained with alkanolamines without bulky substituents surrounding tertiary nitrogen atom just allowing for full catalytic activity in epoxy curing process. Generally, PET aminoglycolysates provide the following benefits as concerning epoxy resin formulation and cured material properties: (i) long pot life at ambient and elevated temperature up to ca. 80°C , (ii) rather low viscosity before gelation, (iii) even though PET/alkanolamine products acted as epoxy resin catalysts (i.e. used in low nonstoichiometric

amounts), they can be also applied in higher weight ratios thus positively upgrading some final material properties (e.g. impact strength) [87]. PET/TEA as epoxy resin curing agent was closely physicochemically characterized [88]. MALDI-TOF MS and ¹H NMR studies have confirmed that the main product of PET decomposition was a symmetric diester of terephthalic acid [88].

Pilot production of PET/TEA was implemented by “ZCh Sarzyna” in Nowa Sarzyna, Poland (present Sarzyna Chemicals Sp. z o.o.). Epoxy composites were manufactured using PET/TEA and mineral fillers [89–91]. In work [89], epoxy compositions were filled with silica, aluminum hydroxide or a mixture of talc and silica (1:1 by wt.). Life time of the epoxy composition at 80°C with the mixed filler was substantially extended. The composites showed good electrical properties (dielectric constant, dielectric loss coefficient, tan delta, electric arc resistance, and break down resistance) and were designed for on-air insulators of low and medium voltage [89]. Epoxy adhesives for aluminum plates were formulated on the basis of three types of PET degradation products and silanized silicas and joint shear strength was evaluated at 40 and 70°C [90]. Moreover, a set of epoxy composite adhesives with PET/TEA filled with modified silicas or organophilized montmorillonite (MMT), for the same designation, were manufactured and their processing features and shear strength parameters were evaluated [91]. Table 4.1 presents shear strength results of epoxy joints cured with PET/TEA (with two ratios resin/hardener) and conventional TETA polyamine, for comparison purposes.

Table 4.1. The shear strength of epoxy joints between aluminum plates based on epoxy resin Epidian 6 (E6) cured with PET/TEA product or conventional polyamine (TETA) with 5 wt. % of the filler

Sample acronym/ Feature	E6/TETA	E6/PET/TEA-8	E6/PET/TEA-4
Amount of curing agent, pph	13.0	14.4	28.8
Curing conditions	Room temp./24 h + 140°C/2 h	140°C/2 h + 2 h	140°C/2 h + 2 h
	Shear strength*, MPa		
Filler type:			
none	10.4±1.1	18.3±0.9	15.5±1.9
Silbond 800 EST	10.2±1.1	18.4±0.9	14.2±3.1
Organobentonite	11.7±1.0	23.0±2.0	15.5±2.4

* Shear strength determined according to PN-ISO 4587.

4.3. Epoxy compositions and nanocomposites with ionic liquids and deep eutectic solvents

The first world publication on ionic liquid (IL) for epoxy resin curing appeared in 2003 [92]. 1-methyl-3-butyl imidazolium tetrafluoroborate was applied for high temperature curing of Epidian 6 resin. The range of ILs as epoxy hardeners was later broadened and influence of both cation size and anion type on epoxy curing was studied [93]. Storage time (20–70 days at ambient temperature) was mainly dependent on anion type and IL concentration. Glass transition temperatures (T_g) of epoxy materials were also dependent on the anion and cation types and changed in a range of 120–180°C (IL content 3–9 phr). Another category of IL, i.e. with phosphonium cation and phosphinate anion (IL_f) was used for epoxy resin curing, including systems filled with carbon nanotubes (CNT) and graphene (GN) [94]. IL_f played tripled function: (i) catalytic curing agent, (ii) carbon nanofiller dispersing medium, and (iii) antifelammng additive. The life time of the epoxy systems with IL_f was shorter than in cases of imidazolium ILs (4–8 days) whereas the kind of carbon nanofiller influenced viscosity of the systems in a different way: (while GN caused a negligible increase, CNT soared the parameter value in the same nanofiller concentration range of 0.25–1.0 wt. %). The high increase of CNT filled nanocomposite electrical bulk resistivity was observed (about 8 orders of magnitude, up to below 10^5 ohm·m) whereas GN caused depression of the material flammability (limiting oxygen index 27%) [94].

Table 4.2. Results of DMTA and TGA measurements of epoxy composite materials based on epoxy resin Epidian 6 (E6) cured with imidazolium dicyanoamide {[EMIM]N(CN)₂} and modified with carbon nanotubes (CNT) [95]

Sample acronym	DMTA				TGA	
	T_g °C	Tan delta	Storage modulus MPa	Crosslink density mol/m ³	$T_{5\%}$ °C	$T_{10\%}$ °C
E6/[EMIM]N(CN) ₂ _3	196	0.17	1708	12,885	395	421
E6/CNT_0.25/[EMIM]N(CN) ₂ _3	184	0.28	1751	6966	386	412
E6/CNT_0.50/[EMIM]N(CN) ₂ _3	195	0.21	1374	7184	388	419
E6/CNT_1.00/[EMIM]N(CN) ₂ _3	193	0.24	1381	6683	383	419

Comparison of two ILs (imidazolium and phosphonium type, IL_f) with the same, $N(CN_2)$ anion, for epoxy resin compounding was described in [95]. The most characteristic features of the respective unfilled cured materials were high transparency (85%) when IL_f was used and high T_g (above 190°C) as well as thermal resistance if imidazolium IL was applied. Moreover, epoxy composites cured with imidazolium dicyanoamide and filled with CNT were manufactured. Closer properties of the last class epoxy materials, i.e. their thermomechanical, thermal and crosslink densities are presented in Table 4.2. The nanocomposites with CNT exhibited relatively high range of bulk electrical resistivity (2.7×10^7 up to 1.5×10^3 ohm·m) at low filler content 0.0625–0.25 wt. %. The developed nanocomposites belong to groups of electrostatic and electromagnetic interference materials.

In the search of new epoxy crosslinkers our research group proposed liquid mixtures known as deep eutectic solvents (DESs), cheaper and more ecologically acceptable than ILs [96–99]. DESs are eutectic mixtures formed by simple mixing, heating and homogenizing usually solid components in proper molar ratios. As a result, liquids with low melting temperatures are formed. DES based on choline chloride (ChCl) as hydrogen bond acceptor (HBA) and imidazole as hydrogen bond donor (HBD) was applied for the first time in epoxy resin crosslinking [96]. In our next works a set of HBDs (beside ChCl as HBA) were used for DES formulation and applied for epoxy resin curing [97–99]. DES components, beside ChCl, were: urea, $SnCl_2$, aromatic amines, guanidine or biguanide derivatives. Epoxy/DES systems with $ZnCl_2$ can be characterized brief in the following manner: (i) curing mechanism catalytic or mixed, dependent on the kind of DES, (ii) epoxy composition life time in a rather broad range (few up to above 150 days), (ii) onset curing temperatures from ca. 140 up to 255°C, (iii) T_g values of the cured materials up to 154°C, and (iv) acceptable thermomechanical features. Moreover, two types of ionic liquids, i.e. IL (imidazolium type) and DES [based on ChCl and tris(hydroxymethyl)propane] as well as their mixture were used for manufacturing of neat epoxy compositions as well as nanocomposites with GN [100]. DES served firstly as GN dispersant. Introduction of 0.25–1.0 wt. % GN resulted in electrical antistatic properties of the nanocomposite (10^8 – 10^6 ohm·m).

4.4. Water-thinnable epoxy coating materials

Research on water-thinnable (or water-borne) epoxy compositions and coatings started in Department of Plastics and Coatings in the Faculty of Chemical Technology and Engineering, West Pomeranian University of Technology, Szczecin, in the early 1990s. Published results belong to two broad categories. The first was formulations of epoxy paints and coats using self-emulsifying curing agents with conventional pigments and fillers [101–104]. Three types of curing agents were

used: (i) polyaminoamides [101], (ii) hydrophilized epoxy adducts [103], and (iii) waste poly(ethylene terephthalate) (PET) degradation products [102, 104]. The former hardening agents make epoxy resin cure at ambient whereas the latter cure the resin at elevated temperature. The curing agents were commercial products or materials synthesized in a laboratory. Commercial liquid epoxy resins based on bisphenol A (Epidian 6) or epoxy nowolak were applied. The developed epoxy paints and coats were designed for concrete painting (especially those with polyaminoamide hardeners) or for steel substrate protection.

Nanofillers were used [105–110] in the second group of water-borne coating materials. Relevant papers discussed varnishes, paints and coats filled with modified MMT [105–108] or carbon nanofillers [109, 110]. The purpose of MMT addition to epoxy formulations was to upgrade some varnish/paint features (e.g. leveling, pot life or drying time) as well as to modify coat mechanical and barrier properties (scratch resistance, adhesion, water resistance and/or water uptake). It was found that hydrophobic/hydrophilic character of MMT modifying ammonium agent influenced coating properties on steel substrates [105–108]. MMT (0.5–5 wt. %) had commercial, pilot plant or laboratory origin. CNT or GN are often applied to improve some or broader spectrum of the following coating properties: (i) electric conductivity (or antistatic features), (ii) electric heating behavior, (iii) corrosion resistance, (iv) barrier, (v) galvanic protection, (vi) glass transition, (vii) tensile strength, (viii) adhesion, (ix) flexibility, (x) hydrophobicity, (xi) resistance to environmental degradation, (xii) abrasion, (xiii) impact, (xiv) bending, (xv) cupping, (xvi) scratch, and (xvii) wear [109]. Therefore, some of the mentioned properties of the epoxy coats were improved as compared to the relevant reference materials [109, 110]. Solventless epoxy varnishes (based on bisphenol F) and coatings filled with CNT and/or GN (in the total amount of 0.35 wt. %) were formulated using synthetic as well as bio-based polyamines (cardanol-derived) [109]. The room temperature cured coatings showed outstanding combination of optical features (i.e. high gloss and transparency, low haze in humid conditions) and electrostatic dissipative properties. Moreover, the coats with CNT cured with cardanol-based polyamine exhibited increased cupping resistance on steel substrate as well as high hardness and excellent adhesion to glass surface. In another study [110] epoxy coatings with CNT (0.025–0.5 wt. %) cured with unconventional curing agent exhibited improved electrical, barrier and thermal features. The applied curing agent (i.e. neutralized o-tolylbiguanide) played a triple role: (i) with epoxy resin it formed aqueous dispersion, (ii) it acted as viscosity depressant, and (iii) it cured the resin at high temperature.

As a result, it was possible to disperse CNT in a simple mechanical manner without of necessity of sophisticated mixing/homogenizing methodology typical for CNT (i.e. sonication). The coats also presented high combination of transparency (up to 83%), surface resistivity (up to 10^5 ohm), high gloss and low haze

(Fig. 4.3), chemical resistance, thermal stability (temperature of 5 wt. % mass loss increased up to 20°C above the reference unfilled coat), and perfect adhesion to steel surface [110].

