

# Polimēru mehānikas institūts

---

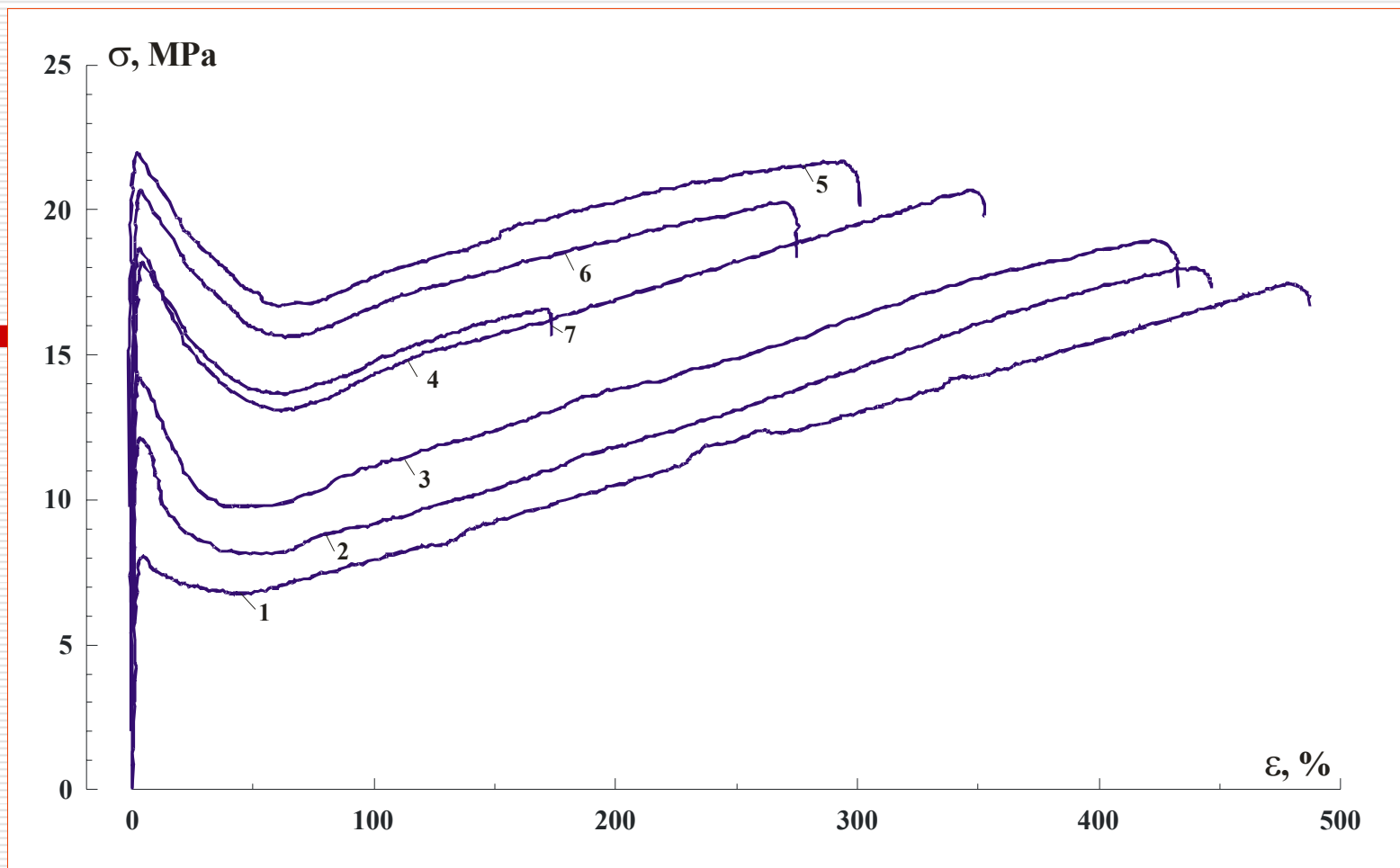
Jānis Jansons

---

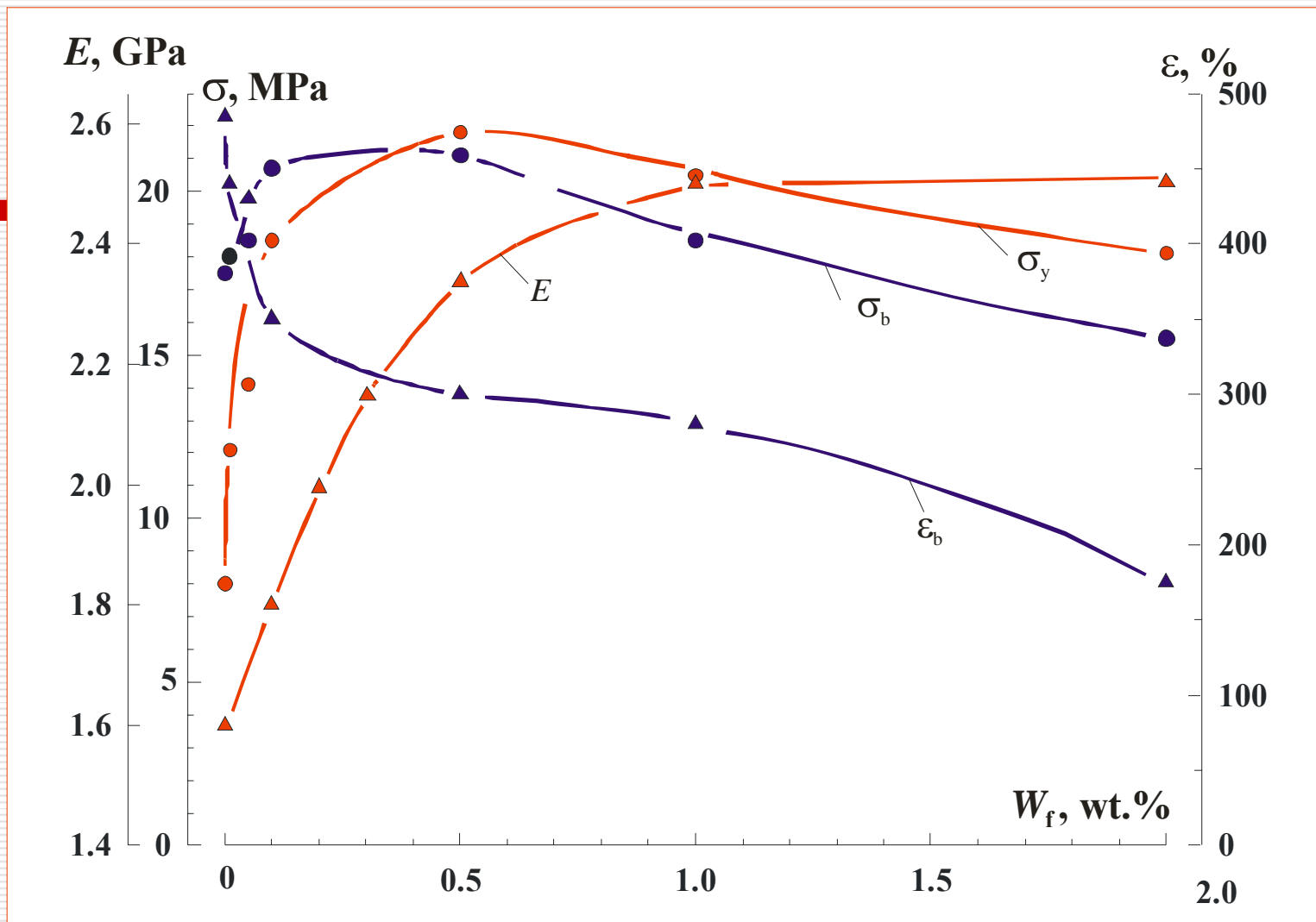
## 2010.gada rezultāti

---

- Iegūti dati par nanocaurulīšu koncentrācijas ietekmi uz materiāla termodestrukciju, elektrisko pretestību un ūdens tvaiku caurlaidību, kā arī uz mehāniskajām īpašībām (tecēšanas robežspriegumu, stiprības robežspriegumu, elastības moduli un šļūdi). (Skat. attēlus 1 un 2).
-



**1. att. Nepildīta PVA (1) un PVA/ONC stiepes diagrammas, ja oglekļa nanocaurulišu (ONC) saturs  $W_f=0,01$  (2);  $0,05$  (3);  $0,1$  (4);  $0,5$  (5);  $1$  (6) un  $2\%$  (7).**



2. att. PVA/ONC paraugu tecēšanas robežspriegums  $\sigma_y$ , stiprības robeža  $\sigma_b$ , saraušanas deformācija  $\epsilon_b$  un elastības modulis  $E$  atkarībā no ONC satura  $W_f$ .

