

# NOMENKLATURA I TERMINOLOGIJA iz područja polimera i polimernih materijala, VII.

## DEFINICIJE OSNOVNIH POJMOVA KOJI SE ODNOSU NA POLIMERNE MJEŠAVINE, KOMPOZITE I VIŠEFAZNE POLIMERNE MATERIJALE, VII.1

Preporuke IUPAC 2004.  
Preporuke HDKI i HKD 2009.

Preveli  
GROZDANA BOGDANIĆ  
ANA ERCEG KUZMIĆ  
RADIVOJE VUKOVIĆ

Recenzenti  
IVAN ŠMIT  
MARICA IVANKOVIĆ

HDKI / Kemija u industriji  
Zagreb 2009.

## SADRŽAJ

Uvod. . . . .	391
1. Osnovni pojmovi u području polimernih mješavina . . . . .	391
2. Ponašanje faznih domena . . . . .	396
3. Domene i morfologije . . . . .	398
Literatura. . . . .	400
Bibliografija . . . . .	400
Abecedno kazalo pojmova . . . . .	401
Summary. . . . .	403

**Međunarodna unija za čistu i primijenjenu kemiju**  
**Sekcija za makromolekule**  
**Povjerenstvo za nomenklaturu makromolekula\***  
**Podkomitet za terminologiju makromolekula\*\***

KUI – 17/2009  
 Prispjelo 23. veljače 2009.  
 Prihvaćeno 21. travnja 2009.

## Definicije osnovnih pojmova koji se odnose na polimerne mješavine, kompozite i višefazne polimerne materijale,\*\*\* VII. 1

Preporuke IUPAC 2004.

Preporuke HDKI i HKD 2009.

Priredio za tisak:

W. J. Work

Preveli:

G. Bogdanić, A. Erceg Kuzmić i R. Vuković  
 INA – Industrija nafte d.d., Sektor istraživanja i razvoja  
 Lovinčičeva b.b., p.p. 555, 10 002 Zagreb

**Sažetak:** Dokument definira pojmove uvriježene u području polimernih mješavina i kompozita, a odnosi se na mješavine komponenata različitog kemijskog sastava ili molekulske mase u kojima je polimer kontinuirana faza. Popratni su termodinamički opisi uglavnom ograničeni na binarne mješavine iako se načelno mogu proširiti i na višekomponentne sustave.

Dokument je podijeljen u tri poglavlja. Prvim su definirani osnovni pojmovi polimernih mješavina, drugim oni koji se najčešće primjenjuju za opisivanje ponašanja faznih domena polimernih mješavina. U trećem poglavlju definirani su pojmovi uobičajeni pri opisima morfologija fazno-razdvojenih polimernih mješavina.

**Ključne riječi:** Polimerne mješavine, kompoziti, višefazni polimerni materijali, osnovni pojmovi

\* Članovi Komisije za nomenklaturu makromolekula (postoji do 2002.) u vrijeme pripreme ovog dokumenta (1993.–2003.):

**Naslovni članovi:** R. E. Bareiss (Njemačka, do 1993.); M. Barón (Argentina, pridruženi član od 1995., naslovni član od 1996., tajnik od 1998.); K. Hatada (Japan, do 1997., pridruženi član do 1999.); M. Hess (Njemačka, pridruženi član od 1996., naslovni član od 1998., predsjednik od 2000.); K. Horie (Japan, pridruženi član od 1996., naslovni član od 1998.); R. G. Jones (Velika Britanija, po potrebi naslovni član do 1997., naslovni član od 1998.); J. Kahovec (Češka, do 1999.); P. Kubisa (Poljska, pridruženi član od 1996., naslovni član od 2000.); E. Maréchal (Francuska, pridruženi član 1992.–1993., 2000.–2001., naslovni član 1994.–1999.); I. Meisel (Njemačka, pridruženi član od 1998., naslovni član od 2000.); W. V. Metanovski (SAD, do 1999.); C. Noël (Francuska, do 1997.); V. P. Shibaev (Rusija, do 1995., pridruženi član do 1999.); R. F. T. Stepto (Velika Britanija, predsjednik do 1999.); E. S. Wilks (SAD, pridruženi član od 1998., naslovni član od 2000.); W. J. Work (USA, tajnik to 1997.).

**Pridruženi članovi koji su sudjelovali u pripremi dokumenta:** J.-I. Jin (Koreja, nacionalni predstavnik do 1993., pridruženi član od 1994.); T. Kitayama (Japan, od 2000.); S. Penczek (Poljska, od 1994.); J. Vohlřídál (Češka, od 2000.).

**Nacionalni predstavnici koji su sudjelovali u pripremi dokumenta:** W. Mormann (Njemačka, od 2000.).

## Uvod

Svrha je dokumenta definirati pojmove koji se najčešće rabe u području polimernih mješavina i kompozita. Ograničen je na mješavine komponenata različitog kemijskog sastava ili molekulske mase u kojima je polimer kontinuirana faza. Mnogi materijali opisani pojmom "višefazni" dvofazni su sustavi koji mogu sadržavati mnoštvo fino dispergiranih faznih domena. Odgovarajući termodinamički opisi uglavnom su ograničeni na binarne mješavine iako se mogu, a u znanstvenoj se literaturi primjenjuju i na višekomponentne sustave. Kristalni i kapljevit kristalni polimeri razmatrani su u drugim dokumentima<sup>1,2</sup> te ovdje nisu predmet rasprave.

Dokument je podijeljen u tri poglavlja. Prvim su definirani osnovni pojmovi polimernih mješavina, drugim oni koji se najčešće upotrebljavaju za opisivanje ponašanja faznih domena polimernih mješavina. U trećem poglavlju definirani su pojmovi uobičajeni pri opisima morfologija fazno-razdvojenih polimernih mješavina.

Opći pojmovi koji opisuju sastav sustava definirani u referenciji 3 upotrebljeni su bez dodatnog objašnjenja. Impliцитne su definicije u dokumentu tiskane podebljano.

## 1. Osnovni pojmovi u području polimernih mješavina

### 1.1 polimerna mješavina (polymer blend)

Makroskopski homogena mješavina dviju ili više različitih vrsta polimera.<sup>3,4</sup>

*Napomene:*

1. Vidi Gold Book,<sup>3</sup> str. 312.

\*\* Članovi Podkomiteta za terminologiju makromolekula (djeluje od 2002.) koji su sudjelovali u pripremi ovog dokumenta (1993.–2003.):

M. Hess (Njemačka, predsjednik); M. Barón (Argentina, tajnik); G. Allegra (Italija); A. Fradet (Francuska); J. He (Kina); K. Horie (Japan); A. D. Jenkins (Velika Britanija); J.-I. Jin (Koreja); R. G. Jones (Velika Britanija); J. Kahovec (Češka); T. Kitayama (Japan); P. Kratochvíl (Češka); P. Kubisa (Poljska); I. Meisel (Njemačka); W. V. Metanovski (SAD); G. Moad (Australija); W. Mormann (Njemačka); S. Penczek (Poljska); L. P. Rebelo (Portugal); M. Rinaudo (Francuska); I. Schopov (Bugarska); M. Schubert (SAD); V. P. Shibaev (Rusija); S. Slomkowski (Poljska); R. F. T. Stepto (Velika Britanija); D. Tabak (Brazil); J. Vohlřídál (Češka); E. S. Wilks (SAD); W. J. Work (SAD).

**Ostali koji su sudjelovali u pripremi dokumenta:** S. Akiyama (Japan); P. Avakian (SAD); K. Binder (Njemačka); C. Bucknall (Velika Britanija); R. Gilbert (Australija); J. He (Kina); J. S. Higgins (Velika Britanija); T. Inoue (Japan); B.-J. Jungnickel (Njemačka); R. Koningsveld (Nizozemska); J. Lertola (SAD); T. Nishi (Japan); T. Nose (Japan); D. Paul (SAD); I. Plotzker (SAD); L. A. Utracki (Kanada); B. Wood (SAD).

\*\*\* Definitions of Terms Related to Polymer Blends, Composites, and Multiphase Polymeric Materials, *Pure Appl. Chem.* **76** (11) 1985–2007 (2004)  
 Izradila radna skupina: W. J. Work, K. Horie, M. Hess i R. F. T. Stepto.

