

УДК 621.9

Ι.Γ. Черниш, д.т.н., проф.
Житомирський інженерно-технологічний інститут
Л.С. Семко, д.т.н., с.н.с.
Інститут хімії поверхні НАН України

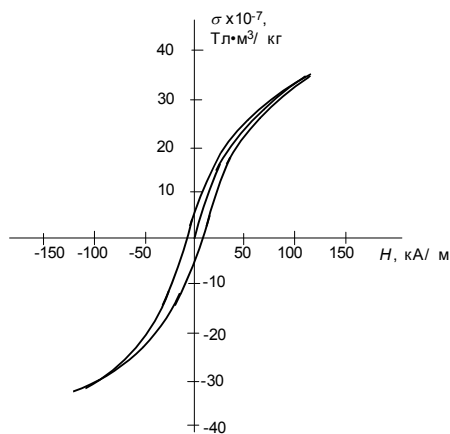
**ΜΑΓΝΗΤΗ ΚΟΜΠΟΖΙΤΙΟΝΗ ΜΑΤΕΡΙΑΛΗ ΝΑ ΟΣΝΟΒΗ ΤΡΓ,
 ΜΟΔΙΦΙΚΟΒΑΝΟΓΟ ΦΕΡΙΤΑΜΗ**

Ποβίδομλεννη 2

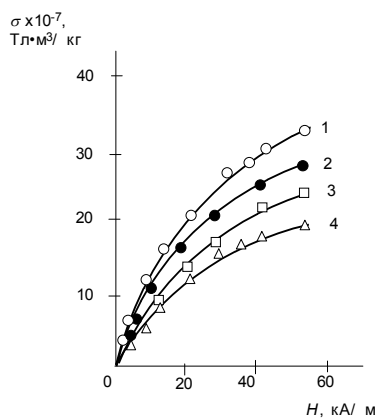
*Δοσλίδεζο νπλν τεχνολοεήκων παραμετρών να μαεήηνη νλασννσπή κομποζιήηων ματερi-
 αλiν να οσννi μοδιφiκοβανογο ΤΡΓ.*

Ποδальше дослiдження μαήηηκων κομποζιήηων ματερiαλiν (ΜΚΜ) βυλο σπρiαμωανο να νννννη νπλνν νπολiμερiν να μαήηηνη τα ελεκτρiκνη νλασννσπή ΜΚΜ.

Να ρις. 1–3 να νεδονη ζαλεζήνη σ = f(H) πρi να μαήηηνωαννη, α να ρις. 4 ποκαζαοη τοπiοβι πετλi ηiςτερεζιςυ ΜΚΜ να οσννi μοδιφiκοβανογο ηεξαφεριτομ βαρiου ΤΡΓ та νiδοβiοδiων πολiμερiν (ΠΒΧ, ΠΤΦΕ та ΠΠ).



Ρις. 1. Κρiνα να μαήηηνωαννη (1) та πετλi ηiςτερεζιςυ (2) ΜΚΜ: νμiς ΠΤΦΕ – 30 μασνννν ηαστοκ; ΓΦΒ – 29,7 μασνννν ηαστοκ



Ρις. 2. Ζαλεζήνη να μαήηηνωαννη σ νiδο να πρiουενησπi μαήηηκων πολiν Ν ζραζκiν να οσννi ΤΡΓ та ΓΦΒ πρi ρiζήνω νi ζαλεζήνη: ΠΒΧ (μασνννν ηαστοκ): 1 – 0; 2 – 10; 3 – 20; 4 – 30; ΓΦΒ (μασνννν ηαστοκ): 1 – 42,4; 2 – 38,2; 3 – 33,9; 4 – 29,7

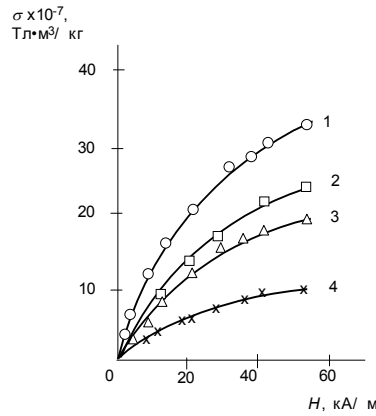


Рис. 3. Залежність питомої намагніченості σ від напруженості магнітного поля H зразків МКМ при різному вмісті ПП (масових часток): 1 – 0; 2 – 10; 3 – 30; 4 – 50