## 2010.gada rezultāti

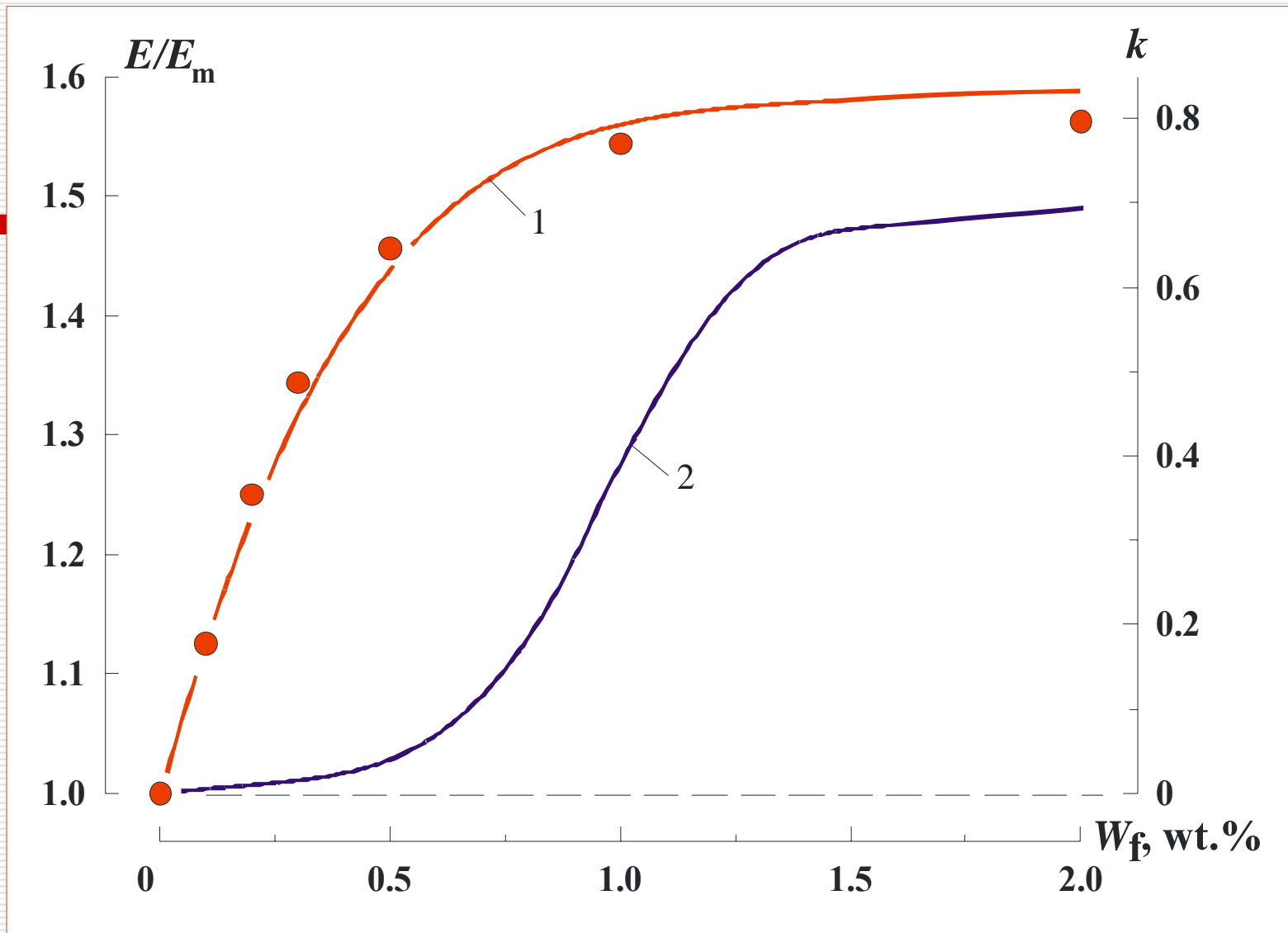
---

- Konstatēts, ka, ievadot tikai 0,5% nanocaurulīšu, materiāla tecēšanas robežspriegums, stiprības robežspriegums un elastības modulis palielinās atbilstīgi 2,7, 1,5 un 1,2 reizes, bet šūde samazinās par 30%. Konstatēts arī, ka, turpinot paaugstināt nanocaurulīšu koncentrāciju (vairāk nekā 0,5%), elastības moduļa pieaugums krasi palēninās, bet stiprības robežspriegums sāk pat samazināties, ko izraisa nanocaurulīšu aglomerācija kompozītā
-