2. U većini slučajeva mješavine su homogene na razini barem nekoliko puta većoj od valne duljine vidljivog svjetla.
3. U načelu sastojci mješavine su razdvojeni u fizikalnom smislu.
4. Ne uzima se u obzir mješljivost odnosno nemješljivost sastavnih makromolekula, tj. ne uzima se u obzir broj faznih domena.
5. Uporaba pojma "polimerna legura" za "polimernu mješavinu" ne preporučuje se budući da prvi pojam podrazumijeva višefazne kopolimere, ali isključuje nemješljive polimerne mješavine (vidi **1.3**).
6. Broj polimernih komponenata koje tvore mješavinu često se označava pridjevima binarna, ternarna, kvaterna.

### 1.2 mješljivost (miscibility)

Sposobnost mješavine da tvori jednu fazu u određenom području temperature, tlaka i sastava.

*Napomene:*

1. Postojanje jedne faze ovisi o kemijskoj strukturi, raspodjeli molekulske mase i molekulske građi sastojaka mješavine.
2. Postojanje jedne faze u mješavini može se utvrditi metodom raspršenja svjetlosti, rendgenskog zračenja i neutrona.

3. Za dvokomponentnu mješavinu nužan i dovoljan uvjet za stabilnu ili metastabilnu ravnotežu homogene faze je

$$\left( \frac{\partial^2 \Delta_{\text{mix}} G}{\partial \phi^2} \right)_{T,p} > 0, \text{ gdje je } \Delta_{\text{mix}} G \text{ Gibbsova energija mi-}$$

ješanja, a  $\phi$  sastav, obično volumni udjel jedne od komponenata. Sustav je nestabilan kad je druga derivacija navedenog izraza negativna. Granična linija (spinodala) između (meta)stabilnog i nestabilnog stanja definirana je izrazom

$$\left( \frac{\partial^2 \Delta_{\text{mix}} G}{\partial \phi^2} \right)_{T,p} = 0. \text{ Ako sastavi dviju konjugiranih (ko-}$$

egzistirajućih) faza postaju identični pri promjeni temperature ili tlaka, onda je treća derivacija također jednaka nuli (definicija kritičnog stanja).

4. Ako je mješavina termodinamički metastabilna pogodnom nukleacijom dolazi do razdvajanja faza (vidi **2.5**). Kad je mješavina termodinamički nestabilna dolazi do spinodalnog razdvajanja (vidi **2.8**) ili razdvajanja nukleacijom i rastom ako je došlo do prikladne nukleacije, pod uvjetom da su kinetičke smetnje minimalne.

### 1.3 mješljiva polimerna mješavina (miscible polymer blend) i homogena polimerna mješavina (homogeneous polymer blend)

Mješljiva polimerna mješavina (vidi **1.2**).

*Napomene:*

1. Polimerna mješavina je mješljiva kad su zadovoljeni uvjeti mješljivosti (vidi **1.2**).
2. Mješljivost se ponekad pogrešno utvrđuje na osnovu samo jednog staklišta,  $T_g$ , ili optičke prozirnosti mješavine.
3. Mješljiv sustav može biti termodinamički stabilan ili metastabilan (vidi napomenu 4 u **1.2**).
4. Komponente lančastih struktura koje bi trebale biti mješljive ne pokazuju mješljivost ukoliko se molekulska građa promijeni, npr. umreženjem.

### 1.4 homologna polimerna mješavina (homologous polymer blend)

Mješavina dviju ili više frakcija istog polimera različite raspodjele molekulske mase.

### 1.5 izomorfna polimerna mješavina (isomorphic polymer blend)

Mješavina dvaju ili više djelomice kristalnih polimera koji su mješljivi u kristalnom i rastaljenom stanju.

*Napomene:*

1. Takva mješavina pokazuje jedno staklišta,  $T_g$ , i jedno talište,  $T_m$ , čije vrijednosti ovise o sastavu.
2. Takvo ponašanje je izuzetno rijetko; poznato je samo nekoliko primjera.

### 1.6 kompleks polimer-polimer (polymer-polymer complex)

Kompleks, čije su komponente najmanje dva različita polimera.<sup>3</sup>

*Napomene:*

1. Vidi Gold Book,<sup>3</sup> str. 313.
2. Kompleks je molekulska cjelina sastavljena od dvije ili više komponenata ionskog odnosno neionskog karaktera (vidi Gold Book,<sup>3</sup> str. 81).

3. Iako je unutarnja energija vezanja između pojedinih komponenata u interakciji kompleksiranja slabija od kovalentne veze, ukupna energija vezanja za svaku pojedinu molekulu može biti veća od energije pojedine kovalentne veze.

4. Svojstva ovdje definiranog kompleksa razlikuju se od definicije u referenciji 3, naime zbog ponavljajuće prirode polimernih molekula može biti mnogo pojedinačnih interakcija koje zajedno osiguravaju jače vezanje od pojedinačne kovalentne veze.

### 1.7 metastabilna mješljivost (metastable miscibility)

Svojstvo mješavine da neodređeno vrijeme postoji kao jedna faza, a mala ili nikakva energijska barijera razdvaja je od termodinamički stabilnijeg višefaznog sustava.

*Napomene:*

1. Vidi Gold Book,<sup>3</sup> str. 255.
2. Mješavine metastabilne mješljivosti mogu ostati nepromijenjene ili se mogu fazno razdvojiti, većinom zbog nukleacije ili spinodalnog razdvajanja.

### 1.8 metastabilna mješljiva polimerna mješavina (metastable miscible polymer blend)

Polimerna mješavina metastabilne mješljivosti.

*Napomena:*

Zbog male pokretljivosti polimernih lanaca, posebno u staklastom stanju, metastabilne mješavine mogu postojati neodređeno vrijeme bez razdvajanja faza. To često dovodi do zbrke, pa se metastabilnim mješljivim mješavinama kri- pripisuje da su mješljive mješavine.

### 1.9 prožimajuća polimerna mreža (interpenetrating polymer network)

*Preporučena skraćenica: IPN*

Polimer sastavljen od dviju ili više polimernih mreža koje su barem djelomično isprepletene na molekulske razini, ali

nisu međusobno kovalentno vezane i ne mogu se razdvojiti bez kidanja kemijske veze.<sup>4</sup>

*Napomene:*

1. Vidi Gold Book<sup>3</sup>, str. 205.
2. Mješavina dviju ili više prethodno priređenih polimernih mreža nije prožimajuća polimerna mreža.
3. IPN se može opisati i prema postupku sinteze. Kad je IPN priređena postupkom u kojem druga komponenta mreže polimerizira nakon završetka polimerizacije prve komponente, naziva se **postupno prožimajuća polimerna mreža**. Kad je IPN priređena postupkom u kojem obje komponente mreže polimeriziraju istodobno, naziva se **istodobno prožimajuća polimerna mreža**.

### 1.10 djelomice prožimajuća polimerna mreža (semi-interpenetrating polymer network)

*Preporučena skraćena:* SIPN

Polimer sastavljen od jedne ili više polimernih mreža te jednog ili više linearnih ili granatih polimera, a karakterizira ih prodiranje na molekularnoj razini najmanje jedne od mreža s nekim od linearnih ili granatih lanaca.<sup>4</sup>

*Napomene:*

1. Vidi Gold Book,<sup>3</sup> str. 372.
2. Djelomice prožimajuće polimerne mreže razlikuju se od prožimajućih jer se linearni ili granati makromolekulski lanci u načelu mogu razdvojiti od polimerne mreže bez kidanja kemijskih veza i zbog toga se smatraju polimernim mješavinama.
3. Djelomice prožimajuće polimerne mreže mogu se također definirati na osnovi postupka sinteze. Kad je SIPN priređen postupkom u kojem druga komponenta polimerizira ili se ugrađuje nakon završetka polimerizacije prve polimerne komponente, naziva se **postupno djelomice prožimajuća polimerna mreža**. Ako je SIPN priređen postupkom u kojem polimerne komponente polimeriziraju istodobno, naziva se **istodobno djelomice prožimajuća polimerna mreža** (ova napomena je drugačija od one u referenciji 4 kako bi se istaknulo da se linearni ili granati polimer može ugraditi u mrežu i drugim načinima osim polimerizacijom, npr. difuzijom linearnog ili granatog lanca u nabubrenu mrežu).

