

## KLASYFIKACJA KLEJÓW SAMOPRZYLEPNYCH ZE WZGLĘDU NA RODZAJ POLIMERU

### CLASSIFICATION OF PRESSURE-SENSITIVE ADHESIVES ACCORDING TO BASIC POLYMER KIND

**Adrian Krzysztof Antosik\*<sup>1</sup>,**  
**Nataniel Adrian Antosik<sup>2</sup>, Adam Licbarski<sup>1</sup>**

*Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie,*

<sup>1</sup>*Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, ul. Pułaskiego 10, 70-322 Szczecin*

<sup>2</sup>*Wydział Informatyki, ul. Żołnierska 49, 71-210 Szczecin*

*\*e-mail: adriankrzysztofantosik@gmail.com*

---

Abstract

Wprowadzenie

1. Kleje samoprzylepne

2. Klasyfikacja klejów samoprzylepnych ze względu na rodzaj polimeru

2.1. Akrylanowe kleje samoprzylepne

2.2. Kauczukowe kleje samoprzylepne

2.3. Silikonowe kleje samoprzylepne

2.4. Poliuretanowe kleje samoprzylepne

2.5. Poliesterowe kleje samoprzylepne

2.6. Polieterowe kleje samoprzylepne

2.7. Kleje samoprzylepne na bazie EVA

Uwagi końcowe

Piśmiennictwo cytowane

---



**Mgr inż. Adrian Krzysztof Antosik** w roku 2012 ukończył studia inżynierskie na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej, specjalność polimery, w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie. W 2013 ukończył studia magisterskie na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Mechatroniki, specjalność Przetwórstwo Tworzyw Sztucznych w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie. Jest doktorantem w Instytucie Technologii Chemicznej Organicznej w Zachodniopomorskim Uniwersytecie

Technologicznym w Szczecinie.



<https://orcid.org/0000-0002-3954-6612>



**Nataniel Adrian Antosik** w roku 2018 rozpoczął studia inżynierskie na Wydziale Informatyki w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie. Swoją pasję związaną z badaniami chemicznymi realizuje od czasów liceum, podczas których wielokrotnie bywał w Instytucie Technologii Chemicznej Organicznej w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie gdzie ramach różnych programów np. „dzień przedsiębiorczości” miał możliwość przeprowadzania badań chemicznych.



<https://orcid.org/0000-0001-7131-6836>



**Mgr inż. Adam Licbarski** w roku 2011 ukończył studia inżynierskie na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej, specjalność technologia polimerów, w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie. W 2012 r. ukończył studia magisterskie na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej, specjalność technologia tworzyw sztucznych, włókien i elastomerów, w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie. Od roku 2013 jest pracownikiem Grupy Azoty Zakładów Chemicznych „Police” S.A.



<https://orcid.org/0000-0003-4180-9220>

### ABSTRACT

Pressure-sensitive adhesives (PSAs) represent a system that actually dates back to the invention of the self-adhesive articles in 1935 when R. Stanton Avery produced the first coating unit using a wooden cigar box with two holes cut in the bottom. They are nonmetallic materials used to bond other materials, mainly on their surfaces through adhesion and cohesion. Adhesion and cohesion are phenomena, which may be described thermodynamically and chemically, but actually they cannot be measured precisely. It was shown that the most important bonding processes are bonding by adhesion and bonding with pressure-sensitive adhesives. They can be describe as a special category of adhesive which in dry form are permanently tacky at room temperature and adheres to a substrate under light pressure after what can be removed cleanly, on demand, without leaving residues on the substrate; mechanically - soft, sticky substance [1-7]. One of the most popularly classification of pressure-sensitive adhesives are division according to basic polymer kind. PSA are divided on seven groups in this classifications respectively acrylic, rubber, silicone, polyurethane, polyester, polyether and EVA pressure-sensitive adhesive [5, 7-8]. Market and technology of high-quality pressure-sensitive adhesives is growing very fast. This development is the result of expansion in both existing and new fields of application of pressure-sensitive adhesives. Self-sealing polymers used for production of pressure-sensitive adhesives is directly related to their structure, which makes them unique in the world. The global market for self-adhesive tapes was expanding by 5.5% per year. In 2012 it produced worldwide about 1700.5 kilotons pressure-sensitive adhesives with a value of \$ 22.7 trillion. In 2018, an increase in world production was expected to reach around 2208.2 kilotons of self-adhesive adhesives valued at 31.64 billion USD, which has been approximately met, in the following years a further increase in the production of these materials is forecasted [1-3].

