

УДК 677.494.7

НОВАК Д.С., СОРОХТЕЙ М.М., РЕЗАНОВА Н.М.  
Київський національний університет технологій та дизайну

## ВПЛИВ НАНОДОБАВОК НА ВЛАСТИВОСТІ МОНОНИТОК

**Мета.** Встановлення впливу нанодобавок на властивості нанонаповнених поліпропіленових (ПП) монониток.

**Методика.** Методом капілярної віскозиметрії вивчено вплив нанодобавок на реологічні властивості та здатність до поздовжньої деформації розплаву ПП. Дослідження лінійної густини, міцності при розриві, відносного видовження ниток проведено за стандартними методиками.

**Результати.** Показано, що міцність і початковий модуль монониток залежать від хімічної природи нанодобавок та їх концентрації. Введення в ПП мононитки нанодобавок метилкремнезем (МК) та срібло/кремнезем ( $Ag/SiO_2$ ) дозволяє покращити їх фізико-механічні властивості.

**Наукова новизна.** Встановлено, що гідрофобна добавка МК є більш ефективною, порівняно з добавкою ( $Ag/SiO_2$ ), що можна пояснити її одноріднішим розподілом в матриці неполярного ПП.

**Практична значимість.** Дані мононитки характеризуються достатньою міцністю та еластичністю, проявляють антимікробну дію, що дозволяє використовувати їх як хірургічні нитки та вироби медичного призначення.

**Ключові слова:** волокна, нанодобавки, мононитки, поліпропілен.

**Вступ.** Волокна, наповнені наночастинками (НЧ), почали виробляти з 1990 року. Такі волокна характеризуються малою усадкою, зниженою горючістю, підвищеною міцністю на розрив і стирання, і в залежності від природи наночастинок, які вводяться, можуть набувати інших функціональних властивостей. Як наповнювачі для волокон широко використовуються такі нанодобавки: одно- або багаточарові вуглецеві нанотрубки (ВНТ), фуллерени, глинозем, діоксид кремнію, наночастинки металів ( $Ag$ ,  $Au$ ,  $Cu$ ,  $Ti$ ,  $Zn$ ) та їх оксиди. Найбільш досліджуваними нанодобавками є ВНТ, оскільки вони мають комплекс унікальних характеристик [1-5]. Результати наукових досліджень у цій галузі відображені в статтях [6-11] та в монографіях [12-18]. Однак у цих дослідженнях відсутні дані щодо впливу нанодобавок МК та  $Ag/SiO_2$  на властивості монониток з ПП волокон, що стримує їх практичне впровадження.

**Постановка завдання.** ПП волокна відносяться до лідерів за випуском у світі за рахунок доступності сировини та комплексу їх цінних властивостей. Пошук нових методів модифікації для покращення характеристик ПП є актуальним. При введенні нанодобавок покращуються механічні властивості ниток. Окремі нанодобавки (срібло, оксиди кремнію, алюмінію, титану та цинку, ВНТ) мають бактерицидний вплив на ПП волокна, і тому вони можуть використовуватися у медицині. Одним із методів модифікації ПП волокон є введення комплексних нанодобавок [19-21]. Завданням даної роботи є встановлення впливу нанодобавок МК та  $Ag/SiO_2$  на фізико-механічні властивості ПП монониток.

**Результати досліджень.** Відомо, що поліпропіленові волокна важко фарбуються, що суттєво обмежує їх застосування у виробництві матеріалів побутового призначення. Введення 15 мас % НЧ глинозему у структуру ПП монониток забезпечує не тільки

покращення властивостей ниток, а й сприяє фарбуванню їх різними класами барвників з одержанням забарвлень глибоких тонів.

Наночастинки срібла мають унікальні властивості – високу бактерицидну і антивірусну активність. Про антимікробну дію іонів срібла відомо вже дуже давно. Цілющі властивості так званої «святої води» подібні до одержаної шляхом прогонки питної води через срібний фільтр. Вона не містить хвороботворних бактерій, які присутні у звичайній воді, тому може зберігатися роками, не псуючись і не «зацвітаючи». У медичній практиці іноді призначають «срібну» воду для лікування ран, виразок, хвороб сечового міхура. Така вода містить деяку кількість іонів срібла, здатних нейтралізувати шкідливі бактерії і мікроорганізми, чим і пояснюється її благотворний вплив на здоров'я людини. Встановлено, що наночастинки срібла в тисячі разів ефективніше борються з бактеріями і вірусами, ніж іони срібла [22].