### 1.11 nemješljivost (immiscibility)

Nesposobnost mješavine da tvori samo jednu fazu.

*Napomene:*

1. Nemješljivost može biti ograničena na određeno područje temperature, tlaka i sastava.
2. Nemješljivost ovisi o kemijskoj strukturi, raspodjelama molekularnih masa i molekularnoj građi komponenata.

### 1.12 nemješljiva polimerna mješavina (immiscible polymer blend) i heterogena polimerna mješavina (heterogeneous polymer blend)

Nemješljiva polimerna mješavina.

### 1.13 kompozit (composite)

Višekomponentni materijal sastavljen od više različitih (nepolinoviti) faznih domena, a barem jedna vrsta fazne domene je kontinuirana faza (vidi **3.12**).

*Napomena:*

Pjenaste tvari kao višefazni materijali sastavljeni od plina dispergirano u kapljevini ili krutini ne smatraju se kompozitima.

### 1.14 polimerni kompozit (polymer composite)

Kompozit u kojem je najmanje jedna komponenta polimer.

### 1.15 nanokompozit (nanocomposite)

Kompozit u kojem najmanje jedna faza ima barem jednu dimenziju reda veličine nanometra.

### 1.16 laminat (laminates)

Višeslojni materijal. Slojevi se razlikuju po sastavu, profilu sastava ili anizotropijom svojstava.

*Napomene:*

1. Laminati mogu tvoriti dva ili više slojeva različitih polimera.
2. Kompozitni laminati općenito se sastoje od jednog ili više temeljnih slojeva, često vlaknastih, impregniranih otvrdnjivim polimerom, otvrdnjivim polimerima ili kapljevitim reaktantima.
3. Temeljni sloj je obično tkani ili netkani materijal u obliku folije (npr. stakleno tkanje, papir, bakrena folija).
4. Pojedinačni sloj laminata naziva se **lamina**.

### 1.17 laminacija (lamination)

Postupak izrade laminata.

### 1.18 delaminacija (delamination)

Raslojavanje laminata kidanjem strukture u ravninama paralelnim sa slojevima.

### 1.19 impregniranje (impregnation)

Prodiranje monomernih, oligomernih ili polimernih kapljevina u snop vlakana.

*Napomene:*

1. Ova definicija specifična je za polimernu znanost. Alternativna definicija "impregniranje" pojavljuje se u nekim drugim područjima kemije (vidi Gold Book,<sup>3</sup> str. 197).
2. Impregniraju se obično tkanine ili pređa.

### 1.20 prepreg (prepreg)

Temeljne folije impregnirane otvrdnjivim polimerom, otvrdnjivim polimerima, kapljevitim reaktantima ili plastomerima, pripremljene za proizvodnju laminata.

*Napomene:*

1. Vidi **1.16**, napomene 2 i 3.
2. Tijekom impregniranja otvrdnjivi polimer, otvrdnjivi polimeri ili kapljeviti reaktanti mogu reagirati do određenog stupnja (**stupanj dozrijevanja**).

### 1.21 interkalacija (intercalation)

Postupak kojim se tvar umeće u postojeće šupljine molekularnih dimenzija druge tvari.

*Napomena:*

Ova definicija specifična je za polimernu znanost. Alternativna definicija "interkalacija" pojavljuje se u nekim drugim područjima kemije (vidi Gold Book,<sup>3</sup> str. 202).

**1.22 ljuštenje (exfoliation)**

Odvajanje pojedinačnih tankih slojeva od višeslojne strukture.

*Napomena:*

U slučaju nanokompozitnih materijala sloj je debljine reda veličine nekoliko nanometara.

**1.23 vlaženje (wetting)**

Postupak kojim se međusloj između čvrstog tijela i plina zamjenjuje međuslojem između istog čvrstog tijela i kapljevine.

**1.24 adhezija (adhesion)**

Povezivanje dvaju tijela međuslojnim silama ili mehaničkim blokiranjem u mikrometarskom ili manjem mjerilu.

**1.25 kemijska adhezija (chemical adhesion)**

Povezivanje (vidi **1.25**) dvaju tijela u međusloju ionskim ili kovalentnim vezanjem molekula s obje strane međusloja.

**1.26 međuslojna adhezija (interfacial adhesion)**

Povezivanje (vidi **1.25**) međuslojeva između faza ili komponenti međumolekulskim silama, prepletanjem lanaca ili oboje.

*Napomene:*

1. Međuslojna adhezija naziva se još i **lijepljenje**.
2. **Čvrstoća adhezije** (preporučena oznaka:  $F_a$ , jedinica:  $\text{N m}^{-2}$ ) je sila potrebna za razdvajanje jedne kondenzirane faze domene od druge u graničnom sloju faznih domena, podijeljena s površinom graničnog sloja.
3. **Napetost graničnog sloja** (preporučena oznaka:  $\gamma$ , jedinica:  $\text{N m}^{-1}$ ,  $\text{J m}^{-2}$ ) je promjena Gibbsove energije po jedinici promjene površine međusloja (graničnog sloja) za tvari koje su u fizičkom kontaktu.
4. Ne preporučuje se izraz **energija graničnog sloja** za napetost graničnog sloja.

**1.27 međupovršinsko vezanje (interfacial bonding)**

Vezanje dodirnih površina dvaju tijela međumolekulskim silama.

*Napomena:*

Primjeri međumolekulskih sila su kovalentne, ionske, van der Waalove i vodikove veze.

**1.28 lom na međupovršini (interfacial fracture)**

Krhak lom u međusloju.

**1.29 napuklina, pukotina (craze)**

Šupljina slična pukotini nastala istezanjem polimera čije napregnute niti premošćuju procijep između površina šupljine.

*Napomena:*

Deformacija materijala praćena neznatnim promjenama volumena; stoga se napuklina sastoji od niti i šupljina.

**1.30 dodatak, aditiv (additive)**

Tvar koja se dodaje polimeru.

*Napomene:*

1. Ova definicija specifična je za polimernu znanost. Alternativna definicija "aditiv" pojavljuje se u nekim drugim područjima kemije (vidi Gold Book,<sup>3</sup> str. 10).
2. Aditiv je minorna komponenta stvorene smjese i obično modificira svojstva polimera.
3. Primjeri aditiva jesu antioksidansi, omekšavala, usporivači gorenja, sredstva za olakšanje prerade, drugi polimeri, bojila, UV apsorberi i punila.

**1.31 dodatak međusloju (interfacial agent)**

Aditiv koji smanjuje međuslojnu energiju između faznih domena.

**1.32 kompatibilnost (compatibility)**

Sposobnost pojedinih sastojaka da u mješavini nemješljivih polimera (vidi **1.12**) ili u polimernom kompozitu (vidi **1.14**) pokaže međupovršinsku adheziju (vidi **1.27**).

*Napomene:*

1. Ne preporučuje se uporaba izraza "kompatibilnost" za opisivanje mješljivih sustava.
2. O kompatibilnosti se često zaključuje na osnovi opažanja mehaničke cjelovitosti pri određenim uvjetima uporabe kompozita ili nemješljive polimerne mješavine.

**1.33 kompatibilizacija (compatibilization)**

Postupak modifikacije svojstava na međupovršini u nemješljivoj polimernoj mješavini koji rezultira nastajanjem međufaza (vidi **3.6**) i stabiliziranjem morfologije, što dovodi do stvaranja polimerne legure.

*Napomena:*

Kompatibilizacija se može postići dodavanjem odgovarajućih kopolimera ili kemijskom modifikacijom međupovršina fizikalnom obradom (tj. zračenjem ili toplinski) ili reaktivnom preradom.

**1.34 stupanj kompatibilnosti (degree of compatibility)**

Mjera čvrstoće vezanja među komponentama koje tvore kompozit ili nemješljivu polimernu mješavinu (vidi **1.12**).

*Napomene:*

1. Stupanj kompatibilnosti često se procjenjuje na osnovi mehaničkih karakteristika kompozita, debljine međufaze (vidi **3.6**) ili veličina faznih domena kompozita u odnosu na odgovarajuća svojstva nekompatibilnih kompozita.
2. Izraz **stupanj nekompatibilnosti** ponekad se upotrebljava umjesto stupnja kompatibilnosti. Njegova uporaba se ne preporučuje jer se nekompatibilnost odnosi na slabost međupovršinskog vezanja.