Keywords: pressure-sensitive adhesives, polymer, adhesion, cohesion

Słowa kluczowe: kleje samoprzylepne, polimery, adhezja, kohezja

---

---

**WYKAZ STOSOWANYCH SKRÓTÓW**

EVA	– poli(etylen-co-octan winylu)
HMA	– kleje hot melts
MFI	– wskaźnik szybkości płynięcia
NR	– naturalne kauczuki
PSA	– kleje samoprzylepne
PU-PSA	– poliuretanowe kleje samoprzylepne
$T_g$	– temperatura zeszklenia
UV	– ultra fiolet
ZZK	– związki zwiększające kleistość

## WPROWADZENIE

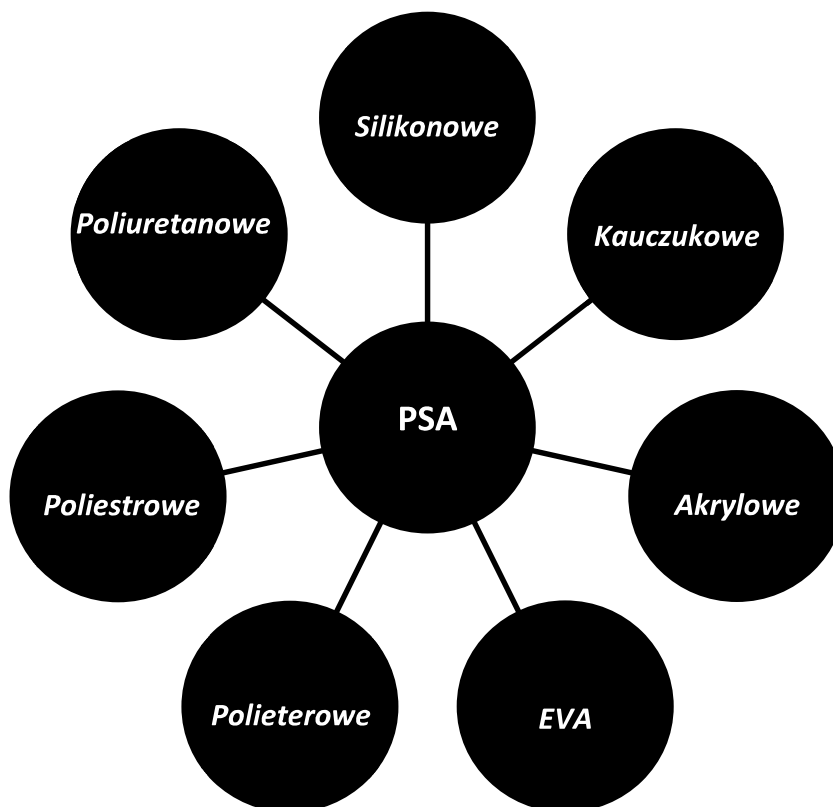
Historia klejów samoprzylepnych (PSA) sięga wynalazku R. Stanton Avery z 1935 roku, w którym otrzymano samoprzylepny produkt wykorzystując do jego produkcji pudełko po cygarach z dwoma wyciętymi otworami. Z chemicznego punktu widzenia kleje samoprzylepne to grupa klejów na bazie wielkocząsteczkowych polimerów cechujących się dobrą (spełniającą wymogi przemysłowe) adhezją oraz kohezją; wyróżniają je, spośród innych rodzajów klejów, stałe właściwości klejące w szerokim zakresie temperaturowym w czasie użytkowania, doskonała odporność na starzenie oraz stały poziom wytrzymałości na odrywanie [1-3]. Głównymi właściwościami istotnymi w procesie produkcji PSA są adhezja oraz kohezja (balans adhezyjno kohezyjny) jak i powiązana z nimi kleistość, ponadto zwraca się szczególną uwagę na skurcz oraz zwilżalność klejów samoprzylepnych [4].