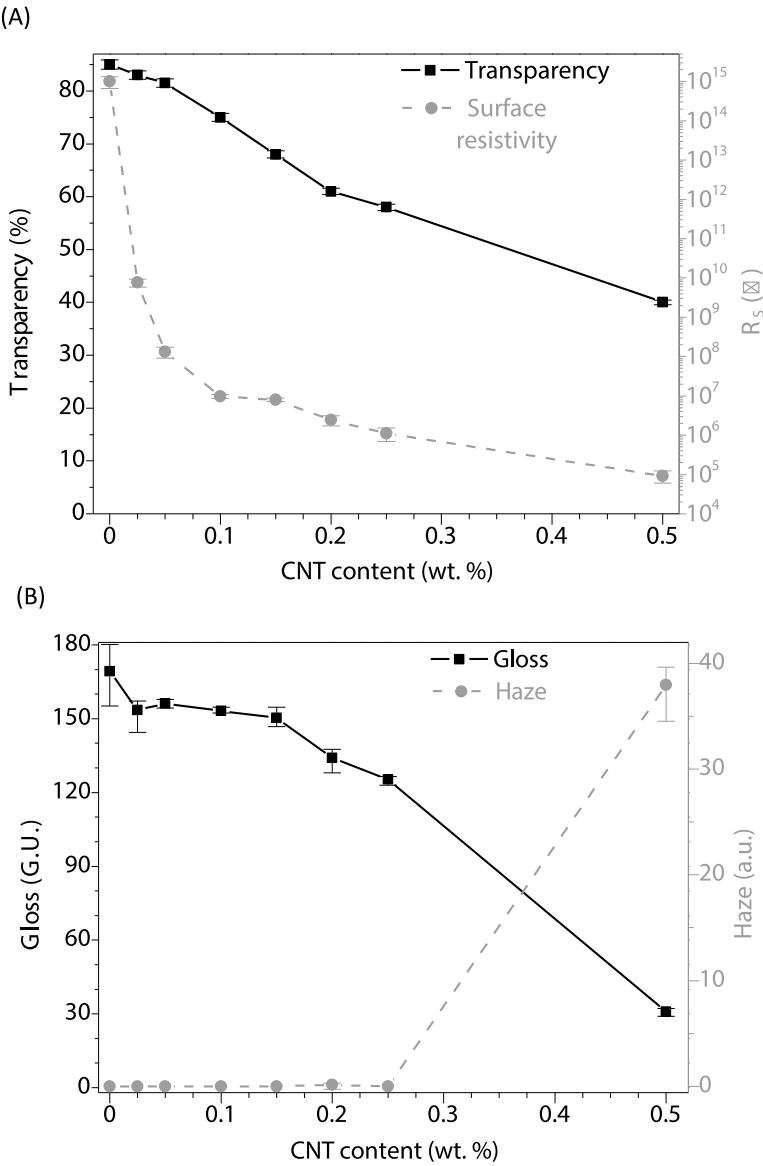


Fig. 4.3. Transparency and surface resistivity R_s (A) as well as gloss and haze (B) of epoxy coatings versus CNT content [110]

Varnish filled with low CNT content (below 0.1 wt. %) for antistatic coats was implemented on industrial scale in TBA Protective Solutions, United Kingdom (coating for lamp housing).

4.5. Modified epoxy materials

4.5.1. Reactive matrices based on epoxy with polyester/vinylester unsaturated resins

In the first years of the second decade of 2000s polymer matrices based on epoxy-polyester resin mixtures (vinylester type, VE) were developed [111, 112]. The proposed mixtures were characterized by low viscosities (less than 1 Pa·s) and just could be used for resin transfer molding (RTM) forming. Relevant composites exhibited mechanical strengths comparable or better than neat epoxy materials. Such systems of resins formed a basis for one of the first pre-impregnated materials that could be stored at room temperature for more than 4 weeks. Some features of the liquid epoxy and VE resin mixtures as well as hardened with 2-ethylimidazole and dicumyl peroxide are summarized in Fig. 4.4 [111, 112].

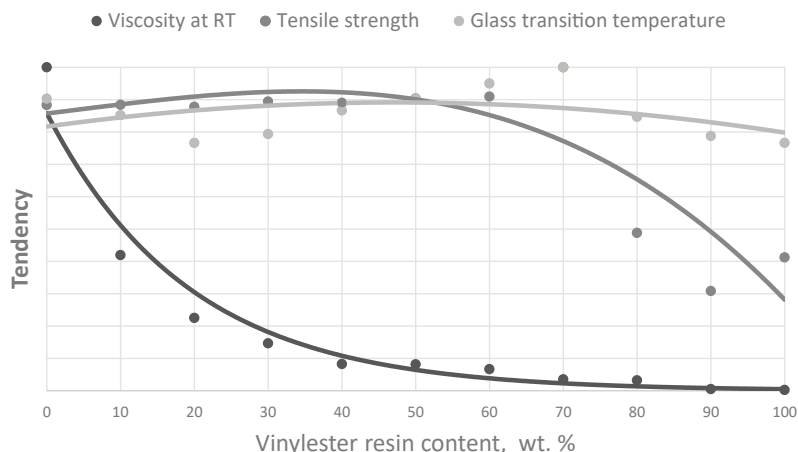


Fig. 4.4. Viscosity, glass temperature and tensile strength changes of epoxy/vinyl ester resin compositions or hardened materials versus vinylester content

The increasing content of VE resin causes viscosity decrease of the resin mixture. Addition only 10 wt. % of VE reduces viscosity mixture more than twice. Such basic resin modification causes significant decreasing of the working composition viscosity which is necessary for forming by the RTM method [111, 112]. The increase of mechanical bending strength is observed in most cases as compared to bending strength for the hardened VE. The maximum value of the parameter was achieved

for the material containing 30 wt. % of epoxy resin. On the other side for 80 wt. % of VE in the composition mixture it was observed decrease in the strength of the material. Composites containing from 30 to 70% wt. of VE resin are characterized by much higher flexibility than the material based on neat epoxy resin and higher glass transition temperature than relevant value for the material of neat VE resin.

The developed solution contributed to the creation in Poland of a new company New Era Materials Sp. z o.o. and was commercialized later through the purchase of a license [112] by the firm NEM (currently employed 40 people).

4.5.2. Epoxy-isocyanate materials

Parallely with works on imidazole based latent hardeners for epoxy resins the development of epoxy with isocyanates mixtures, with high thermal resistance and glass transition temperature above 180°C, had started at the Polymer Institute of ZUT [113]. Epoxy-isocyanate materials were prepared using aliphatic or cycloaliphatic diisocyanates, e.g. trimethyl-1,6-hexamethylene diisocyanate (TMDI) or isophorone diisocyanate (IPDI). Accelerators other than those known from the literature, i.e. 1,4-diaza-bicyclo[2.2.2]octane (DABCO), belonging to the imidazole derivatives: 1-methylimidazole, 1-ethylimidazole and 1-butylimidazole were selected. In addition, it has been proven that the basis of high thermal resistance of materials are not only oxazolidone groups but also isocyanurates [91, 114–117]. Isocyanate-epoxy materials with a higher TMDI content usually exhibited slightly higher glass transition temperatures than the composites with lower TMDI content. Studies on latent crosslinking agents and the modification of thermosets resin matrices allowed for the development of the new research methodologies [117, 118]. A method to determine the degree of conversion from rheological curves (change of viscosity and loss modulus) was developed. Also the influence of the polymer matrix structure on the mechanism of decomposition of crosslinked composites was determined [118].

5. Epoxy biocomposites for technical applications

Research has been conducted on the development and analysis of new epoxy biocomposites based on materials from renewable sources to be used for technical applications (development, production, modification of polymer matrix, optimization of properties) [119–149]. The main research trends include the use of microfibers from cereal husks and natural cork agglomerate used as the reinforcement.

Microfibers obtained from cereal husks which are so far unused grain by-products provide an interesting and competitive alternative to standard wood plastic composites. Plant microfibers can be harvested in a matter of months rather than years, which is the case for wood microfibers. Agro-wastes have supply sources that can more quickly renew themselves, their acquisition is easy and their price is lower by approximately 40% compared to softwood [123].

New epoxy biocomposites reinforced with 30 and 40 wt. % of microfibers produced from wheat, spelt, oat, rye and rice husk were developed. To increase adhesion at the interface of fiber-cereal husk microfiber matrix, microfibers were modified in enzymatic or low-temperature plasma treatment. Research conducted on epoxy biocomposites reinforced with modified microfibers of cereal husk (spelt, wheat, rice, oat, barley) using low-temperature plasma or enzymatic treatment, showed that the best reinforcement properties, similar to those of reference material (microfibers of softwood), were obtained for microfibers of spelt, oat and barley. Plasma modification of microfiber surface, similar to enzymatic modification, improves mechanical properties (e.g. impact strength by approximately 40%, bending strength by approximately 15%) of the biocomposites (Fig. 5.1). However, the obtained results indicate that plasma treatment had slightly better effect on microfiber properties than enzymatic modification [121, 122, 126, 135, 138].

Strength testing conducted at elevated temperature range (from room temperature to T_g) showed that e.g. modulus of elasticity at bending epoxy biocomposites with cereal husk and wood microfibers clearly decreases as measurement temperature increases. At glass transition temperature (T_g), its value is by approximately 30% lower than at 23°C. However, at 80°C, it is lower by around 60% (Fig. 5.2b). As measurement temperature increases, bending strength decreases – in the vicinity of T_g by approximately 15–20%, and at 80°C by about 30%. Among the manufactured epoxy biocomposites materials reinforced with different microfibers produced from cereal husks, spelt and oat microfiber reinforced biocomposites had the highest resistance to elevated temperature (Fig. 5.2a) [126].

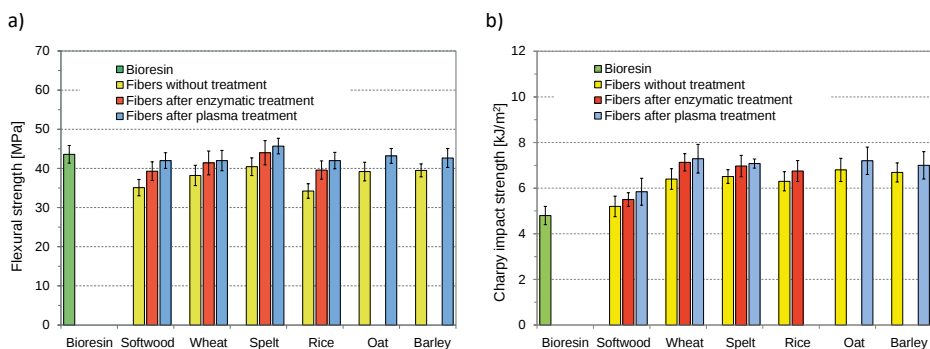


Fig. 5.1. Flexural strength (a) and Charpy impact strength (b) for epoxy biocomposites reinforced with 30 wt. % cereal husk and softwood microfibers unmodified or modified by means of enzymatic or low-temperature plasma treatment