Наночастинки здатні довгий час зберігати бактерицидні властивості після нанесення на тверді поверхні (скло, дерево, папір, кераміка, оксиди металів тощо). НЧ срібла мають також високу електропровідність. Таким чином, крихітні, непомітні, екологічно чисті наночастинки срібла можуть застосовуватися всюди, де необхідно забезпечити чистоту і гігієну: від косметичних засобів до знезараження хірургічних інструментів або приміщень. Наночастинки оксиду цинку також мають унікальні властивості (в тому числі і бактерицидні), серед яких особливий інтерес викликає здатність поглинати широкий спектр електромагнітного випромінювання, включаючи ультрафіолетове, інфрачервоне, мікрохвильове і радіочастотне.

Наночастинки діоксиду кремнію ( $\text{SiO}_2$ ) мають унікальну властивість, суть якої полягає в тому, що при нанесенні на матеріал вони приєднуються до його молекул і дозволяють поверхні відштовхувати бруд і воду. Нанопокриття на основі цих частинок надають склу, плитці, дереву, каменю здатність самоочищуватися. Частинок бруду не прилипають до поверхні і не проникають в матеріал, а вода легко стікає з нього, захоплюючи забруднення (рис. 1). Тканина з таким покриттям вільно пропускає повітря, але затримує вологу. Покриття стійке до тертя, гнучке і не псується від сонячного світла і температури [23].



Рис. 1. Принцип самоочищення наночастинками  $\text{SiO}_2$

Для досліджень вибрали ПП марки А7 ТУ У 24.1 – 32292929-003:2007 Лисичанського хімічного заводу. Як нанодобавки використали модифікований пірогенний кремнезем зі щепленими металевими групами (МК) з питомою поверхнею ( $S_{\text{пит}}$ )  $320 \text{ м}^2/\text{г}$  виробництва Калуського експериментального заводу, МАС та комплексну речовину, в якій на  $\text{SiO}_2$  нанесені наночастинки срібла (табл. 1). Методика одержання комбінованої добавки базується

на відновленні глюкозою іонів  $Ag^+$ , нанесених на поверхню частинок з водно-спиртового розчину нітрату срібла. Концентрація (С) нанодобавок складала (0,1÷5,0) мас. %.

Таблиця 1.

**Характеристики нанодобавок**

Назва	Середній діаметр частинок, нм	Питома поверхня (за методом БЕТ), м <sup>2</sup> /г	Масова доля вологи, % не більше
Ag/SiO <sub>2</sub>	7	300±30	1,5
МК	12	224±25	1,0

Змішування полімерів та введення добавки здійснювали за допомогою комбінованого черв'ячно-дискового екструдера марки ЛГП-25. ПП нитки отримували на спеціальному агрегаті (рис. 2). Гранульований ПП надходить з бункера в зону пластикації, де переходить у в'язко-текучий стан. Розплав полімеру продавлюється черв'яком через тонкі отвори решітки в охолоджувальну водяну ванну, де струмені розплаву тверднуть у вигляді одиночних волокон. Сформовані моноволокна з'єднують в пучок і потім піддають витяжці за допомогою системи валків, що обертаються з різною швидкістю.

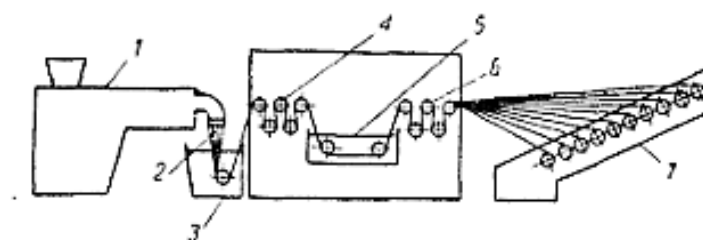


Рис. 2. Технологічна схема одержання ПП монониток:

1 – екструдер; 2 – окремі моноволокна; 3 – ванна охолодження для волокон; 4, 6 – вальці; 5 – витяжна ванна; 7 – приймальний пристрій

