

## КОМПОЗИТНІ ПЛІВКИ НА ОСНОВІ ПОЛІЕТИЛЕНУ, ЩО МІСТЯТЬ ВУГЛЕЦЕВІ НАНОВОЛОКНА ТА МАГНІТНІ НАНОЧАСТИНКИ

Л.С. Дзюбенко, П.П. Горбик, О.О. Сап'яненко, С.М. Махно

Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України, вул. Генерала Наумова, 17, 03164,  
Київ, Україна, тел. +38044 4229674, e-mail: lidia\_dzubenko@isc.gov.ua

З метою встановлення можливості використання вуглецевого залізовмісного матеріалу Fe/C, синтезованого CVD методом на залізовмісному каталізаторі, для ПКМ спеціального призначення вивчено вплив Fe/C як компонента полімерної композиції на структуру, механічні та електрофізичні властивості ПКМ. Методом гарячого пресування одержано композитні плівки на основі поліетилену високої густини (ПЕВГ) та нанодисперсної добавки Fe/C. (масове співвідношення Fe/C у добавці 42/58, вміст добавки в ПКМ – 1–15 мас. %) Плівки орієнтовано методом термоградієнтного витягування. Встановлено, що присутність Fe/C зменшує максимально можливий ступінь витягування  $\lambda_{\max}$  від 20 для ПЕВГ до 5 для високонаповнених композицій. Виявлено вплив добавки на фазові переходи ПЕ в композитних плівках: за невисокого вмісту добавки формується більш досконала кристалічна структура з крупнішими та більш однорідними за розмірами кристалітами, а за підвищеного вмісту – менш однорідна. Встановлено, що питома намагніченість насичення  $\sigma_s$  для композитних неорієнтованих плівок зростає від 1,1 Гс·см<sup>3</sup>/г для плівки з 5 мас. % Fe/C до 5,6 Гс·см<sup>3</sup>/г для плівки з 15 мас. % Fe/C. Коерцитивна сила  $H_c$  змінюється залежно від вмісту Fe/C від 99 до 97 Е. Виявлено, що електропровідність ( $s$ ) на частоті 1 кГц відсутня для неорієнтованої плівки з 1 мас. % Fe/C ( $\sigma=9,4\cdot 10^{-11}$  Ом<sup>-1</sup>·см<sup>-1</sup>), а для неорієнтованих плівок із 5 – 15 мас. % Fe/C складає  $2,4\cdot 10^{-5}$  –  $1\cdot 10^{-3}$  Ом<sup>-1</sup>·см<sup>-1</sup>. Орієнтаційне витягування знижує електропровідність ( $\sigma=1,4\cdot 10^{-12}$ – $2,7\cdot 10^{-11}$  Ом<sup>-1</sup>·см<sup>-1</sup> для плівок з  $\lambda=5$ –6). За своїми структурно-механічними, електричними та магнітними властивостями залежно від вмісту Fe/C композитні плівки можуть бути перспективними для використання їх як магнітних, антистатичних чи електропровідних матеріалів.

**Ключові слова:** поліетилен, вуглецева залізовмісна добавка, орієнтаційне витягування, міцність, плавлення, кристалізація, електропровідність, намагніченість

### Вступ

Відомо, що електропровідні полімерні композитні матеріали (ПКМ) мають ряд переваг порівняно з металевими провідниками, а саме: можливість регулювання електропровідності в широких межах, здатність до переробки у виробі складної форми, еластичність, корозійну стійкість, невелику густину, доступність, низьку вартість тощо. В останній час для цілеспрямованого регулювання електропровідності ПКМ використовуються вуглецеві нанорозмірні матеріали: фулерени, вуглецеві нановолокна, одностінні і багатостінні нанотрубки, графени [1]. Вітчизняним виробником ТОВ «Фронтерія Україна» методом CVD на залізовмісному каталізаторі синтезовано залізовмісні волокнисті вуглецеві наноккомпозити (ЗВВНК), що характеризуються широким діапазоном властивостей [2]. У їхньому складі виявлено вуглецеві нановолокна та багатостінні вуглецеві нанотрубки, а також нанокристалічні фази магнетиту,

кремнезему, графіту, карбїду залїза. Спосїб одержання ЗВВНК, з точки зору матерїальних та енергетичних затрат на виробництво, є сучасним і конкурентоспроможним. В [3] було одержано мононитки на основї поліпропілену, що містили 5 мас. % ЗВВНК, та встановлено, що неорїєнтована композитна мононитка має задовільні магнітні властивості.

