UNIWERSYTET KAZIMIERZA WIELKIEGO w BYDGOSZCZY

KATEDRA INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ

85-064 Bydgoszcz; ul. Chodkiewicza 30;
www.kim.ukw.edu.pl; mail: marzenk@ukw.edu.pl

SKŁAD OSOBOWY KATEDRY

SKŁAD OSOBOWY KATEDRY

- Prof. dr hab. inż. Marian Żenkiewicz – kierownik Katedry;
- Dr inż. Tomasz Karasiewicz – adiunkt;
- Dr nt. Piotr Rytlewski – adiunkt;
- Dr inż. Magdalena Stepczyńska – adiunkt;
- Dr inż. Krzysztof Moraczewski – adiunkt.
- Mgr inż. Bartłomiej Jagodziński – asystent
- Inż. Włodzimierz Engelgard – prac. inż. – techn.

STRUKTURA KATEDRY

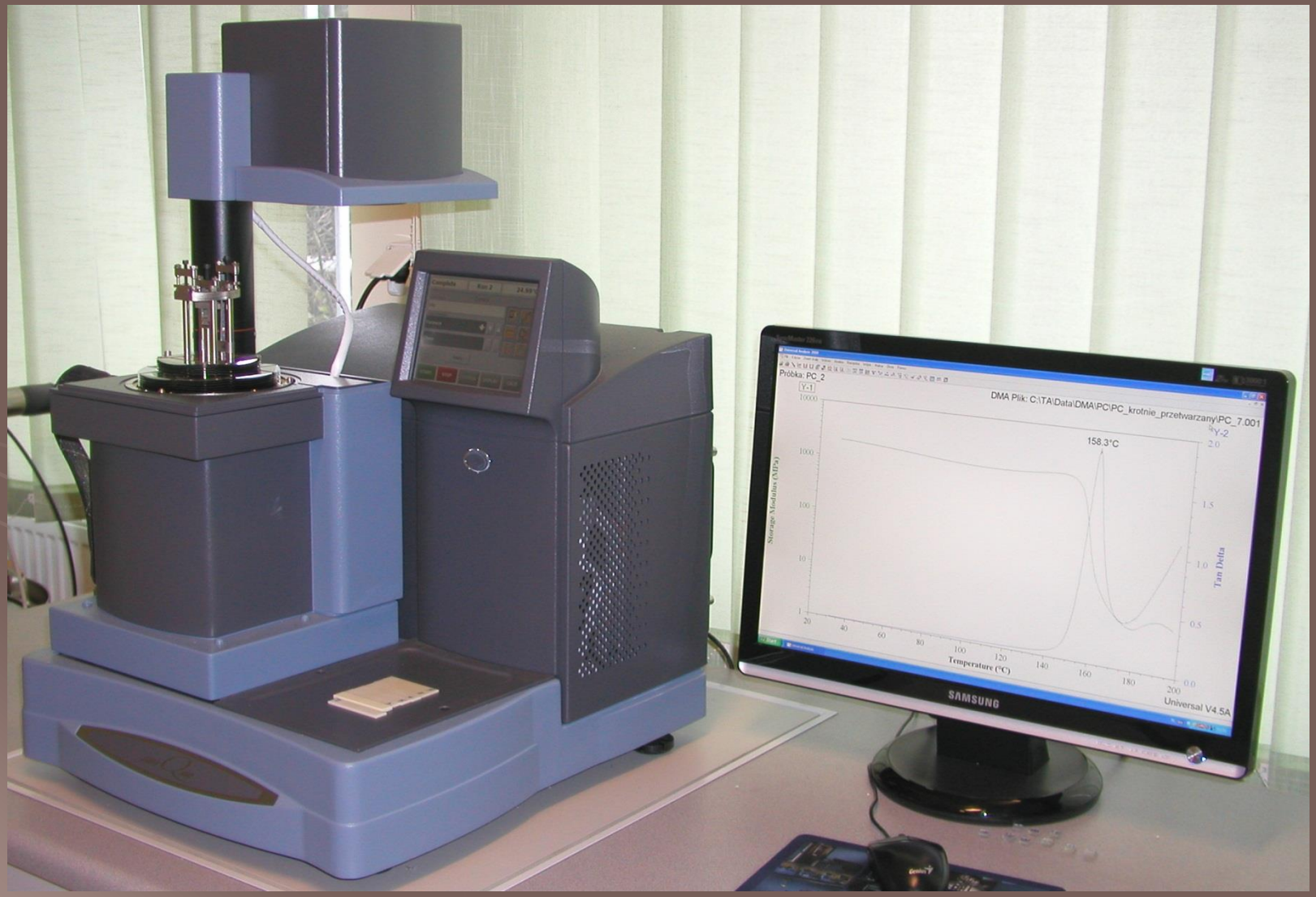
- SPECJALISTYCZNE LABORATORIUM BADAŃ MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH
- LABORATORIUM INŻYNIERII POLIMERÓW
- LABORATORIUM BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI MATERIAŁÓW
- LABORATORIUM INŻYNIERII POWIERZCHNI

SPECJALISTYCZNE LABORATORIUM BADAŃ MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH

Zakres badań materiałów polimerowych:

- analiza termiczna (DMA, DSC, TGA);
- badania właściwości mechanicznych;
- pomiary właściwości dielektrycznych;
- badania struktury cząsteczkowej polimerów;
- identyfikacja polimerów i tworzyw polimerowych;
- badania procesów metalizowania materiałów polimerowych.

DMA – DYNAMICZNY ANALIZATOR TERMOMECHANICZNY (Q800, TA INSTRUMENTS)



WYPOSAŻENIE DMA - POJEMNIKI CIEKŁEGO AZOTU

DMA - WŁAŚCIWOŚCI

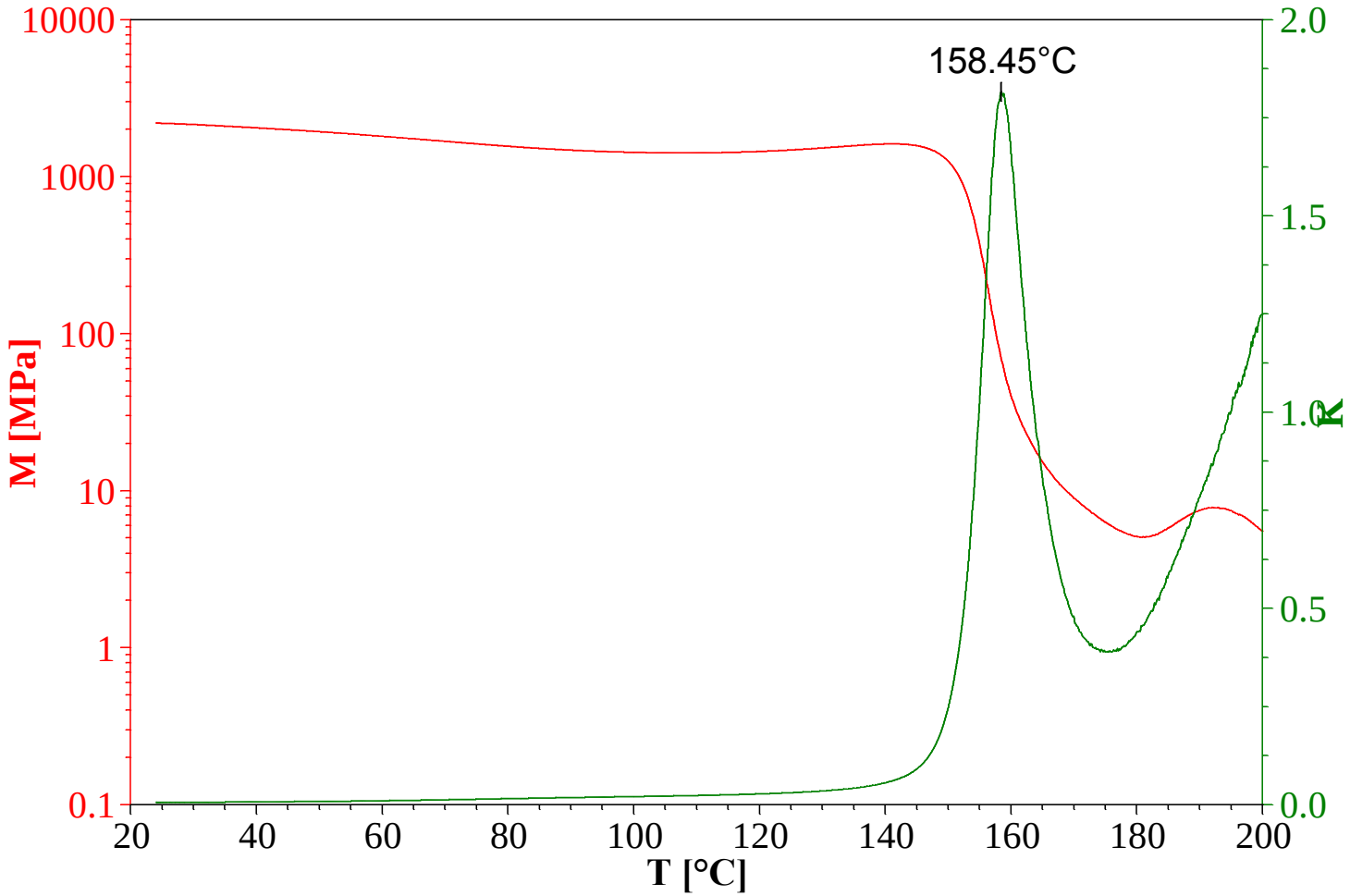
Zastosowanie:

- wyznaczanie temperatury zeszklenia polimerów;
- badanie mieszanin polimerowych;
- wyznaczanie stopnia usieciowania polimerów;
- oznaczanie punktu żelowania i utwardzania żywic.

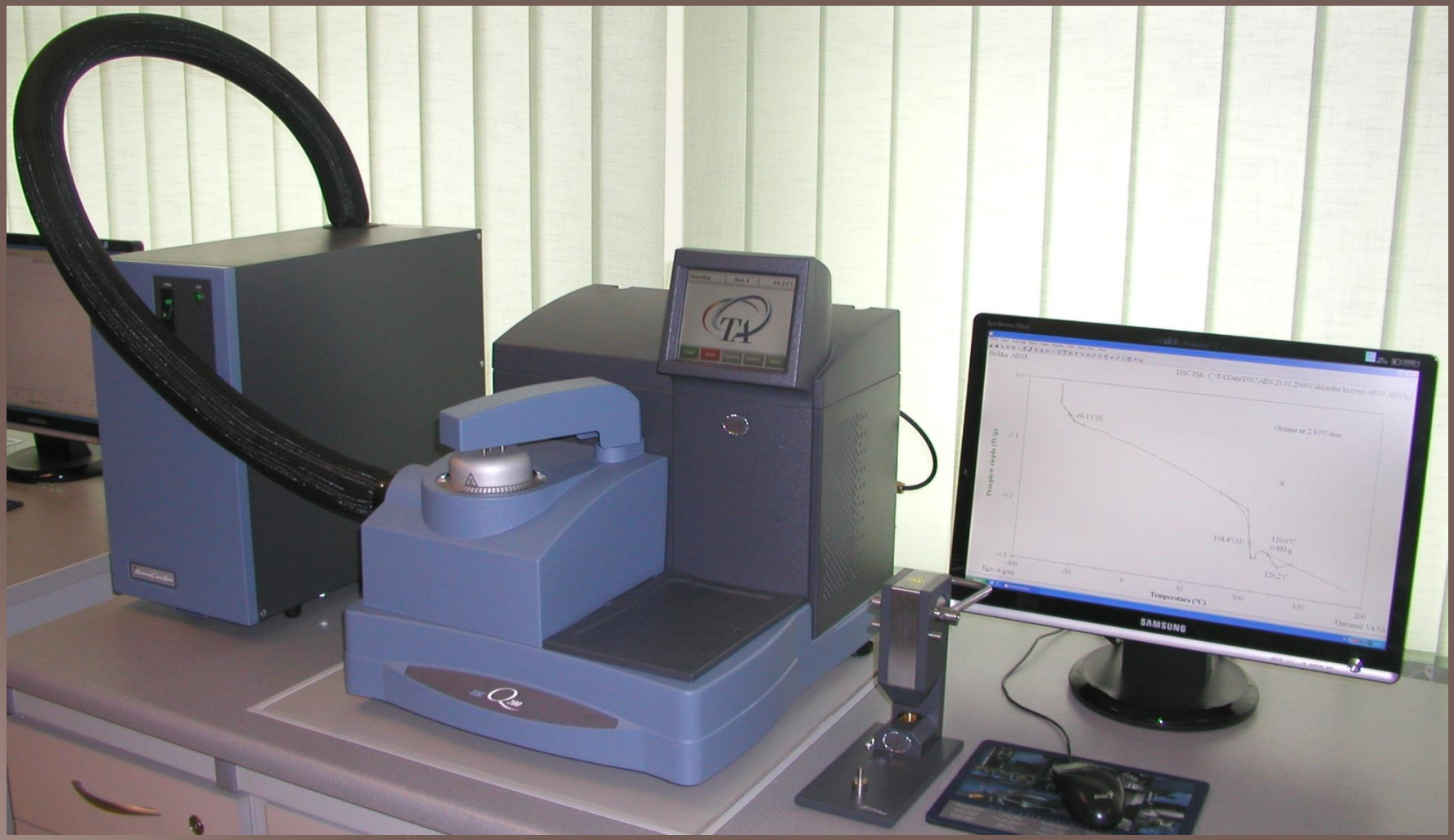
Parametry:

- zakres pracy: od -150°C do +600°C;
- zakres siły: od 0,0001N do 18N;
- zakres częstotliwości: od 0,01Hz do 200Hz.