### 1.35 kompatibilna polimerna mješavina (compatible polymer blend)

Nemješljiva polimerna mješavina (vidi **1.12**) koja cijelim volumenom ima na makroskopskoj razini jednolika fizikalna svojstva.

*Napomena:*

Makroskopski jednolika fizikalna svojstva obično su posljedica dovoljno jakih interakcija među polimerima koji čine mješavinu.

### 1.36 kompatibilizator (compatibilizer)

Polimer ili kopolimer koji modificira svojstva međusloja nemješljive polimerne mješavine (vidi **1.12**) te stabilizira njezinu morfologiju.

*Napomena:*

Kompatibilizatori obično stabiliziraju morfologiju na razini mikrometra ili manjoj.

### 1.37 vezivo (coupling agent) poboljšivač adhezije (adhesion promoter)

Međupovršinsko sredstvo čije molekule imaju dvije ili više funkcionalnih skupina, a svaka je sklonija međudjelovanju s drugom vrstom faznih domena u kompozitu.

*Napomene:*

1. Sredstvo za vezanje povećava adheziju među faznim domenama.
2. Primjer uporabe sredstva za vezanje su polimerni materijali s mineralnim punilima kod kojih se jedan dio molekule veziva kemijski veže na anorganski mineral, a drugi na polimer.

### 1.38 polimerna legura (polymer alloy)

Polimerni materijal koji ima makroskopski jednaka fizikalna svojstva u cjelokupnom volumenu, kao što je kompatibilna polimerna mješavina (vidi **1.35**), mješljiva polimerna mješavina (vidi **1.3**) ili višefazni kopolimer (vidi **3.3**).

*Napomena:*

Vidi napomenu 5 u **1.1**.

### 1.39 disperzija (dispersion)

Višefazna tvar u kojoj se najmanje jedna faza sastoji od fino razdijeljenih faznih domena (vidi **3.2**), često koloidnih dimenzija, raspodijeljenih u kontinuiranoj faznoj domeni.

*Napomene:*

1. Ova definicija specifična je za polimernu znanost. Alternativna definicija "disperzija" pojavljuje se u nekim drugim područjima kemije (vidi *Gold Book*,<sup>3</sup> str. 118).
2. Koloidne su čestice linearnih dimenzija<sup>3</sup> između 1 nm i 1  $\mu\text{m}$ .
3. Fino razdijeljene domene nazivaju se disperzne ili diskontinuirane fazne domene (vidi **3.13**).
4. Kontinuirana fazna domena definirana je u **3.12**.
5. Disperzija se često karakterizira i na osnovi dimenzija fazne domene kao **makrodisperzija** ili **mikrodisperzija**.

Kako bi se izbjegla nejasnoća pri uporabi tog izraza, potrebno je definirati dimenzije domene.

### 1.40 sredstvo za dispergiranje (dispersing agent) disperzno pomagalo (dispersing aid) disperzivno sredstvo, dispergant (dispersant)

Površinski (vidi **1.30**) aktivan aditiv dodan u suspenziju da promiče jednoliko i maksimalno odvajanje izuzetno finih čestica često koloidnih dimenzija (vidi napomenu 2 u **1.39**).

*Napomena:*

Premda se dodatkom sredstva za dispergiranje postiže učinak sličan kompatibilizatorima (vidi **1.36**), djelovanje im je različito. Disperzivna sredstva smanjuju privlačne sile među finim česticama što omogućuje njihovo lakše razdvajanje i dispergiranje.

### 1.41 aglomeracija, nakupljanje, gomilanje (agglomeration) agregacija (aggregation)

Proces kojim dispergirane molekule ili čestice radije stvaraju nakupine nego da ostanu izdvojene.

*Napomena:*

Vidi *Gold Book*,<sup>3</sup> str. 13.

### 1.42 aglomerat, nakupina, gomila (agglomerate) agregat (aggregate)

Nakupine dispergiranih molekula ili čestica nastale aglomeracijom (vidi **1.41**).

*Napomena:*

Ova definicija specifična je za polimernu znanost. Alternativna definicija "agregat" pojavljuje se u nekim drugim područjima kemije (vidi *Gold Book*,<sup>3</sup> str. 13).

### 1.43 dodatak za poboljšanje preradljivosti (extender)

Tvar, pogotovo razrjeđivač ili modifikator, dodana u polimer radi povećanja volumena bez znatnog utjecaja na željena svojstva polimera.

*Napomena:*

Sekundarno omekšavalo može biti kapljevitost ili kruto.

### 1.44 punilo (filler)

Čvrsto punilo.

*Napomene:*

1. Ova definicija specifična je za polimernu znanost. Alternativna definicija "punilo" pojavljuje se u nekim drugim područjima kemije (vidi *Gold Book*,<sup>3</sup> str. 154).
2. Punilo se može dodati radi modificiranja mehaničkih, optičkih, električnih i toplinskih svojstava, gorivosti ili jednostavno kao sekundarno omekšavalo.

### 1.45 faktor zasićenja (fill factor)

*Preporučena oznaka:*  $\phi_{\text{fill}}$

Maksimalni volumni udjel čestičnog punila koji se može dodati u polimer, a da polimer ostane kontinuirana fazna domena.

### 1.46 elastoplastomer (thermoplastic elastomer)

Polimerna mješavina ili kopolimer preradljiv u talini s kontinuiranom elastomernom faznom domenom ojačanom dispergiranim tvrdim (staklastim ili kristalnim) faznim domenama koje služe kao vezna mjesta u ograničenom temperaturnom području.

*Napomene:*

1. Ponašanje tvrdih faznih domena kao veznih mjesta toplinski je reverzibilno.
2. Međupovršinska interakcija tvrdih i mekih faznih domena u elastoplastomeru često je rezultat kovalentnog vezanja među fazama i dovoljna je da spriječi tečenje elastomerne fazne domene pri uvjetima uporabe.
3. Primjeri elastoplastomera su blok-kopolimeri i mješavine plastika s gumama.

## 2. Ponašanje faznih domena

### 2.1 "prozor" mješljivosti (miscibility window)

Raspon sastava kopolimera u polimernoj mješavini, u kojoj je barem jedna komponenta kopolimer, koji je čini mješljivom u određenom području temperatura i tlakova.

*Napomene:*

1. Izvan "prozora" mješljivosti nastaju nemješljive mješavine.
2. Sastavi kopolimera unutar "prozora" mješljivosti obično ne uključuju homopolimere monomera od kojih su kopolimeri priređeni.
3. Na "prozor" mješljivosti utječu molekulske mase komponenata smjese.
4. Postojanje "prozora" mješljivosti pripisuje se prosječnoj sili između monomernih jedinica kopolimera koja uzrokuje da se te jedinice radije vežu s monomernim jedinicama drugih polimera.

### 2.2 područje nemješljivosti (miscibility gap)

Površina unutar krivulje koegzistencije izobarnog faznog dijagrama (temperatura-sastav) ili izotermnog faznog dijagrama (tlak-sastav).

*Napomena:*

Područje nemješljivosti se opaža pri temperaturama ispod gornje kritične temperature topljivosti (UCST) (vidi **2.14**) ili iznad donje kritične temperature topljivosti (LCST) (vidi **2.13**). Područje nemješljivosti ovisi o tlaku. U području nemješljivosti koegzistiraju najmanje dvije faze.

### 2.3 Flory–Hugginsova teorija (Flory–Huggins theory) Flory–Huggins–Stavermanova teorija (Flory–Huggins–Staverman theory)

Statistička termodinamička teorija srednjeg polja polimernih otopina, koju su neovisno formulirali Flory, Huggins i Staverman, prema kojoj su termodinamičke veličine otopine izvedene iz jednostavnog koncepta kombinatorne entropije miješanja i reduciranog parametra Gibbsove energije, "χ interakcijski parametar" (vidi **2.4**).

*Napomene:*

1. Vidi Gold Book,<sup>3</sup> str. 158.
2. Flory–Hugginsova teorija često se primjenjuje za opisivanje faznog ponašanja polimernih mješavina, međutim postoji više teorija jednakosti stanja koje mnogo točnije opisuju međudjelovanje polimer–polimer.
3. Navedena je definicija modifikacija one u referenciji 5 da bi se uključio Stavermanov doprinos i dalje razjasnile statističke osnove teorije.