Мета роботи – одержання плївок на основї поліетилену та нанорозмірних залїзовмісних волокнистих вуглецевих композитів, встановлення впливу останніх на структуру, механічні та електрофізичні властивості полімерного матеріалу.

### Об'єкти та методи дослідження

Як полімерну матрицю для створення ПКМ вибрано поліетилен високої густини (ПЕВГ). Для одержання композитних плївок на основї ПЕВГ спочатку сумїшали порошки полімеру і добавки розтиранням у фарфоровій ступці з подальшим додаванням 96-процентного етилового спирту і розтиранням у ступці у вигляді суспензії впродовж 1 год. Після цього сумїші сушили на повітрі за кімнатної температури впродовж 10–12 год, а потім – у сушильній шафі за температури 70 °С впродовж 5 год. Співвідношення залїза і вуглецю Fe/C в масових процентах у використаній добавці складало 42/58. Вміст добавки Fe/C в полімерних композиціях складав 1; 2; 3; 4; 7, 5; 10, 12 та 15 мас. %. Вихідні плівки одержували методом гарячого пресування за температури 150 °С, тиску 150 кГс/см<sup>2</sup>, витримування за вказаних температури і тиску впродовж 3 хв з наступним охолодженням зі швидкістю 5 град/хв. Плівки орієнтували методом термоградїєнтного витягування [4] в двї стадії: перша – за температури 60 °С, друга – за 80 °С.

З метою вивчення впливу добавки Fe/C на кристалічну структуру полімерів в ПКМ застосовували метод диференціального термічного аналізу (ДТА). Повний термічний аналіз здійснювали за допомогою дериватографа Q-1500 D фірми МОМ (Будапешт). Використовували платинові тиглі, як еталон брали порошок Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Термограми процесу плавлення зразків реєстрували за швидкості нагрівання 5 град/хв від кімнатної температури до 225 °С (в межах температурної шкали 250 °С), після чого записували криві кристалізації розплаву за швидкості охолодження 1,5 град/хв. Наважка складала біля 350 мг. З термограм визначали температури початку плавлення полімеру (T<sub>1</sub>), плавлення (T<sub>пл</sub>), завершення плавлення (T<sub>2</sub>), а також температури початку кристалізації (T<sub>3</sub>), кристалізації (T<sub>кр</sub>), температури завершення кристалізації (T<sub>4</sub>). Точність визначення температур плавлення та кристалізації складала ±2 °С. За відомою методикою [5] визначали ентальпїю плавлення зразків (ΔH). Для її розрахунку проводили калїбрування площі, обмеженої кривою теплового ефекту, за *n*-амінобензойною кислотою, ентальпїя плавлення якої складає 36,3 кал/г. Ступінь кристалічності (СК) в мас. % розраховували, виходячи з ентальпії плавлення повністю кристалічного полімеру за формулою:

$$\alpha = \Delta H / \Delta H_{\text{кр}} \cdot 100,$$

де ΔH<sub>кр</sub> – теплота плавлення повністю кристалічного полімеру, яка для ПЕ складає 68,8 кал/г [6], ΔH – теплота плавлення досліджуваного зразка.