В'язкість розплавів ( $\eta$ ) нанопоповненого ПП, визначали методом капілярної віскозиметрії за допомогою мікровіскозиметра МВ-2 в діапазоні напруг зсуву  $\tau = (0,1\div5,7) \cdot 10^4$  Па за температури 190 °С. Еластичні властивості оцінювали за величиною розбухання “В” екструдатів, відпалених за методикою [24]. Отримані дані наведені в таблицях 2 та 3. Режим течії ( $n$ ) визначали за тангенсом кута нахилу дотичної в даній точці кривої течії. Гарантійна похибка складала ( $\pm 2\div 7$ ) %. Здатність розплавів до поздовжньої деформації характеризували величиною максимальної фільтрної витяжки ( $\Phi_{max}$ ), яку визначали як співвідношення швидкостей прийому та витікання розплаву з отвору фільтри, виражену у відсотках.

Таблиця 2.

**Вплив добавки Ag/SiO<sub>2</sub> на реологічні властивості розплавів ПП за  $\tau = 5,69 \cdot 10^4$  Па**

Склад суміші, мас. %	$\eta$ , Па·с	n	$\Phi_{max}$ , %	В
	5,69			
ПП	270	2,0	32300	1,8

Продовження таблиці 2

ПП + 0,05 % Ag/SiO <sub>2</sub>	300	2,0	32400	1,7
ПП + 0,1 % Ag/SiO <sub>2</sub>	310	2,0	32500	1,7
ПП + 0,5 % Ag/SiO <sub>2</sub>	310	1,9	32800	1,6
ПП + 1,0 % Ag/SiO <sub>2</sub>	320	1,9	33600	1,6
ПП + 3,0 % Ag/SiO <sub>2</sub>	340	2,0	32700	1,6

Таблиця 3.

**Вплив добавки метилкремнезему на реологічні властивості розплавів ПП за  $\tau = 5,69 \cdot 10^{-4}$  Па**

Склад суміші, мас. %	$\eta$ , Па·с	n	$\Phi_{\max}$ , %	B
	5,69			
ПП	270	2,0	32300	1,8
ПП + 0,05 % МК	310	2,0	32500	1,8
ПП + 0,1 % МК	320	2,0	32900	1,7
ПП + 0,5 % МК	340	2,1	33300	1,7
ПП + 1,0 % МК	370	2,1	34100	1,6
ПП + 3,0 % МК	390	2,1	33200	1,6

З одержаних даних (табл. 2, 3) видно, що введення нанорозмірних добавок не призводить до зміни режиму течії розплаву поліпропілену. Нанонаповнені розплави залишаються неньютонівськими рідинами, що підтверджується значенням показника режиму течії (n), який лежить в межах (1,9÷2,1). Підвищення концентрації МК і Ag/SiO<sub>2</sub> супроводжується ростом в'язкості розплаву ПП, що пояснюється ефектом наповнення твердою речовиною і є закономірним. При цьому зростання  $\eta$  розплаву ПП, наповненого метилкремнеземом, більш чітко виражене, що пов'язано з утворенням специфічних зв'язків між функціональними групами нанодобавки і макромолекулами ПП та структуруванням розплаву. Має місце деяке зниження еластичності модифікованого розплаву ПП, судячи в величин розбухання екструдату, що є типовим для наповнених розплавів полімерів. Позитивним ефектом впливу добавок метилкремнезему і Ag/SiO<sub>2</sub> є зростання прядомості розплаву ПП, що проявляється у зростанні величини максимально можливої фільтрної витяжки ( $\Phi_{\max}$ ). Така закономірність пояснюється зміцненням струменю нанонаповненого розплаву в полі повздовжньої деформації. Зниження  $\Phi_{\max}$  за вищого вмісту добавки (3,0 мас. %) може бути пов'язано з ускладненнями повздовжнього деформування елементів надмолекулярної структури через часткове агрегування частинок добавки.