WYKRES DMA


158.45°C
10000
1000
100
10
1
0.1
M [MPa]
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
K
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
T [°C]

DSC - SKANINGOWY KALORYMETR RÓŻNICOWY (Q200, TA INSTRUMENTS)



DSC - WŁAŚCIWOŚCI

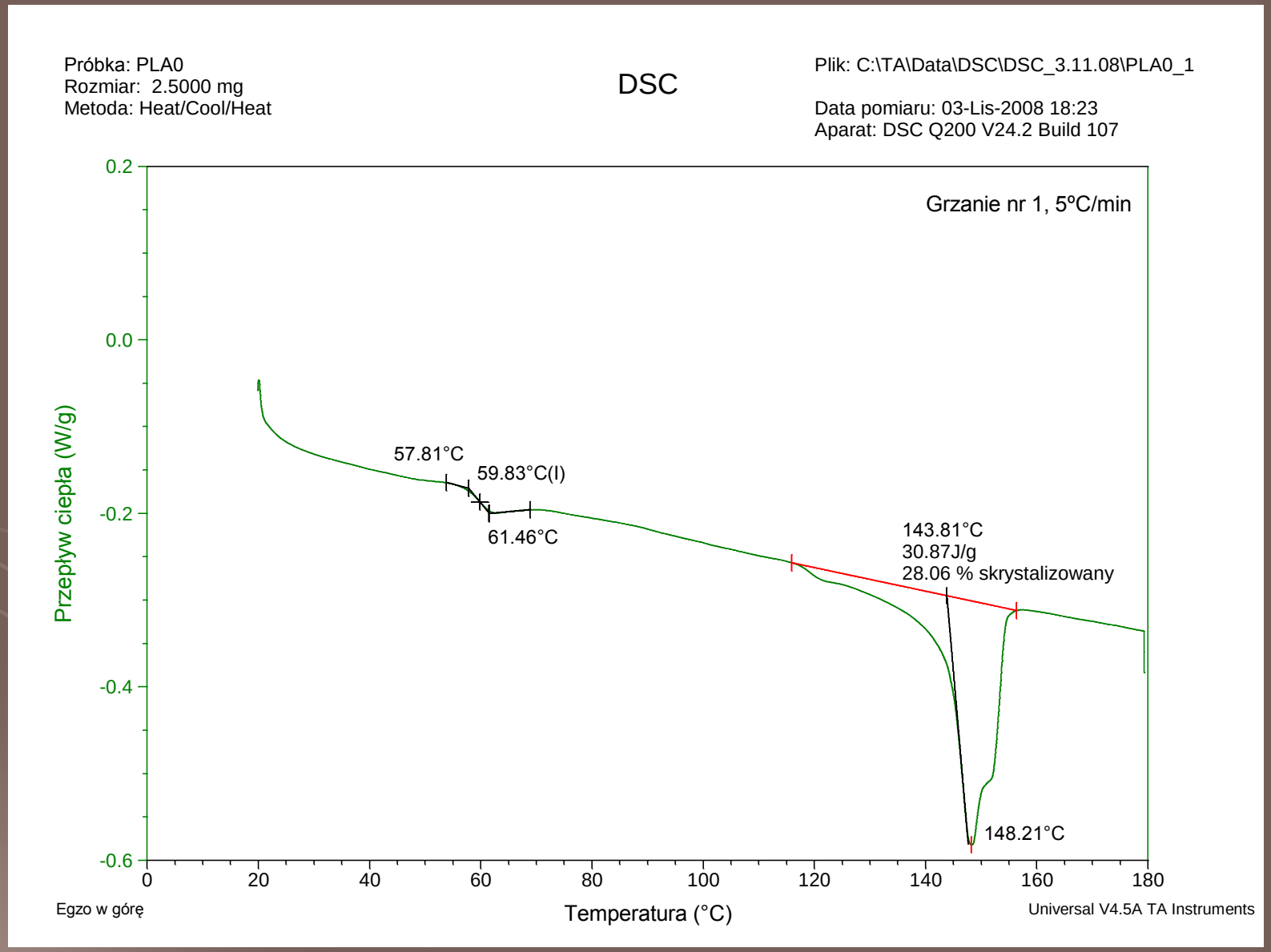
Zastosowanie:

- oznaczanie stopnia krystaliczności polimerów;
- oznaczanie temperatury zeszklenia i topnienia polimerów;
- analiza przejść fazowych;
- oznaczanie składu chemicznego i czystości polimerów;
- oznaczanie ciepła właściwego.

Parametry:

- zakres pracy: od -90°C do +725°C;
- wbudowana technologia Advanced Tzero;
- technika modulowanych analiz DSC – MDSC.

WYKRES DSC


Próbka: PLA0
Rozmiar: 2.5000 mg
Metoda: Heat/Cool/Heat
DSC
Plik: C:\TA\Data\DSC\DSC_3.11.08\PLA0_1
Data pomiaru: 03-Lis-2008 18:23
Aparat: DSC Q200 V24.2 Build 107
Grzanie nr 1, 5ºC/min
57.81°C
59.83°C(I)
61.46°C
143.81°C
30.87J/g
28.06 % skrystalizowany
148.21°C
Przepływ ciepła (W/g)
0.2
0.0
-0.2
-0.4
-0.6
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
Temperatura (°C)
Egzo w górę
Universal V4.5A TA Instruments

TGA - TERMOGRAWIMETR (TG Q500, TA INSTRUMENTS)

TGA - WŁAŚCIWOŚCI

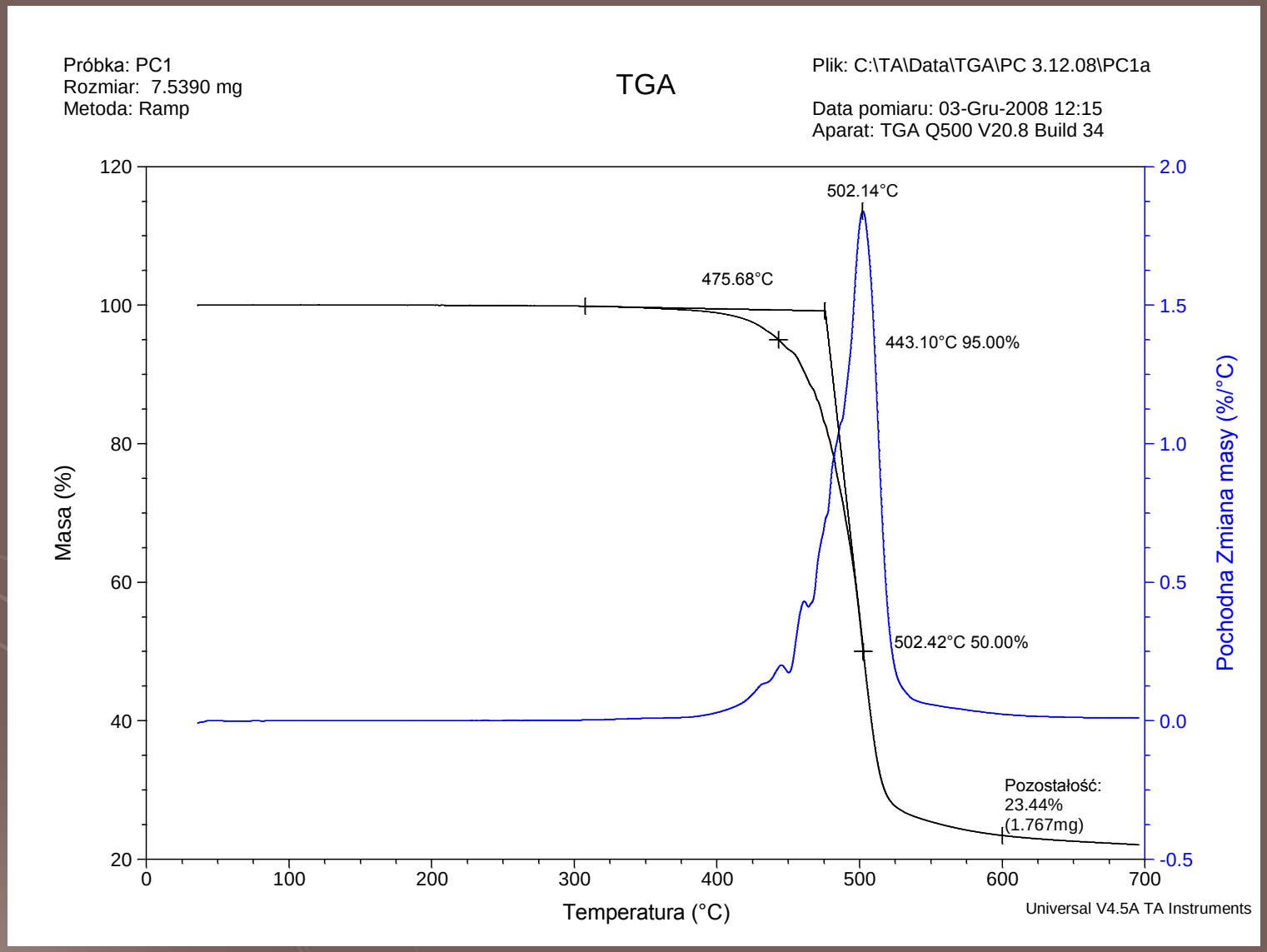
Zastosowanie:

- ocena stabilności termicznej polimerów;
- oznaczanie zawartości wody w polimerach;
- oznaczenie ilość dodatków w tworzywach polimerowych.

Parametry:

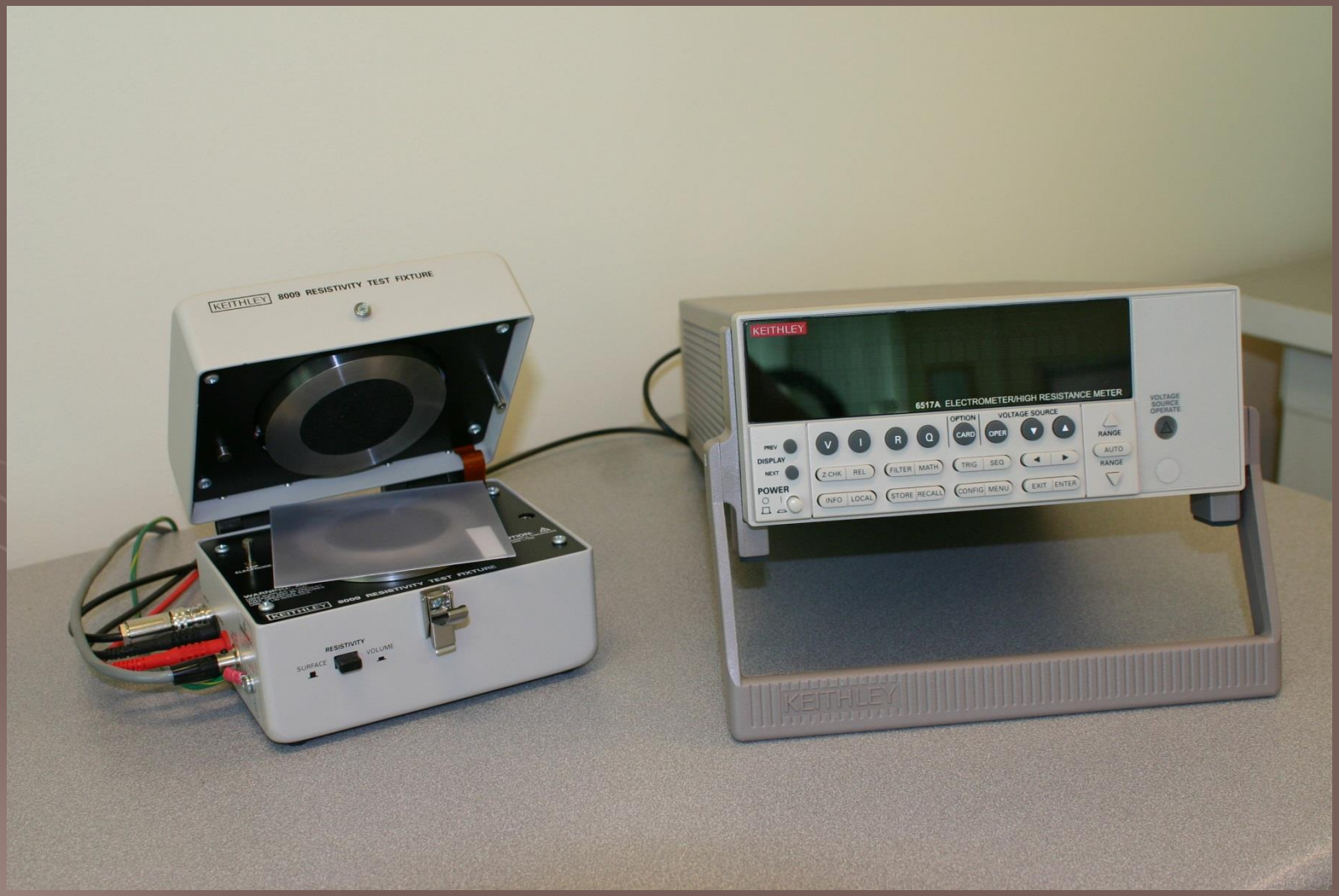
- zakres pracy do 1000°C;
- kontrolowana szybkość grzania od 0.1 do 100°C/min.