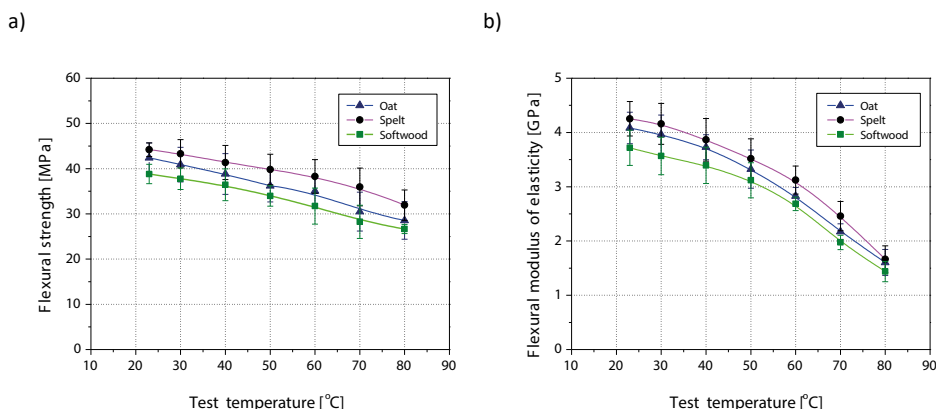


Fig. 5.2. Flexural strength (a) and flexural modulus of elasticity (b) at increased test temperature for epoxy biocomposites with 40 wt. % of spelt, oat and softwood microfibers

Additionally, hybrid epoxy biocomposites reinforced with (oat, spelt) cereal husks and wood microfibers were developed [123, 124, 127, 131]. Hybrid biocomposites with spelt husk microfibers had higher tensile and bending strength than those with barley husk microfibers by approximately 10 and 5%, respectively, compared to classic composites with wood microfibers. All the examined biocomposites had slightly lower strength compared to bio-based epoxy resin (Fig. 5.3a, b). This effect was due to the fact that the applied microfibers were not very long and their length to diameter ratio (from 1.7 to 2.7) was small. Natural microfibers had a positive effect on Young's modulus of hybrid biocomposites. The addition of cereal husk microfibers to the biocomposites with wood microfibers increased modulus by approximately 30–35% both at extension (Fig. 5.3a) and bending (Fig. 5.3b). Mi-

crofibers obtained from oat and barley husks in hybrid biocomposites increased impact resilience by approximately 30 and 25%, respectively, compared to bioresin and by over 15% compared to a classic composite with wood microfibers (Fig. 5.3c) [123, 124, 127, 131].

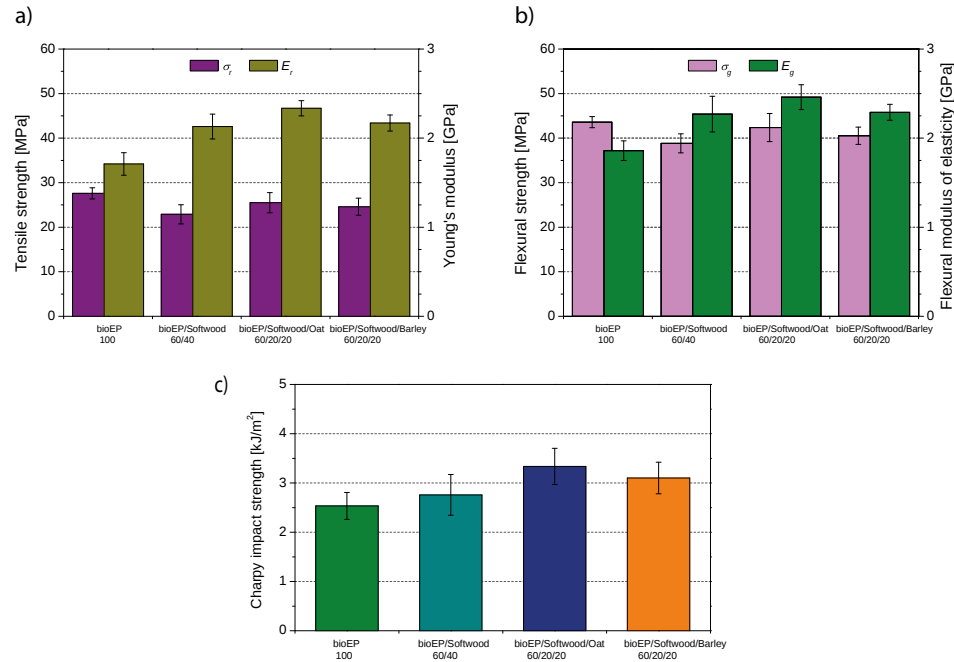


Fig. 5.3. Results from tensile (a), flexural (b) and Charpy impact strength (c) for epoxy hybrid biocomposites reinforced with oat (20 wt. %), barley (20 wt. %) and softwood (40 wt. %) microfibers

Aging process were tested for seven weeks on epoxy biocomposites (with 40 wt. % of wood and cereal husk microfibers) and hybrid composites (with 20 wt. % of wood fibers plus 20 wt. % of cereal husks). The composites were placed in an aggressive atmospheric environment in alternate 12 h cycles with the following parameters: the temperature of +60°C and humidity of 95% followed by the temperature of -10°C and humidity of 0%. The tests showed that owing to the reinforcement with (oat, spelt) cereal husk microfibers, the fatigue resistance of the biocomposites was by approximately 5–15% higher than that of the classic biocomposites reinforced with wood fibers (Fig. 5.4) [131].

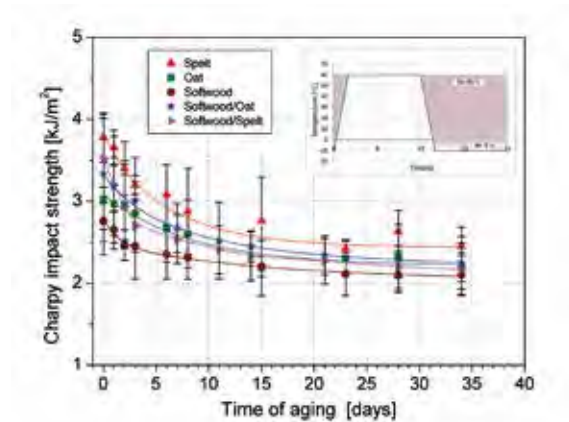


Fig. 5.4. Findings of intensive ageing in climatic chamber for epoxy biocomposites reinforced with different 40 wt. % cereal or/and softwood microfibers

Another group of epoxy biocomposites reinforced with 40 wt. % of natural short fibers (2 mm) obtained from abaca and jute was also developed. It was demonstrated that the use of shorter jute and abaca fibers increased bending strength by approximately 20 and 10%, respectively, compared to bioresin (Fig. 5.5a). Impact resilience increased two-fold for abaca fibers and by approximately 60% for jute fibers (Fig. 5.5b) [123].

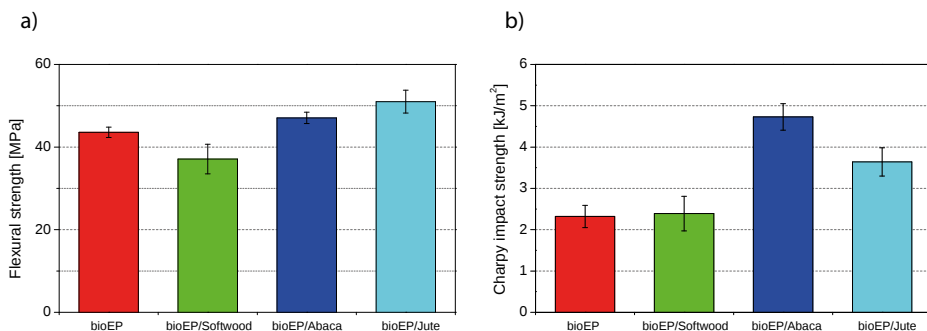


Fig. 5.5. Flexural strength (a) and Charpy impact strength (b) for epoxy biocomposites reinforced with short fibers of abaca and jute

Therefore, a combination of natural fibers with varied geometry used as the reinforcement of polymer biocomposites can modify the properties of materials depending on their technical requirements [124, 127, 131].

To increase the amount of biocomponent (up to 100%) in the composition of biocomposites, not only natural fibers, but also epoxy bioresin produced by mixing epoxy resin and epoxidized linseed oil as well as biohardener were used. It was demon-

strated to what extent the claim was true that the higher content of biocomponent in resin system the lower thermal and mechanical properties (Fig. 5.6) [125, 128–130].

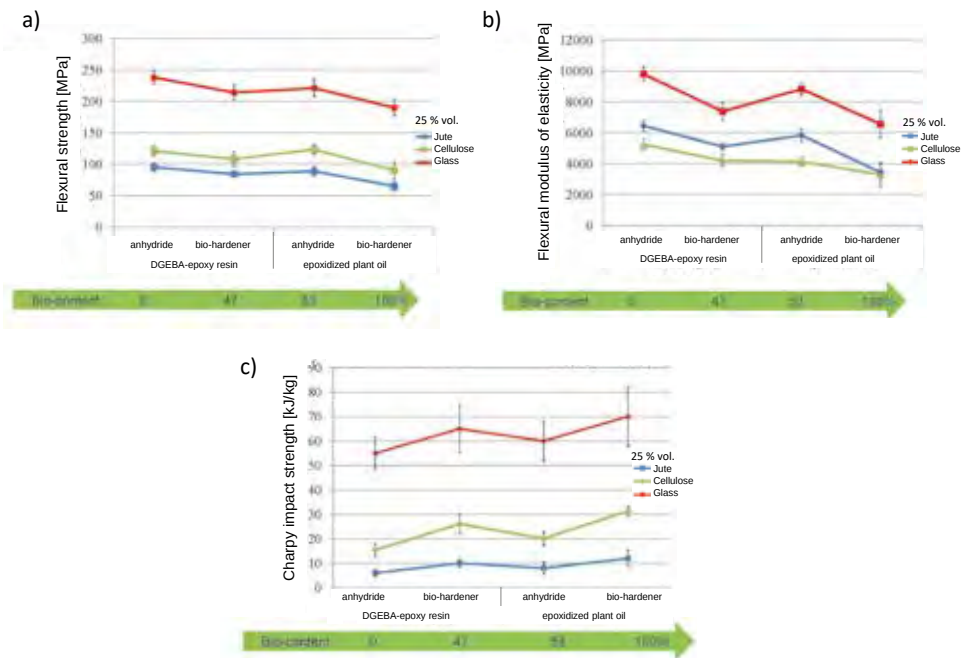


Fig. 5.6. Flexural strength (a), flexural modulus of elasticity (b) and Charpy impact strength (c) for bioepoxy laminate with jute, man-made cellulose and glass fabrics

Research was also conducted on developing new, light epoxy sandwich composites for technical applications using natural cork agglomerate as the core material. Cork agglomerate is characterized with a range of unique properties, including chemical and biological resistance and high thermal and acoustic insulation. The material is non-flammable, impermeable to liquid and gas, highly durable, resistant to temperature, and most of all has a very low specific weight [139–141].

Sandwich biocomposite blocks were developed, which consisted of a glass-epoxy laminate and cork agglomerate of different thickness (from 6 to 25 mm) used as the core material. The biocomposite material was produced with vacuum bagging and infusion methods. It was observed that strength parameters decreased when thickness of light sandwich increased (Fig. 5.7a, b). It is due to the substantial difference in the proportions of reinforcement and cladding in the structure of biocomposite. The thicker the light sandwich, the lower percentage of reinforcement and cladding and then biocomposite is characterized with increased elasticity and ability to absorb energy with decreased mechanical strength and specific weight (Fig. 5.7c). Biocom-

posites with light cork sandwich produced with infusion method were demonstrated to have higher four-point bending strength and compressive strength than those made using vacuum bagging method by approximately 15% and 35%, respectively (Fig. 5.7a, b) [142, 143, 148].