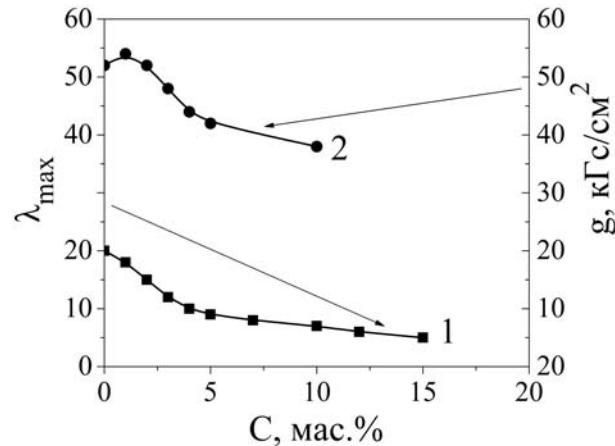
Вимірювання електропровідності (s) на низьких частотах (1 кГц) здійснювалось двоконтактним методом за допомогою вимірювача іммітансу E7-14 [2]. Відносна похибка визначення s не перевищувала ± 5%.

Петлі гістерезису магнітного моменту зразків вимірювали за допомогою лабораторного вібраційного магнітометра фонерівського типу [7].

## Результати та їх обговорення

Присутність Fe/C зменшує величини максимально можливого ступеню орієнтаційного витягування ( $\lambda_{\max}$ ) з 20 для ПЕВГ до 5 для високонаповнених композицій (рис. 1, крива 1). І якщо за невисокого вмісту добавки (1–2 мас. %) для  $\lambda_{\max}$  характерно незначне спадання, то для високонаповнених плівок ця характеристика суттєво зменшується.

Величина міцності  $g$  для плівок з  $\lambda=7$  (рис. 1, крива 2) дещо зростає за вмісту 1 мас. %, за подальшого збільшення концентрації добавки дана характеристика зменшується.



**Рис. 1.** Максимально можливий ступінь орієнтаційного витягування та міцність на розрив плівок від вмісту добавки Fe/C

В табл. 1. наведено температурні характеристики процесів плавлення, кристалізації та ступеню кристалічності для композитних плівок на основі ПЕВГ та добавки Fe/C

Як видно з табл. 1, температура початку плавлення для наповнених композицій зростає на 1–4 °С залежно від вмісту добавки Fe/C, температура плавлення  $T_{\text{пл}}$  підвищується на 2 °С в інтервалі концентрацій 1–5 мас. %. Має місце також звуження температурного інтервалу плавлення на 4 °С за вмісту добавки 1–2 мас. % і розширення на 2–5 °С за вмісту добавки 4–15 мас. %. Спостерігається також незначне збільшення ступеню кристалічності в інтервалі 1–12 мас. %.

За кристалізації за умови повільного охолодження має місце зростання температури початку кристалізації на 2–5 °С,  $T_{\text{кр}}$  на 2–4 °С, звуження температурного інтервалу кристалізації, збільшення ступеню кристалічності.

Зростання  $T_1$ ,  $T_{\text{пл}}$ ,  $T_3$ ,  $T_{\text{кр}}$ , звуження  $T_2-T_1$  за невисокого вмісту добавки може засвідчувати про утворення більш досконалих та однорідних за розмірами кристалітів. Зміни температурних характеристик фазових переходів за високого вмісту добавки вказують на збільшення неоднорідності кристалітів за розмірами. Згідно з [8] в інтервалі невисоких концентрацій переважає зарядкотвірний вплив добавки, тому ступінь кристалічності зростає, за високого вмісту добавки починають переважати кінетичні та стеричні фактори, які за формування високонаповнених композитних плівок утруднюють кристалізацію ПЕВГ.

Відомо, що для орієнтованих ПКМ характерна мікрофібрилярна структура. Присутність нанодисперсних добавок в композитних плівках порушує регулярність