WYKRES TGA


Próbka: PC1
Rozmiar: 7.5390 mg
Metoda: Ramp
TGA
Plik: C:\TA\Data\TGA\PC 3.12.08\PC1a
Data pomiaru: 03-Gru-2008 12:15
Aparat: TGA Q500 V20.8 Build 34
502.14°C
475.68°C
443.10°C 95.00%
502.42°C 50.00%
Pozostałość:
23.44%
(1.767mg)
Masa (%)
Pochodna Zmiana masy (%/°C)
Temperatura (°C)
Universal V4.5A TA Instruments

MODUŁ POMIAROWY SKŁADU GAZÓW Z TERMODEGRADACJI POLIMERÓW

ZESTAW ELEKTROD MODEL 8009; ELEKTROMETR MODEL 6517A (KEITHLEY, INSTRUMENTS, INC.)



ELEKTROMETR - WŁAŚCIWOŚCI

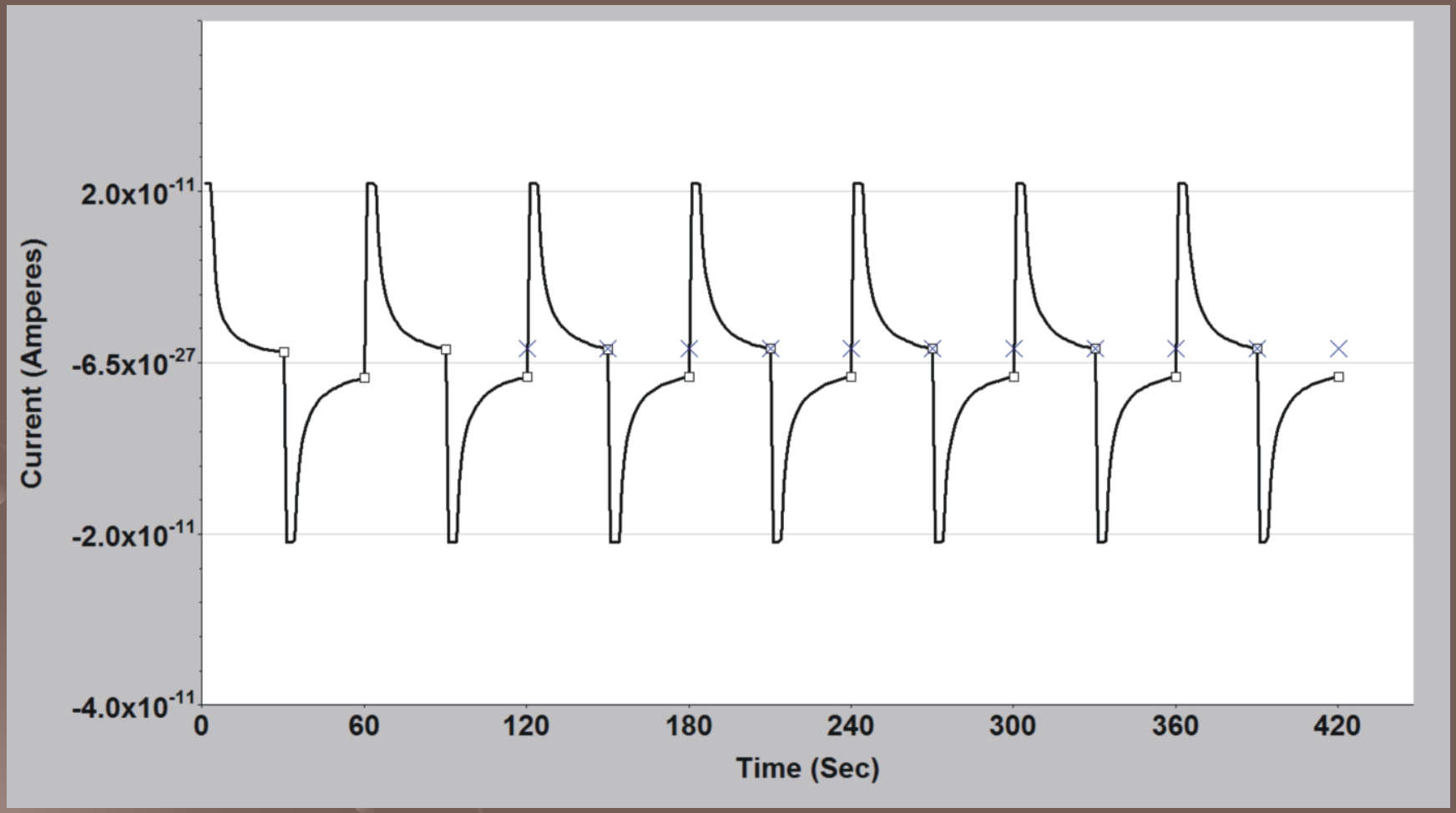
Zastosowanie:

- określanie rezystywności powierzchniowej i skrośnej;
- określanie ładunku powierzchniowego.

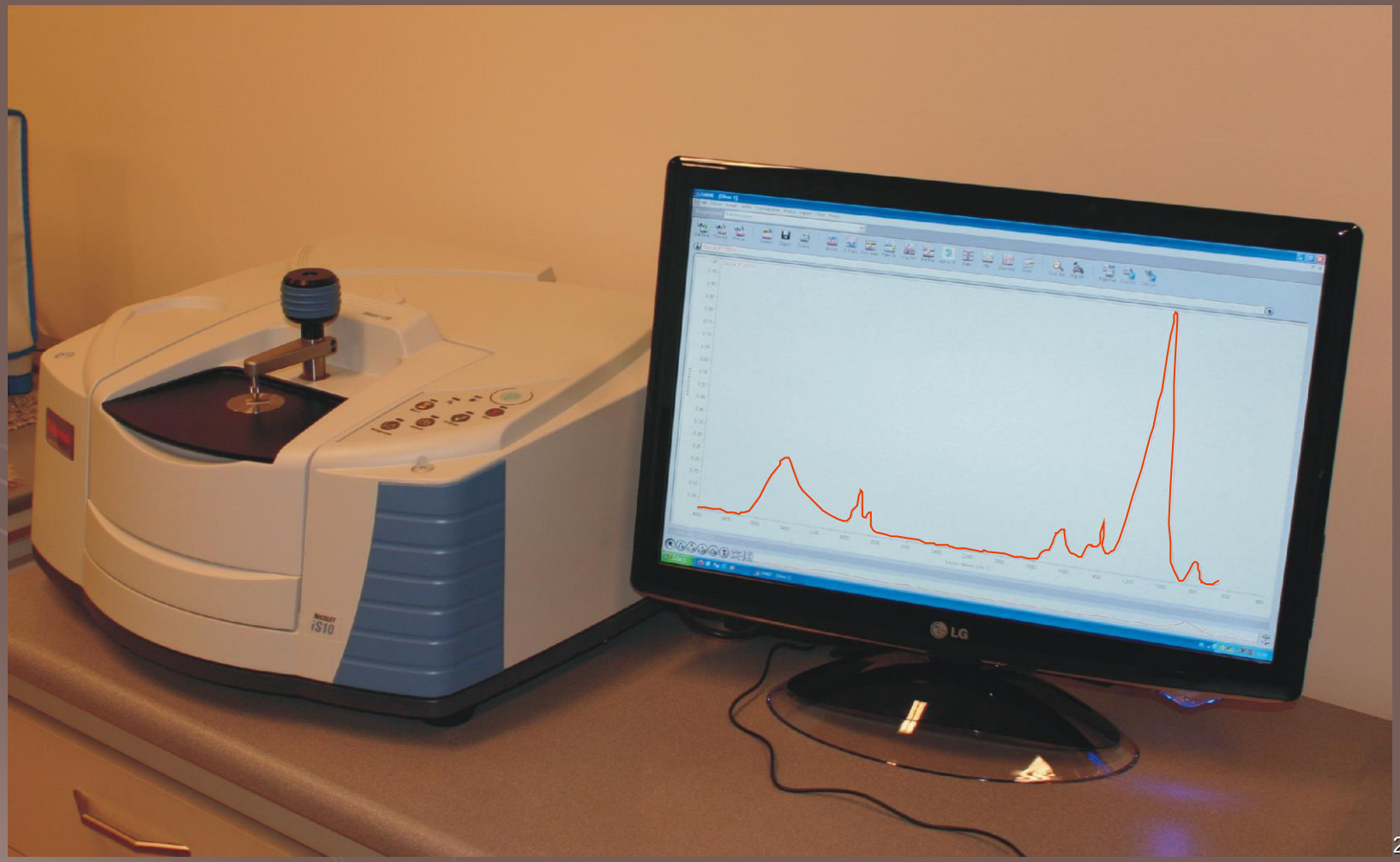
Parametry:

- pomiar napięcia w zakresie: od 1 μV do 210 V;
- pomiar natężenia prądu w zakresie: od 10 aA do 21 mA;
- pomiar rezystancji w zakresie: od 10 Ω do 210 TΩ.

WYKRES PRZEBIEGU NATĘŻENIA PRĄDU ELEKTRYCZNEGO PODCZAS POMIARÓW



SPEKTROFOTOMETR PODCZERWIENI Z TRANSFORMACJĄ FOURIERA (NICOLET IS10, THERMO SCIENTIFIC)



NICOLET IS10- WŁAŚCIWOŚCI

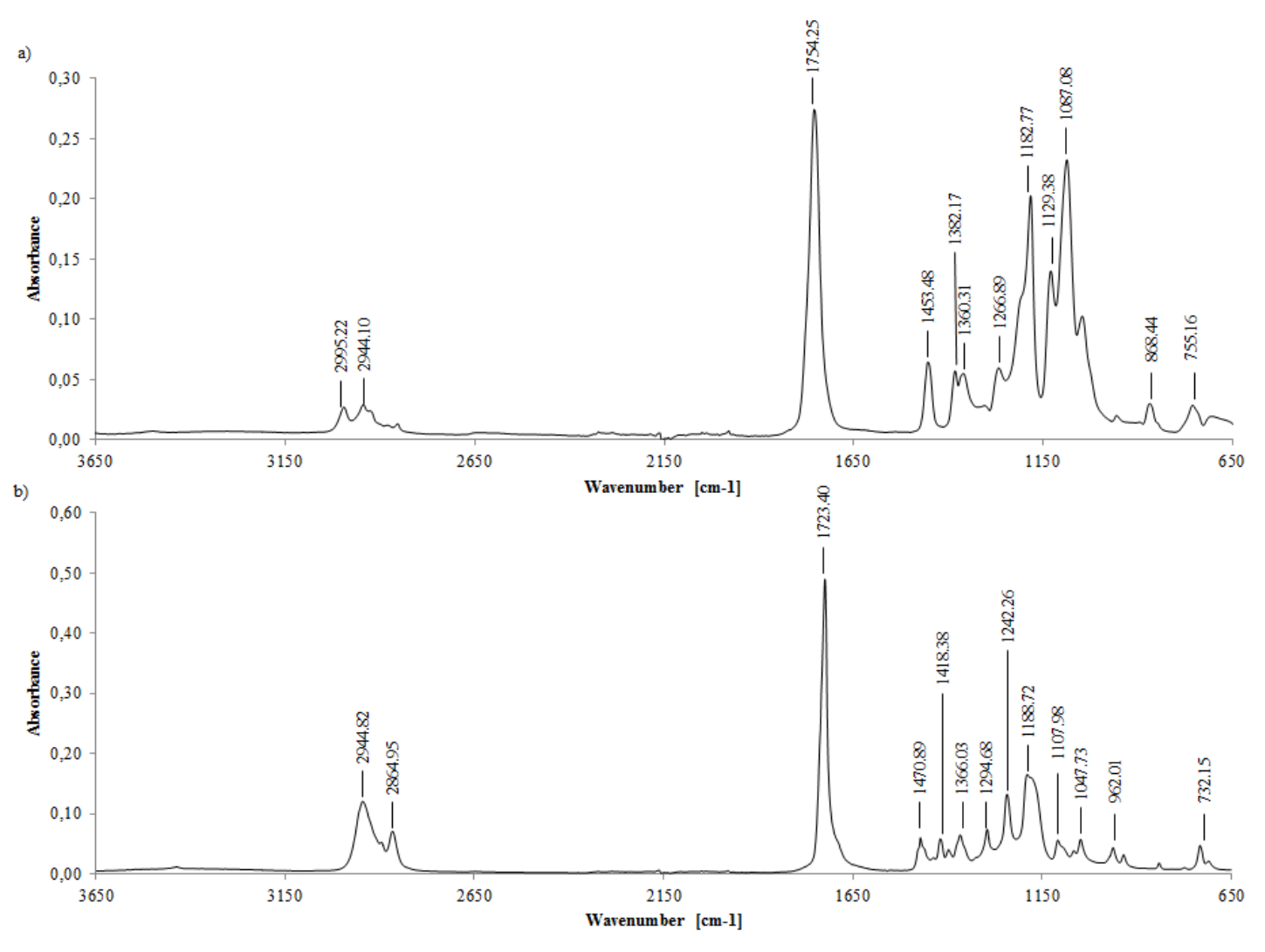
Zastosowanie:

- pomiar widm absorpcji światła odbitego i przechodzącego;
- identyfikacja związków chemicznych, w tym polimerów;
- identyfikacja grup funkcyjnych.