## 2010.gada rezultāti

---

- Lai pilnīgāk ņemtu vērā tādiem kompozītiem raksturīgo struktūras hierarhiju, piedāvāts matemātiskā modeļa variants, kas ļauj ievērot ne tikai nanocaurulīšu koncentrāciju, izmērus un orientāciju materiālā, bet arī (un tas ir svarīgi) to aglomerāciju kompozītā. Skaitliskajā analīzē iegūtie rezultāti liecina, ka caurulīšu aglomerācija būtiski ietekmē nanokompozīta mehāniskās īpašības (samazina elastīgo stingumu un stiprību) (skat. attēlu 3 )
-



3. att. Relatīvais elastības modulis  $E/E_m$  no ONC satura  $W_f$ : eksperiments (o) un aprēķins (1) ņemot vērā nanocaurulišu aglomerācijas koeficientu  $k=V_{fa}/V_f$  (2)

## 2010.gada rezultāti

---

- Veikti īslaicīgās šļūdes pārbaudes stiepē epoksīda sveķiem (LY 556, Hexion) pildītiem ar 0.1%wt. daudzsienu oglekļa nanocaurulītēm (Baytubes, C105P). Noskaidrots, ka pie šāda zema pildījuma satura tīrā polimēra un nanokompozīta viskoelastīgā uzvedība ir praktiski identiska plašā spriegumu diapazonā. Abiem materiāliem ir raksturīga nelineārā šļūde pie spriegumiem lielākiem par 0.4 no stiprības; neatgriezeniskās deformācijas ir niecīgas.
-

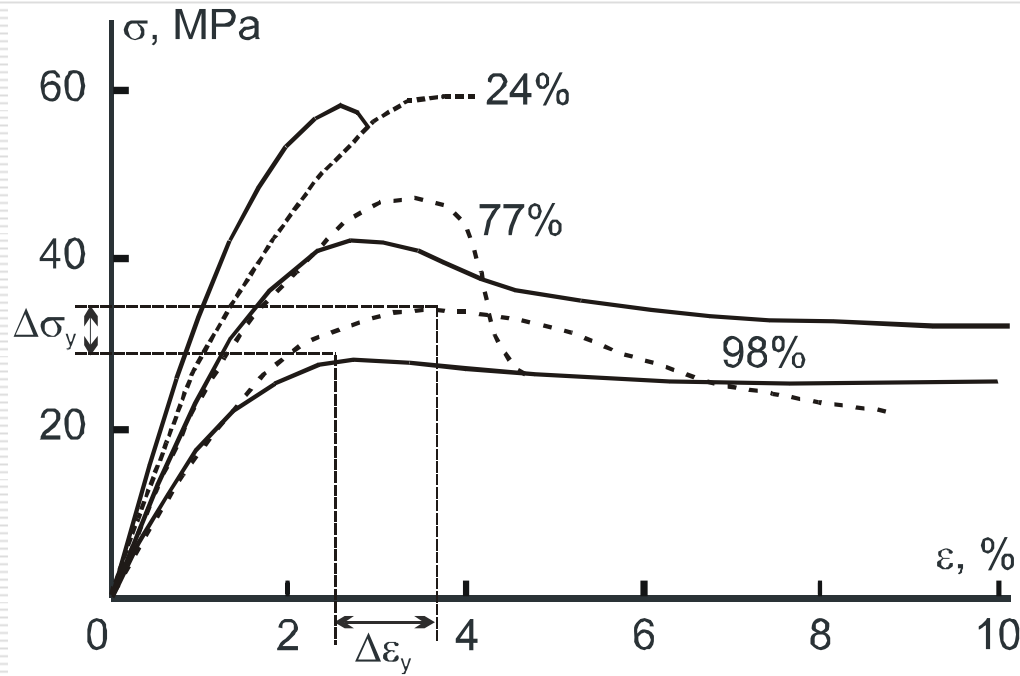


## 2010.gada rezultāti

---

- Apgūta nanodaliņu disperģācijas metodika, izmantojot 3-veltņu kalandru, un nanokompozītu uz termoreaktīvo polimeru bāzes izgatavošanas metodes. Izgatavota nanokompozītu paraugu sērija: epoksīda sveķi (RIM135, Hexion) pildīti ar oglekļa nanocaurulītēm (Baytubes, C105P, dažādas koncentrācijas). Veikta materiālu termomehānisko īpašību izpēte ar DMTA metodi. Noskaidrots, ka oglekļa nanocaurulīšu piemaisīšana augsti izturīgos epoksīda sveķos neievērojami izmaina moduli un praktiski neietekmē stiklošanas temperatūras vērtības. Materiālu izturēšana mitrā atmosfērā arī neizraisa būtiskas izmaiņas termomehāniskajā uzvedībā.
-