### 2.4 interakcijski parametar χ (χ interaction parameter)

*Preporučena oznaka:* χ

Interakcijski parametar iz Flory–Hugginsove teorije (vidi **2.3**) za računanje doprinosa nekombinatorne entropije miješanja i entalpije miješanja Gibbsvoj energiji miješanja.

*Napomene:*

1. Definicija i naziv izraza modificirani su u odnosu na referenciju 5 kako bi se istakla njegova primjena i na polimerne mješavine. U najjednostavnijem obliku χ parametar definiran je prema Flory–Hugginsovoj jednakosti za binarne mješavine  $\frac{\Delta_{\text{mix}}G}{RT} = n_1 \ln \phi_1 + n_2 \ln \phi_2 + \chi x_1 n_1 \phi_2$ ,

gdje su  $n_1$  i  $n_2$  količine komponenata 1 i 2, a  $\phi_1$  i  $\phi_2$  volumni udjeli komponenata 1 i 2. Molekule komponente 1 sastoje se od  $x_1$  segmenata, čija je Gibbsova energija međudjelovanja sa segmentima jednakog volumena u molekulama komponente 2 karakterizirana parametrom interakcije χ.

2. Interakcijski parametar χ za dani sustav ovisi o sastavu, molekulskoj masi i temperaturi.
3.  $B$  je zamjenski parametar za χ definiran kao  $B = \chi RT/V_m'$  gdje je  $V_m$  molarni volumen jedne od komponenti smjese.

### 2.5 nukleacija faznog razdvajanja (nucleation of phase separation)

Heterogenošću potaknuto stvaranje fazne domene.

*Napomene:*

1. Vidi Gold Book,<sup>3</sup> str. 277.

U metastabilnom području faznog dijagrama (vidi **1.2**) fazno razdvajanje potaknuto je samo nukleacijom.

### 2.6 binodala (binodal) binodalna krivulja (binodal curve) krivulja koegzistencije (coexistence curve)

Krivulja koja određuje područja sastava i temperature u faznom dijagramu za binarnu mješavinu u kojima komponente iz stanja mješljivosti prelaze u stanje metastabilne ili nestabilne mješljivosti (vidi napomenu 4 u **1.2**).

*Napomena:*

Binodalni sastavi definirani su parovima točaka na krivulji Gibbsove energije miješanje-sastav koje imaju zajedničke tangente, a odgovaraju sastavima jednakih kemijskih potencijala svake od dviju komponenata u dvije faze.

### 2.7 spinodala (spinodal) spinodalna krivulja (spinodal curve)

Krivulja koja određuje područja sastava i temperature za binarnu mješavinu u kojima metastabilna jednofazna mješ-



vina prelazi u nestabilnu jednofaznu mješavinu i dolazi do razdvajanja faza spinodalnim razdvajanjem (vidi **2.8**).

*Napomene:*

1. Spinodalna krivulja za binarnu mješavinu definirana je kao geometrijsko mjesto točaka za koje je

$$\left( \frac{\partial^2 \Delta_{\text{mix}} G}{\partial \phi^2} \right)_{T,p} = 0 \text{ (vidi 1.2, napomena 4).}$$

2. U nestabilnom području omeđenom spinodalnom krivuljom razdvajanje faznih domena je spontano, tj. nije potrebna nukleacija da bi započelo razdvajanje.

## 2.8 spinodalno raspadanje (spinodal decomposition) spinodalno razdvajanje faza (spinodal phase-demixing)

Dalekosežno, difuzijom ograničeno spontano razdvajanje faznih domena potaknuto delokaliziranim koncentracijskim fluktuacijama do kojih dolazi u nestabilnom području mješavine omeđenom spinodalnom krivuljom.

*Napomena:*

Do spinodalnog raspadanja dolazi kad je veličina promjene Gibbsove energije u odnosu na sastav jednaka nuli.

## 2.9 točka zamućenja (cloud point)

Eksperimentalno određena točka u faznom dijagramu mješavine u kojoj se opaža gubitak prozirnosti zbog raspršenja svjetla uzrokovanog prijelazom iz jednofaznog u dvofazno stanje.

*Napomene:*

1. Za fenomen je karakteristična pojava zamagljenja ili zamućenja.
2. Zamućenje ovisi o brzini zagrijavanja ili hlađenja.

## 2.10 krivulja zamućenja (cloud-point curve)

Krivulja ovisnosti temperature o sastavu definirana točkama zamućenja (vidi **2.9**) unutar područja sastava dviju supstanija.

*Napomena:*

Mješavine prelaze iz jednofaznog u dvofazno stanje zagrijavanjem ili hlađenjem.

## 2.11 temperatura zamućenja (cloud-point temperature)

Temperatura pri zamućenju (vidi 2.9).

## 2.12 kritična točka (critical point)

Točka u izobarnoj ravnini temperatura-sastav za binarnu mješavinu u kojoj sastavi svih koegzistirajućih faza postaju jednaki.

*Napomene:*

1. Alternativna definicija "kritična točka otopine" odnosi se isključivo na ravnotežu kapljevinapara (vidi Gold Book,<sup>3</sup> str. 93).
2. Ako nije drugačije određeno, podrazumijeva se atmosferski tlak.

U faznom dijagramu nagib tangente na spinodalu u kritičnoj točki je nula.

3. U kritičnoj točki binodala i spinodala se podudaraju.
4. Premda se definicija odnosi isključivo na binarne mješavine, često se pogrešno primjenjuje na višekomponentne mješavine.
5. Vidi napomenu 3 u **1.2**.

## 2.13 donja kritična temperatura otopine (lower critical solution temperature)

*Preporučena skraćena:* LCST

Krična temperatura ispod koje je mješavina mješljiva.

*Napomene:*

1. Vidi Gold Book,<sup>3</sup> str. 93.
2. Ispod LCST i iznad UCST (vidi **2.14**), ako postoji, postoji samo jedna faza za sve sastave.
3. LCST ovisi o tlaku i raspodjeli molekulskih masa polimera u smjesi.
4. Za mješavinu koja sadrži ili se sastoji od polimernih komponenti, tvorbeni polimeri mogu biti različiti polimeri ili isti polimer različitih molekulskih masa.

## 2.14 gornja kritična temperatura otopine (upper critical solution temperature)

*Preporučena kratica:* UCST

Kritična temperatura iznad koje je mješavina mješljiva.

*Napomene:*

1. Vidi Gold Book<sup>3</sup>, str. 93.
2. Iznad LCST i ispod UCST (vidi **2.13**), ako postoji, postoji samo jedna faza za sve sastave.
3. UCST ovisi o tlaku i raspodjeli molekulskih masa tvorbenih polimera.
4. Za mješavinu koja sadrži ili se sastoji od polimernih komponenti tvorbeni polimeri mogu biti različiti polimeri ili isti polimer različitih molekulskih masa.

## 2.15 inverzija faza (phase inversion)

Proces kojim kontinuirana fazna domena postaje dispergirana, a dispergirana postaje kontinuirana.

*Napomene:*

1. Vidi Gold Book,<sup>3</sup> str. 299.
2. Do inverzije faza dolazi tijekom polimerizacije ili taljevinke prerade polimernih mješavina.
3. Pojava se obično primjećuje tijekom polimerizacije monomera u kojem je otopljen polimer.

## 2.16 međudifuzija (interdiffusion)

Proces kojim se homogenost mješavine postiže spontanom međumolekulskom difuzijom.

## 2.17 cvjetanje (blooming)

Proces kojim se obično nepolimerne komponente polimerne mješavine izdvaja i migrira na vanjsku površinu mješavine.

### 2.18 stapanje, koalescencija (coalescence)

Proces kojim dvije fazne domene u osnovi identičnog sastava u međusobnom kontaktu stvaraju veću faznu domenu.

*Napomene:*

1. Vidi Gold Book,<sup>3</sup> str. 75.
2. Stapanje smanjuje ukupnu međupovršinu.
3. Stapanje može biti rezultat flokulacije polimernog koloida stvaranjem nakupina.