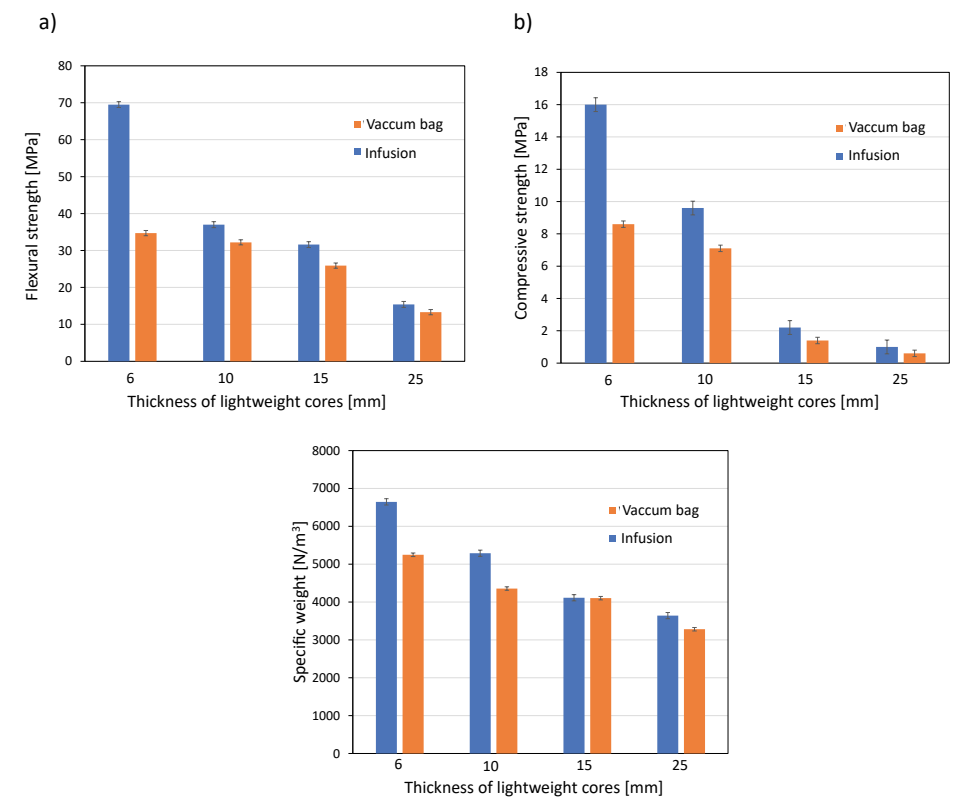


Fig. 5.7. Flexural strength (a), compressive strength (b), specific weight (c) of sandwich biocomposites with different thickness of natural cork agglomerate cores manufactured by the vacuum bag and the infusion methods

Sandwich composites were developed which consisted of a glass-epoxy laminate as a cladding material and core materials such as synthetic foams (Divinycell H60 and Divinycell H130) or natural cork agglomerates (Corecork NL 10 and Corecork NL 20) in different densities (from 60 to 130 kg/m³ and from 120 to 200 kg/m³, respectively). Sandwich composites were made using vacuum bagging method. The composite with synthetic foam was demonstrated to have much higher static four-point bending strength and modulus of elasticity (Fig. 5.8a, b). The composite with cork sandwich had better long term fatigue resistance (Fig. 5.9). Comparison shows that the composite with natural cork agglomerate with its modest static properties

and excellent fatigue resistance can very well replace traditional synthetic foam and additionally offer other useful features at a high level [144].

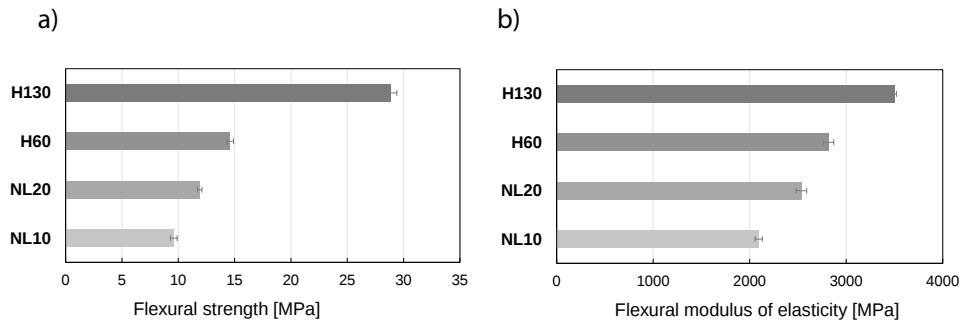


Fig. 5.8. Results from the static four-point flexural tests of sandwich composites with foams (H60, H130) and natural cork agglomerate (NL10, NL20) cores: flexural strength (a) and flexural modulus of elasticity (b) [144]

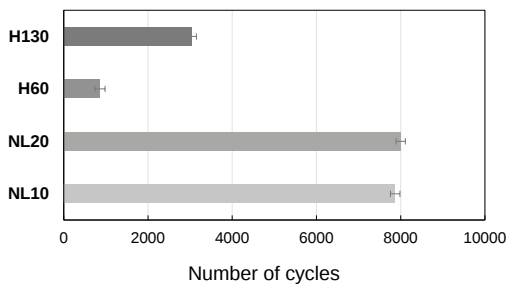


Fig. 5.9. Number of fatigue load cycles for four-point flexural test after which sandwich composites with foams and natural cork agglomerate cores were destroyed [144]

Sandwich plycork composites were developed with aluminum sheet H22 (thickness 1 mm) used as cladding and natural cork agglomerate Corecork NL 20 of different thickness (from 9 to 30 mm) used as the core. Sandwiches were produced via vacuum bonding using vacuum membrane press. Examination of plycork-Al composites showed that thickness changes of core material had significant effect on mechanical properties of the composite. The thicker the cork layer, the lower four-point bending strength and the higher bending modulus (Fig. 5.10a, b). Therefore, through the control of core material thickness you could optimize material properties required in different tasks. Light sandwich aluminum-cork biocomposites can very well replace conventional materials (e.g. birch plywood) in many applications in transport industry owing to their advantages, particularly in terms of user safety. Research showed no risk of toxic gases being released in flammability tests of biocomposite panels. The material produces no sharp edges when being destroyed [145–147, 149].

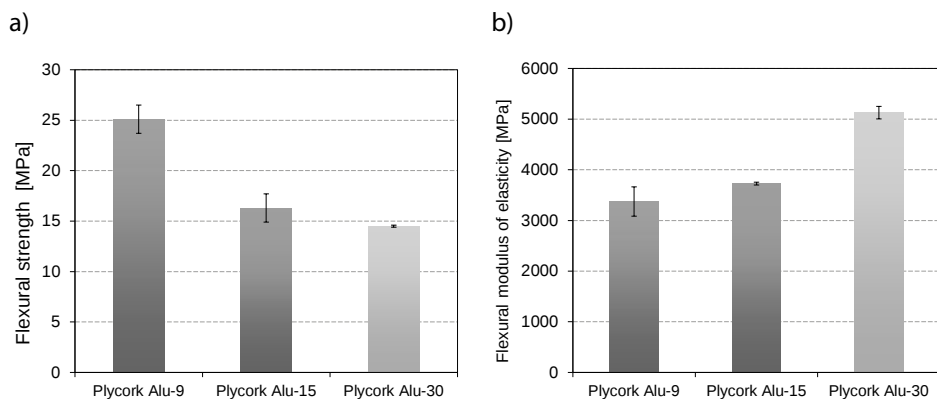


Fig. 5.10. Flexural strength (a) and flexural modulus of elasticity (b) of aluminum-cork sandwich composites with thicknesses of 9 mm, 15 mm and 30 mm [146]

Therefore, in design of light sandwich biocomposites not only the selection of components, but also the right production method is of importance. Thus, one can control the required properties of biocomposite materials.

6. Duroplast recycling

The first research works on the recycling of duroplastic composites began in Europe in the late 1980s. Among the pioneers of this subject was the Institut für Werkstofftechnik of the University of Kassel under the direction of Prof. Błędzki.

The researchers of this institute carried out one of the first works on SMC recycling in Germany. In 1991, he and his coworkers were working on the use of SMC recycle for the production of satellite dishes. In a very practical way they proved the possibility of industrial use of this material [150].

Institut für Werkstofftechnik at University of Kassel collaborated in this field with Polymer Institute of the then Szczecin University of Technology and Riga Technical University, and they commonly published some papers [151–153].

In 1997, one of the scientific workers of Szczecin University of Technology wrote his doctorate on Optimizing the Content of SMC Recyclate in Composite Materials. That work used recyclates produced by ERKOM and FUBA (then Germany's largest printed circuit board manufacturer) (Fig. 6.1).



Fig. 6.1. Different fractions of ERKOM SMC (Sheet Moulding Compounds) recyclates

Thanks to the cooperation with the University of Kassel, work was also carried out on the recyclability of duroplasts at the Polymer Institute itself in the 1990s. The results of this work were presented at conferences and in publications [154–169]. This work focused on the possibility of using different recyclate fractions from SMC in polyester moulding compounds, technological limitations, modification of recipes, flow of moulding compounds with recyclate in form, etc. Work was also carried out on the possibility of using shredded polyester-glass laminates in light layers, polymer concretes and in the solvolysis of hardened polyester resin [165].



Fig. 6.2. Results of technological test of BMC (bulk moulding compounds) containing different fractions of ERKOM SMC Recyclates

The interest in this subject was boosted by the actions of legislators and industry. It was crucial that ERKOM (joint venture of BASF, Vetrotex, Menzolit, Owens-Corning and other companies) started production of standardized recyclates in Germany in 1991. It was the first company in Europe to exclusively collect and grind SMC products on an industrial scale. ERKOM had an SMC shredding and fractionation plant with a capacity of 1.5t/h (approx. 6000t/year). Shredding took place in several stages and eventually produced 6 filler fractions; 3 fibrous size < 0.5 mm; 0.5 to 1.25 mm; > 1.25 mm and 3 powder with grain size < 0.2 mm; 0.2 to 0.5 mm; > 0.5 mm (Fig. 6.2).

In [158, 159, 169] SMC recyclates obtained from ERKOM were used to produce SMC and composite panels using the RTM method. The researchers assumed that existing SMC recipes should be used as the base and ingredients should be partly replaced with recyclates in order to reduce the consumption of new materials. It was taken into account that recyclates bring all the ingredients – fillers, fiberglass and hardened resin (treated as a filler). They investigated how much recycle could be added to the material without significantly compromising the basic mechanical properties. It has been proven that up to 30% weight recycle could be added (Fig. 6.3).