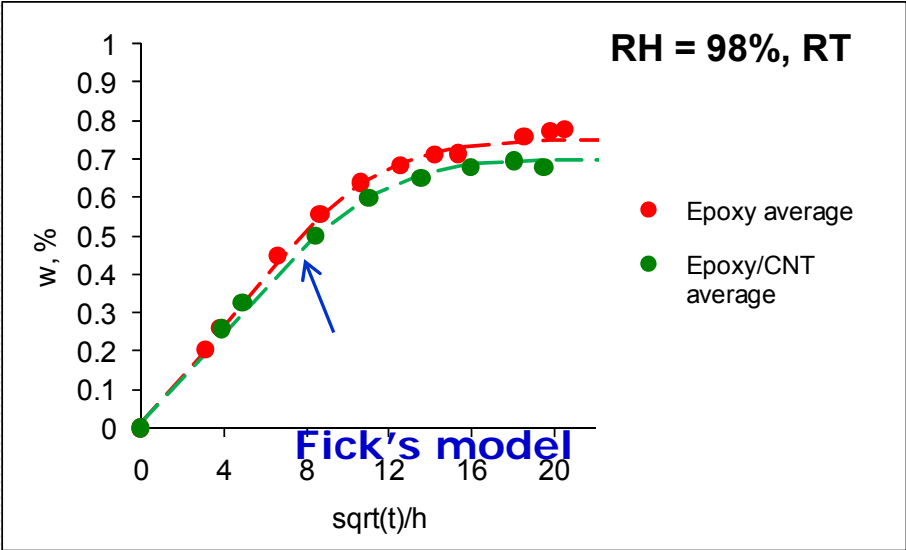
# Stiepes kvazistatisko īpašību izpēte epoksīda/māla nanokompozītam (NK)



Epoksīda saistvielas (punktētā līnija) un NK ar pildvielas saturu 6% (nepārtrauktā līnija) deformēšanas līknes pie dažādām  $\varphi$  vērtībām (cipari uz līknēm).

# Moisture sorption and swelling by epoxy/CNT

Materials: epoxy LY556 (Hexion),  
0.1wt.% MWCNTs (Baytubes)

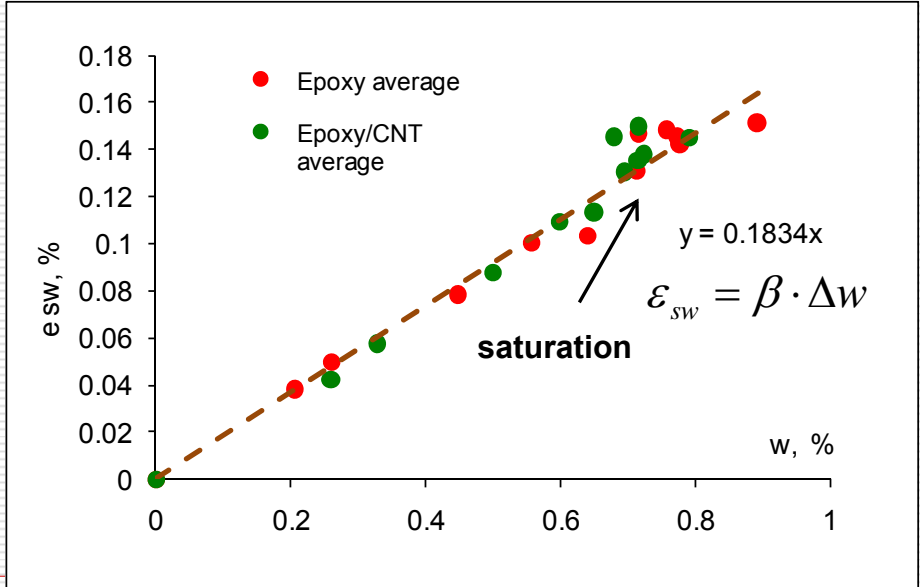


Sorption curves

$D = 1.5 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2/h$   
 $w_{\infty} = 0.75\%$  (epoxy)  
 $w_{\infty} = 0.7\%$  (epoxy/CNT)