### 1. KLEJE SAMOPRZYLEPNE

Kleje samoprzylepne (PSA) są materiałami niemetalicznymi używanymi do łączenia innych materiałów, głównie na ich powierzchniach poprzez adhezję i kohezję. Adhezja i kohezja to zjawiska, które można opisać termodynamicznie i chemicznie, ale w rzeczywistości nie można ich dokładnie zmierzyć. Wykazano, że coraz większe znaczenie w procesach łączenia ma klejenie w tym za pomocą klejów samoprzylepnych. Kleje samoprzylepne można opisać jako specjalną kategorię kleju, który w postaci suchej jest trwale lepki w temperaturze pokojowej i przylega do podłoża pod lekkim naciskiem, po czym można go usunąć bez pozostawiania pozostałości na podłożu; z mechanicznego punktu widzenia PSA to miękka, lepka substancja [5-7].

### 2. KLASYFIKACJA KLEJÓW SAMOPRZYLEPNYCH ZE WZGLĘDU NA RODZAJ POLIMERU

Jedną z najpopularniejszych klasyfikacji klejów samoprzylepnych jest podział według rodzaju polimeru bazowego. W tej klasyfikacji PSA są podzielone na siedem grup, odpowiednio: klej samoprzylepny akrylanowy, kauczukowy, silikonowy, poliuretanowy, poliestrowy, polieterowy i EVA (rys. 1) [7-8].



Rysunek 1. Grupy klejów samoprzylepnych podzielone ze względu na rodzaj polimeru  
Figure 1. Types of pressure-sensitive adhesives according to basic polymer kind

W tabelach 1-2 zebrano ogólne informacje na temat grupy klejów samoprzylepnych podzielonych według rodzaju polimerów bazowych. Podstawowe właściwości (adhezja odrywania, kohezja, kleistość, zakres temperatur, kolor adhezji), odporność (UV, rozpuszczalnik/chemikalia, plastyfikator, wilgoć) i koszty produkcji zostały przedstawione ogólnie dla całej grupy, np. wysoka, średnia, niska, dobra lub doskonała, z wyjątkiem zakresu temperatur i koloru kleju, gdzie podane są odpowiednio zakres w °C i kolor. W tabeli 3 podana charakterystyka ma więcej indywidualnych informacji dla każdej grupy [1, 6-7].

Tabela 1. Podstawowe właściwości różnego rodzaju PSA

Table 1. Basic properties of various types of PSA

Polimer bazowy	Adhezja	Kohezja	Kleistość	Zakres temperatur	Kolor kleju
<i>Akryl</i>	Średnia do wysokiej	Średnia do wysokiej	Niska do wysokiej	-40 do 160 °C	Klarowny do słomkowego
<i>Kauczuk</i>	Umiarkowana do wysokiej	Umiarkowana do wysokiej	Zazwyczaj wysoka	-40 do 70 °C	Żółty (z czasem mętnieje)
<i>Silikon</i>	Niska do umiarkowanej	Wysoka	Zazwyczaj niska	-50 do 260 °C	Klarowny
<i>Poliuretan</i>	Niska do średniej	Niska do średniej	Zazwyczaj niska	-30 do 120 °C	Klarowny do słomkowego
<i>Poliester</i>	Średnia do wysokiej	Niska do średniej	Średnia do wysokiej	-30 do 140 °C	Klarowny
<i>Polieter</i>	Niska do średniej	Niska do średniej	Średnia	-40 do 120 °C	Klarowny
<i>EVA</i>	Niska do średniej	Niska do średniej	Średnia	-30 do 50 °C	Mętny

Tabela 2. Odporność i koszt produkcji różnego rodzaju PSA

Table 2. Resistance and cost of production of various types of PSA

Polimer bazowy	Odporność				Koszty produkcji
	UV	Rozpuszczalnik/ chemikalia	Plastyfikator	Wilgoć	
<i>Akryl</i>	Doskonała	Średnia	Niska do średniej	Doskonała	Średnie
<i>Kauczuk</i>	Niska	Dobra	Ogólnie niska	Doskonała	Niskie
<i>Silikon</i>	Doskonała	Doskonała	Dobra	Doskonała	Wysokie
<i>Poliuretan</i>	Doskonała	Wysoka	Średnia	Doskonała	Wysokie
<i>Poliester</i>	Doskonała	Średnia	Średnia	Średnia	Średnie do wysokich
<i>Polieter</i>	Doskonała	Doskonała	Niska do średniej	Doskonała	Średnie
<i>EVA</i>	Doskonała	Doskonała	Dobra	Doskonała	Średnie