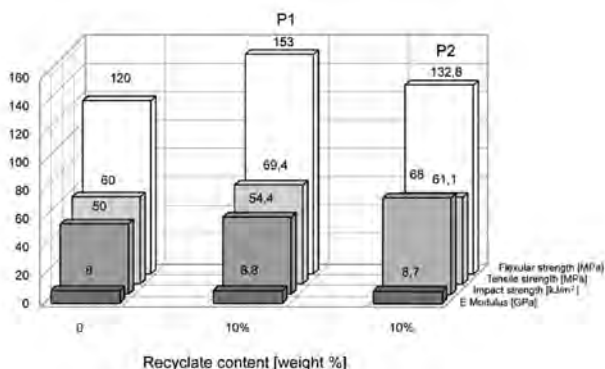


Fig. 6.3. Mechanical properties of SMC with 0 and 10 weight % of powder fractions P1 < 0.2 mm and P2 0.2 to 0.5 mm

In order to investigate the possibilities of developing materials almost entirely based on ERKOM duroplast recyclates, an experimental planning method was used. This made it possible to model the properties of materials from the content of recyclates. This method was based on simple models of the dependence of material properties on the variable contents of individual fractions of recyclates, selected in accordance with the packing theory. The variables of the experiment were the weight and volume contents of the recyclate fractions. It has been shown that in order to obtain the maximum content of recyclate in the material and satisfactory mechanical properties, recyclate particles with at least three different diameters should be used. Using experimental data, a simple model of the dependence of the mechanical properties of composites on the content of the recyclate fraction was developed (Fig. 6.4) [158–162].

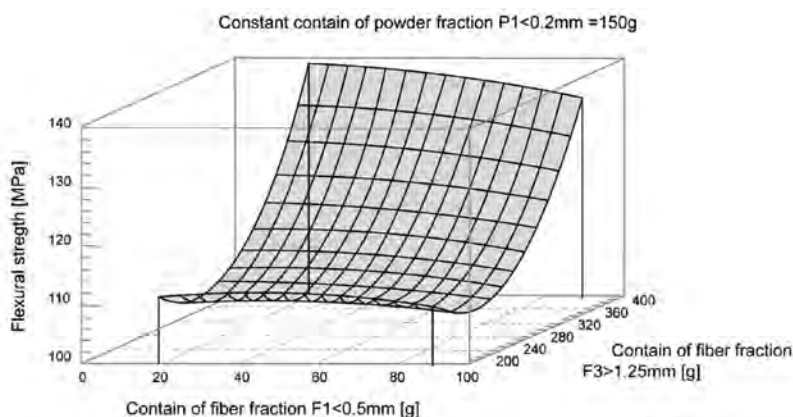


Fig. 6.4. Example of dependence of mechanical properties of composite material on contain of different ERKOM SMC recyclates fractions [150]

It was assumed that a composite with recyclate particles consists of glass fibers of different lengths (new and brought with recyclate), resin containing particles of hardened resin brought with recyclate and new resin, and fillers brought only by recyclate.

Then, for simplicity, the resin with the filler was treated as a “modified resin” by properly calculating its mechanical properties taking into account the volume shares of the components. This allowed to use models developed for two-component composites, e.g. Hirsch, Voigt, Reuss [159].

This was the first work to show that it is possible to produce composites with a very high content of recyclates and that models can be created to predict the properties of such materials.

The subject of these works is still relevant today and currently scientists participating in this work, using their experience, publish works on recycling polymer composites reinforced with glass and carbon fibers [170–174].

The production of polymer composites is also associated with burdening the environment with emissions of harmful substances, e.g. styrene, and with the harmful effects of reinforcing fibers, especially glass fibers, on the health of employees. These topics have also been addressed in publications pointing to ways to reduce emissions and protect workers [175, 176].

Literature

1. Królikowski W., Izbicka J., Nowaczek W., Benecki W., Maślanka T.: Własności krajowego rowingu szklanego stosowanego do wzmacniania tworzyw sztucznych, *Polimery*, 1972, 17, 274–276.
2. Królikowski W.: Włókna szklane do wyrobu tworzyw wzmocnionych, *Przemysł Chemiczny*, 1972, 51, 352–355.
3. Królikowski W., Izbicka J., Nowaczek W.: Włókna ze szkła tytanowego do wzmacniania tworzyw sztucznych, *Polimery*, 1983, 28, 207–209.
4. Królikowski W.: Fizykochemiczne zagadnienia powierzchni rozdziału włókien i polimerów w tworzywach wzmocnionych. Cz. I. *Polimery*, 1973, 18, 385–389; Cz. II. *Polimery*, 1973, 18, 442–446.
5. Królikowski W., Benecki W., Nowaczek W., Izbicka J.: Badania adhezji między włóknem szklanym a żywicą, *Przemysł Włókienniczy*, 1972, 26, 296–300.
6. Królikowski W., Czech Z.: Abhängigkeiten der Eigenschaften verstärkten Polyester, *Kunststoffberater*, 1978, 23, 554–559.
7. Królikowski W., Czech Z.: Einfluss der Adhäsion zwischen Glassfaser und Harz sowie von Wasser auf das Eigenschaftsbild glassfaserverstärkten UP-Harze, *Kunststoffe*, 1981, 71, 442–448.
8. Królikowski W., Izbicka J., Mikłaszewicz J.: Intern. Konf. Karlovy Vary, 1972, 24–32.
9. Izbicka J.: Badanie zjawisk na granicy faz włókno szklane-żywica w poliestrowych tworzywach wzmocnionych [praca doktorska], *Politechnika Szczecińska, Szczecin* 1979.
10. Błędzki A., Królikowski W.: Einfluss der Härtungsbedingungen bei Polyesterharzen, *Kunststoffberater*, 1980, 25 (10), 49–51.
11. Błędzki A., Królikowski W.: Heisshärtung von Polyesterformmassen mit C-C-labilen Inicjatoren, *Kunststoffe*, 1980, 70, 558–562.
12. Królikowski W., Pawlak M.: Tłoczywa poliestrowe o małym skurczu, *Polimery*, 1979, 24, 395–398.
13. Królikowski W., Pawlak M.: Untersuchungen über Struktur von im Thermoplasten gehärteten Polyester Verbunde, *Zeitschrift für Polymerforschung*, 1978, 29, 39–42.
14. Królikowski W., Nowaczek W., Krystek D.: Badania nad stabilizacją tłoczyw poliestrowych, *Polimery*, 1979, 24, 409–411.
15. Dębski W., Królikowski W., Stranc W.: Przetwórstwo wtryskowe tłoczyw wzmocnionych włóknem szklanym, *Przegląd Mechaniczny*, 1980, 39 (11), 15–16.
16. Stranc W., Królikowski W., Błędzki A.: Verarbeitung von UP-Premix mit Spritzgussverfahren, *Plasverarbeiter*, 1980, 34 (4), 312–315.
17. Królikowski W., Prusińska I.: *Polimery i tworzywa allilowe*. Cz. I, *Polimery*, 1973, 18, 1–5; Cz. II, *Polimery*, 1973, 18, 115–118.

18. Prusińska I., Królikowski W.: Preparation and properties of diallyl phthalate prepolymers, *Angew. Makromol. Chem.*, 1977, 64, 29–42.
19. Strumik I., Królikowski W.: Polimeryzacja o-ftalanu dwuallilowego w masie, *Polimery*, 1983, 28, 420–431.
20. Kostański L., Królikowski W.: Bulk polymerization of diallyl benzene dicarboxylates, *J. Polym. Sci. Polym. Chem. Ed.*, 1985, 23, 605–614.
21. Kostański W., Królikowski W.: Tworzywa poliestrowe modyfikowane elastomerami, *Polimery*, 1985, 30, 53–57.
22. Barcikowski N., Królikowski W.: Effect of resin modification of the impact strength of glass composites, *Polimery*, 1993, 58, 450–460.
23. Królikowski W., Nowaczek W., Penczek P., Rudnik E.: Zinkakrylat und andere feste Monomere als Vernetzungsmittel für ungestärkte Polyester, *Angew. Makromol. Chem.*, 1993, 204, 85–89.
24. Królikowski W., Nowaczek W., Penczek P., Rudnik E.: Zink acrylate and other solid monomers as crosslinking agents for unsaturated polyesters, *Polymers and Polymer Composites*, 1993, 16, 467A–469A.
25. Królikowski W.: Polish reinforced polyester moulding compounds, *Polish Technical Review*, 1990, 5, 17, 20.
26. Kostański L., Drotlew A., Królikowski W., Fabrycy E.: Badania nad właściwościami niskociśnieniowych tłoczyw epoksydowych stosowanych w elektronice, *Polimery*, 1988, 33, 19–23.
27. Fabrycy E., Królikowski W., Fichel G.: Niskociśnieniowe tłoczywa epoksydowe dla elektroniki, *Polimery*, 1986, 31, 148–149.
28. Fabrycy E., Kostański L., Spychaj T., Królikowski W., Drotlew A.: Badania nad wpływem napełniaczy i środków utwardzających na właściwości niskociśnieniowych tłoczyw epoksydowych, *Polimery*, 1986, 31, 117–121.
29. Królikowski W., Spychaj S.: Badania procesu kopolimeryzacji silanów ze składnikami nienasyconych żywic poliestrowych. Cz. I. Polimeryzacja winylotrój (β -metoksy) silanu i jego kopolimeryzacja ze styrenem, *Polimery*, 1983, 28, 41–44; Cz. II. Ocena produktów reakcji winylo (β -metoksy) silanu z estrami modelowymi, *Polimery*, 1983, 28, 438–441; Cz. III. Homopolimeryzacja γ -metakrylo oksypropylo trimetoksy silanu i jego kopolimeryzacja, *Polimery*, 1984, 29, 343–346.
30. Królikowski W., Spychaj S.: Studies of the copolymerisation of vinyl tri(β -methoxy ethoxy) silane and its copolymerisation with styrene, *Int. Polym. Sci. Technol.*, 1984, 11, 63–66.
31. Królikowski W.: Włókna węglowe jako wzmocnienie polimerów, *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Mechanika*, 2007, 219, 45–55.
32. Janik J., Krala G., Królikowski W.: Nanokompozyty z osnową polimerową. Cz. I. Polipropylen/krzemian warstwowy, *Kompozyty*, 2009, 9, 34–39; Cz. II. Mieszanki LDPE/PP i krzemian warstwowy, *Kompozyty*, 2009, 9, 276–281.