### 2.19 morfološko okrupnjavanje (morphology coarsening) fazno dozrijevanje (phase ripening)

Proces kojim se fazne domene povećavaju starenjem višefaznog materijala.

*Napomene:*

1. Pri okrupnjavanju u kasnom stadiju razdvajanja faza volumeni i sastavi faznih domena se ne mijenjaju.
2. Karakteristični mehanizmi okrupnjavanja u kasnom stadiju separacije faza jesu: (1) tečenje materijala u domenama zbog međupovršinske napetosti (primijećen u ko-kontinuiranoj morfološkosti), (2) rast domena isparavanjem iz malih kapljica i kondenzacija u veće kapi i (3) stapanje (fuzija) više od dvije kapi. Mehanizmi se obično nazivaju (1) Siggiaev mehanizam, (2) Ostwaldov rast (ili Lifshitz-Slyozov mehanizam) i (3) stapanje.
3. Morfološko okrupnjavanje može se praktički zaustaviti npr. ostakljivanjem (vitifikacijom), umrežavanjem i **zapi-njanjem**, usporavanjem molekulske difuzije preko međupovršine domena.

## 3. Domene i morfološkije

U literaturi je opisano više vrsta morfološkije za višefazne polimerne materijale. U ovom dokumentu definirani su samo najčešće upotrebljavani pojmovi. Nadalje, neke morfološkije tradicionalno su opisivane vrlo nepreciznim nazivima koji nisu imali univerzalno značenje. Međutim, ako su takvi nazivi uvriježeni, njihove definicije su dane u ovom članku.

### 3.1 morfološkija (morphology)

Oblik, optički izgled ili vrsta faznih domena tvari kao što su visokomolekulski polimeri, polimerne mješavine, kompoziti i kristali.

*Napomena:*

Kod polimernih mješavina i kompozita morfološkija opisuje prisutne strukture i oblike različitih faznih domena, većinom određenih mikroskopijom ili tehnikama raspršenja.

### 3.2 fazna domena (phase domain)

Dio materijala jednolikog kemijskog sastava i fizikalnog stanja.

*Napomene:*

1. U višefaznom materijalu faza može tvoriti domene različitih veličina.

2. Pojam "domena" može se okarakterizirati pridjevom mikroskopska ili nanoskopska ili prefiksom mikro- ili nano- prema linearnim dimenzijama domene.

3. Prefiksi mikro- i nano- često se netočno upotrebljavaju za karakterizaciju pojma "faza" umjesto pojma "domena"; otuda pogrešni nazivi "mikrofazna domena" i "nanofazna domena". Ispravno nazivlje je **fazna mikrodomena** i **fazna nanodomena**.

### 3.3 višefazni kopolimer (multiphase copolymer)

Kopolimer sastavljen od fazno razdvojenih domena.

### 3.4 međupovršina domene (domain interface) granica domene (domain boundary)

Granična površina između dvije fazne domene.

*Napomena:*

Prikazivanje međupovršine domena kao dvodimenzijske površine suviše pojednostavljuje stvarnu strukturu. Sve međupovršine imaju i treću dimenziju, zapravo međufaznu ili međupovršinsko područje (vidi 3.6).

### 3.5 struktura domene (domain structure)

Morfološkija pojedine fazne domene u višefaznom sustavu.

*Napomena:*

Strukture domena mogu se opisati za fazne domene i za domene koje su i same višefazne strukture.

### 3.6 međupovršinsko područje (interfacial region) međufaza (interphase)

Područje između faznih domena u nemješljivoj polimernoj mješavini s gradijentom sastava.

*Napomena:*

Vidi Gold Book<sup>3</sup>, str. 205.

### 3.7 fazno međudjelovanje (phase interaction)

Molekulska interakcija među komponentama u međufaza- ma višefazne mješavine.

*Napomena:*

**Međufazna elastičnost** je sposobnost deformirane međufaze da poprimi početne dimenzije nakon prestanka djelovanja deformacijske sile.

### 3.8 debljina međupovršinskog područja (interfacial-region thickness) debljina međufaze (interphase thickness) širina međupovršine (interfacial width)

Linearni iznos gradijenta sastava u međupovršinskom području.

*Napomene:*

1. Vidi Gold Book,<sup>3</sup> str. 203.
2. Mjera debljine međupovršinskog područja je širina na polovici maksimuma profila sastava duž međupovršinskog područja (vidi 3.6) ili razmak među položajima gdje  $d\phi/dr$  ( $\phi$  je udjel jedne od komponentata, a  $r$  je razmak kroz međupovršinsko područje) pada na vrijednost  $1/e$ .

### 3.9 fazna domena tvrdog segmenta (hard-segment phase domain)

Fazna domena mikroskopskih ili manjih dimenzija, većinom u blok, cijepljenom ili segmentiranom kopolimeru (vidi **3.11**), sastavljena uglavnom od krutih polimernih segmenata koji mogu stvarati jake međumolekulske interakcije.

*Napomena:*

Fazne domene tvrdog segmenta obično su veličine 2–15 nm.

### 3.10 fazna domena mekog segmenta (soft-segment phase domain)

Fazna domena mikroskopskih ili manjih dimenzija, obično u blok, cijepljenom ili segmentiranom kopolimeru (vidi **3.11**) sastavljena uglavnom od segmenata polimera čija su staklišta niža od temperature uporabe.

*Napomena:*

Fazne domene mekih segmenata često su veće nego one tvrdih segmenata i često su kontinuirane.

### 3.11 segmentirani kopolimer (segmented copolymer)

Kopolimer sastavljen od faznih domena mikroskopskih ili manjih dimenzija, u kojem domene uglavnom tvori jedna vrsta strukturnih jedinica.

*Napomena:*

Segmentirani kopolimer obično sadrži fazne domene tvrdog i mekog segmenta.

### 3.12 kontinuirana fazna domena (continuous phase domain) matrična fazna domena (matrix phase domain)

Fazna domena (vidi **3.2**) sastavljena samo od jedne faze u heterogenoj mješavini kroz koju se može povući kontinuirana linija do svih granica faznih domena bez prelaska granice fazne domene.

*Napomena:*

Kontinuiranoj faznoj domeni u polimernoj mješavini ponekad se pripisuju nazivi **polimer domaćin**, **osnovna tvar** ili **matrica**.

### 3.13 diskontinuirana fazna domena (discontinuous phase domain) diskretna fazna domena (discrete phase domain) dispergirana fazna domena (dispersed phase domain)

Fazna domena u fazno-razdvojenoj mješavini okružena kontinuiranom fazom i izolirana od svih sličnih faznih domena u mješavini.

*Napomena:*

Diskontinuirana fazna domena ponekad se naziva **polimer gost**.

### 3.14 kontinuiranost dvostruke fazne domene (dual phase domain continuity) ko-kontinuirane fazne domene (co-continuous phase domains)

Topološko stanje u fazno-razdvojenoj dvokomponentnoj mješavini u kojem se može povući kontinuirana linija kroz

bilo koju faznu domenu do granica svih faznih domena, a da se ne prelazi granica bilo koje fazne domene.

### 3.15 morfologija jezgra-ljuska (core-shell morphology)

Morfologija dvofazne domene približno kuglastog oblika koju čine dva polimera u odvojenim faznim domenama, pri čemu su fazne domene jednog polimera potpuno obložene faznim domenama drugog polimera.

*Napomena:*

Ova je morfologija najčešća u kopolimerima ili mješavinama priređenim emulzijskom polimerizacijom uzastopnim dodavanjem i polimerizacijom dvaju različitih sastava monomera.

### 3.16 cilindrična morfologija (cylindrical morphology)

Morfologija fazne domene obično sastavljene od dva polimera u odvojenim faznim domenama, pri čemu su fazne domene jednog polimera cilindričnog oblika.

*Napomene:*

1. Fazne se domene tvorbenih polimera mogu izmjenjivati, što rezultira s više cilindričnih slojeva koji okružuju središnju/jezgrenu domenu.
2. Cilindrična je morfologija zamjetna npr. kod triblok kopolimera.

### 3.17 vlaknasta morfologija (fibrillar morphology)

Morfologija u kojoj su domene oblikovane tako da im je jedna dimenzija znatno veća nego druge dvije dimenzije.

*Napomena:*

Vlaknaste fazne domene izgledaju kao vlakna.