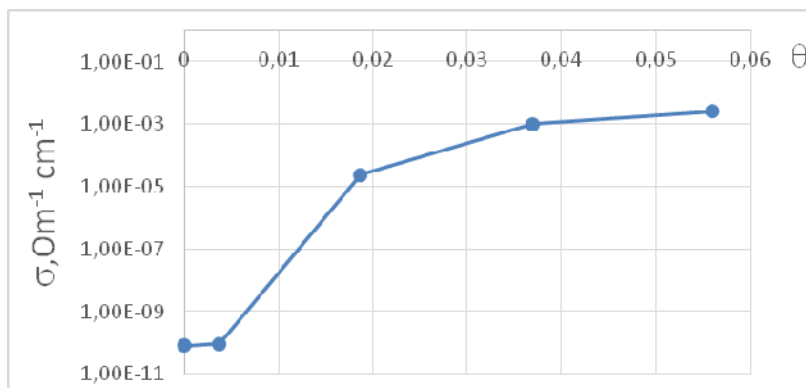
укладання самих мікрофібрил а також відрізків макроланцюгів в аморфних областях мікрофібрил [9].

**Таблиця 1.** Температурні характеристики фазових переходів та ступінь кристалічності для композитних плівок на основі поліетилену високої густини та добавки Fe/C

Вміст Fe/C, мас. %	Плавлення					Кристалізація				
	Т °С				СК	Т °С				СК
	T <sub>1</sub>	T <sub>пл</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> -T <sub>1</sub>	%	T <sub>3</sub>	T <sub>кр</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>4</sub> -T <sub>3</sub>	%
0	102	132	154	52	36,0	117	112	100	17	40,8
1	106	134	154	48	38,6	122	117	108	14	44,4
2	106	134	154	48	37,8	122	117	108	14	43,9
3	104	134	156	52	37,6	122	117	108	14	43,1
4	104	134	158	54	37,0	122	116	108	14	42,8
5	104	134	158	54	36,8	122	116	108	14	42,6
7	103	132	160	57	36,5	120	114	104	16	42,6
10	103	132	160	57	36,2	120	114	103	17	42,4
12	103	132	160	57	36,0	120	114	102	18	42,0
15	103	132	160	57	35,4	119	114	101	18	41,0

Зменшення  $\lambda_{\max}$  для плівок ПЕВГ-Fe/C може бути пов'язано зі зростанням жорсткості відрізків макромолекул у міжфазних прошарках композитів, та зі стеричними перешкодами регулярному укладанню макромолекул в аморфних областях полімеру, де локалізуються нанорозмірні складові ЗВВНК. З підвищенням вмісту добавки порушується регулярність будови композитної плівки на молекулярному та надмолекулярному рівнях, накопичуються дефекти, що призводить до зменшення міцності на розрив зі зростанням вмісту Fe/C. Так за прикладання розтягуючого навантаження різнодовжинність прохідних макромолекул в аморфних прошарках мікрофібрил сприяє нерівномірності розподілу прикладеного навантаження та виникненню перенапружених відрізків макроланцюгів. Згідно з кінетичною теорією міцності твердих тіл в процесі руйнування, насамперед, рвуться найбільш напружені ділянки макроланцюгів [4,10].

На рис. 2. наведено залежність електропровідності композитних плівок від об'ємного вмісту добавки Fe/C.

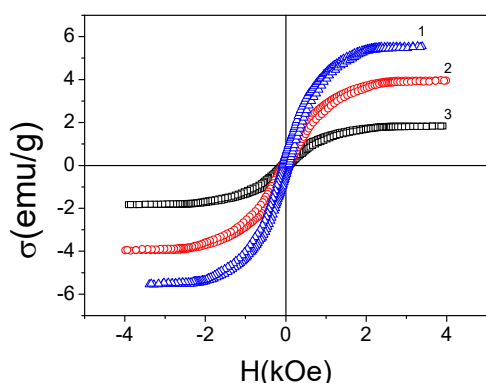


**Рис. 2.** Залежність електропровідності композитів ПЕВГ–Fe/C на частоті 1 кГц від вмісту добавки

Як видно з рис.2, електропровідність  $s$  на частоті 1 кГц відсутня для неорієнтованої плівки з 1 мас. % (Fe/C ( $s=9,4 \cdot 10^{-11} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ )). За збільшення вмісту добавки від 2 мас. % до 15 мас. % (від 0,004 до 0,02 об. %) спостерігається зростання значень електропровідності ( $s$  складає  $2,4 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ ), що пов'язано з утворенням перколяційних кластерів із провідного компоненту. Поріг перколяції, розрахований за рівнянням теорії перколяції для системи ПЕВГ–Fe/C, складає 0,016, показник степені  $t=1,5$ . Неорієнтовані композитні плівки за вмісту добавки, вищого за поріг перколяції, залежно від величини електропровідності, можуть бути використані як антистатичні чи електропровідні матеріали.

