

УДК 678.742.3

ЩЕНКО О.В., ЛЯШОК І.О., СТРИЛЕЦЬ А.А.,  
ПРОНІН А.О.  
Київський національний університет технологій та дизайну

## ПОЛІПШЕННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

**Мета.** Дослідження можливості поліпшення споживчих властивостей полімерів за рахунок використання полімерних концентратів вітчизняного виробництва та визначення впливу вмісту тальку в концентратах на колористичні характеристики полімерних виробів.

**Методика.** Композиції на основі поліетилену високого тиску (ПЕВТ) та концентратів барвників, що містять різну кількість тальку, отримувалися на лабораторних вальцях ЛВС-500. Використані сучасні експрес-методи для отримання колористичних характеристик за допомогою комп'ютерної техніки та комп'ютерних програм.

**Результати.** Отримані зразки полімерних композицій на основі поліетилену високого тиску (ПЕВТ) та концентратів барвників з різним вмістом тальку, та визначено його вплив на колористичні характеристики.

**Наукова новизна.** Встановлені колористичні залежності полімерних виробів від концентрації барвників з різним вмістом тальку.

**Практична значимість.** Отримані результати сприятимуть прогнозуванню характеристик кольору виробів. Запропоновано використовувати експрес-метод для визначення колористичних характеристик для полімерних виробництв.

**Ключові слова:** споживчі властивості, полімерні концентрати, суперконцентрати, колористичні характеристики, наповнені полімерні композити.

**Вступ.** У зв'язку з підвищенням вимог до виробів з полімерних матеріалів з'явилась необхідність в поліпшенні їх експлуатаційних, технологічних, естетичних і гігієнічних характеристик. Постійно зростають вимоги ринку до якості, кольорової гами та асортименту пластмасових виробів, що стимулює розвиток ринкового сектору добавок до полімерних матеріалів. Значна частка концентратів та суперконцентратів для фарбування полімерів на українському ринку є імпортованою, має високу вартість, що збільшує собівартість продукції. Тому постає проблема забезпечення промисловості України полімерними концентратами та суперконцентратами вітчизняного виробництва, які б задовольняли потреби внутрішнього споживчого ринку.

Додавати барвник в розплав пластику можна у вигляді порошку або в складі іншого розплаву. Фарбування полімерів в масі шляхом введення порошку барвника має ряд недоліків, серед яких: незадовільні оптичні властивості забарвленого полімеру, невиправдано висока витрата дорогого барвника, забруднення обладнання та ін. Для запобігання описаним вище недолікам, а також поліпшення умов праці при фарбуванні пластиків використовують концентрати барвників [1].

Концентрати являють собою дисперсії пігментів в полімерах, і містять у своєму складі до 20% барвника. Суперконцентрати (до 80% барвника) містять додатково спеціальні добавки. Суперконцентрати поділяються на ті, які модифікують властивості полімерів та покращують їх переробку у виробі — Additive-Masterbatch, суперконцентрати барвників — Color-Masterbatch.

Існує безліч концентратів, які дозволяють пофарбувати полімер практично в будь-який колір і відтінок в межах відомої гами кольорів. Крім того, є концентрати, що дозволяють отримати різні спецефекти, від яких зовнішній вигляд полімерних виробів істотно змінюється.

Для надання виробу необхідних властивостей в комплексі, наприклад, стійкості до дії ультрафіолетового випромінювання, негорючості, гнучкості і колористичної стабільності, можливі комбінації цих добавок в одному концентраті. У кожному конкретному випадку необхідно передбачити можливі варіанти взаємодії добавок одна з одною, оскільки це може як покращувати властивості матеріалу, так і привести до зниження ефекту модифікації. Суперконцентрати розрізняються також відповідно до способу переробки полімерних матеріалів, наприклад, для лиття виробів під тиском, екструзії (нитки, плівки, труби) і т. п.[2]