Parametry:

- zakres spektralny od 7800 do 350 cm^{-1};
- szczelny i osuszany układ optyczny;
- przystawka ATR z kryształem diamentowym (zakres spektralny od 4000 do 650 cm^{-1});
- maksymalna szybkość skanowania: 40 skanów w sekundę przy rozdzielczości 16 cm^{-1}.

NICOLET IS10- WIDMA PLA I PCL



SPEKTROFOTOMETR UV-VIS (EVOLUTION 220, THERMO SCIENTIFIC)

SPEKTROFOTOMETR UV-VIS WŁAŚCIWOŚCI

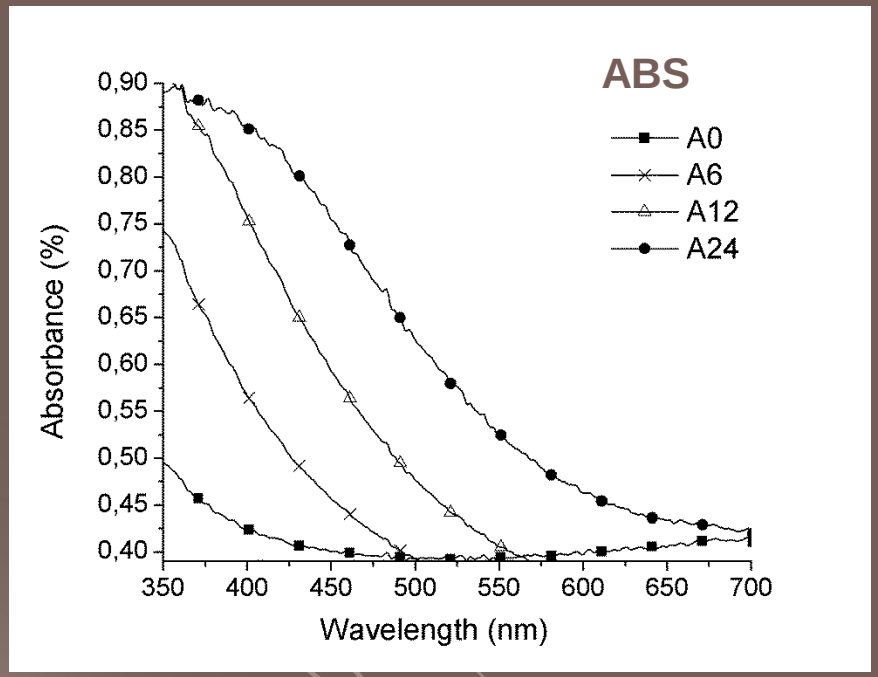
Zastosowania:

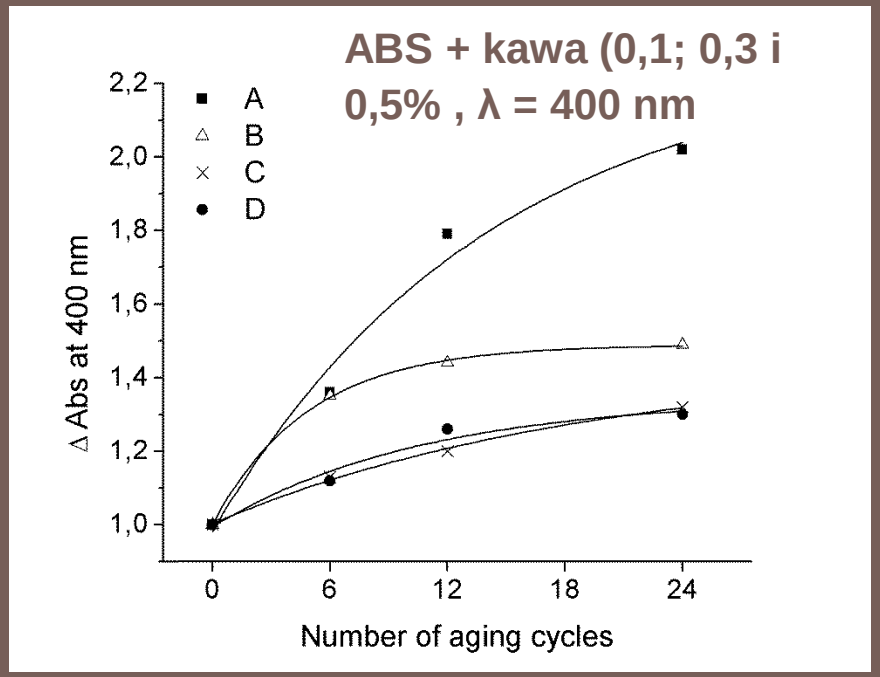
- analiza właściwości optycznych materiałów polimerowych;
- identyfikacja składników transparentnych folii polimerowych;
- kontrola jakości wytworów polimerowych.

Parametry:

- lampa ksenonowa;
- zakres spektralny od 190 do 1100 nm;
- system skupienia wiązki umożliwiający badanie materiałów stałych.

SPEKTROFOTOMETR UV-VIS – WIDMA ABS



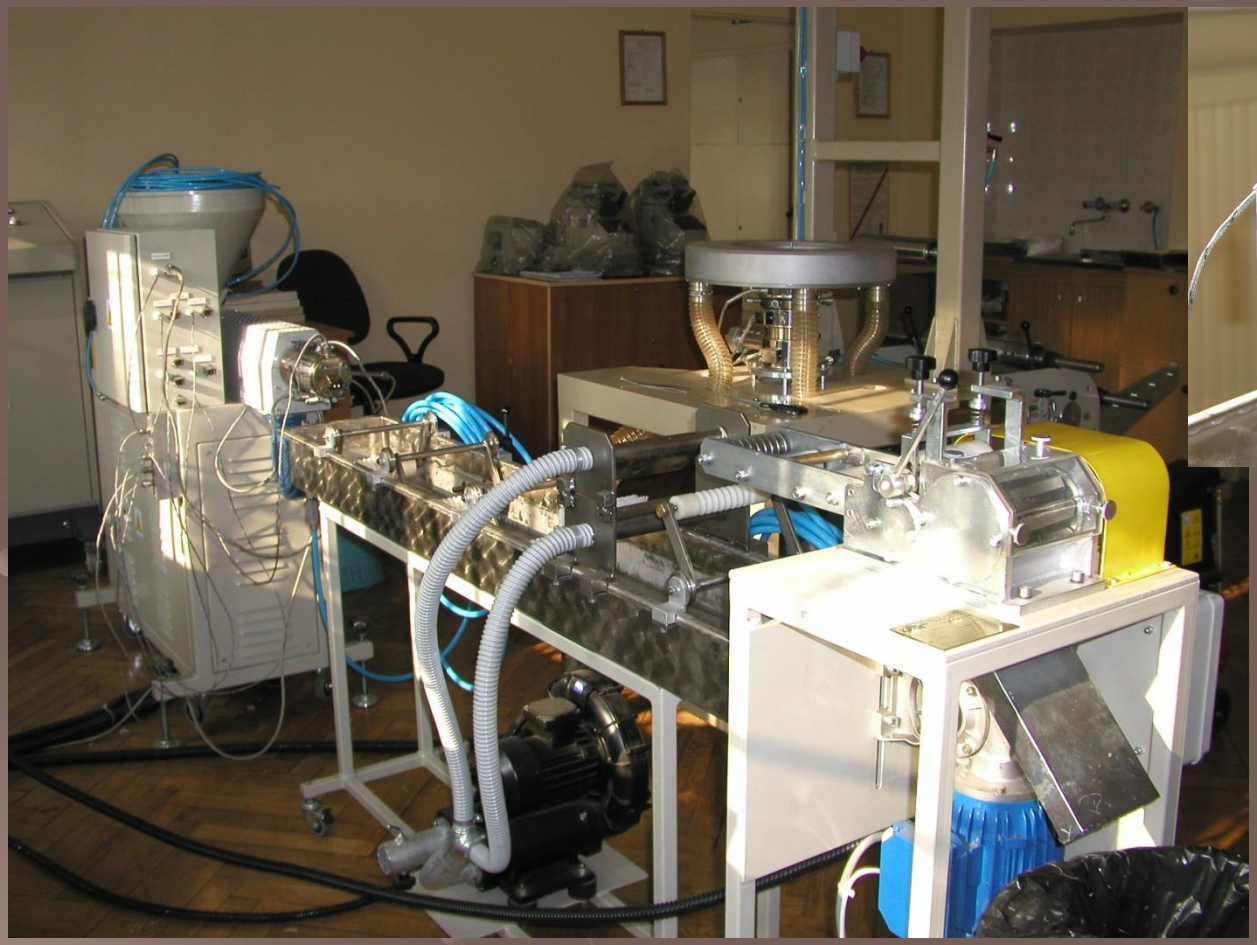


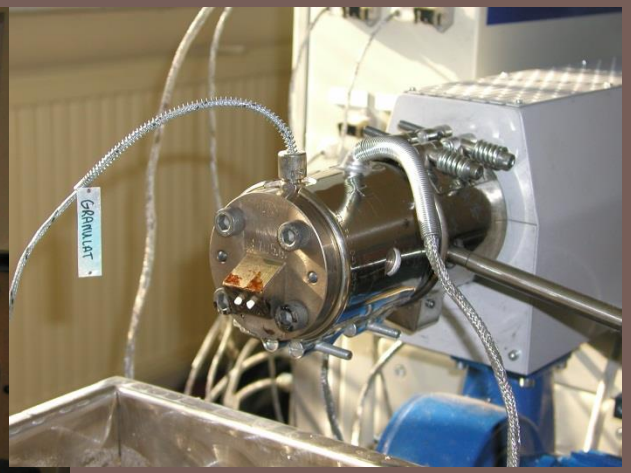
LABORATORIUM INŻYNIERII POLIMERÓW

Zakres prowadzonych prac:

- badania procesu wytłaczania granulatu i kompozytów polimerowych;
- badania procesu wytłaczania folii płaskich i folii rozdmuchiwanych z tworzyw i kompozytów polimerowych;
- badania procesu wtryskiwania elementów z tworzyw i kompozytów polimerowych,
- przygotowywanie i badania różnych kompozytów i nanokompozytów polimerowych;
- badania procesów recyklingu odpadów z tworzyw termoplastycznych;
- badania właściwości przetwórczych materiałów polimerowych.