Орієнтаційне витягування понижує електропровідність (для плівок з  $\lambda=5-6$  ця величина  $s=1,4 \cdot 10^{-12} - 2,7 \cdot 10^{-11} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ ), що викликано віддаленням наночастинок одна від іншої та розривом провідних ланцюжків у напрямку орієнтаційного витягування.

На рис. 3 наведено петлі гістерезису композитних плівок ПЕВГ–Fe/C за різного вмісту добавки.



**Рис. 3.** Криві намагнічування зразків композитних плівок ПЕВГ–Fe/C за вмісту добавки Fe/C: 1–15 мас. %; 2–10 мас. %; 3–5 мас. %

В табл. 2 зведено магнітні характеристики неорієнтованих композитних плівок на основі ПЕВГ.

**Таблиця 4.** Магнітні характеристики композитних плівок ПЕВГ – Fe/C

$c$ , мас. %	$\phi_{об}$	$\rho_c$ , г/см <sup>3</sup>	$H_c^{calc}$ , Е	$\sigma_s$ , Гс·см <sup>3</sup> /Г	$H_c$ , Е
1	0,0053	0,9228	99,46	1,18	100,8
5	0,0090	0,9387	99,09	1,97	97,6
10	0,0189	0,9810	98,10	3,95	99,5
15	0,0297	1,0273	97,02	5,92	95,3

$c_{мас}$  – масова частка наповнювача;  $\phi_{об}$  – об’ємна частка наповнювача;  $\rho_c$ , г/см<sup>3</sup> – питома густина композиту;  $\sigma_s^{calc}$ , Гс·см<sup>3</sup>/Г – питома намагніченість розрахункова;  $H_c^{calc}$ , Е – коерцитивна сила розрахункова;  $H_c$  – коерцитивна сила експериментальна,  $\sigma_s$ , Гс·см<sup>3</sup>/Г – питома намагніченість насичення експериментальна

З табл. 4 видно, що питома намагніченість насичення  $\sigma_s$  для композитних неорієнтованих плівок зростає від 1,2 Гс·см<sup>3</sup>/Г для плівок із вмістом 5 мас. % добавки до 5,9 Гс·см<sup>3</sup>/Г для плівки з 15 мас. % Fe/C, коерцитивна сила  $H_c$  змінюється, залежно від вмісту Fe/C, від 101 до 96 Е. Це свідчить про зростання міжчастинкової диполь-дипольної взаємодії з ростом вмісту добавки.

## Висновки

Одержано композитні плівки поліетилен високої густини – добавка, що містить вуглецеві нановолокна та магнітні наночастинки.

Проведено термоорієнтаційне витягування плівок. Встановлено, що зі зростанням вмісту добавки понижується максимально можливий ступінь витягування.

Встановлено, що за однакового ступеню витягування ( $\lambda=7$ ) міцність плівок на розрив практично незмінна за низького ступеню наповнення (1,0–2,0 мас. %) і понижується з ростом вмісту добавки.

Показано вплив добавки на фазові переходи поліетилену в композитних плівках: за невисокого вмісту добавки формується більш досконала кристалічна структура з крупнішими та одноріднішими за розмірами кристалітами, а за підвищеного вмісту – менш однорідна.

За високого ступеню наповнення неорієнтовані композитні плівки мають достатню електропровідність та магнітні властивості. Можуть бути перспективними для використання їх залежно від вмісту добавки як магнітні, антистатичні чи електропровідні матеріали.

Залізовмісні волокнисті вуглецеві наноккомпозити, одержані за вітчизняною конкурентоспроможною з точки зору матеріальних та енергетичних затрат на виробництво, можуть бути використані для розробки функціональних полімерних матеріалів.