У 50-60 рр. минулого століття фарбування полімерів здійснювалося головним чином на стадії синтезу, додаванням 10-20-кратних концентратів пігментів, що отримують на основі того ж полімерного матеріалу, який необхідно забарвити. Зі збільшенням обсягів виробництва полімерних матеріалів випуск полімерів широкої кольорової гами на заводах, які виробляють гранулят, став економічно не вигідним. Тому, в 70-х роках в країнах Західної Європи переважаючим став метод забарвлення термопластів в процесі виготовлення виробів. Цьому сприяли, з одного боку, розробка і організація виробництва випускних форм - суперконцентратів пігментів, з іншого - створення більш досконалих видів обладнання для переробки пластмас, що дозволяє автоматизувати процес фарбування виробів.

Вже у 80-ті роки минулого століття випускався широкий асортимент органічних і неорганічних пігментів, придатних для фарбування полімерів. Однак, підготовка основної маси барвників, призначених для фарбування полімерів, проводилась тільки на підприємствах, що випускають пофарбовані в масі волокна і пластмаси.

В даний час суперконцентрати барвників виробляються відповідно до таких колірних каталогів, як RAL, HKS, Pantone, NCS та ін. При цьому деякі компанії, наприклад, німецька GrafeColorBatch, виготовляють до 5000 нових барвників на рік для всіх видів полімерів. Компанії постійно розширюють асортимент (колірну гаму) суперконцентратів пігментів (СКП). Так, 15 березня 2006 року PolyOne оголосила про введення свого каталогу OnColor™ colorants більш ніж із 100 кольорами. Каталог CatalogColorSelector надає можливість замовникам швидко оцінювати, а потім вибирати колір для їх виробів. Якщо вимоги замовника за межами стандартного кольору, експерти можуть підібрати цей колір з бази даних із більш ніж 5-ти мільйонами синтезованих барвників. Ця електронна система відповідності кольору дозволяє PolyOne швидко задовольняти вимогам замовників в підборі кольору, стежити за ринком і пропонувати продукт, який найбільш потрібний сьогодні. Все більшої популярності набувають барвники в рідкій формі, тому що вони зручні у використанні і часто дозволяють створювати спеціальні ефекти (хромованої, металевої, перлової, матової поверхні та ін.) Дослідження спрямовані на розробку і створення універсальних концентратів пігментів, придатних для фарбування широкого кола полімерних матеріалів [1].

В останній час багато досліджень спрямовані на розробку і створення універсальних концентратів пігментів, які придатні для забарвлення широкого кола полімерних матеріалів, добре диспергуються, мають високу кольоровіддачу, рівномірність забарвлення та

відтворюваність кольору, економію за рахунок високої концентрації активного агента, крім того, суперконцентрати пігментів не повинні впливати на фізико-механічні властивості виробів та бути зручними у застосуванні.

**Постановка завдання.** Дослідження можливості поліпшення споживчих властивостей полімерів за рахунок використання полімерних концентратів вітчизняного виробництва та визначення впливу вмісту тальку в концентратах на колористичні характеристики полімерних виробів. Використання оптимального методу дослідження колірних характеристик на доступному обладнанні.

**Результати дослідження.** Значна частина переробки полімерних матеріалів використовує вторинну сировину, яка може бути забарвленою. З цією метою необхідно розробляти спеціальні концентрати, що прогнозовано фарбуватимуть полімерні матеріали у заданий колір із застосуванням доступного обладнання. В Україні барвники для полімерів виробляють НПП «ПАКС», «Армапласт», Рубежанське ВАТ «Краситель», ВКФ «ТАНА», «Промтехкомплекс». Крім того на український ринок поставляють великий асортимент барвників з Австралії, Німеччини, Швейцарії, Бельгії, Англії та інших країн.

Найбільш затребуваними є концентрати для забарвлення поліолефінів. Для фарбування пластиків можуть використовуватися як неорганічні, так і органічні пігменти. Серед неорганічних пігментів найчастіше використовують діоксид титану, карбонат кальцію, сажу, кадмієві пігменти, кобальтові, залізоокисні, хромові та ін. З органічних пігментів найбільш важливими є азопігменти, фталоціанінові, трифенілметанові і поліциклічні.