Tabela 3. Charakterystyka różnego rodzaju PSA  
 Table 3. Characteristics of various types of PSA

Polimer bazowy	Pozostałe cechy
<i>Akryl</i>	- Dobra odporność na hydrolizę - Łatwość aplikacji
<i>Kauczuk</i>	- Dobra kleistość do powierzchni o niskiej i wysokiej energii
<i>Silikon</i>	- Dobra kleistość do powierzchni o niskiej i wysokiej energii
<i>Poliuretan</i>	- Dobra usuwalność
<i>Poliester</i>	- Doskonała elastyczność
<i>Polieter</i>	- Dobra elastyczność
<i>EVA</i>	- Dobra elastyczność

## 2.1. AKRYLANOWE KLEJE SAMOPRZYLEPNE

Akrylanowe kleje samoprzylepne są najczęściej stosowanymi klejami samoprzylepnymi. Akryle oferują stabilność oksydacyjną i odporność na promieniowanie UV, są z natury lepkie i mogą być dostosowane do różnych zastosowań przez kopolimeryzację dwóch lub więcej monomerów, w tym nieakrylanów, takich jak octan winylu, N-winylopirolidon lub N-winylowy kaprolaktam. Spośród polimerów akrylanowych właściwości samoprzylepne wykazują te, które powstały w wyniku połączenia w łańcuchu polimerowym segmentów miękkich (niska temperatura zeszklenia  $T_g$ ), segmentów twardych (wysoka temperatura zeszklenia  $T_g$ ) i funkcjonalnych monomerów. Dzięki temu akrylanowe PSA spełniają najważniejsze wymagania dla kleju samoprzylepnego, takie jak wysoka kleistość (przyczepność przez dotyk), wysoka kohezja (stabilność wewnętrzna), wysoka adhezja (przyczepność), stabilność UV, pod wpływem rozpuszczalnika i temperatury. Rozpuszczalnikowe, rozpuszczalne w wodzie lub bezrozpuszczalnikowe akrylowe kleje PSA charakteryzuje doskonała odporność na starzenie i na podwyższone temperatury oraz wyjątkowa klarowność optyczna, a także brak żółknięcia i resztkowych monomerów w strukturze. Cechuje je najwyższa równowaga adhezyjno-kohezyjna z pośród wszystkich grup PSA oraz doskonałą odporność na wodę. Kleje akrylanowe są twardsze niż kleje na bazie kauczuków przez co charakteryzują się niższymi wartościami kleistości



w porównaniu do kauczuków. Niższa adhezja do niepolarnych poliolefin jest spowodowana polarnością klejów akrylowych. Ze względu na swoje właściwości kleje samoprzylepne na bazie polimerów akrylnowych znalazły wiele zastosowań np. na ich podstawie opracowano generację medycznych taśm samoprzylepnych i innych materiałów samoprzylepnych klasy medycznej, ponadto stosuje się je w różnych dziedzinach przemysłu jako taśmy przewodzące, maskujące czy montażowe, są używane do produkcji materiałów samoprzylepnych biurowych [9-10].

## 2.2. KAUCZUKOWE KLEJE SAMOPRZYLEPNE

Kauczukowe kleje samoprzylepne to specyficzna grupa PSA. Kauczuk naturalny (natural rubber - NR) charakteryzuje się znakomitymi właściwościami odkształceniowymi (mechanicznymi) ze względu na jego zdolność do krystalizacji podczas rozciągania; wypełniacze wzmacniające muszą być konieczne dodawane do NR w większości przypadków, aby uzyskać odpowiednie właściwości dla określonego zastosowania. Niemodyfikowane NR wykazują małą adhezję do wielu rodzajów powierzchni. Dobrze wiadomo, że parametry PSA, zwłaszcza adhezja (wytrzymałość na odrywanie), kleistość (kleistość sondy, kleistość kulki i kleistość pętli) oraz kohezja (wytrzymałość na ścinanie), silnie zależą od lepkością elastycznych właściwości klejów. Przy formułowaniu samoprzylepnego kleju na bazie kauczuku, elastomer stanowi składnik elastyczny, podczas gdy żywica klejąca o niskiej masie cząsteczkowej stanowi składnik lepki. Ponieważ sam NR nie zapewnia wymaganej adhezji i kleistości, konieczne jest mieszanie żywic klejących (na przykład alifatycznych lub aromatycznych węglowodorów, politerpenów, pochodnych żywicy) z NR, aby poprawić jego zwilżalność przylegającą i osiągnąć szybkie i skuteczne wiązanie. Przy określonych proporcjach mieszanek kompozycje kauczukowo-żywiczne stają się klejami samoprzylepnymi, podczas gdy w innych stężeniach nie zapewniają one odpowiedniej wydajności jak kleje PSA. Konieczne jest wybranie odpowiednich typów i stężeń związków zwiększających kleistość (ZZK), aby uzyskać dobre działanie PSA [11-12].