## Література

1. Мищенко С.В., Ткачев А.Г. Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение. Москва: Машиностроение. – 2008. – 320 с.
2. Седов О.М., Холод В.В., Махно С.М., Лісова О.М., Абрамов М.В., Туранська С.П., Горбик П.П. Електрофізичні та магнітні властивості залізовмісних волокнистих

вуглецевих нанокompозитів // Металофізика та новітні технології. – 2019. вип. 41, № 9. – С. 1153–1169. DOI: 10.15407/mfint.41.09.1153.

3. Дзюбенко Л.С., Горбик П.П., Соп'яненко О.О., Резанова Н.М. Вплив вуглецьвмісної магнітної нанодисперсної добавки на структуру та електрофізичні властивості композитних монониток на основі поліпропілену // Поверхня. – 2021, №13(28). – С.197–205.
4. Регель В.Р., Слуцкер А.И., Томашевский Э.Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. – Москва: Наука. – 1974. – 560 с.
5. Ки Б. Новейшие методы исследования полимеров. Пер. с англ. под ред. акад. В.А. Каргина и канд. хим. наук Н.А. Платэ – Москва: Мир. – 1966. – 572 с.
6. Привалко В.П. Справочник по физической химии полимеров. Т. 2. – Киев: Наук. думка. – 1984. – С. 176.
7. Борисенко Н.В., Богатырев В.М., Дубровин И.В., Абрамов Н.В., Гаевая М.В., Горбик П.П. Синтез и свойства магниточувствительных нанокompозитов на основе оксидов железа и кремния // Физико-химия наноматериалов и супрамолекулярных структур / Ред. А.П. Шпак, П.П. Горбик. Киев: Наукова думка – 2007. – Т. 1. С. 394–406.
8. Соломко В.П. Наполненные кристаллизующиеся полимеры. – Киев: Наук. думка – 1980. – 264 с.
9. Шибанова А.В., Цобкалло Е.С., Аксакал Б., Москалюк О.А. Деформационно-прочностные и релаксационные свойства наполненных углеродными частицами полипропиленовых ориентированных пленок // Вестник ТвГУ, Сер. «Химия» . –2016, №2. – С. 28–38.
10. Комков Ю.А., Веттегрень В.И., Соломко В.П., Нижник В.В., Дзюбенко Л.С. // Термодинамические и структурные свойства граничных слоев полимеров. – Киев: Наук. думка. – 1976. – С. 74–77.

## References

1. Mishchenko V., Tkachev A.G. The Carbon Nanomaterials: Industry, Properties and Use of Those. (Moscow, Mashynostroyeniye (Machines Building or Engines Building, 2008) (in Russian).
2. Sedov O.M., Kholod V.V., Makhno S.M., Lisova O.M., Abramov M.V., Turans'ka S.P., Gorbyk P.P. Structure and Properties of Nanoscale and Mesoscopic Materials. Metalphysics and Adv.Technologies. 2019. 41(9): 1153. DOI: 10.15407/mfint.41.09.1153
3. Dzubenko L.S., Gorbyk P.P., Sapyanenko A.A., Rezanova N.M. N.M.. The Influence arbon-Containing, Magnetic and Nano-Dispersed Additions on Structure and Electrophysical Properties of Polypropylene-Based Composite Monofibers. DOI:10.15407/Surface.2021.13.197
4. Regel' V.R., Slutzker A.I., Tomashevs'kiy E.Ye. The Kinetical Nature by Strength of Solids. Moscow: Nauka (Science). - 1974. – 560 p. (in Russian).
5. Newer Methods of Polymer Characterization. Bacon Ke, Ed. Interscience (Wiley), New-York. 1966: 572 p.
6. Privalko V.P. Reference Book for Physical Chemistry of Polymers. Vol.2 – Kiev, Naukova Dumka (Scientific Opinion). – 1984. – P.176 (in Russian).
7. Borisenko N.V., Bogatyryov V.M., Dubrovin I.V., Abramov N.V., Gayevaya M.V., Gorbik P.P. The Synthesis and Properties of Magnetic-Sensitive Nanocomposites Based on Iron and Silicium Oxides// Physico-Chemistry of Nanomaterials and Supramolecular Structures//Ed. by A.P. Shpak and P.P. Gorbik. Vol.1. Kiev, Naukova Dumka, 2007 (in Russian).