Важливими показниками для ниток є їх механічні характеристики. Міцність при розриві (P) та модуль пружності (E) визначали за допомогою розривної машини РМ-3 згідно з ГОСТ 6611.2-73. На рисунку 3 наведені залежності міцності при розриві та модуля

пружності монониток із розплавів вихідного ПП та наповнених нанодобавками від концентрації НЧ. Із цих залежностей витікає, що при концентрації добавки  $\text{Ag}/\text{SiO}_2$  до 1,0 мас. % спостерігається незначне зростання міцності ниток. При подальшому підвищенні вмісту цієї добавки (до 3,0 мас. %) інтенсивність зміни величини  $P$  суттєво зростає, а далі знижується. Залежність  $P=f(C)$  для добавки МК є монотонною і практично лінійною. З підвищенням вмісту наповнювача міцність ниток зростає. Максимальне значення міцності для монониток наповнених МК, складає 550 МПа за вмісту добавки 5,0 мас. %, а при введенні  $\text{Ag}/\text{SiO}_2$  вже при концентрації лише (2,0÷3,0) мас. % міцність досягає найвищих значень (650 МПа). Залежності модуля пружності модифікованих ниток від вмісту наповнювачів мають характер подібний до  $P=f(C)$ . Максимальне значення модуля пружності становить 2100 МПа для ниток з добавкою МК та 2700 МПа для ниток, наповнених  $\text{Ag}/\text{SiO}_2$ .

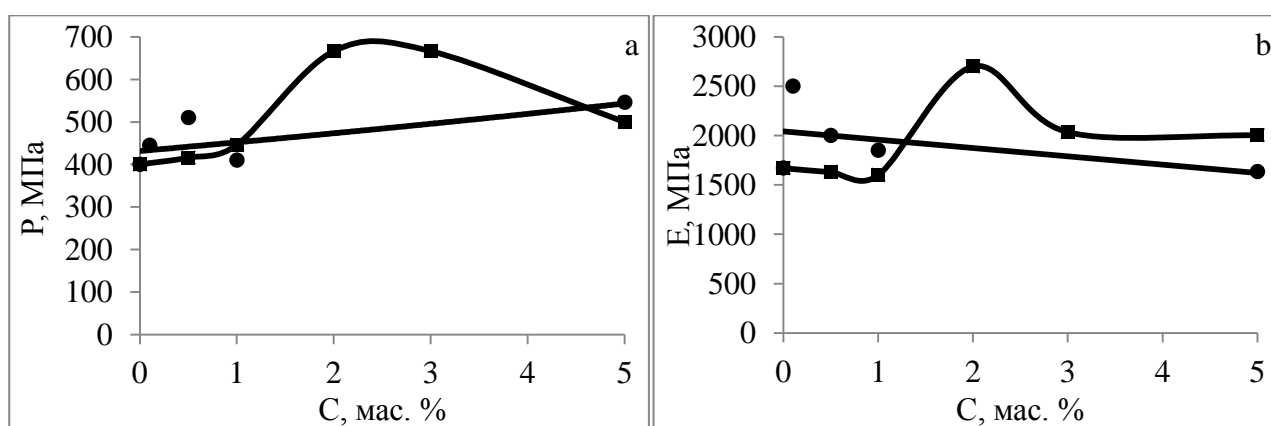


Рис. 3. Залежність міцності при розриві (а) та модулю пружності (б) поліпропіленових монониток від концентрації нанодобавок: МК (●);  $\text{Ag}/\text{SiO}_2$  (■)

**Висновки.** Показано, що нанодобавки не погіршують реологічні властивості розплаву наповненого ПП: в'язкість дещо зростає, а здатність до волокноутворення покращується. Встановлено, що введення гідрофільної і гідрофобної нанодобавок на основі пірогенного кремнезему дозволяє покращувати механічні властивості ПП монониток. Показано, що міцність і початковий модуль монониток залежать від хімічної природи нанодобавок та їх концентрації. Добавка  $\text{Ag}/\text{SiO}_2$  є більш ефективною: максимальні міцність і початковий модуль досягається за меншого її вмісту. Встановлено, що введення нанодобавок в полімерну матрицю збільшує здатність до поздовжньої деформації нанонаповнених розплавів поліпропілену.

#### Список використаних джерел

1. Пул Ч. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии: пер. с англ. под ред. Ю.И. Головина. – М.: Техносфера, 2004. – 210 с.
2. Antony L.A. Science and technology of polymer nanomer nanofibers.: - Hoboken, New Jersey. USA., John Wiley & Sons, Inc., 2008. – 424 p.
3. Yeo S. Y., Lee H.J., Jeong S.H. Preparation of nanocomposite fibers for permanent antibacterial effect // Journal of Materials Science. – 2003. – V. 38, №10. – P.125 – 132.
4. Marulanda J.V. Carbon Nanotubes. – Vucovar.: In-teh, India. – 2010. – 630 p.