### 3.18 lamelna morfologija (lamellar domain morphology)

Morfologija faznih domena za koju je karakteristično da su dvije dimenzije faznih domena znatno veće od treće.

*Napomena:*

Pločaste fazne domene izgledaju poput razvučenih ravnina koje su često orijentirane paralelne jedna drugoj.

### 3.19 morfologija mikrodomena (microdomain morphology)

Morfologija koju čine fazne mikrodomene.

*Napomene:*

1. Vidi **3.2**.
2. Morfologija mikrodomena obično se primjećuje u blok, cijepljenim i segmentiranim kopolimerima.
3. Vrsta morfologije ovisi o relativnom broju različitih vrsta strukturnih jedinica kao i uvjetima nastajanja morfologije. Najčešće zamijećeni oblici morfologije jesu kugle, cilindri i lamele.

### 3.20 morfologija nanodomena (nanodomain morphology)

Morfologija koju čine fazne nanodomene.

*Napomena:*

Vidi 3.2.

### 3.21 morfologija luka (onion morphology)

Višefazna morfologija približno kuglastog oblika sastavljena od naizmjeničnih koncentrično raspoređenih slojeva različitih polimera približno iste debljine.

### 3.22 sređena ko-kontinuirana morfologija dvostruke giroide (ordered co-continuous double gyroid morphology)

Ko-kontinuirana morfologija u kojoj sklop dvije giroidne fazne domene pokazuje vrlo pravilnu morfologiju trodimenzijске rešetke s prostornom simetrijom *la3d*.

*Napomene:*

1. Temeljnu strukturu domena čine tripoidne (tronožne) jedinice.
2. Dvije domene su prepletene.

### 3.23 višeslojna morfologija (multicoat morphology)

Morfologija opažena u mješavini blok-kopolimera s homopolimerom jednog od blokova, a karakterizira je izmjena koncentričnih ljuski kopolimera i homopolimera.

*Napomena:*

Morfologija je identična morfologiji luka (vidi 3.21) unutar matrice homopolimera<sup>6</sup>.

### 3.24 štapičasta morfologija (rod-like morphology)

Morfologija za koju su karakteristične cilindrične fazne domene.

### 3.25 morfologija višestruke ugradnje (multiple inclusion morphology) morfologija izgleda salame (salami-like morphology)

Višefazna morfologija u kojoj dispergirane fazne domene jednog polimera sadrže i potpuno omataju brojne fazne domene drugog polimera koji može imati isti sastav kao kontinuirana fazna domena (vidi 3.12).

#### Literatura:

#### References:

1. IUPAC. "Definitions of terms relating to crystalline polymers (IUPAC Recommendations 1988)", *Pure Appl. Chem.* **61** (1989) 769–785. Hrvatski prijevod: *I. Šmit*, Definicije pojmova koji se odnose na kristalaste polimere, *Kem. Ind.* **42** (1993) B13-B20.
2. IUPAC. "Definitions of basic terms relating to low-molar-mass and polymer liquid crystals (IUPAC Recommendations 2001)", *Pure Appl. Chem.* **75** (2001) 845–895. Hrvatski prijevod: *R. Vuković, G. Bogdanić, A. Erceg Kuzmić*, Definicije pojmova koji se odnose na niskomolekulske i polimerne kapljevite kristale, *Kem. Ind.* **54** (2005) 513-548.

3. IUPAC. *Compendium of Chemical Terminology (the "Gold Book")*, compiled by *A. D. McNaught and A. Wilkinson*, 2<sup>nd</sup> ed., Blackwell Science, Oxford (1997).
4. IUPAC. "Glossary of basic terms in polymer science (IUPAC Recommendations 1996)", *Pure Appl. Chem.* **68** (1996) 2287–2311. Hrvatski prijevod: *V. Jarm*, Glosari osnovnih pojmova u znanosti o polimerima, *Kem. Ind.* **47** (1998) B5-B19.
5. *D. K. Carpenter*, "Solution properties", in *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, Vol. 15, 2<sup>nd</sup> ed., *J. I. Kroschwitz* (Ed.), pp. 419–481, Wiley Interscience, New York (1989).
6. *J. M. G. Cowie*, "Miscibility", in *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, 2<sup>nd</sup> ed., *J. I. Kroschwitz* (Ed.), Supplement, pp. 455–480, Wiley Interscience, New York (1989).

#### Bibliografija

1. IUPAC. "Definitions of terms relating to degradation, aging, and related chemical transformations of polymers (IUPAC Recommendations 1996)", *Pure Appl. Chem.* **68** (1996) 2313–2323. Hrvatski prijevod: *V. Jarm*, Definicije pojmova koji se odnose na razgradnju, starenje i kemijski slične transformacije polimera, *Kem. Ind.* **47** (1998) B20-B25.
2. ASTM Glossary of ASTM Definitions, 2<sup>nd</sup> ed., American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA (1973).
3. IUPAC. *Compendium of Macromolecular Nomenclature (the "Purple Book")*, prepared for publication by *W. V. Metzomski*, Blackwell Scientific, Oxford (1991). Hrvatski prijevodi: *Kem. Ind.* **37** (10) (1998) B50-B60; *Kem. Ind.* **42** (2) (1993) B1-B37; *Kem. Ind.* **47** (12) (1998) B1-B56.
4. *A. N. Gent, G. R. Hamed*, "Adhesion", in *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, Vol. 1, 2<sup>nd</sup> ed., *J. I. Kroschwitz* (Ed.), pp. 476–517, Wiley Interscience, New York (1985).
5. *L. Leibler*, "Phase transformations", in *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, Vol. 11, 2<sup>nd</sup> ed., *J. I. Kroschwitz* (Ed.), pp. 30–45, Wiley Interscience, New York (1988).
6. *J. Koberstein*, "Interfacial properties", in *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, Vol. 8, 2<sup>nd</sup> ed., *J. I. Kroschwitz* (Ed.), pp. 237–279, Wiley Interscience, New York (1987).
7. *D. W. Fox, R. B. Allen*, "Compatibility", in *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, Vol. 3, 2<sup>nd</sup> ed., *J. I. Kroschwitz* (Ed.), pp. 758–775, Wiley Interscience, New York (1985).
8. *R. A. Orwoll*, "Solubility of polymers", *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, Vol. 15, 2<sup>nd</sup> ed., *J. I. Kroschwitz* (Ed.), pp. 380–402, Wiley Interscience, New York (1989).
9. *L. H. Sperling*, "Microphase structure", in *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, Vol. 9, 2<sup>nd</sup> ed., *J. I. Kroschwitz* (Ed.), pp. 760–788, Wiley Interscience, New York (1987).
10. *D. R. Paul, J. W. Barlow, H. Keskkula*, "Polymer blends", in *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, Vol. 12, 2<sup>nd</sup> ed., *J. I. Kroschwitz* (Ed.), pp. 399–461, Wiley Interscience, New York (1988).
11. *D. R. Paul, S. Newman*, *Polymer Blends*, Academic Press, New York (1978).
12. *D. R. Paul, C. B. Bucknall*, *Polymer Blends: Formulation and Performance*, John Wiley, New York (1999).
13. *L. A. Utracki*, *Polymer Alloys and Blends*, Hanser Publishers, New York (1990).