$\beta = 0.18 \quad [\% / \%]$

Swelling strain as function of moisture content



# Zinātniskie raksti

---

- *Максимов Р. Д., Битениекс Ю., Плуме Э., Зицанс Я., Мерий-Мери Р.* Влияние добавок углеродных нанотрубок на физико-механические свойства поливинилацетата // *Механика композит. материалов.* – 2010. – Т. 46, № 3. – С. 345–362.
  - *Maksimov R. D., Bitenieks J., Plume E., Zicans J., and Merijs Meri R.* The effect of introduction of carbon nanotubes on the physicommechanical properties of polyvinylacetate // *Mechanics Compos. Mater.* – 2010. – Vol. 46, No. 3. – P. 237–350.
  - *Merijs Meri R., Bitenieks J., Kalnins M., and Maksimov R.* Modeling and stress-strain characteristics of mechanical properties of carbon nanotube reinforced polyvinylacetate nanocomposites // *Proceeding of Vth Intern. Conf. on Times of Polymers (TOP) and Composites.* – Ischia, Italy. – June 20–23, 2010. – P. 333– 335.
  - Glaskova, T., Aniskevich, A., 'Moisture effect on deformability of epoxy/montmorillonite nanocomposite', *Journal of Applied Polymer Science*, 2010, Vol. 116, No. 1, pp. 493 - 498.
  - Starkova, O., Aniskevich, A., 'Poisson's ratio and the incompressibility relation for various strain measures with the example of a silica-filled SBR rubber in uni-axial tension tests', *Polymer Testing*, 2010, Vol. 29, pp. 310 – 318.
  - Faitel'son, E. A., Glaskova, T. I., Korkhov, V. P., and Aniskevich, A. N., 'Structural changes in a clay-containing nanocomposite with a different moisture content caused by its deformation', *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, Vol. 83, No. 3, 2010, pp. 433-451.
-

# Konferenču referātu tēzes

---

- *Bitenieks J., Zicans J., Maksimov R. D., Merijs Meri R., and Plume E.* Physicomechanical properties of polyvinylacetate reinforced with carbon nanotubes // Conf. Mech. Compos. Mater. MCM-2010. – Riga, May 24–28, 2010. – Book of Abstracts. – P. 51.
  - *Bitenieks J., Maksimov R., Ivanova T., Merijs Meri R., Grabis J.* Carbon nanotube / polyvinyl acetate composites: structure and stress-strain characteristics // 14th European Conf. Compos. Materials. – Budapest, Hungary, June 7–10, 2010. – Abstracts. – P. 67.
  - *Bitenieks J., Merijs Meri R., Zicans J., Maksimov R.* Carbon nanotube containing polymer nanocomposites: structural, rheological and mechanical behaviour // "Baltic Polymer Symposium 2010." – Palanga, Lithuania, September 8–11, 2010. – Programme and Abstracts. – P. 7.
  - Glaskova, T., Borisova, A., Trinkler, L., Berzina, B., Aniskevich, A., Timchenko, K. 'Dispersion characterization of multiwall carbon nanotubes for polymer nanocomposites.' *Book of Abstracts 16th International Conference Mechanics of Composite Materials*, May 24-28, 2010, Riga, Latvia, p. 72.
  - Aniskevich, A. N., Guedes, R. M. 'Viscoelastic stress analysis and creep behaviour of epoxy resin in variable humid environment', *14th European conference on composite materials (ECCM-14)*, 7-10 June 2010, Budapest, Hungary. Paper ID: 601-ECCM14.
  - Glaskova, T., Aniskevich, A., Giordano, M., Zarrelli, M., 'Quantitative optical analysis of filler dispersion degree in nanocomposite', *14th European conference on composite materials (ECCM-14)*, 7-10 June 2010, Budapest, Hungary. Paper ID: 646-ECCM14
  - Borisova A., Glaskova T., Aniskevich A., Trinkler L., Berzina B. 'The method for determination of filler dispersion degree in polymer nanocomposite'. *Baltic Polymer Symposium BPS-2010*, September 8-11, 2010, Palanga, Lithuania.
-

---

Paldies par uzmanību!

---