STANOWISKO BADAWCZE DO WYTŁACZANIA GRANULATU POLIMEROWEGO





STANOWISKO BADAWCZE DO WYTŁACZANIA GRANULATU POLIMEROWEGO - WŁAŚCIWOŚCI

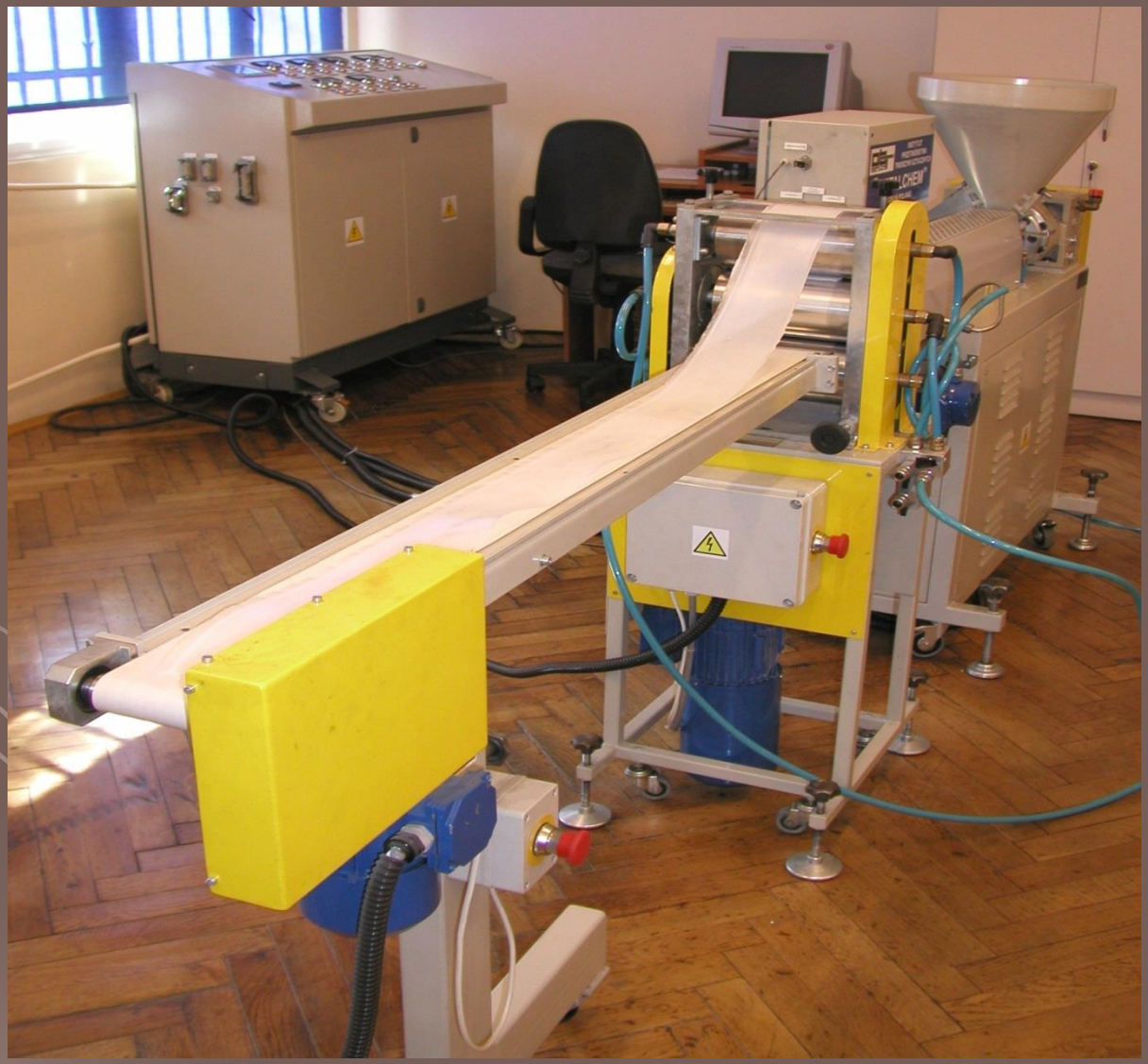
Zastosowanie:

- wytwarzanie granulatów polimerowych o średnicy 2-4 mm;
- wytwarzanie granulatów z tworzyw wtórnych;
- preferowane wytłaczanie: PE, PP, PA.

Parametry:

- wytłaczarka jednoślimakowa W25-30D;
- głowica granulująca dwunitkowa;
- średnica ślimaka - 25 mm;
- długość ślimaka - 30D;
- zakres prędkości obrotowej ślimaka: 60 – 216 min^{-1};
- wydajność max. 10 kg/h.

STANOWISKO BADAWCZE DO WYTŁACZANIA FOLII POLIMEROWEJ PŁASKIEJ



STANOWISKO BADAWCZE DO WYTŁACZANIA FOLII POLIMEROWEJ PŁASKIEJ - WŁAŚCIWOŚCI

Zastosowanie:

- wytłaczanie folii płaskiej z tworzyw polimerowych;
- wytłaczanie folii płaskiej z tworzyw polimerowych wtórnych.

Parametry:

- wytłaczarka jednoślimakowa W25-30D;
- głowica szczelinowa o średnicy: 120 mm;
- liczba walców: 3;
- wielkość szczeliny regulowana w zakresie: do 4,5 mm;
- szerokość folii: 120 mm.

STANOWISKO BADAWCZE DO WYTŁACZANIA FOLII POLIMEROWEJ ROZDMUCHIWANEJ

STANOWISKO BADAWCZE DO WYTŁACZANIA FOLII POLIMEROWEJ ROZDMUCHIWANEJ - WŁAŚCIWOŚCI

Zastosowanie:

- wytłaczanie folii płaskiej z tworzyw polimerowych;
- wytłaczanie folii płaskiej z tworzyw polimerowych wtórnych.

Parametry:

- Linia WH25/25 z wytłaczarką jednoślimakową W25-30D;
- głowica pierścieniowa o średnicy: 120 mm;
- grubość folii: 0,02 – 0,3 mm;
- maksymalna średnica nawoju: 300 mm;
- wydajność: do 8 kg/h.

STANOWISKO BADAWCZE DO WTRYSKIWANIA PRÓBEK – WTRYSKARKA TEDERIC TRX 80 ECO 60

STANOWISKO BADAWCZE DO WTRYSKIWANIA – WŁAŚCIWOŚCI

Zastosowanie:

- wytwarzanie próbek do badań;
- badanie przetwórstwa tworzyw polimerowych.

Parametry:

- siła zwarcia 600 kN;
- średnica ślimaka 25 mm,
- objętość wtrysku 68 cm^3;
- ciśnienie wtrysku 235 MPa;
- forma wtryskowa do wytwarzania próbek w postaci płytek, próbek do badań właściwości mechanicznych podczas próby statycznego rozciągania oraz badań udarności

PLASTOMER MP600 (TINIUS OLSEN, USA)

PLASTOMER - WŁAŚCIWOŚCI

Zastosowanie:

- wyznaczanie masowego wskaźnika szybkości płynięcia materiałów polimerowych;
- wyznaczanie objętościowego wskaźnika szybkości płynięcia materiałów polimerowych.

Parametry:

- obciążniki: - 1,1; 2,06; 4,9 kg;
- zakres temperatury tworzywa: - do 450ºC;
- dokładność regulacji temperatury: +/-0,1ºC;
- grzejnik dwustrefowy – 300W.

PIKTOMETR GAZOWY MVP-D160E (QUANTACHROME INSTRUMENTS, USA)

PIKTOMETR GAZOWY MVP-D160E WŁAŚCIWOŚCI

Zastosowanie

- badanie gęstości materiałów polimerowych.

Parametry

- trzy cele pomiarowe: 4,6 cm^3; 20 cm^3; 135 cm^3.
- możliwość stosowania różnych gazów.

LABORATORIUM BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI MATERIAŁÓW

Zakres prowadzonych prac:

- badania podstawowych właściwości mechanicznych materiałów metalowych i polimerowych;
- modelowanie zachowania się materiałów przy obciążeniach cyklicznych oraz określanie trwałości zmęczeniowej z wykorzystaniem modeli matematycznych;
- badania eksperymentalne trwałości zmęczeniowej przy cyklicznym skręcaniu stopów metali i kompozytów polimerowych;
- modelowanie odkształceń plastycznych w różnych stanach obciążania wybranych materiałów z uwzględnieniem prędkości obciążania.

STANOWISKO DO BADAŃ ZMĘCZENIOWYCH PRZY CYKLICZNYM SKRĘCANIU (KONSTRUKCJA WŁASNA)

STANOWISKO DO BADAŃ ZMĘCZENIOWYCH - WŁAŚCIWOŚCI

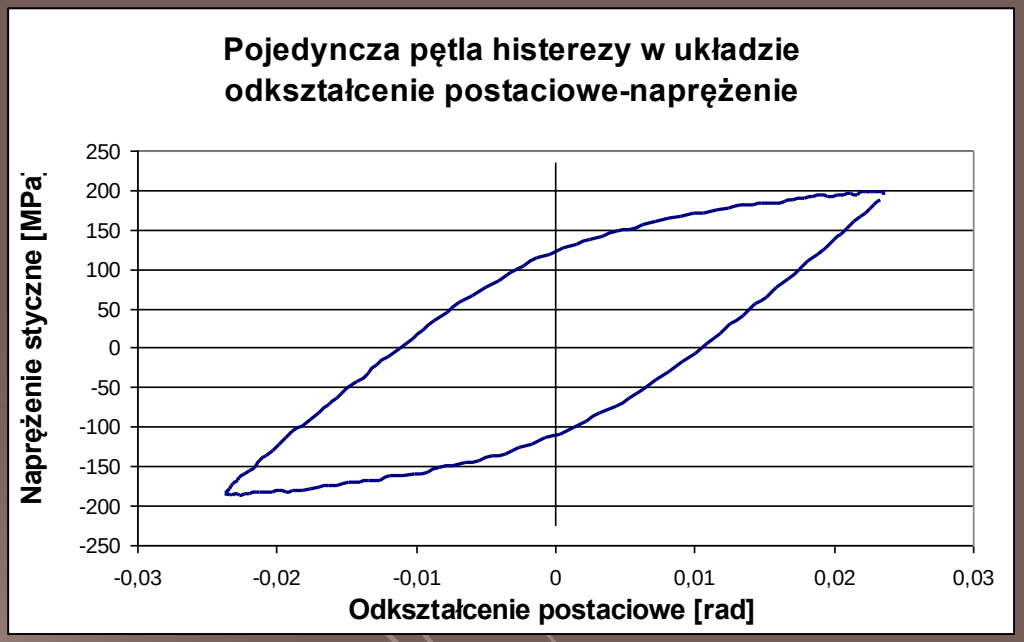
Zakres badań:

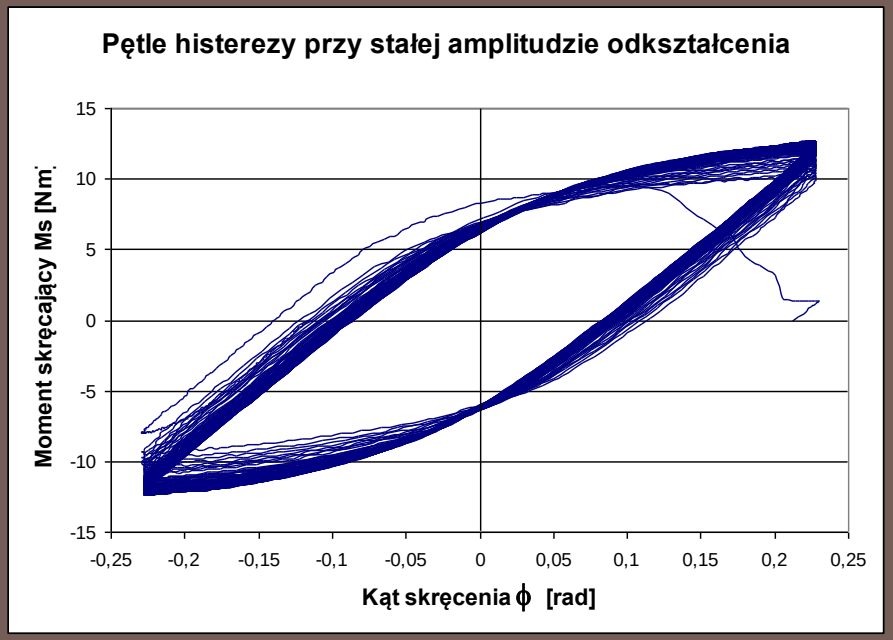
- badania zmęczeniowe przy cyklicznym skręcaniu z jednoczesną płynną regulacją prędkości obciążania;
- badania przy statycznym skręcaniu;
- wyznaczanie energii rozpraszanej podczas cyklicznego skręcania.

Parametry:

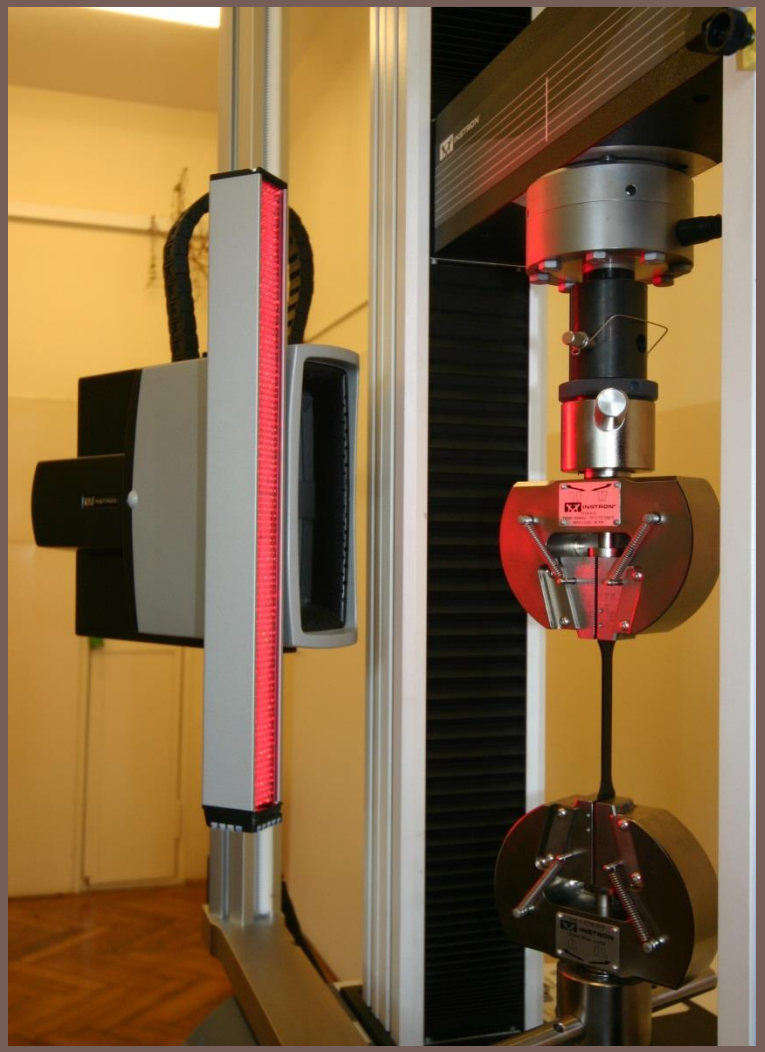
- zakres pomiarowy momentu obciążenia: od -204 Nm do +204 Nm, (dokładność odczytu 0,1 Nm);
- zakres pomiarowy kąta skręcenia $\pm 45^0$;
- częstotliwości próbkowania: 25 Hz, 50 Hz, 100Hz i 200 Hz;
- zakres regulacji częstotliwości odkształcania: od 0,05 do 1,3 Hz.