5. Харрис П. Мир материалов и технологий. Углеродные нанотрубки и родственные структуры. Новые материалы XXI века. Перевод с англ. под редакцией и с дополнением Чернозатонского Л.А. – М.: Техносфера. – 2003. – 335 с.
6. Hoang A.S. Electrical conductivity and electromagnetic interference shielding characteristics of multiwalled carbon nanotube filled polyurethane composite films. // *Adv. Nat. Sci. Nanosci. Nanotechnol.* – 2011, 2. – 025007 (5pp).
7. Dervishi E., Li Z., Saini V., et al. Multifunctional coatings with carbon nanotubes for electrostatic charge mitigation. // *IEEE Trans. Ind. Appl.* – 2009. –V 45.- P. 1547 – 1552.
8. Fu X., Zhang C., Liu T., Liang, R., Wang, B.: Carbon nanotube buckypaper to improve fire retardancy of high-temperature/high performance polymer composites. // *Nanotechnology.* – 2010. –V. 21. – 235701.
9. Zhou Z., Wang S., Zhang Y., Zhang Y. Effect of different carbon fillers on the properties of PP composites: comparison of carbon black with multiwalled carbon nanotubes. // *J. Appl. Polym. Sci.* – 2006. – V. 102. – P. 4823–4830.
10. Xu D., Wang Z. Role of multi-wall carbon nanotube network in composites to crystallization of isotactic polypropylene matrix// *Polymer.* – 2008. – V. 49, P. 330 – 338.
11. Yuen S.M., Ma C.C., Chiang C.L., Lin Y.Y., Teng C.C. Preparation and morphological, electrical, and mechanical properties of polyimide-grafted MWCNT/polyimide composite, *J. Polym. Sci. A: Polym.Chem.* – 2007. – V. 45. – P. 3349 – 3358.
12. Chung D.D.L. Carbon materials for structural self-sensing, electromagnetic shielding and thermal interfacing// *Carbon.* – 2012 – V. 50. – P. 3342 – 3353.
13. Cebeci H., Guzman de Villoria R., Hart A. J., Wardle B. L. Multifunctional properties of high volume fraction aligned carbon nanotube polymer composites with controlled morphology. *Comp. Sci. Technol.* – 2009. –V. 69. – P. 2649 – 2656.
14. Thostenson E. T., Ren Z., Chou T-W. Advance sinthe science and technology of carbon nanotubes and their composites:a review. // *Comp. Sci.Technol.*. – 2001. – V. 61. – P. 1899 – 1912.
15. Мамуня Є.П., Юрженко М.В., Лебедев Є.В. та ін. Електроактивні полімерні матеріали. – К.: Альфа Реклама, 2013. – 402 с.
16. Dresselhaus M S, Dresselhaus G, Avouris P et. Al. Carbon Nanotubes. Synthesis, Strukture, Properties, and Applications// *Topics Applю Phys.- V.80.* Berlin: SpringerVerlag, 2001.
17. Loiseau A et al. Understanding Carbon Nanotubes. From Basics to Applications// *Lecture Notes in Phisiks, Vol. 677.* Berlin: Springer, 2006.
18. Rotkin S V, Subramoneu S. Applied Physics of Carbon Nanotubes. Fundamentals of Theory, Optics and Transport Devices. Nanoscience and Technology. Berlin: Springer, 2005.
19. Melezhik O.V., Sementsov Yu.I., Prikhod'ko G.P. et al. Carbon nanootubes and nanofibers pilot production // *Int. Conf. "Carbon Nanomaterials in Clean Energy Hidrogen Systems"(CNCEHS'2010) Ukraine, Yalta, 2010, 24-30 June.*
20. Семенцов Ю.И., Мележик А.В. Приходько Г.П. и др. Синтез, структура, физико-химические свойства наноуглеродных наноматериалов // *Физико-химия наноматериалов и супрамолекулярных структур., Том.2 / Под ред. А.П. Шпака, П.П.Горбика.* – Киев: Наук.думка, 2007., 440 с.
21. Mai Y.-W., Yu Z.-Z. Polymer nanocomposites.- CRC Press Boca Raton Boston New York Washington, DC. – 2006. – 613 p.
22. Крутяков Ю.А., Кудринский А.А., Оленин А.Ю., Лисичкин Г.В. Синтез и свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы // *Успехи химии.* – 2008. - №3. – С. 242 – 269.
23. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы // А.И. Гусев, А.А. Рампель – Москва: Физматлит, 2001 – 265 с.
24. Utracki L., Bakerdjiane Z., Kamal M. A method for the measurement of the true die swell of polymer melts // *J. Appl. Polymer Sci.* – 1975. – V. 19, №2. – P. 481– 501.