33. Kłosowska-Wońkowicz Z., Królikowski W., Penczek P.: Żywice i laminaty poliestrowe, WNT, Warszawa 1969.
34. Królikowski W., Kłosowska Z., Penczek P.: Żywice i laminaty poliestrowe, WNT, Warszawa 1986.
35. Królikowski W.: Tworzywa wzmocnione i włókna wzmacniające, WNT, Warszawa 1988.
36. Kłosowska Z., Penczek P., Królikowski W., Czub P., Pielichowski J., Ostrysz R.: Nienasycone żywice poliestrowe, WNT, Warszawa 2010.
37. Królikowski W.: Polimerowe kompozyty konstrukcyjne, PWN, Warszawa 2012.
38. Patent polski nr 122324, 1984, „Utwardzalna kompozycja epoksydowa”.
39. Patent polski nr 127211, 1986, „Sposób wytwarzania tłoczywa epoksydowego”.
40. Patent polski nr 133684, 1986, „Sposób wytwarzania tłoczywa epoksydowego”.
41. Patent polski nr 144122, 1988, „Utwardzalna kompozycja epoksydowa o przedłużonym czasie przydatności do niskociśnieniowego prasowania przetłocznego”.
42. Patent polski nr 150606, 1990, „Kompozycja epoksydowa”.
43. Fabrycy E., Leistner A., Spychaj T.: Neue Epoxid-Härter aus PET-Abfällen, Kleben & Dichten, 2000, 4, 35–39.
44. Fabrycy E., Leistner A., Pilawka R., Spychaj T.: New epoxy adhesives hardened with PET chemical degradation products, World Polymer Congress IUPAC MACRO 2000: 38th Macromolecular IUPAC Symposium: book of abstracts, 114.
45. Fabrycy E., Leistner A., Spychaj T.: Neue Härter für Epoxidharze, Klebstoffe und Lacke, gewonnen aus Abfällen von Kunststoff-Flaschen: Stand der Entwicklung und Ausblick, Kleben in Bremen FSK'99: Fachtagung Fertigungssystem Kleben, 108–116.
46. Leistner A., Leistner J., Wagner J., Gorący K.: Neue interpenetrierende Netzwerke auf der Basis von Epoxynovolacken und Bismethacrylaten, Swiss Bonding '98: 12. Internationales Symposium 1998.
47. Leistner A., Wagner J., Gorący K., Leistner J.: Toughened epoxy adhesives through interpenetrating networks”, EURADH'98: 4th European Conference on Adhesion and WCARP-1: 1st World Congress on Adhesion and Related Phenomena 1998, book of abstracts, 2.59.
48. Leistner A., Wagner J., Gorący K., Leistner J.: Novel solvent-free adhesives based on interpenetrating networks”, Polymers friendly for the environment: 7th European Polymer Federation Symposium on Polymeric materials: book of summaries, Szczecin 1998, 225–227.
49. Leistner A., Fabrycy E., Hassler R., Wagner J., Leistner J.: Hochtemperaturbeständige Klebstoffe auf der Basis interpenetrierender Netzwerke aus Epoxiden und Bismethacrylaten, Klebtechnik und Umwelt: 11. Internationales Symposium Swissbonding 1997, 26.
50. Leistner J., Gorący K., Opfermann J., Wagner J., Leistner A.: Untersuchungen zum Härtungsverlauf hochtemperaturbeständiger Klebstoffe auf der Basis von

- Bismaleimiden, Klebtechnik und Umwelt: 11. Internationales Symposium Swiss-bonding 1997, 27.
51. Błędzki A., Królikowski W.: Polyester-Preßmassen mit antistatischen Eigenschaften für den Bergbau, *Plastverarbeiter*, 1981, 32 (10), 1375–1378.
 52. Błędzki A., Jakobi R.: Durch Matrixmodifizierung und Zusatzstoffe zu Polyester-verbunden mit speziellen Eigenschaften, *Die Angewandte Makromolekulare Chemie*, 1991, 185 (1), 11–21.
 53. Błędzki A.K., Subocz L., Subocz J.: Elektrisch leitfähige UP-Harz-Formmassen, *Kunststoffe*, 1992, 82, 3.
 54. Regan J.J.: Practical aspects of EMI shielding, *Polym. Plast. Technol. Eng.* 1982, 18 (1), 47–64.
 55. Simon R.M.: High accuracy in EMI measurement, *Mod. Plast. Int.* 1983, 13 (9), 124.
 56. Dreger D.D.: *Mech. Des.* 1979, 51 (17), 114.
 57. Regan J.J.: 36th Ann. Techn. Conf., SPI, 1981.
 58. Bigg D.M., Mirick W., Stutz D.E.: Measurement of EMI shielding of plastic composites using a dual chamber facility, *Polym. Test.*, 1985, 5, 169–181.
 59. Stańkowska-Walczak D.: Kompozyty poliestrowe przewodzące prąd elektryczny [praca doktorska], Politechnika Szczecińska, Szczecin 1991.
 60. Błędzki A.K., Królikowski W.: Polymer-Verbundwerkstoffe mit Gleiteigenschaften, *Plastverarbeiter*, 1985, 36 (1), 38–42.
 61. Izbicka J., Błędzki A.: Kompozyty poliestrowe z grafitem i włóknem węglowym, *Koks – Smoła – Gaz*, 1989, 7–8, 198–200.
 62. Chady T., Łopato P., Gorący K., Pilawka R., Baniukiewicz P.: THz imaging based catalog of composite materials defects, 38th Annual Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation (QNDE) Burlington, Jul 17–22, 2011, AIP Conference Proceedings, 2012, 1430, 1110–1117.
 63. Łopato P., Chady T., Gorący K.: Image and signal processing algorithms for THz imaging of composite materials, Review of Progress in Quantitative NDE, University of Rhode Island, Kingston, USA, 26–31.07.2009.
 64. Gorący K.: Ocena możliwości wykorzystania promieniowania terahercowego do badania wad kompozytów polimerowych. W: G. Wróbel (red.), *Polimery i kompozyty konstrukcyjne*, Logos Press, Cieszyn 2010, 131–139.
 65. Gorący K., Łopato P., Chady T.: Badanie wad eksploatacyjnych laminatów z wykorzystaniem promieniowania terahercowego. W: T. Spychaj, S. Spychaj (red.), *Materiały Polimerowe 2010*, Wydaw. Uczelniane ZUT w Szczecinie, Szczecin 2010, 251–256.
 66. Gorący K., Pilawka R.: Terahertz frequencies electromagnetic waves – a new tool for investigation of composite defects, *Composites*, 2011, 11, 75–80.
 67. Gorący K., Pilawka R., Chady T., Łopato P.: Wykorzystanie promieniowania terahercowego do badania eksploatacyjnych uszkodzeń kompozytów polimerowych, *Przemysł Chemiczny*, 2013, 92, 362–364.

68. Chady T., Gorący K.: Multi-source inspection of fiber-reinforced materials, 19th World Conference on Non-Destructive Testing 2016, 13–17 June 2016, Munich, Germany.
69. Chady T., Gorący K.: Inspection of coatings using terahertz time domain spectroscopy system, 43rd Annual Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation, vol. 36, American Institute of Physics Conf. Proc. 1806, 120001-1–120001-6.
70. Chady T., Gorący K.: Thickness identification of nonconductive coatings using terahertz time domain spectroscopy system [JAE-171063], International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, 2019, 59 (4), 1511–1517.
71. Chady T., Gorący K.: Evaluation of fiber reinforced polymers using active infrared thermography system with thermoelectric cooling modules, AIP Conference Proceedings, 2018, 1949 (1), 230025.
72. Szymanik B., Chady T., Gorący K.: Numerical modelling and experimental evaluation of the composites using active infrared thermography with forced cooling, Quantitative InfraRed Thermography Journal, 2020, 17 (2), 107–129.
73. Błędzki A.K., Fuhrmann U.: Imidazoles as hardeners for heat-resistant epoxy molding compounds (in German), Kunststoffe, 1990, 80, 50–54.
74. Błędzki A.K., Kwasek A.: Imidazole derivatives as epoxy curing agent (in Polish), Polimery, 1982, 8, 297–301.
75. Błędzki A.K., Fabrycy E., Kwasek A.: Thermal stability of epoxy adhesives, J. Thermal Anal., 1984, 29, 989–994.
76. Błędzki A.K., Kwasek A., Zając W., Subocz J.: Thermally stimulated luminescence of epoxide compositions (in Polish), Polimery, 1982, 10, 386–390.
77. Pilawka R., Spychaj T., Leistner A.: Epoxy compositions and materials cured with complexes of imidazoles and Cu(II) cations (in Polish), Polimery, 2008, 53, 526–530.
78. Pilawka R.: One-pack epoxy adhesives with high thermal resistance (in Polish), Przemysł Chemiczny, 2010, 89, 1668–1671.
79. Pilawka R., Mąka H.: Epoxy adhesive formulations using latent imidazole metal cation complexes, Pol. J. Chem. Technol., 2011, 13, 63–66.
80. Pilawka R., Mąka H.: Effect of metal cation type and imidazole derivatives on pot life time of epoxy compositions and shear (in Polish), Przemysł Chemiczny, 2012, 91, 100–105.
81. Mąka H., Spychaj T., Pilawka R., Dziedzic P.: Influence of hybrid carbon nano-fillers on the cure behavior and properties of epoxy materials, Polimery, 2016, 61, 181–188.
82. Pilawka R., Mąka H., Spychaj T., Zenker M., Dziedzic P.: Method for obtaining a latent hardener, composition of epoxy resin and a composite material, 2017, EP 3 109270.

83. Fabrycy E., Spychaj T., Gorący K., Michalski J.: Method for obtaining a hardener for epoxy resin compositions, hardener obtained thereby and epoxy resin composition, 1999, Polish Pat. 195521.
84. Fabrycy E., Leistner A., Spychaj T.: Neue Epoxid – Harter aus PET-Abfällen, Adhesion, 2000, 44, 35–39.
85. Fabrycy E., Spychaj T., Pilawka R.: Waste PET-derived substances as crosslinking agents for epoxy resins, Polym. Recycl., 2001, 6, 1–8.
86. Spychaj T., Fabrycy E., Spychaj S., Kacperski M.: Aminolysis and aminoglycolysis of waste poly(ethylene terephthalate). Mater. Cycles Waste Manag., 2001, 3, 24–31.
87. Spychaj T., Pilawka R., Spychaj S., Bartkowiak A.: Tertiary alkanolamines as solvolytic agents for poly(ethylene terephthalate). Evaluation of the products as epoxy resin hardeners, Ind. Eng. Chem. Res., 2004, 43, 862–874.
88. Spychaj T., Pilawka R.: Physicochemical characterization of the aminoster hardener for epoxy resins from chemical recycling of poly(ethylene terephthalate), Polimery, 2001, 46, 798–806.
89. Fabrycy E., Spychaj T., Pilawka R., Michalski J.: Filled epoxy compositions hardened with the PET chemical degradation product (in Polish), Kompozyty, 2002, 2, 149–152.
90. Pilawka R., Fabrycy E., Spychaj T.: Composite adhesives hardened with the products of poly(ethylene terephthalate) aminoglycolysis (in Polish), Kompozyty, 2003, 3, 221–224.
91. Pilawka R., Spychaj T.: Epoxy adhesives with nanofillers for metal bonding (in Polish), Kompozyty, 2004, 4, 33–35.
92. Kowalczyk K., Spychaj T.: Ionic liquids as convenient latent hardeners of epoxy resins, Polimery, 2003, 48, 833–835.
93. Mąka H., Spychaj T., Pilawka R.: Epoxy resin/ionic liquid systems: The influence of imidazolium cation size and anion type on reactivity and thermomechanical properties, Ind. Eng. Chem. Res., 2012, 51, 5197–5206.
94. Mąka H., Spychaj T., Pilawka R.: Epoxy resin/phosphonium ionic liquid/carbon nanofiller systems: Chemorheology and properties, Expr. Polym. Lett., 2014, 8, 723–732.
95. Mąka H., Spychaj T., Zenker M.: High performance epoxy composites cured with ionic liquids, J. Ind. Eng. Chem., 2015, 31, 192–198.
96. Mąka H., Spychaj T.: Epoxy resin crosslinked with conventional and deep eutectic ionic liquids, Polimery, 2012, 57, 456–462.
97. Mąka H., Spychaj T., Sikorski W.: Deep eutectic ionic liquids as epoxy resin curing agents, Int. J. Polym. Anal. Charact., 2014, 19, 682–692.
98. Mąka H., Spychaj T., Adamus J.: Lewis acid type deep eutectic solvents as catalysts for epoxy resin crosslinking, RSC Adv. 2015, 5, 82813–82821.
99. Staciwa P., Spychaj T.: New aromatic diamine-based deep eutectic solvents designed for epoxy resin curing, Polimery, 2018, 63, 453–457.