WYKRESY - PĘTLE HISTEREZY ODKSZTAŁCEŃ





MASZYNA WYTRZYMAŁOŚCIOWA INSTRON 3367
Z WIDEOEKSTENSOMETREM AVE



INSTRON 3367 - WŁAŚCIWOŚCI

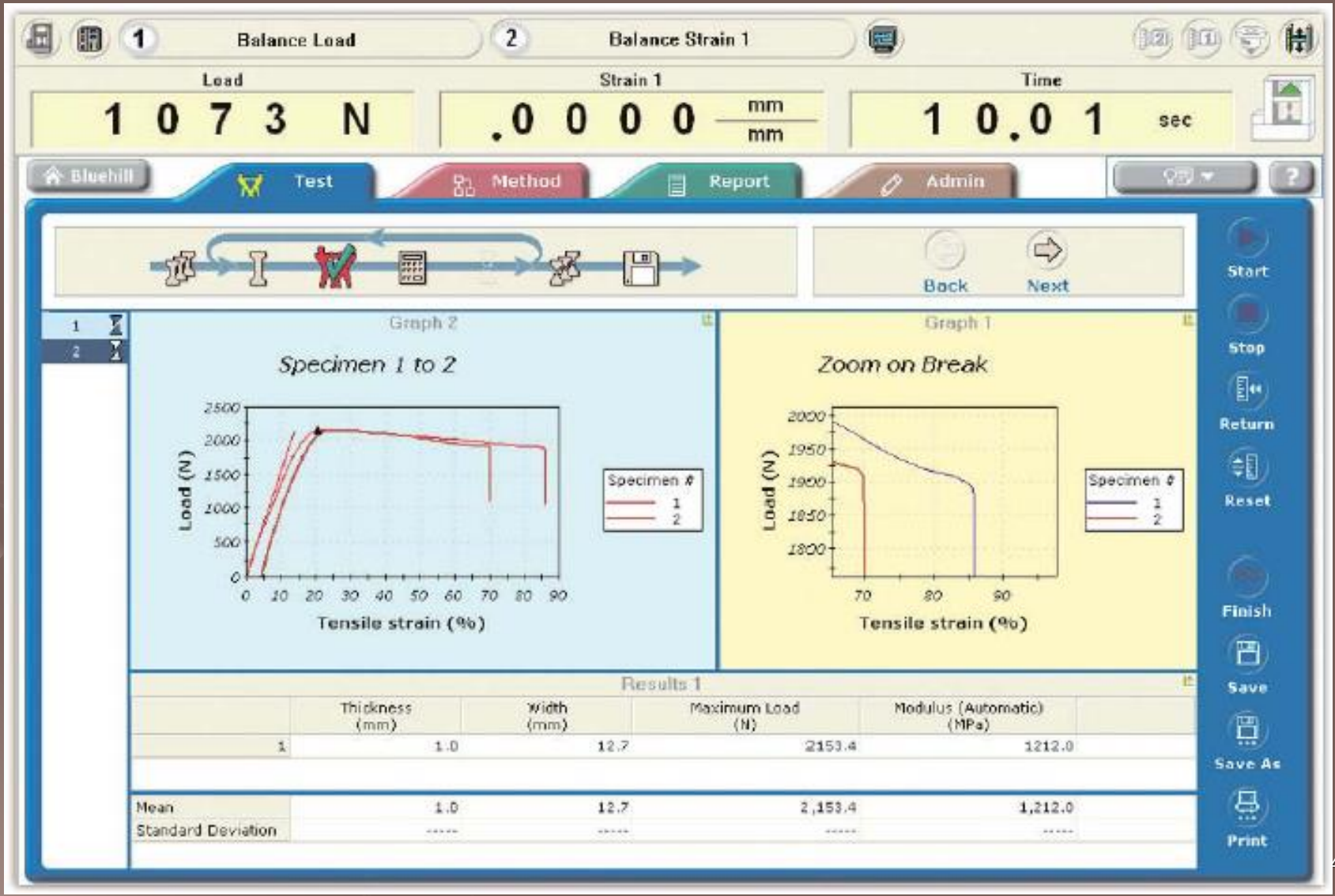
Zastosowanie:

- badania wytrzymałościowe różnych materiałów (rozciąganie, ściskanie, zginanie);
- bezstykowy pomiar odkształceń wzdłużnych i poprzecznych;
- wyznaczanie stałych materiałowych.

Parametry:

- oprogramowanie: Bluehill 2;
- obciążenie: do 30 kN;
- prędkość obciążania: do 500mm/min;
- głowice pomiarowe: 500N i 30kN.

WYKRESY – KRZYWE STATYCZNEGO ROZCIĄGANIA



MASZYNA WYTRZYMAŁOŚCIOWA HMW 100 (KONSTRUKCJA WŁASNA)

MASZYNA WYTRZYMAŁOŚCIOWA HMW 100 WŁAŚCIWOŚCI

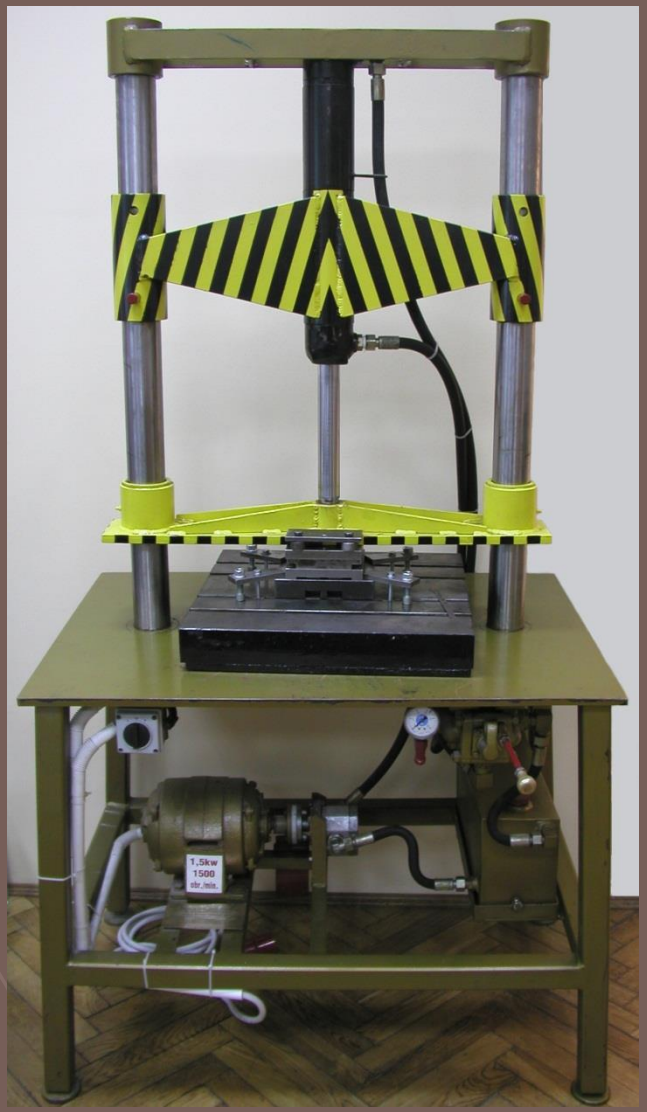
Zastosowanie:

- badanie wytrzymałości statycznej i cyklicznej materiałów przy jednoosiowych stanach naprężeń.

Parametry:

- zakres obciążeń 0 – 100kN;
- dokładność pomiaru – 0,5%.

PRASA HYDRAULICZNA DO PRZYGOTOWANIA PRÓBEK (KONSTRUKCJA WŁASNA)



PRASA HYDRAULICZNA - WŁAŚCIWOŚCI

Zastosowanie:

- przygotowywanie znormalizowanych próbek z materiałów polimerowych w postaci wiosełek do prób statycznego rozciągania.

Parametry:

- siła nacisku: 50kN;
- ciśnienie w układzie hydraulicznym: 20 MPa;
- moc zainstalowana: 1,5 kWh.

LABORATORIUM INŻYNIERII POWIERZCHNI

Zakres prowadzonych prac:

- modyfikowanie warstwy wierzchniej materiałów polimerowych metodą wyładowań koronowych i plazmą niskociśnieniową;
- badania zmian struktury geometrycznej powierzchni i składu chemicznego warstwy wierzchniej modyfikowanych materiałów polimerowych;
- badania zwilżalności i swobodnej energii powierzchniowej materiałów polimerowych.
- badania wytrzymałości złącz adhezyjnych materiałów polimerowych;
- badania statycznego i dynamicznego współczynnika tarcia materiałów polimerowych;

LABORATORIUM INŻYNIERII POWIERZCHNI

- badania starzeniowe folii biodegradowalnych przeznaczonych na opakowania do produktów spożywczych;
- badania biobójczego działania wyładowań koronowych na bakterie i grzyby;
- badania procesów metalizowania materiałów polimerowych.

STANOWISKO BADAWCZE DO MODYFIKOWANIA WARSTWY WIERZCHNIEJ MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH METODĄ WYŁADOWAŃ KORONOWYCH

STANOWISKO BADAWCZE DO MODYFIKOWANIA WARSTWY WIERZCHNIEJ METODĄ WYŁADOWAŃ KORONOWYCH - WŁAŚCIWOŚCI

Zastosowanie:

- modyfikowanie warstwy wierzchniej tworzyw polimerowych pierwotnych i wtórnych w atmosferze powietrza i innych gazów.

Parametry:

- generator o mocy regulowanej od 0,2 do 2 kW;
- dokładność ustawienia szczeliny międzyelektrodowej: 0,1 mm;
- częstotliwość wyładowań koronowych: ok. 30 kHz;
- napięcie międzyelektrodowe: ok. 15 kV;
- wymienne elektrody wysokiego napięcia: jednoostrzowa i wieloostrzowa do wyładowań w powietrzu (0,1 m i 0,25 m);
- wieloostrzowa elektroda do wyładowań w innych gazach;
- prędkość przesuwu folii od 5 do 100 m/min.