## 2.3. SILIKONOWE KLEJE SAMOPRZYLEPNE

Silikonowe kleje samoprzylepne są szeroko stosowane w taśmach samoprzylepnych, etykietach i tam, gdzie warunki aplikacji lub charakter powierzchni podłoża przekraczają możliwości PSA na bazie polimerów organicznych. Połączenie unikalnych właściwości silikonów, takich jak wysoka elastyczność wiązań Si-O-Si, słabe oddziaływanie międzycząsteczkowe, niskie napięcie powierzchniowe, doskonała stabilność termiczna i wysoka przezroczystość

UV, często wyjaśnia, dlaczego silikonowe kleje PSA mają lepszą wydajność przy skrajnie wysokich i niskich temperaturach, doskonałe właściwości elektryczne, odporność chemiczną i wyjątkową odporność na warunki atmosferyczne w porównaniu z organicznymi PSA. Są obojętne i bardzo hydrofobowe, ale nadal mają rozsądną przepuszczalność wilgoci. Silikonowe PSA zwykle składają się z polimerów silikonowych z grupami funkcyjnymi (choć polimery z winylowymi grupami funkcyjnymi stosuje się w utwardzalnych PSA) i siloksanowe żywice MQ z silanolowymi grupami funkcyjnymi. Grupy dimetylowe wokół szkieletu polisiloksanowego Si–O–Si są odpowiedzialne za właściwości niskiego napięcia powierzchniowego i zdolność silikonowych PSA do zwilżania i wiązania z podłożami o powierzchniach charakteryzujących się niską energią, takich jak folie Teflon® i Kapton®. Żywica siloksanowa MQ zapewnia przyczepność i doskonałą stabilność w wysokiej temperaturze. Od czasu wprowadzenia ich na rynek w latach 60. silikony PSA znalazły zastosowanie w różnych dziedzinach. Niektóre z dawnych sposobów wykorzystania silikonowych PSA znajdują zastosowanie w operacjach przemysłowych (maskowanie, łączenie, owijanie), a także w sektorze elektrycznym i elektronicznym, opieki medycznej i opieki zdrowotnej oraz w sektorze motoryzacyjnym. Od 2000 r. istnieje duże zainteresowanie nowymi zastosowaniami silikonowych PSA, zwłaszcza w zastosowaniach takich jak taśmy medyczne i przemysłowe. Powyższe przykłady opisują rosnący zakres potencjalnych zastosowań komercyjnych, w których silikonowe PSA są wykorzystywane [7-8].

#### 2.4. POLIURETANOWE KLEJE SAMOPRZYLEPNE

Poliuretanowe kleje samoprzylepne (PU-PSA) są wyróżniającą się klasą polimerów, ze względu na szeroki zakres zastosowań wynikający z ich właściwości, które mogą być dowolnie dostosowane przez zmianę ich składników. Od czasu odkrycia poliuretanów przez Otto Bayera i współpracowników w 1937 r. zostały rozwinięte i uważa się je za unikalną klasę syntetycznych polimerów o szerokim zakresie zastosowań. PU ma bardzo elastyczną budowę z miękkimi i twardymi blokami w swojej strukturze, które są odpowiedzialne za jego właściwości hydroksymechaniczne. W PU-PSA twardy segment izocyjanianowy (–NCO) odpowiada za właściwości hydroksymechaniczne, podczas gdy segment miękki hydroksylu (–OH) zapewnia właściwości zwilżające. Kleje te charakteryzują bardzo dobre właściwości użytkowe np. dobra adhezja do większości podłoży (wiążą się z powierzchnią przez wiązanie wodorowe), mała masa cząsteczkowa (tj. mały rozmiar cząsteczkowy) zapewnia większą szybkość przenikania wilgoci lub powietrza. Najważniejszymi właściwościami użytkowymi PSA na bazie PU są właściwości adhezyjne (np. kleistość, adhezja i kohezja),