8. Solomko V.P. The Filled and Crystallizing Polymers. - Kiev, Naukova Dumka. – 1980. - 264 p. (in Russian).
9. Shibanova A.V., Tsobkallo Ye.S., Axacal B., Moskalyuk O.A. The Deformation-Strength and Relaxation Properties of Polypropylene Oriented Films, Filled with Carbon Particles.// Vestnik TvGU, Seriya Khimiya (Chemistry Series). – 2016.-, Vol.2. – PP. 28-38 (in Russian).
10. Komkov Yu.A., Vettegren' V.I., Solomko V.P., Nyzhnyk V.V., Dzubenko L.S. The Thermodynamic and Structural Properties of Polymer Boundary Layers. Kiev, Naukova Dumka. – 1976. – PP. 74 – 77 (in Russian).

## THE POLYETHYLENE-BASED COMPOSITE FILMS, CONTAINING CARBON NANOFIBERS AND MAGNETIC NANOPARTICLES

**L.S. Dzubenko, P.P. Gorbyk, O.O. Sapyanenko, S.M. Makhno**

*O.O. Chuiko Institute for Surface Chemistry, NAS of Ukraine,*

*17, Generala Naumova Str, 03164, Kyiv, Ukraine,*

*phone: +38044 4229674, e-mail: lidia\_dzubenko@isc.gov.ua*

*There are influence of Fe/C as polymer composition component studied, for use as PCM of special purposes, on structure, mechanical, and electrophysical properties, when regarding to goal for usage possibility establishing for carbon and iron-containing material of Fe/C, and last was synthesized with CVD technique on iron-containing catalyst. There were PEHD- and nano-disperse addition of Fe/C - based composite films prepared, with hot pressing method, of mass equation in 42/58 for Fe/C, and addition content in PCM of 1 – 15 % mass. Then, there were films oriented with thermogradient hot stretching.. It is established, that Fe/C presence is decreasing for maximal stretching value  $\lambda_{max}$ , for pure HDPE, to 5 for highly-loaded compositions. There are addition's influence on PE phase transitions in composite films: when at low addition's contents, then, there are forming more perfect crystalloid structure of more larger and uniform crystallites by dimensions, but, at those higher - less uniform one. It is established, that specific saturation magnetization values ( $\sigma_s$ ), for composite and non-oriented films, are increasing, from 1.1 Gs·cm<sup>3</sup>/g for film of 5 %mass. of Fe/C, to 5.6 Gs·cm<sup>3</sup>/g (film of 15 % mass. Fe/C). There are cohertzitive power values, changing dependently from Fe/C content, from 97 to 99 E. It is founded, that electrical conductivity values ( $s$ ), at frequency of 1 kHz, is absent, for non-oriented film of 1 %mass. Fe/C ( $\sigma=9,4\cdot 10^{-11} \text{ Om}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ), but, for those non-oriented ones of 5- 15 %mass. are  $2,4\cdot 10^{-5} - 1\cdot 10^{-10} \text{ Om}^{-1}\text{cm}^{-1}$ . Where are orientational stretching actions, there are decreasing in electrical conductivity values -  $\sigma=1,4\cdot 10^{-12}-2,7\cdot 10^{-1} \text{ Om}^{-1}\text{cm}^{-1}$  for films of  $\lambda=5-6$ . Those films, when at own intrinsic structure-mechanical, electrical and magnetic properties, depending of Fe/C content, are perspective ones as magnetic, anti-static and electrical conductive materials.*

**Key words:** *polyethylene, carbon and iron-containing addition, orientational stretching, strength, melting, crystallization, electrical conductivity, magnetization.*