100. Mąka H., Spychaj T., Kowalczyk K.: Imidazolium and deep eutectic ionic liquids as epoxy resin crosslinkers and graphite nanoplatelets dispersants, *J. Appl. Polym. Sci.* 2014, 131, 40401.
101. Spychaj T., Pytlowska E.: Water-thinnable epoxy coating compositions (in Polish), *Polimery*, 1993, 38, 200–205.
102. Spychaj S., Spychaj T.: Water-thinnable epoxy paints with self-emulsifying aminoester hardener (in Polish), *Polimery*, 2001, 46, 60–64.
103. Kowalczyk K., Spychaj T.: Water-borne epoxy coating compositions with self-emulsifying amine hardener (in Polish), *Polimery*, 2006, 51, 817–820.
104. Spychaj T., Spychaj S., Kowalczyk K.: Water-thinnable epoxy coating compositions for steel substrates (in Polish), *Ochrona przed Korozją*, 2006 (4), 124–127.
105. Kowalczyk K., Spychaj T.: Water-borne epoxy coatings filled with nanoparticles (in Polish), *Kompozyty*, 2005, 5, 3–6.
106. Kowalczyk K., Spychaj T.: Water-thinnable epoxy coatings modified with nanoparticles (in Polish), *Przemysł Chemiczny*, 2006, 85, 927–929.
107. Kowalczyk K., Spychaj T.: Epoxy coatings with modified montmorillonites, *Prog. Org. Coat.*, 2008, 62, 425–429.
108. Kowalczyk K., Spychaj T.: Protective epoxy dispersion coating materials modified a posteriori with organophilized montmorillonites, *Surf. Coat. Technol.*, 2009, 204, 635–641.
109. Kugler S., Kowalczyk K., Spychaj T.: Influence of synthetic and bio-based amine curing agents on properties of solventless epoxy varnishes and coatings with carbon nanofillers, *Prog. Org. Coat.*, 2017, 109, 83–91.
110. Kugler S., Kowalczyk K., Spychaj T.: Transparent epoxy coatings with improved electrical, barrier and thermal features made of mechanically dispersed carbon nanotubes, *Prog. Org. Coat.*, 2017, 111, 196–201.
111. Pilawka R., Gorący K., Schmidt B., Janik J., Wilpiszewska K.: Studies on curing the epoxy resin/vinylester resin compositions (in Polish), *Przemysł Chemiczny*, 2012, 91, 1251–1254.
112. Pilawka R., Spychaj T.: Composition of reactive resins and the composite material with the interpenetrating polymeric networks, 2012, Polish Pat. 387 606.
113. Pilawka R.: Imidazole derivatives as accelerators for curing process of isocyanate-epoxy compositions (in Polish), *Przemysł Chemiczny*, 2011, 90, 1771–1773.
114. Pilawka R., Kowalska J., Czech Z.: Effect of 1-substituted imidazole derivatives for the curing process of epoxy-isocyanate composition, *Pol. J. Chem. Technol.*, 2013, 15, 36–41.
115. Pilawka R., Gorący K., Wilpiszewska K.: High-performance isocyanate-epoxy materials, *Pigment. Resin Technol.*, 2014, 43, 332–340.
116. Pilawka R., Mąka H.: Kinetics of thermal decomposition of isocyanate-epoxy materials crosslinked in the presence of 1-ethylimidazole accelerator, *Polimery*, 2014, 59, 409–415.

117. Pilawka R., Gorący K., Mąka H.: Composition of reactive resins, process for the preparation of reactive resins and epoxy-isocyanate material, 2011, Polish Pat. 394 781.
118. Pilawka R., Mąka H.: Method for determining the degree of conversion during the crosslinking process, 2014, Polish Pat. 403 260.
119. Błędzki A.K., Jaskiewicz A., Urbaniak M., Stankowska-Walczak D.: Biocomposites – in the past and in the future, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 2012, 20 (96), 15–22.
120. Błędzki A.K., Urbaniak M., Jaskiewicz A., Feldmann M.: Włókna celulozowe jako alternatywa dla włókien szklanych w kompozytach polimerowych, *Polimery*, 2014, 59 (5), 372–382.
121. Urbaniak M., Błędzki A.K.: Biokompozyty epoksydowe wzmacniane mikrowłóknami z odpadów zbożowych, *Przetwórstwo Tworzyw*, 2013, 5 (155) 19, 554–557.
122. Urbaniak M., Błędzki A.K.: Epoxy biocomposites reinforced with cellulose microfibrils modified by cold plasma, 22nd Annual International Conference on Composites/Nano Engineering (ICCE-22), 13–19 July 2014, Malta, ed. D. Hui, International Community for Composites Engineering, 2014, 915–916.
123. Urbaniak M., Błędzki A.K.: Biokompozyty epoksydowe wzmacniane naturalnymi włóknami krótkimi oraz mikrowłóknami z łusek zbożowych, *Inżynieria Materiałowa*, 2015, 5 (207), 211–215.
124. Urbaniak M., Błędzki A.K.: Hybrydowe biokompozyty polimerowe wzmocnione mikrowłóknami z łusek zbożowych i mączką drzewną, *Przetwórstwo Tworzyw*, 2017, 23 (5), 458–465.
125. Błędzki A.K., Urbaniak M., Böttcher A., Berger Ch., Pilawka R.: Bio-based epoxies and composites for technical applications, *Key Engineering Materials*, 2013, 559, 1–6.
126. Urbaniak M., Błędzki A.K.: Enzymatic and cold plasmatic treatment of natural microfibrils from grain by-products used as a reinforcement of epoxy biocomposites, 16th European Conference of Composite Materials, 22–26 June 2014, Seville, Spain.
127. Urbaniak M., Błędzki A.K., Knapen R., Volk J., Lietzmann R.: Epoxy hybrid biocomposites reinforced with fibres of grain by-products, 4th International Conference EPNOE 2015 “Polysaccharides and Polysaccharide-based advanced materials: From Science to Industry”, 19–22 October 2015, Warsaw, 239–240.
128. Błędzki A.K., Urbaniak M., Böttcher A., Berger Ch., Pilawka R.: Bio-based epoxies and composites for technical applications, *Baltic Polymer Symposium*, 19–22 September 2012, Liepaja, Latvia.
129. Urbaniak M., Błędzki A.K.: Bio-Based epoxy resin reinforced with natural fibres, 17th International Conference on Composite Structures, 17–21 June 2013, Porto, Portugal.
130. Urbaniak M., Błędzki A.K., Berger Ch., Böttcher A.: Cellulose Fiber Reinforced Bio-Based Epoxy Resins, 245th National Meeting and Exposition of the American Chemical Society (ACS), 7–11 April 2013, New Orleans, Louisiana, USA.

131. Urbaniak M., Błędzki A.K.: Hybrydowe biokompozyty polimerowe wzmacniane mikrowłóknami z łusek zbożowych i mączką drzewną, 13. Środkowoeuropejska Konferencja „Recykling i odzysk. Innowacyjne technologie materiałów polimerowych. Nauka – przemysł, 2017”, 7–9 września 2017, Białystok–Grodno.
132. Volk J., Knapen R., Błędzki A.K., Franciszczak P., Urbaniak M., Meljon A.: Manufacturing of new materials from grain by-products for the reinforcement of polypropylene and epoxy composites, 15. Schwarzheder Kunststoffkolloquium, 22–23 September 2015, Schwarzhede, Germany.
133. Błędzki A.K., Urbaniak M., Wasylow P.: Lightweight bio-based composite materials of sea plant fibres, 19th International Conference for Renewable Resources and Plant Biotechnology, 16–17 June 2014, Poznań.
134. Błędzki A.K., Meljon A., Urbaniak M., Szmegalska A., Franciszczak P., Knapen R., Lehrack U., Lietzmann R.: Fibres from grain by-products for reinforced polymer materials, 19th International Conference for Renewable Resources and Plant Biotechnology, 16–17 June 2014, Poznań.
135. Urbaniak M., Błędzki A.K.: Biokompozyty epoksydowe wzmacniane mikrowłóknami z odpadów zbożowych, 12. Środkowoeuropejska Konferencja „Recykling i odzysk syntetycznych i naturalnych materiałów polimerowych. Nauka – przemysł, 2013”, 10–12 października 2013, Żagań–Drezno.
136. Błędzki A.K., Jaskiewicz A., Feldmann M., Berger Ch., Urbaniak M.: Entwicklungstrends bei multifunktionalen Biocompositen, 16. Internationales Dresdner Leichtbausymposium, 14–15 Juni 2012, Drezno.
137. Błędzki A.K., Urbaniak M., Franciszczak P., Meljon A.: Mikrowłókna z łusek zbożowych jako wzmocnienie termo- i duroplastycznych kompozytów, Konferencja „Biodegradowalne materiały polimerowe szansą dla rozwoju przyjaznych środowisku produktów w Europie Środkowej”, 11 września 2014, Warszawa.
138. Urbaniak M., Błędzki A.K.: Mikrowłókna z łusek zbożowych jako wzmocnienie biokompozytów epoksydowych, XXI Konferencja Naukowa „Modyfikacja polimerów”, Kudowa-Zdrój, 18–20 września 2013. W: R. Steller, D. Żuchowska (red.), Modyfikacja polimerów. Stan i perspektywy w roku 2013, Wydaw. Tempo, Wrocław 2013, 488–492.
139. Urbaniak M., Gołuch-Góreczna R., Błędzki A.K., Gajdziński S.: Korek naturalny. Cz. I. Uprawy dębu korkowego, makro- i mikroskopowa morfologia korka, Polimery, 2017, 62 (5), 388–393.
140. Urbaniak M., Gołuch-Góreczna R., Błędzki A.K., Gajdziński S.: Korek naturalny. Cz. II. Właściwości i zastosowania, Polimery, 2017, 62 (6), 472–480.
141. Urbaniak M., Błędzki A.K.: Korek naturalny w przemyśle chemicznym i medycynie, Przemysł Chemiczny, 2017, 96 (1), 158–161.
142. Gołuch-Góreczna R., Urbaniak M., Błędzki A.K.: Biokompozyty na bazie naturalnego aglomeratu korkowego wytwarzane metodą worka próżniowego, Przetwórstwo Tworzyw, 2017, 23 (6), 527–534.