**ABECEDNO KAZALO NAZIVA**  
(engleski – hrvatski)

- additive** – dodatak, aditiv 1.30
- adhesion** – adhezija, 1.24
- adhesion promoter** – poboljšivač adhezije, 1.37
- adhesive strength** – čvrstoća adhezije, 1.26
- agglomerate** – aglomerat, nakupina, gomila, 1.42
- agglomeration** – aglomeracija, nakupljanje, gomilanje, 1.41
- aggregate** – agregat, 1.42
- aggregation** – agregacija, 1.41
- binodal** – binodala, 2.6
- binodal curve** – binodalna krivulja, 2.6
- blooming** – cvjetanje, 2.17
- bulk substance** – osnovna tvar, 3.12
- chemical adhesion** – kemijska adhezija, 1.25
- cloud point** – točka zamućenja, 2.9
- cloud-point curve** – krivulja zamućenja, 2.10
- cloud-point temperature** – temperatura zamućenja, 2.11
- co-continuous phase domains** – ko-kontinuirane fazne domene, 3.14
- coalescence** – stapanje, koalescencija, 2.18
- coexistence curve** – krivulja koegzistencije, 2.6
- compatibility** – kompatibilnost, 1.32
- compatibilization** – kompatibilizacija, 1.33
- compatibilizer** – kompatibilizator, 1.36
- compatible polymer blend** – kompatibilna polimerna mješavina, 1.35
- complex** – kompleks, 1.6
- composite** – kompozit, 1.13
- continuous phase domain** – kontinuirana fazna domena, 3.12
- core-shell morphology** – morfologija jezgra-ljuska, 3.15
- coupling agent** – vezivo, 1.37
- craze** – napuklina, pukotina, 1.29
- critical point** – kritična točka, 2.12
- cylindrical morphology** – cilindrična morfologija, 3.16
- degree of compatibility** – stupanj kompatibilnosti, 1.34
- degree of incompatibility** – stupanj nekompatibilnosti, 1.34
- degree of ripening** – stupanj dozrijevanja, 1.20
- delamination** – delaminacija, 1.18
- discontinuous phase domain** – diskontinuirana fazna domena, 3.13
- discrete phase domain** – diskretna fazna domena, 3.13
- dispersant** – disperzivno sredstvo, dispergant, 1.40
- dispersed phase domain** – dispergirana fazna domena, 3.13
- dispersing agent** – sredstvo za dispergiranje, 1.40
- dispersing aid** – disperzno pomagalo, 1.40
- dispersion** – disperzija, 1.39
- domain boundary** – granica domene, 3.4
- domain interface** – međupovršina domene, 3.4
- domain structure** – struktura domene, 3.5
- dual phase domain continuity** – kontinuiranost dvostruke fazne domene, 3.14
- exfoliation** – ljuštenje, 1.22
- extender** – dodatak za poboljšanje preradljivosti, 1.43
- fibrillar morphology** – vlaknasta morfologija, 3.17
- fill factor** – faktor zasićenja, 1.45
- filler** – punilo, 1.44
- Flory–Huggins theory** – Flory–Hugginsova teorija, 2.3
- Flory–Huggins–Staverman theory** – Flory–Huggins–Stavermanova teorija, 2.3
- guest polymer** – polimer gost, 3.13
- hard-segment phase domain** – fazna domena tvrdog segmenta, 3.9
- heterogeneous polymer blend** – heterogena polimerna mješavina, 1.12
- homogeneous polymer blend** – homogena polimerna mješavina, 1.3
- homologous polymer blend** – homologna polimerna mješavina, 1.4
- host polymer** – polimer domaćin, 3.12
- immiscibility** – nemješljivost, 1.11
- immiscible polymer blend** – nemješljiva polimerna mješavina, 1.12
- impregnation** – impregniranje, 1.19
- intercalation** – interkalacija, 1.21
- interdiffusion** – međudifuzija, 2.16
- interfacial adhesion** – međuslojna adhezija, 1.26
- interfacial agent** – dodatak međusloju, 1.31
- interfacial bonding** – međupovršinsko vezanje, 1.27
- interfacial energy** – energija graničnog sloja, 1.26
- interfacial fracture** – lom na međupovršini, 1.28
- interfacial region** – međupovršinsko područje, 3.6
- interfacial-region thickness** – debljina međupovršinskog područja, 3.8
- interfacial tension** – napetost graničnog sloja, 1.26
- interfacial width** – širina međupovršine, 3.8
- interpenetrating polymer network (IPN)** – prožimajuća polimerna mreža, 1.9
- interphase** – međufaza, 3.6
- interphase elasticity** – međufazna elastičnost, 3.7
- interphase thickness** – debljina međufaze, 3.8

- isomorphic polymer blend** – izomorfna polimerna mješavina, 1.5
- lamellar domain morphology** – morfologija lamelnih domena, 3.17
- lamina** – lamina, 1.16
- laminare** – laminat, 1.16
- lamination** – laminacija, 1.17
- lower critical solution temperature (LCST)** – donja kritična temperatura otopine, 2.13
- macrodispersion** – makrodispersija, 1.39
- matrix** – matrica, 3.12
- matrix phase domain** – matična fazna domena, 3.12
- metastable miscibility** – metastabilna mješljivost, 1.7
- metastable miscible polymer blend** – metastabilna mješljiva polimerna mješavina, 1.8
- microdispersion** – mikrodispersija, 1.39
- microdomain morphology** – morfologija mikrodomena, 3.19
- miscibility** – mješljivost, 1.2
- miscibility gap** – područje nemješljivosti, 2.2
- miscibility window** – “prozor” mješljivosti, 2.1
- miscible polymer blend** – mješljiva polimerna mješavina, 1.3
- morphology** – morfologija, 3.1
- morphology coarsening** – morfološko okrupnjivanje, 2.19
- multicoat morphology** – višeslojna morfologija, 3.23
- multiphase copolymer** – višefazni kopolimer, 3.3
- multiple inclusion morphology** – morfologija višestruke ugradnje, 3.25
- nanocomposite** – nanokompozit, 1.15
- nanodomain morphology** – morfologija nanodomena, 3.20
- nucleation of phase separation** – nukleacija faznog razdvajanja, 2.5
- onion morphology** – morfologija luka, 3.21
- ordered co-continuous double gyroid** – sredena ko-kontinuirana morfologija dvostruke giroide, 3.22
- morphology** – morfologija, 3.1
- phase domain** – fazna domena, 3.2
- phase interaction** – fazno međudjelovanje, 3.7
- phase inversion** – inverzija faza, 2.15
- phase microdomain** – fazna mikrodomena, 3.2
- phase nanodomain** – fazna nanodomena, 3.2
- phase ripening** – fazno dozrijevanje, 2.19
- pinning** – zapinjanje, 2.19
- polymer alloy** – polimerna legura, 1.38
- polymer blend** – polimerna mješavina, 1.1
- polymer composite** – polimerni kompozit, 1.14
- polymer-polymer complex** – kompleks polimer-polimer, 1.6
- preg** – prepreg, 1.20
- rod-like morphology** – štapičasta morfologija, 3.24
- salami-like morphology** – morfologija izgleda salame, 3.25
- segmented copolymer** – segmentirani kopolimer, 3.11
- sequential IPN** – postupno prožimajuća polimerna mreža, 1.9
- sequential SIPN** – postupno djelomice prožimajuća polimerna mreža, 1.10
- semi-interpenetrating polymer network** – djelomice prožimajuća polimerna mreža, 1.10
- simultaneous IPN** – istodobno prožimajuća polimerna mreža, 1.9
- simultaneous SIPN** – istodobno djelomice prožimajuća polimerna mreža, 1.10
- soft-segment phase domain** – fazna domena mekog segmenta, 3.10
- spinodal** – spinodala, 2.7
- spinodal curve** – spinodalna krivulja, 2.7
- spinodal decomposition** – spinodalno raspadanje, 2.8
- spinodal phase-demixing** – spinodalno razdvajanje faza, 2.8
- tack** – lijepljenje, 1.26
- thermoplastic elastomer** – elastoplastomer, 1.46
- upper critical solution temperature (UCST)** – gornja kritična temperatura otopine, 2.14
- wetting** – vlaženje, 1.23
- $\chi$  **interaction parameter** – interakcijski parametar  $\chi$ , 2.4

## SUMMARY

### Definitions of Terms Related to Polymer Blends, Composites, and Multiphase Polymeric Materials, VII. 1

G. Bogdanić, A. Erceg Kuzmić, and R. Vuković

The document defines the terms most commonly encountered in the field of polymer blends and composites. The scope has been limited to mixtures in which the components differ in chemical composition or molar mass and in which the continuous phase is polymeric. Incidental thermodynamic descriptions are mainly limited to binary mixtures although, in principle, they could be generalized to multicomponent mixtures.

The document is organized into three sections. The first defines terms basic to the description of polymer mixtures. The second defines terms commonly encountered in descriptions of phase domain behavior of polymer mixtures. The third defines terms commonly encountered in the descriptions of the morphologies of phase-separated polymer mixtures.

*INA – Industrija nafte d. d.*  
*Research and Development Sector*  
*p. p. 555*  
*Lovinčićeva bb*  
*10002 Zagreb*  
*Croatia*

*Received: February 23, 2009*  
*Accepted: April 21, 2009*