GENERATOR PLAZMY “FEMTO” (DIENER ELECTRONIC GmbH, NIEMCY)

GENERATOR PLAZMY
WŁAŚCIWOŚCI

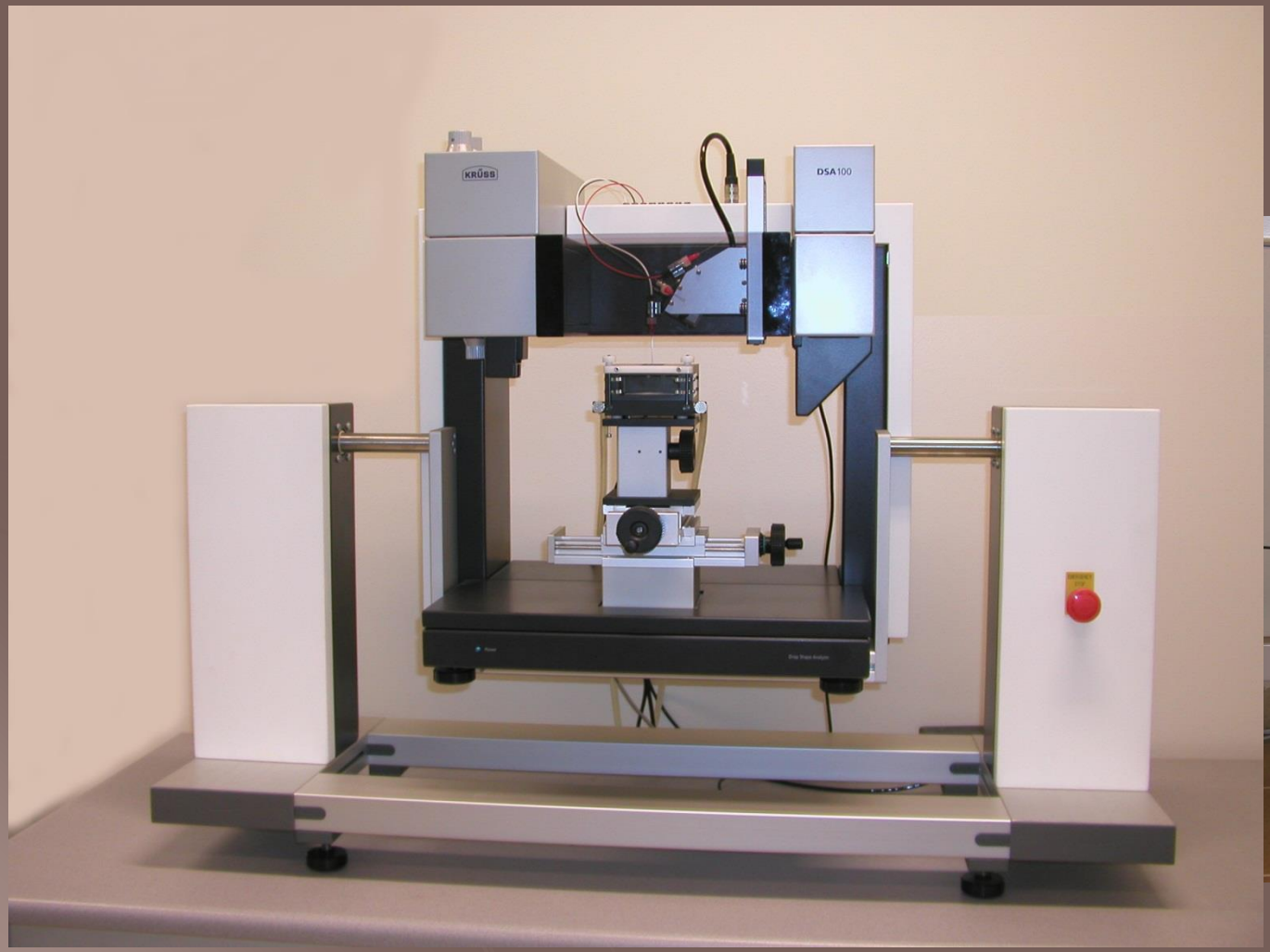
Zastosowanie:

- modyfikowanie warstwy wierzchniej materiałów polimerowych;
- implementacja grup funkcyjnych;
- polimeryzacja plazmowa.

Parametry:

- objętość komory: ok. 2 dm^3 ;
- wymiary komory plazmowej: Ø=100 mm, L=270 mm;
- generator plazmy: 40kHz/100W;
- ciśnienie pracy: 20 Pa;
- jeden kanał wlotowy gazu reaktywnego.

GONIOMETR DSA100 Z KOMORĄ TEMPERATUROWĄ TC3010 I TERMOSTATEM (KRÜSS, NIEMCY)



Goniometr - Właściwości

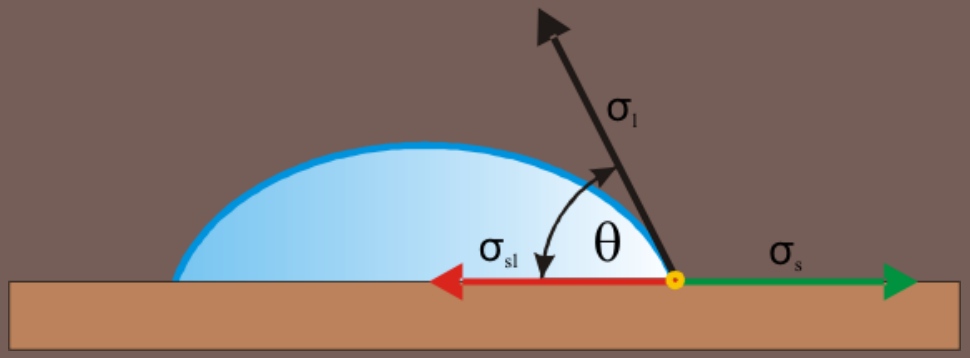
Zastosowanie:

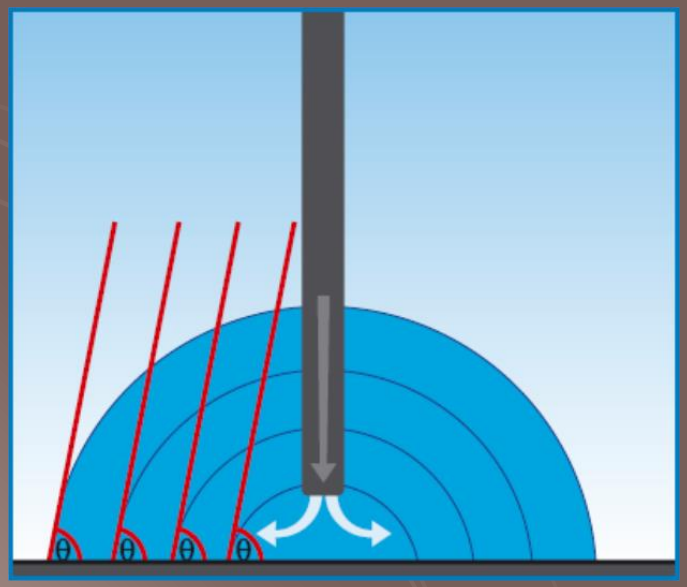
- pomiar kątów zwilżania przy zastosowaniu różnych cieczy pomiarowych;
- pomiar kąta napływu i kąta cofania;
- obliczania swobodnej energii powierzchniowej materiałów stałych i cieczy.

Parametry:

- zakres temperatury od -10 do +120°C ;
- kąt nachylenia goniometru od 0 do 90°;
- liczba dozowników cieczy – 3.

Sposób pomiaru kąta zwilżania





Stanowisko badawcze do bezprądowego metalizowania materiałów polimerowych

Stanowisko badawcze do bezprądowego metalizowania materiałów polimerowych

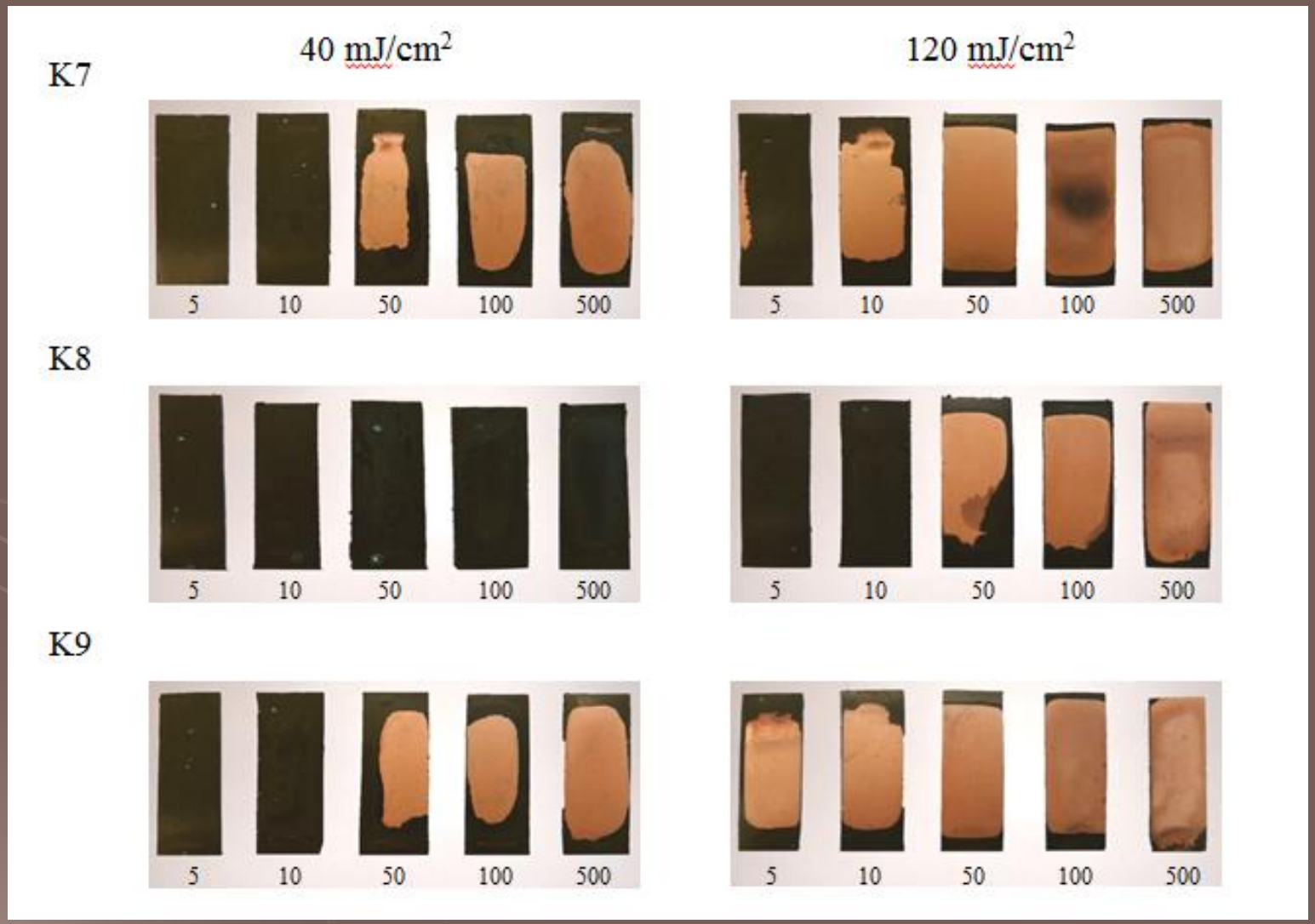
Zastosowanie:

- bezprądowe metalizowanie materiałów polimerowych;
- badanie wpływu parametrów metalizowania na jakość osadzonej warstwy metalicznej.

Parametry:

- termostat laboratoryjny pracujący w zakresie temperatur od -35 do 200 °C;
- kuweta do metalizowania o pojemności 2 dm^3;
- możliwość stosowania kwaśnych i zasadowych kąpieli do metalizowania.

EFEKTY METALIZOWANIA BEZPRĄDOWEGO



Przyrząd do badania adhezji PosiTest AT 03810 (DeFelsko, USA)

PosiTest AT 03810 - właściwości

Zastosowanie:

- badanie wytrzymałości połączeń klejowych;
- badania przyczepności nadruku;
- badania przyczepności warstw metalicznych.

Parametry:

- zakres pomiarowy: do 20 MPa;
- rozdzielczość skali pomiarowej: 0,01 MPa;
- średnice wymiennych stempli: 20 i 50 mm;
- dokładność pomiaru: ±1%.

Urządzenie do pomiarów współczynnika tarcia Typ 6196/000 (Ceast, Włochy)

Urządzenie do pomiarów współczynnika tarcia - właściwości

Zastosowania:

- Określenie statycznego i kinetycznego współczynnika tarcia

Parametry:

- Wielkość powierzchni pomiarowej: 180x400 mm;
- Prędkość przesuwu: 150 mm/min;
- Wymiary badanych próbek: 250 x 130 mm;
- Dokładność pomiaru: ±1%

Przyrząd do badania grubości powłok materiałów polimerowych PosiTector 200 (DeFelsko, USA)