### References

1. Pul Ch. Mir materialov i tekhnologiy. Nanotekhnologii [The world of materials and technologies. Nanotechnology]: per. s angl. pod red. Yu.I. Golovina. M.: Tekhnosfera, 2004. 210 p. [in Russian].
2. Antony L.A. Science and technology of polymer nanomer nanofibers.: Hoboken, New Jersey. USA., John Wiley & Sons, Inc., 2008. 424 p.
3. Yeo S. Y., Lee H.J., Jeong S.H. Preparation of nanocomposite fibers for permanent antibacterial effect // Journal of Materials Science. 2003. V. 38, №10. P. 125-132.
4. Marulanda J.V. Carbon Nanotubes. Vucovar.: In-teh, India. 2010. 630 p.
5. Kharris P. Mir materialov i tekhnologiy. Uglerodnye nanotrubki i rodstvennyye struktury. Novye materialy XXI veka. [The world of materials and technologies. Carbon nanotubes and related structures. New materials of the XXI century.] Perevod s angl. pod redaktsiey i s dopolnieniem Chernozatonskogo L.A. M.: Tekhnosfera. 2003. 335 p. [in Russian].
6. Hoang A.S. Electrical conductivity and electromagnetic interference shielding characteristics of multiwalled carbon nanotube filled polyurethane composite films. // Adv. Nat. Sci. Nanosci. Nanotechnol. 2011, 2. 025007. 5 p.
7. Dervishi E., Li Z., Saini V., et al. Multifunctional coatings with carbon nanotubes for electrostatic charge mitigation. // IEEE Trans. Ind. Appl. 2009. V 45. P. 1547-1552.
8. Fu X., Zhang C., Liu T., Liang, R., Wang, B.: Carbon nanotube buckypaper to improve fire retardancy of high-temperature/high performance polymer composites. // Nanotechnology. 2010. V. 21. 235701.
9. Zhou Z., Wang S., Zhang Y., Zhang Y. Effect of different carbon fillers on the properties of PP composites: comparison of carbon black with multiwalled carbon nanotubes. // J. Appl. Polym. Sci. 2006. V. 102. P. 4823-4830.
10. Xu D., Wang Z. Role of multi-wall carbon nanotube network in composites to crystallization of isotactic polypropylene matrix// Polymer. 2008. V. 49, P. 330-338.
11. Yuen S.M., Ma C.C., Chiang C.L., Lin Y.Y., Teng C.C. Preparation and morphological, electrical, and mechanical properties of polyimide-grafted MWCNT/polyimide composite, J. Polym. Sci. A: Polym.Chem. 2007. V. 45. P. 3349-3358.
12. Chung D.D.L. Carbon materials for structural self-sensing, electromagnetic shielding and thermal interfacing// Carbon. 2012. V. 50. P. 3342-3353.
13. Cebeci H., Guzman de Villoria R., Hart A. J., Wardle B. L. Multifunctional properties of high volume fraction aligned carbon nanotube polymer composites with controlled morphology. Comp. Sci. Technol. 2009. V. 69. P. 2649-2656.
14. Thostenson E. T., Ren Z., Chou T-W. Advance sinthe science and technology of carbon nanotubes and their composites:a review. // Comp. Sci.Technol. 2001. V. 61. P. 1899-1912.
15. Mamunya Є.P., Yurzhenko M.V., Lebedev Є.V. ta in. Yelektroaktivni polimerni materialy. [Electroactive polymer materials] K.: Alfa Reklama, 2013. 402 p. [in Ukrainian].
16. Dresselhaus M S, Dresselhaus G, Avouris P et. Al. Carbon Nanotubes. Synthesis, Strukture, Properties, and Applications// Topics Apply Phys. V.80. Berlin: SpringerVerlag, 2001.
17. Loiseau A et al. Understanding Carbon Nanotubes. From Basics to Applications// Lektüre Notes in Phisiks, Vol. 677. Berlin: Springer, 2006.
18. Rotkin S V, Subramoneu S. Applied Physics of Carbon Nanotubes. Fundamentals of Theory, Optics and Transport Devices. Nanoscience and Technology. Berlin: Springer, 2005.
19. Melezhik O.V., Sementsov Yu.I., Prikhod'ko G.P. et al. Carbon nanotubes and nanofibers pilot production // Int. Conf. "Carbon Nanomaterials in Clean Energy Hidrogen Systems"(CNCEHS'2010) Ukraine, Yalta, 2010, 24-30 June.
20. Sementsov Yu.I., Melezhik A.V. Prikhodko G.P. i dr. Sintez, struktura, fiziko-khimicheskie svoystva nanouglerodnykh nanomaterialov [Synthesis, structure, physical and chemical properties of nano-carbon nanomaterials] // Fiziko-khimiya nanomaterialov i