szybkość przenoszenia wilgoci lub powietrza i skurcz. Poliuretanowe kleje samoprzylepne spełniają wiele spośród wymagań przemysłu pod względem wydajności, środowiska i łatwości praktycznego zastosowania. Są one szeroko stosowane w samoprzylepnych, uszczelniających i elektrycznych produktach ze względu na niską temperaturę zeszklenia ( $T_g$ ) od  $-40$  do  $-60^\circ\text{C}$ , hydrofobowość, odporność na działanie kwasów i doskonałe właściwości dielektryczne. Samoprzylepne kleje poliuretanowe mają wysoką kleistość i wydłużony czas noszenia [13–15].

### 2.5. POLIESTROWE KLEJE SAMOPRZYLEPNE

Poliestrowe kleje samoprzylepne można podzielić na dwie odrębne grupy: nasycone (termoplastyczne) i nienasycone (termoutwardzalne). Nasycone poliestry są produktami reakcji dwufunkcyjnych kwasów i dwufunkcyjnych alkoholi lub glikoli. Ich zastosowanie jako kleju jest niewielkie, z wyjątkiem hot melts (wysoka wydajność). Nienasycone (termoutwardzalne) poliestry, które wymagają katalitycznego utwardzania, mają kilka zastosowań jako kleje. Zwykle obejmują one wiązanie podłoży poliestrowych. Kleje poliestrowe są również stosowane w zestawach latających do naprawy łodzi z włókna szklanego, nadwozi samochodowych i podłóg betonowych. Inne drobne zastosowania obejmują klejenie laminatów poliestrowych do poliestru lub metalu oraz jako kleje do urządzeń optycznych [8, 16]. Poliesterowe PSA to nowo zaprojektowane plastyczne kleje, których synteza oparta jest na wiązaniu estrowym.

### 2.6. POLIETEROWE KLEJE SAMOPRZYLEPNE

Polieterowe PSA mają wiązania eterowe, jak poliuretany. Poliuretany syntetyzowane z polieteropoliolu są określane jako polieterouretany. Choć większość obecnie stosowanych poliuretanów jest typu polieterowego ze względu na ich wysoką odporność na hydrolizę. Ta grupa PSA (polieterouretany) charakteryzuje się wysoką elastycznością i jest stosunkowo dobrze przepuszczalna dla powietrza [17-18]. Polieterowe PSA to nowo zaprojektowane plastyczne kleje, których synteza oparta jest na wiązaniu eterowym.

### 2.7. KLEJE SAMOPRZYLEPNE NA BAZIE EVA

Kleje samoprzylepne na bazie octanu etylenu i winylu (EVA) mają szeroki zakres wskaźnika szybkości płynięcia (MFI) i dobre właściwości adhezyjne do różnych materiałów przy czym koszt ich otrzymywania jest relatywnie niski. Dlatego kopolimer EVA jest najpopularniejszym polimerem termoplastycznym

stosowanym w przemyśle klejów hot melts (HMA). Ogólne kopolimery EVA stosowane w HMA mają 18–40 % wagowych zawartości octanu winylu, a ich MFI wynosi 2–400 dg/min. Właściwości kopolimerów EVA zależą głównie od zawartości octanu winylu i MFI. Ogólnie MFI oznacza szybkość płynięcia materiałów polimerowych przy ustalonym ciśnieniu i temperaturze. Zatem wysoki MFI oznacza lepszą właściwość formowania wtryskowego. Ich zastosowania obejmują klejenie papieru, kartonu, drewna, tkanin itp. Stosuje się je w temperaturach od -34 do 49 °C. Przy odpowiednich modyfikacjach można stosować je do zastosowań nienośnych w temperaturach około 71 °C. EVA reprezentują największą grupę stosowanych klejów topliwych, używanych głównie w zastosowaniach do pakowania i montażu drewna. Struktura domenowa kopolimerów EVA składa się ze sztywnych i częściowo krystalicznych bloków polietylenowych oraz elastycznych, miękkich i polarnych amorficznych bloków octanu winylu. Związki zwiększające kleistość są powszechnie dodawane w celu zwiększenia wartości kleistości HMA - samoprzylepnego kleju na bazie EVA i styrenowych kopolimerów blokowych. Związki te muszą być odpowiednio kompatybilne z polimerem bazowym, mieć bardzo niską masę cząsteczkową w stosunku do podstawowego elastomeru i mieć temperaturę zeszklenia ( $T_g$ ) wyższą niż temperatura podstawowego elastomeru. Dlatego dodatek ZZK modyfikuje właściwości lepkości, reologii i adhezji. PSA oparte na EVA są stosowane w plastrach samoprzylepnych z transdermalnym (przezskórnym) dostarczaniem leków w przemyśle farmaceutycznym [16, 19].