PosiTector 200 - właściwości

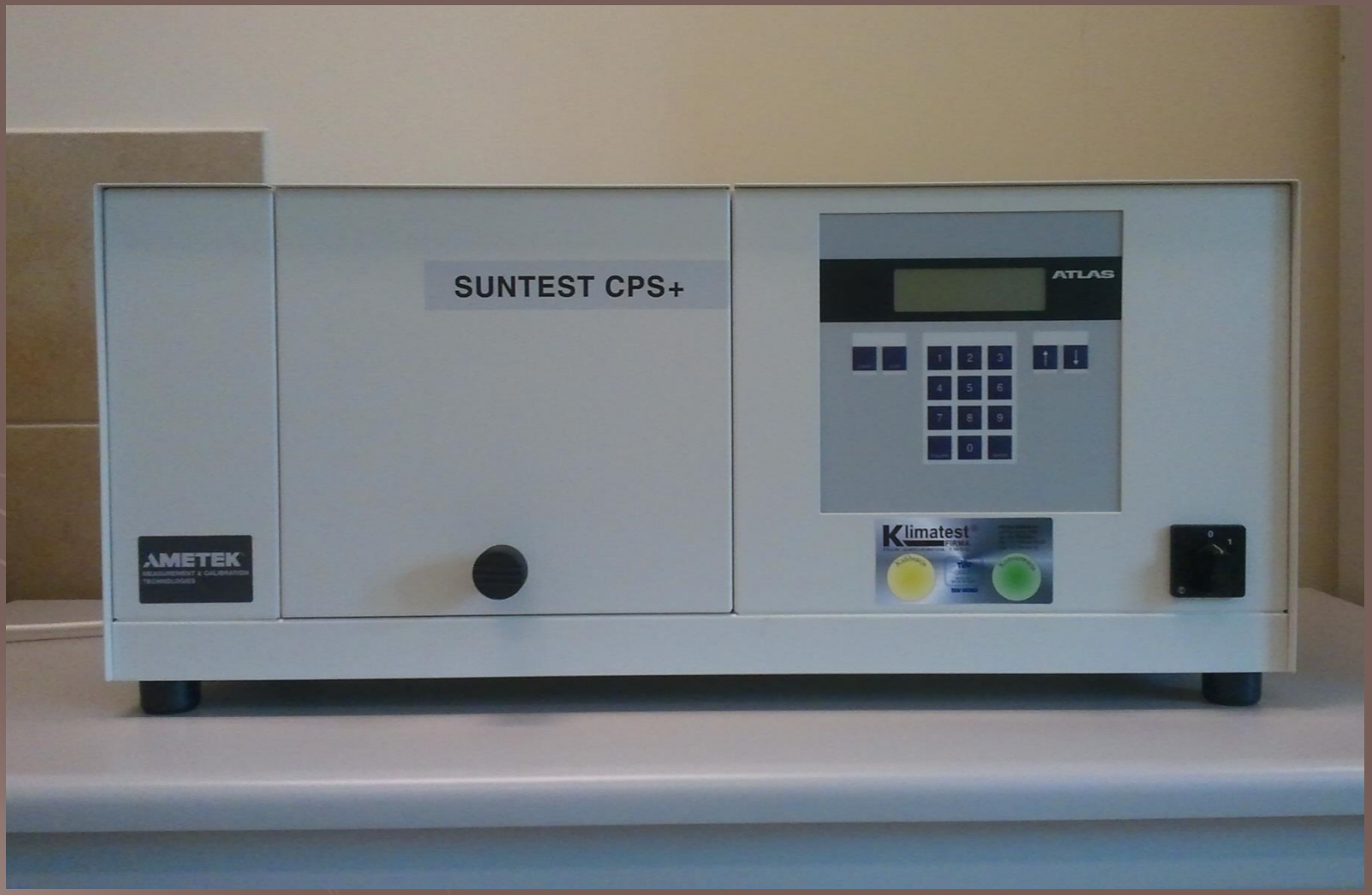
Zastosowanie:

- badanie grubości powłok polimerowych;
- badania grubości powłok metalowych;
- badania grubości powłok na podłożu niemetalicznym.

Parametry:

- zakres pomiarowy 13- 1000 μm;
- dokładność ± 2 %;

Komora starzeniowa Suntest CPS+ (Atlas, USA)



Komora starzeniowa - właściwości

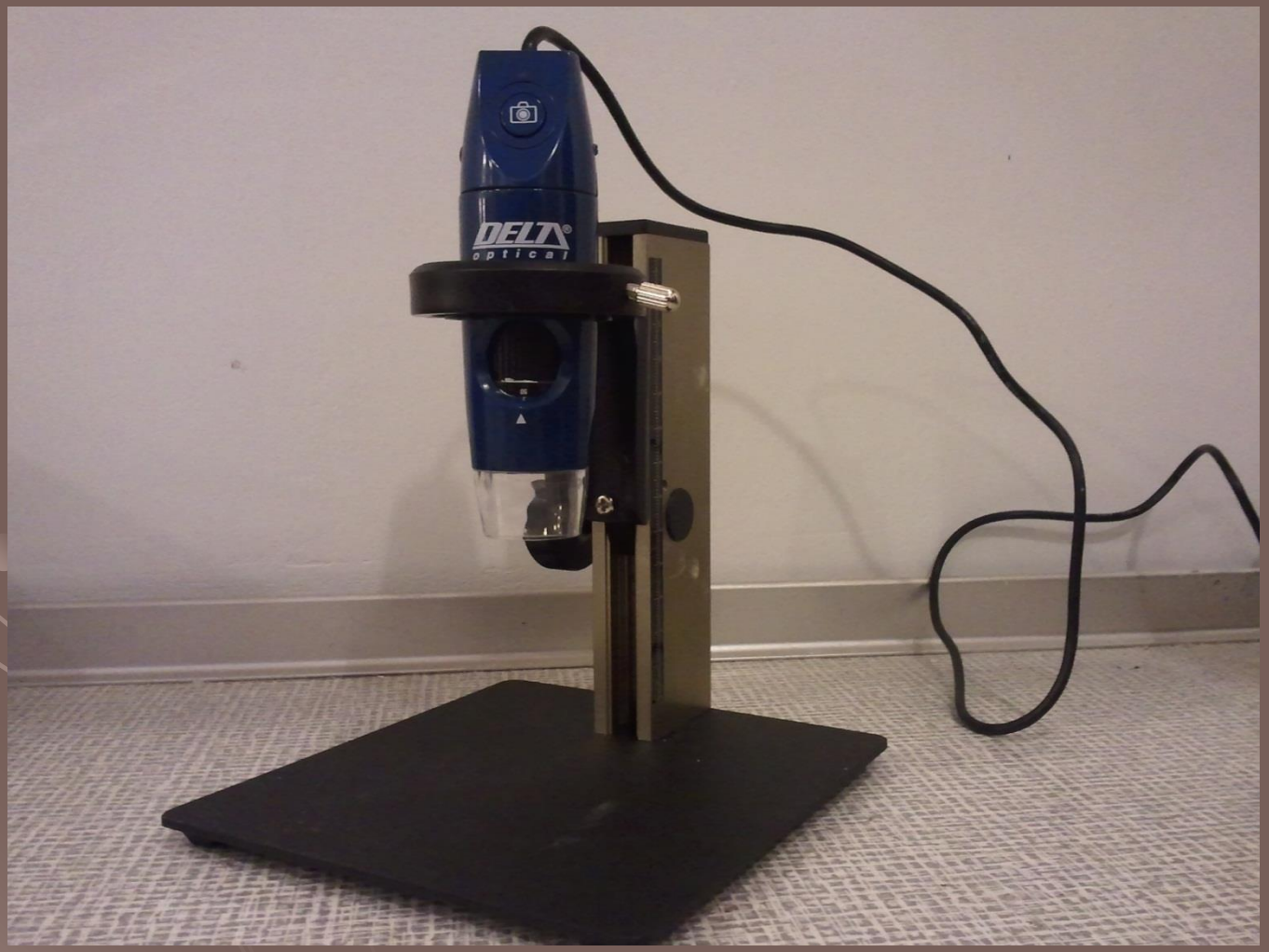
Zastosowania:

- badania przyspieszonego starzenia materiałów polimerowych;
- symulacją promieniowania słonecznego;
- badania przyspieszonego starzenia farb i lakierów.

Parametry:

- lampa ksenonowa chłodzona powietrzem z regulacją mocy w zakresie od 1,1 do 1,5 kW;
- wymienny filtr do symulacji światła "zza szyby okiennej";
- natężenia promieniowania w zakres od 250 do 765 W/m^2;
- możliwość programowania długości trwania badania poprzez podanie czasu w godzinach lub dawki energii .

Przyrząd do obrazowania powierzchni materiałów polimerowych DO Smart (Delta Optical, Polska)



DO Smart - właściwości

Zastosowania:

- obserwacja powierzchni próbek badanych w świetle odbitym i przechodzącym;
- badania powierzchni materiałów polimerowych.

Parametry:

- rozdzielczość 2 MP;
- powiększenie 10 – 250x;
- oświetlenie diodami LED.

Realizowane badania

- Badania związane z działalnością statutową.
- Projekt badawczy NCN pt.: „Nowe kompleksy metaloorganiczne i ich zastosowanie w procesach metalizowania bezprądowego tworzyw polimerowych”, Okres realizacji: 2014-2017 r.
- Projekt badawczy MNiSzW pt.: „Nowa technologia wytwarzania biokompozytów o zwiększonej wytrzymałości mechanicznej i szybkości biodegradacji”. Okres realizacji: 2015-2017 r.
- Projekt badawczy NCN pt. ”Wykorzystanie wysokoenergetycznego promieniowania jonizującego do sieciowania biodegradowalnych materiałów polimerowych”. Okres realizacji: 2013-2016 r. (Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu).

Współpraca naukowo-techniczna KATEDRY INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ

Współpraca z zagranicą:

- J.E. Purkinje University in Usti nad Labem, Faculty of Science (Republika Czeska).
- The Technical University of Liberec, Faculty of Mechanical Engineering (Republika Czeska).
- Kaunas University of Technology, Faculty of Fundamental Science (Republika Litewska).
- Ukraińska Akademia Nauk, Centrum Modelowania Matematycznego, Lwów (Ukraina).
- Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West gGmbH, Institut an der Universität Duisburg-Essen, (Niemcy.
- Leibniz-Institut für Polymerforschung, Dresden (Niemcy).

Współpraca naukowo-techniczna KATEDRY INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ

Współpraca z krajowymi ośrodkami naukowymi:

- Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu.
- Instytut Inżynierii Materiałów Włókienniczych w Łodzi.
- Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi.
- Instytut Chemii Fizycznej PAN w Warszawie.
- Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie.
- Instytut Optoelektroniki oraz Wydział Mechaniczny WAT w Warszawie.
- Wydział Chemii UMK w Toruniu.
- Instytut Fizyki Molekularnej PAN w Poznaniu.

Wykaz publikacji w 2014 roku

- Rytlewski P., Moraczewski K., Żenkiewicz M.: **Effects of Coffee on the Stability of Accelerated Aged Poly(actrylonitryle-butadiene-styrene)**, *Journal of Applied Polymer Science* **2014**, 131, nr 4, 39887-39894.
- Żenkiewicz M., Żuk T.: **Separacja elektrostatyczna mieszanin poli(chlorku winylu) i poli(tereftalanu etylenu)**, *Przemysł Chemiczny* **2014**, 93, nr 1, 54-57.
- Moraczewski K.: **Characterization of multi-injected poly(ε-caprolactone),** *Polymer Testing* **2014**, 33, 116-120.
- Stepczyńska M.: **Research of biocidal effect of corona discharges on poly(lactic acid) packaging films**, *Journal of Food Engineering* **2014**, 126, 56-61.

Wykaz publikacji w 2014 roku

- Żenkiewicz M., Żuk T.: **Charakterystyka separatorów i niektórych uwarunkowań separacji elektrostatycznej składników mieszanin polimerowych**, *Przemysł Chemiczny* **2014**, 93, nr 2, 220-227.
- Stepczyńska M., Żenkiewicz M.: **Wpływ wyładowań koronowych na właściwości warstwy wierzchniej polilaktydu** *Polimery* **2014**, 59, nr 3, 220-226.
- Żenkiewicz M., Żuk T.: **Fizyczne podstawy tryboelektryzacji i rozdzielania elektrostatycznego tworzyw polimerowych,** *Polimery* 2014, **59**, nr 4, 314-323.
- Żenkiewicz M., Żuk T., Błaszkowski M.: **Separacja elektrostatyczna mieszanin polimerowych o różnych zawartościach PVC i PLA**, *Przetwórstwo Tworzyw* 2014, **20**, nr 2, 128 – 134.

Wykaz publikacji w 2014 roku

- Moraczewski K., Stepczyńska M., Żenkiewicz M.: **Wpływ wyładowań koronowych na wybrane właściwości warstwy wierzchniej polilaktydu przeznaczonego do autokatalitycznego metalizowania**, *Polimery* 2014, **59**, nr 6, 482-487.
- Żenkiewicz M., Żuk T., Błaszkowski M.: **Badania procesu separacji elektrostatycznej mieszanin polimerowych o różnych zawartościach ABS i PMMA,** *Polimery* 2014, **59**, nr 6, 495-504.
- Rytlewski P., Moraczewski K., Malinowski R., Żenkiewicz M.: **Assessment of dicumyl peroxide ability to improve adhesion between polylactide and flax or hemp fibres**, *Composite Interfaces* 2014, **21**, nr 8, 671-683.
- Moraczewski K.: **X-ray photoelectron spectroscopy studies of laser induced polylactide surface layer modification**, *Polimery* 2014, **59**, nr 10, 717-721.

Wykaz publikacji w 2014 roku

- Rytlewski P.: **Fundamentals of Laser-Polymer Interactions and their Relevance to Polymer Metallization**, rozdział w książce Mittal K.L., Bahners T.: "Laser Surface Modification and Adhesion", Wiley, Hoboken 2015, 205-262.
- Rytlewski, P.: **Application of Nd:YAG laser in electroless metallization of polymer composites**, *Materials and Manufacturing Processes* 2014, **29**, 9, 1111-1116.
- Rytlewski P.: **Laser-assisted metallization of composite coatings containing copper(II) acetyloacetonate and copper(II) oxide or copper(II) hydroxide**, *Surface & Coating Technology* 2014, 259, 660-666.
- Żenkiewicz M., Moraczewski K., Rytlewski P., Stepczyńska M., Żuk T.: **Sposoby wytwarzania kompozytów jednopolimerowych**, *Polimery* 2014, **59**, nr 11-12, 769-775.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