Об'єктом дослідження використали концентрат ПЕ зелений, який містить пігмент G7 (35%), полімерну основу – ПЕВТ марки 12203-250, диспергатор – поліетиленовий віск марки ПВ-200 (ТУ РБ 3000414455.024-2002, «Полімир» ОАО «Нафтан») та стеарат кальцію (ТУ У 24.6-20257936-025-2002), пігмент жовтий НР 83, пігмент жовтий РУ 313 (40%), пігмент білий TiO<sub>2</sub> (70%). Зразки композицій на основі поліетилену високого тиску (ПЕВТ) та концентратів барвників отримувалися на лабораторних вальцях ЛВС-500. В табл. 1 наведені кількісні співвідношення компонентів у зразках концентратів.

Таблиця 1.

**Співвідношення компонентів у зразках концентратів**

Зразка №	Вміст пігменту в пігментному концентраті, %		Вміст тальку, %
	Світло зелений	Темно зелений	
1	100	0	33
2	75	25	29
3	50	50	27
4	25	75	24
5	0	100	21

Як відомо, візуальна оцінка характеру забарвлення полімерів лише якісна і залежить від сприйняття кольору окремими людьми залежно від стану та спектральних характеристик падаючого на зразок світла.

Для швидкого кількісного опису кольору або зміни кольорів у промислових умовах проводять вимірювання дифузного відбивання або пропускання плоских зразків і на основі отриманої інформації розраховують колориметричні характеристики. Для цього, як правило,

використовують колориметри і спектрофотометри [3].

Іншим приладом для аналізу кольору плоских зразків є електронний кольорорідильник-кольорокоректор, що працює по методу розгортання зображення (кольоровий сканер). Для опису зовнішнього вигляду виробу крім дизайну (форми) і кольору виробу велике значення мають інші критерії (блиск, мутність, «апельсинова шкірка», прозорість/напівпрозорість).

Такі властивості залежать не тільки від освітлення та спостерігача, але й від виду матеріалу, структури поверхні. При впливі спрямованого випромінення на забарвлену пробу можна виявити властивості поверхні тіла. Різниця в тому, що розподіл інтенсивності випромінення відбитого від поверхні предмета, залежить від кута падіння променя. Тому на практиці для забезпечення якості необхідно оцінювати зовнішній вигляд виробу за допомогою об'єктивних вимірюваних критеріїв. Блиск поверхні описує візуальне сприйняття, яке виникає при розгляданні поверхні. Сприйняття блиску поверхні тим більш яскраво виражено, чим в більшій степені відбивається падаюче світло. При виробництві полімерних виробів необхідно визначитись з кольором, тоном та типом поверхні виробу. Одночасно з цим здійснюють вибір марок полімерів та концентратів, і визначають результуючий колір в залежності від способу та тривалості переробки [4,5].

Одним з новітніх вимірювальних приладів для визначення зміни кольору є кольоровий сканер (тип: catscope — TTFTTR), що був розроблений для аналізу лакофарбних систем [6]. Принцип роботи такого приладу подібний до принципу роботи стандартного планшетного RGB-сканера, тобто оцінка кольору зразка відбувається за рахунок зчитування даних CCD-матрицею. Відцифровану інформацію обробляли за допомогою програмного забезпечення Kml color converter v 2.0, що дозволило високоточно розпізнати зразки.

В табл. 2 наведені кількісні колірні характеристики зразків полімерних концентратів з використанням систем для характеристики кольору RGB, CMYK, L\*a\*b\* за ДСТУ 30821:2002.

Таблиця 2.