### UWAGI KOŃCOWE

Rynek i technologia wysokiej jakości klejów samoprzylepnych rozwija się bardzo szybko. Rozwój ten jest wynikiem ekspansji zarówno istniejących, jak i nowych dziedzin zastosowań klejów samoprzylepnych. Samoprzylepne polimery stosowane do produkcji klejów samoprzylepnych są bezpośrednio związane z ich strukturą, co czyni je wyjątkowymi na skalę światową. Światowy rynek taśm samoprzylepnych wzrasta o 5,5% rocznie. W 2012 r. wyprodukowano na całym świecie około 1700,5 kiloton klejów samoprzylepnych o wartości 22,7 bln USD. W 2018 r. przewidywany był wzrost światowej produkcji do około 2208,2 kiloton klejów samoprzylepnych o wartości 31,64 bln USD, który w przybliżeniu został spełniony, w kolejnych latach prognozowany jest dalszy wzrost produkcji tych materiałów [1-3].

## PIŚMIENNICTWO CYTOWANE

- [1] Z. Czech, A. Kowalczyk, J. Świdorska, *Wide Spectra Qual. Control*, 2011, **17**, 310.
- [2] Z. Czech, R. Milker, *Mater. Sci.-Pol.*, 2005, **4**, 1015.
- [3] A.K. Antosik, Z. Czech, *Wiad. Chem.*, 2015, **69**, 111.
- [4] B. Pang, Ch.-M.Ryu, H.-II Kim, *J. Appl. Polym. Sci.*, 2012, **129**, 276.
- [5] Z. Czech, A. Malec, *Pol. J. Chem. Tech.*, 2006, **2**, 5.
- [6] Z. Czech, *Polimery*, 2002, **47**, 234.
- [7] S.B. Lin, L.D. Durfee, R.A. Ekeland, J. McVie, G.K. Schalaus, *J. Adhes. Sci. Tech.*, 2007, **21**, 605.
- [8] I. Benedek, *Pressure-sensitive adhesives and applications*, Marcel Dekker, New York, 2005.
- [9] R.S. Gurney, A. Morse, E. Siband, D. Dupin, S.P. Armes, H.L. Keddie, *J. Colloid Interface Sci.*, 2015, **448**, 8.
- [10] A. Kowalski, Z. Czech, *Int. J. Adhes. Adhes.*, 2015, **60**, 9.
- [11] S.Y. Lee, S.N. Gan, *Compps. Interface*, 2013, **20**, 177.
- [12] B.T. Poh, S.K. Cheong, *J. Appl. Polym. Sci.*, 2012, **124**, 1031.
- [13] M. Sultan, K.M. Zia, H.N. Bhatti, T. Jamil, R. Hussain, M. Zuber, *Carbohydr. Polym.*, 2012, **87**, 397.
- [14] Z. Czech, R. Petech, *Prog. Org. Coat.*, 2010, **67**, 72.
- [15] Y. Nakamura, S. Nakano, K. Ito, K. Imamura, S. Fujii, M. Sasaki, Y. Urahama, *J. Adhes. Sci. Tech.*, 2013, **27**, 263.
- [16] S. Ebnesaajad, A.H. Landrock, *Adhesives Technology Handbook*, William Andrew, Norwich, 2008.
- [17] H.S. Tan, W.R. Pfister, *Pharm. Sci. Tech. Today*, 1999, **2**, 60.
- [18] S. Kandavilli, V. Nair, R. Panchagnula, *Pharm. Technol.*, 2002, **1**, 62.
- [19] Y.-J. Park, H.-S. Joo, H.-J. Kim, Y.-K. Lee, *Int. J. Adhes. Adhes.*, 2006, **26**, 571.

Praca wpłynęła do Redakcji 1 lipca 2019 r.