supramolekulyarnykh struktur., Tom.2 / Pod red. A.P. Shpaka, P.P. Gorbika. Kiev:Nauk.dumka. 2007. 440 p. [in Russian].

21. Mai Y.-W., Yu Z.-Z. Polymer nanocomposites. CRC Press Boca Raton Boston New York Washington, DC. 2006. 613 p.

22. Krutyakov Yu.A., Kudrinskiy A.A., Olenin A.Yu., Lisichkin G.V. Sintez i svoystva nanochastits serebra: dostizheniya i perspektivy [Synthesis and properties of silver nanoparticles: advances and perspectives] // Uspekhi khimii. 2008. №3. P. 242-269. [in Russian].

23. Gusev A. I. Nanokristallicheskie materialy [Nanocrystalline materials] // A.I. Gusev, A.A. Rampel. Moskva: Fizmatlit, 2001. 265 p. [in Russian].

24. Utracki L., Bakerdjiane Z., Kamal M. A method for the measurement of the true die swell of polymer melts // J. Appl. Polymer Sci. 1975. V. 19, №2. P. 481-501.

### ВЛИЯНИЕ НАНОДОБАВОК НА СВОЙСТВА МОНОНИТЕЙ НОВАК Д.С., СОРОХТЕЙ М.Н., РЕЗАНОВА Н.М.

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** Установление влияния нанодобавок на свойства нанонаполненных полипропиленовых (ПП) мононитей.

**Методика.** Методом капиллярной вискозиметрии изучено влияние нанодобавок на реологические свойства и способность к продольной деформации расплава ПП. Исследование линейной плотности, прочности при разрыве, относительного удлинения нитей проведено по стандартным методикам.

**Результаты.** Показано, что прочность и начальный модуль мононитей зависят от химической природы нанодобавок и их концентрации. Введение в ПП мононити нанодобавок метилкремнезем (МК) и серебро/кремнезем ( $Ag/SiO_2$ ) позволяет улучшить их физико-механические свойства.

**Научная новизна.** Установлено, что гидрофобная добавка МК является более эффективной по сравнению с добавкой ( $Ag/SiO_2$ ), что можно объяснить ее однородным распределением в матрице неполярного ПП.

**Практическая значимость.** Данные мононити характеризуются достаточной прочностью и эластичностью, проявляют антимикробное действие, что позволяет использовать их как хирургические нити и изделия медицинского назначения.

**Ключевые слова:** волокна, нанодобавки, мононити, полипропилен.

### INFLUENCE OF NANO-ADDITIVES ON THE MONO THREADS PROPERTIES NOVAK D., SOROHTEY M., REZANOVA N.

*Kyiv National University of Technologies and Design*

**Goal.** The influence of nano-additives on the properties of nano-filled polypropylene (PP) mono threads.

**Methods.** By the method of capillary viscometer the effect of nano-additives on the rheological properties and the ability to longitudinal strain for PP melt was studied. Linear density, tensile strength, elongation threads was studied according to standard procedures.

**Results.** It was shown that the strength and initial modulus of threads depends on the chemical nature and concentration of nano-additives. Injection to PP mono threads nanoadditives, methylsilica (MS) and silver/silica ( $Ag/SiO_2$ ), improves their physical-mechanical properties.

**Scientific novelty.** It was found that the hydrophobic additive MS is more effective than the  $Ag/SiO_2$ , by its uniform distribution in the matrix of nonpolar PP.

**Practical significance.** These mono threads were characterized by sufficient strength and elasticity, what allows to use them as surgical sutures or in other medical applications.

**Keywords:** fibers, nano-additives, mono threads, polypropylene.