143. Gołuch-Góreczna R., Urbaniak M., Błędzki A.K.: Właściwości biokompozytów na bazie naturalnego aglomeratu korkowego wytworzonych metodą infuzji, *Przetwórstwo Tworzyw*, 2017, 23 (4), 316–323.
144. Urbaniak M., Gołuch-Góreczna R., Błędzki A.K.: Natural cork agglomerate as an ecological alternative in constructional sandwich composites, *BioResources*, 2017, 12 (3), 5512–5524.
145. Urbaniak M., Gołuch R., Błędzki A.K., Gajdziński S., Krysiński P., Józefiak A.: Lekkie kompozyty konstrukcyjne na bazie surowców odnawialnych do zastosowań w transporcie, *Transport Przemysłowy i Maszyny Robocze*, 2014, 2(24), 63–67.
146. Gołuch-Góreczna R., Urbaniak M., Błędzki A.K., Borowiecki C., Krysiński P.: Lightweight construction of aluminum-cork sandwich composites in the transportation industry, *BioResources*, 2018, 13 (4), 8539–8554.
147. Urbaniak M., Gołuch R., Błędzki A.K., Gajdziński S., Krysiński P., Józefiak A.: Lekkie kompozyty konstrukcyjne na bazie surowców odnawialnych do zastosowań w transporcie, XXVII Konferencja Naukowa „Problemy rozwoju maszyn roboczych”, 26–30 stycznia 2014, Zakopane.
148. Gołuch-Góreczna R., Urbaniak M., Błędzki A.K.: Porównanie właściwości biokompozytów na bazie naturalnego aglomeratu korkowego wytworzonych metodą worka próżniowego i infuzji, 13. Środkowo-Europejska Konferencja „Recykling i odzysk. Innowacyjne technologie materiałów polimerowych. Nauka – przemysł 2017”, 7–9 września 2017, Białystok–Grodno.
149. Gołuch-Góreczna R., Urbaniak M., Błędzki A.K., Gajdziński S.: Warstwowe kompozyty aluminiowo-korkowe do zastosowań w szkutnictwie, VII Konferencja „Nowe materiały – nowe technologie w przemyśle okrętowym i maszynowym”, 11–14 czerwca 2018, Szczecin–Ystad–Kopenhaga.
150. Barth Ch.: Entwicklung eines Duroplasteiles mit SMC Regenerat. Diplomarbeit, Universität Kassel, 1991.
151. Błędzki A.K., Gorący K.: The use of recycled fibre composites as reinforcement for thermosets, *Mech. Compos. Mater.*, 1993, 29, 473–477.
152. Rikards R., Gorący K., Błędzki A.K., Chate A.: Prediction of mechanical properties of composites with recycled particles, *Mech. Compos. Mater.*, 1994, 30, 781–796.
153. Błędzki A.K., Gorący K.: Technische Verwertungsmöglichkeiten von vernetzten Kunststoffen, *Kunststoffberater*, 1995, 40, 33–38.
154. Gorący K.: Duroplasten mit höheren Gehalten an Partikelrecyklat, Shaker Verlag Aachen, 1998.
155. Nowaczek W.: Polyester moulding compounds made from recycled thermosetting resins, *Polymer Recycling*, 2000, 5, 91–97.
156. Nowaczek W.: Tłoczywa poliestrowe z odpadami duroplastów, *Polimery*, 1999, 44 (11–12), 758–763.

157. Nowaczek W., Gorący K., Kacperski M.: Tworzywa poliestrowe z odpadami z kompozytów termoutwardzalnych, *Polimery – Środowisko – Recykling*, Szczecin–Międzyzdroje 1995, 42.
158. Błędzki A.K., Gorący K.: The use of recycled fibre composites as reinforcement for thermosets, *Mechanics of Composite Materials*, 1993, 29(4), 473–477.
159. Rikards R., Gorący K., Błędzki A.K., Chate A.: Prediction of mechanical properties of composites with recycled particles, *Mechanics of Composite Materials*, 1994, 30(6), 781–796.
160. Gorący K., Błędzki A.K.: Tworzywa termoutwardzalne modyfikowane recyklatem, XI Konferencja Naukowa „Modyfikacja polimerów”, Duszniki Zdrój, 26–30 września 1993.
161. Gorący K., Błędzki A.K.: Wspomagane komputerowo planowanie eksperymentu i właściwości materiału na przykładzie kompozytu z recyklatem SMC, Ogólnopolskie Sympozjum „Kompozyty i kompozycje polimerowe”, Szczecin, 22–24 czerwca 1994.
162. Błędzki A.K., Gorący K., Rikards R., Cate A.: Modelling and design of recycled fiber reinforced polymer composite material, 7th International Conference on Mechanical Behaviour of Materials, 28 maja – 2 czerwca 1995, Haga, Holandia.
163. Gorący K., Błędzki A.B.: Właściwości dynamiczne materiałów z recyklatami z tworzyw duroplastycznych, III Ogólnopolska Konferencja „Kompozyty i kompozycje polimerowe”, Świnoujście, 16–18 czerwca 1997.
164. Gorący K., Błędzki A.K., Rikards R.: Duroplaste mit erhöhtem Anteil am Partikel Recyklat, 28 Internationale AVK-Tagung, Baden-Baden, Niemcy, 1–3 października 1997.
165. Gorący K.: Recykling laminatów poliestrowo-szkłanych, *Przemysł Chemiczny*, 2006, 85 (8–9), 913–914.
166. Gorący K., Błędzki A.K.: Recykling tworzyw termoutwardzalnych, *Polimery*, 1994, 39, 507–513.
167. Gorący K.: Recykling duroplastów. W: A.K. Błędzki (red.), *Recykling materiałów polimerowych*, WNT, Warszawa 1997.
168. Gorący K., Błędzki A.K.: Możliwości techniczne i realizacja recyklingu tworzyw usieciowanych, Ogólnopolskie Sympozjum „Kompozyty i kompozycje polimerowe”, Szczecin, 22–24 czerwca 1994.
169. Błędzki A.K., Gorący K.: Technische Verwertungsmöglichkeiten von vernetzten Kunststoffen, *Kunststoffberater*, 1995, 40(5), 33–38.
170. Błędzki A.K., Gorący K., Urbaniak M.: Possibilities of recycling and utilisation of the polymeric materials and composite products, *Polimery*, 2012, 57, 620–626.
171. Błędzki A.K., Gorący K., Urbaniak M., Scheibe M.: Problems connected with utilization of polymer composite products and waste materials. Part I. Production volume, utilization of composites with carbon fibres, legislative aspects, industrial recycling, *Polimery*, 2019, 64 (11–12), 777–787.

172. Scheibe M., Urbaniak M., Gorący K., Błędzki A.K.: Problems connected with utilization of polymer composite products and waste materials – Part II. “Scrap-ping” of composite recreational vessels in the world in the perspective of 2030, *Polimery*, 2019, 64 (11–12), 788–794.
173. Błędzki A.K., Seidlitz H., Gorący K., Urbaniak M., Rösch J.J.: Recycling of carbon fiber reinforced composite polymers – review. Part 1: Volume of production, recycling technologies, legislative aspects, *Polymers*, 2021, 13(2), 300.
174. Błędzki A.K., Seidlitz H., Krenz J., Gorący K., Urbaniak M., Rösch, J.J.: Recycling of carbon fiber reinforced composite polymers – review. Part 2: Recovery and application of recycled carbon fibers, *Polymers*, 2020, 12(12), 3003.
175. Błędzki A.K., Nowaczek W., Gassan J.: Potencjalna szkodliwość sztucznych włókien mineralnych dla zdrowia człowieka, *Ekoplast*, 1994, 3–4, 32–47.
176. Błędzki A.K., Kuntzeman G., Kurek K.: Zmniejszenie emisji substancji obciążających środowisko przy przetwórstwie nienasyconych żywic poliestrowych, *Ekoplast*, 1995, 6, 5–28.

Index of authors

Andrzej Błędzki – West Pomeranian University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Mechatronics, Institute of Material Science and Engineering, al. Piastów 19, 70-310 Szczecin

Tomasz Chady – West Pomeranian University of Technology, Faculty of Electrical Engineering, Department of Electrical and Computer Engineering, ul. Sikorskiego 37, 70-313 Szczecin

Krzysztof Gorący – West Pomeranian University of Technology, Faculty of Chemical Technology and Engineering, Department of Polymer and Biomaterials Science Nanotechnology Centre, al. Piastów 45, 70-311 Szczecin

Wacław Królikowski – West Pomeranian University of Technology, Faculty of Chemical Technology and Engineering, Polymer Institute, ul. Pułaskiego 10, 70-322 Szczecin

Ryszard Pilawka – West Pomeranian University of Technology, Faculty of Chemical Technology and Engineering, Polymer Institute, ul. Pułaskiego 10, 70-322 Szczecin; Sarzyna-Chemical sp. z o.o., ul. Chemików 1, 37-310 Nowa Sarzyna (*currently*)

Tadeusz Spychaj – West Pomeranian University of Technology, Faculty of Chemical Technology and Engineering, Polymer Institute, ul. Pułaskiego 10, 70-322 Szczecin

Dobrosława Stańkowska-Walczak – Technical University of Szczecin, Faculty of Chemical Technology and Engineering, Polymer Institute; Pomeranian Medical University in Szczecin, Department of Medicinal Chemistry, al. Powstańców Wielkopolskich 72, 70-111 Szczecin (*currently*)

Magdalena Urbaniak – West Pomeranian University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Mechatronics, Department of Mechanics, al. Piastów 19, 70-310 Szczecin

Marek Żwir – West Pomeranian University of Technology, Faculty of Chemical Technology and Engineering, Department of Polymer and Biomaterials Science Nanotechnology Centre, al. Piastów 45, 70-311 Szczecin

*The authors of this article were co-workers and co-partners in research of
Professor Królikowski.*

Spis treści

Życie i kariera naukowa

Życiorys Waława Królikowskiego (1927–2021)	9
Wspomnienia o Profesorze	23
Historia Zakładu Tworzyw Sztucznych i Powłok Ochronnych (1970–1991) prze- kształconego po 1992 roku w Instytut Polimerów	27
Prace naukowe	31
Patenty	53
Rozprawy doktorskie zrealizowane pod kierunkiem Profesora	55

Polymer composites in Technical University of Szczecin / West Pomeranian University of Technology 1968–2021

1. Polymer composites in Technical University of Szczecin.....	69
2. Polyester and epoxy moulding compounds for electrotechnical and electronic applications to obtain and improve the properties of polyester and epoxy mol- ding compositions with defined mechanical and electrical properties, intended for production.....	75
3. Non-destructive testing methods	85
4. Epoxy compositions and composite materials	91
5. Epoxy biocomposites for technical applications	101
6. Duroplast recycling.....	109
Literature	113
Index of authors	125



Wacław Królikowski (1927–2021) – twórca i pionier polskiej szkoły kompozytów polimerowych, wybitny uczony, autorytet międzynarodowy w dziedzinie technologii materiałów kompozytowych wzmacnianych włóknami. Autor licznych wysoko cenionych publikacji naukowo-technicznych. Wspaniały nauczyciel, wychowawca wielu pokoleń inżynierów w zakresie technologii tworzyw sztucznych. Mentor pracowników naukowo-badawczych zarówno w kraju, jak i za granicą.

Z Politechniką Szczecińską związany był od 1968 roku, początkowo jako kierownik Zakładu Tworzyw Sztucznych i Powłok Ochronnych, a następnie do 1997 roku jako dyrektor Instytutu Polimerów na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej. Po przejściu na emeryturę w 1997 roku bardzo aktywnie, „do końca”, uczestniczył w życiu PS i obecnego ZUT w Szczecinie.

Za wybitne zasługi dla nauki, a zwłaszcza za znakomitą współpracę z przemysłem oraz kształcenie młodej kadry Senat Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, Uchwałą z dnia 28 listopada 2016 roku, nadał prof. Wacławowi Królikowskiemu tytuł doktora honoris causa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

ISBN 978-83-7663-341-1