**Колірні характеристики зразків полімерних концентратів**

Зразок №	RGB, ум од			CMYK, %				L*a*b*		
	R	G	B	C	M	Y	K	L	a	b
1	60	135	42	75	0	93	120	49	-39	41
2	50	122	47	75	0	75	133	46	-38	35
3	44	116	42	72	0	74	139	43	-34	35
4	47	123	48	76	0	75	132	46	-38	35
5	45	120	53	75	0	67	135	44	-41	28

Був проведений аналіз колірних характеристик. Розраховані коефіцієнти кольорового відхилення ( $\Delta E$ ) від темнозеленого кольору, що прийнятий еталоном ( $L_{т.з.}$ ), жовтизни ( $Y_i$ ), та білизни ( $W_i$ ).

$$\Delta E = [(L_{т.з.} - L_i)^2 + (a_{т.з.} - a_i)^2 + (b_{т.з.} - b_i)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$Y_i = b/L \quad (2)$$

$$W_i = 100 - [(100 - L_i)^2 + a^2 + b^2]^{0.5} \quad (3)$$

Дані розрахунку відхилень колірних характеристик наведені у табл. 3.

Таблиця 3.

Аналіз колірних характеристик зразків

Зразок №	Концентрація, % тальку	L*a*b*			ΔE	Y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>
		L	a	b			
1	33	49	-39	41	14,071	0,837	23,823
2	29	46	-38	35	7,874	0,761	25,267
3	27	43	-34	35	9,95	0,814	24,967
4	24	46	-38	35	7,874	0,761	25,267
5	21	44	-41	28	0	0,636	25,16

Аналізуючи дані табл. 3 визначено, що для зразків 2 і 4 спостерігаються однакові значення коефіцієнтів відхилення. Зі зменшенням концентрації тальку спостерігається зниження коефіцієнту жовтязни та збільшення коефіцієнту білизни.

Вимірювання колірних характеристик за допомогою експрес-методу дозволяє визначити навіть незначні зміни кольору, що непомітні оку людини. Використання доступного обладнання – сканеру дозволяє ефективно і швидко визначати необхідні дані, що дає можливість вирішувати технологічні проблеми і задачі.

**Висновки.** Досліджені можливості поліпшення споживчих властивостей полімерів за рахунок використання полімерних концентратів вітчизняного виробництва. Визначили, що вміст тальку в концентратах впливає на колористичні характеристики полімерних виробів. Зі зменшенням концентрації тальку спостерігається зниження коефіцієнту жовтязни та збільшення коефіцієнту білизни. Дані отримані з використанням сканеру і на стандартному спектрофотометрі мають незначну різницю, що коливається у межах 10 %, але, враховуючи доступність обладнання, та необхідність постійної калібровки спектрофотометрів, доцільно використовувати запропонований експрес-метод для визначення колірних характеристик полімерних зразків в умовах виробництва. Результати вимірювань дозволяють розрахувати склад композицій і прогнозовано отримувати полімерні зразки з заданими колірними характеристиками.

Список використаної літератури

1. Мировой рынок красителей для полимеров. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.newchemistry.ru/letter.php?n\\_id=1684](http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=1684) – дата обращения 27.04.2016.
2. Пигменты для окрашивания полимеров: анализ свойств. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://polymer.ru/letter.php?n\\_id=3339&cat\\_id=3](http://polymer.ru/letter.php?n_id=3339&cat_id=3) – дата обращения 27.04.2016.
3. Мюллер А. Окрашивание полимерных материалов / Пер. с англ. С.В. Бронникова. — СПб.: Профессия, 2006. — 280 с.
4. Klein, G. Farbenphysik fur industrielle Anwendungen; Springer Verlag, Berlin, 2004, -344 s.
5. Сумская О.П., Прохорова И.А., Полищук С.А. Применение компьютеризованных комплексов для эффективного формирования окраски шерстяных фактурных тканей/ Восточно-европейский журнал передовых технологий, №3/10(63), 2013 р., с.58-61.
6. J. C. J. Bart, Additives In Polymers: Industrial Analysis And Applications. [Текст] / J. C. J. Bart ./ - John Wiley & Sons, Ltd , Chapter 1, pp. 1-11, 2005.