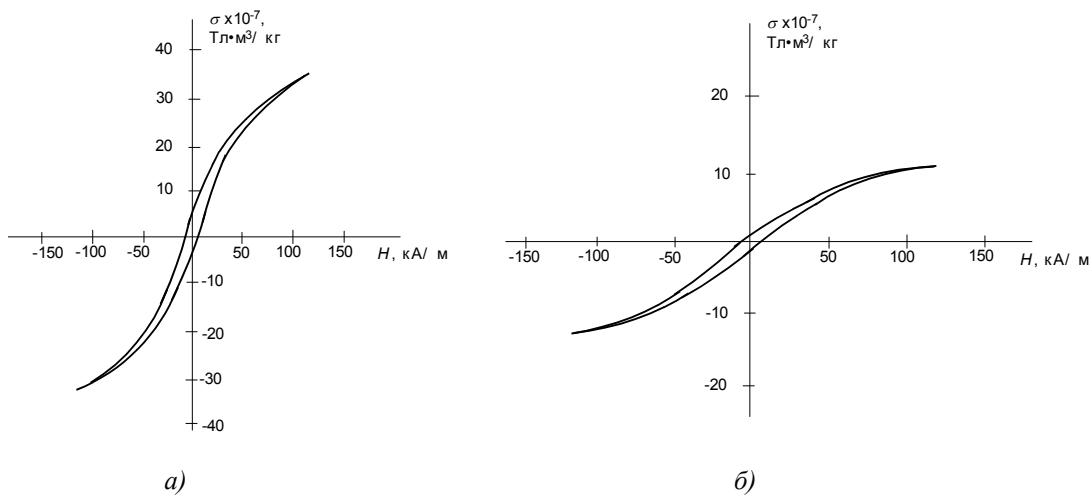


Рис. 4. Петля гістерезису МКМ: а – ПВХ – 30 масових часток; ГФБ – 29,7 масових часток; б – ПП – 30 масових часток; ГФБ – 25,9 масових часток

Криві намагнічування та петлі гістерезису МКМ, що містять полімери та МКМ без полімеру, при однаковому вмісті ГФБ мають аналогічний вигляд. При збільшенні вмісту полімеру значення намагніченості при одній і тій же напруженості магнітного поля знижується. При цьому криві намагнічування при підвищенні масової частки полімеру розміщуються нижче відносно осей координат, зменшується їх нахил, що свідчить про зменшення магнітної сприйнятливості та проникності МКМ за рахунок зниження об'ємної частки магнітного компонента.

Для цих матеріалів характерні вузькі петлі гістерезису. Втрати при перемагнічуванні зменшуються зі збільшенням вмісту полімеру і при невеликому його вмісті ($C < 30$ масових часток) при $H > 5,5$ кА/м майже не спостерігаються втрати при перемагнічуванні. Коерцитивна сила МКМ, що включає ПВХ, знаходиться в межах 2,76–3,68 кА/м, залишкова намагніченість $\sigma_r = 1,5\text{--}1,8 \cdot 10^{-7}$ Тл·м³/кг.

Коерцитивна сила МКМ, що містять ПТФЕ, складає 2,76–4,6 кА/м, тобто трохи вища, ніж у МКМ, що містять ПВХ, а залишкова намагніченість σ_r при розмагнічуванні знаходиться в межах 1,25–2,05 Тл·м/кг², зменшуючись зі зниженням вмісту ПТФЕ.

Коерцитивна сила МКМ з ПП знаходиться в тих же межах, що і для МКМ з ПТФЕ. Залишкова намагніченість МКМ з поліпропіленом, одержана при їх розмагнічуванні, при збільшенні вмісту ПП від 0 до 10, а потім до 50 масових часток, знижується відповідно від $2,05 \cdot 10^{-7}$ Тл·м³/кг до $0,84 \cdot 10^{-7}$ Тл·м³/кг, а далі до $0,30 \cdot 10^{-7}$ Тл·м³/кг.

При розмагнічуванні, як і при намагнічуванні, зберігається закономірність зменшення значень σ при збільшенні вмісту полімеру. При вмісті 10–20 масових часток ПВХ та ПТФЕ значення σ цих МКМ практично збігаються, тобто ні хімічна природа саме цих полімерів, ні різні умови виготовлення практично не вплинули на їх магнітні характеристики. Ці дані, мабуть, свідчать про існування розвиненого нескінченного безперервного кластеру з магнітних часток. Але при $C = 30$ масових часток полімеру МКМ

з ПВХ, мають більші значення σ , ніж МКМ з ПТФЕ. Отже, при цих концентраціях розподіл полімерів у графітовій матриці дещо відрізняється у зв'язку з різними умовами виготовлення цих МКМ.

Слід зазначити, що введення у МКМ лише 10 масових часток ПП призводить до більш значного падіння значень σ , ніж ми спостерігали для полівінілхлоридних та ПТФЕ МКМ. При подальшому збільшенні вмісту ПП до 50 масових часток зменшення σ уповільнюється.

Падіння магнітних характеристик поліпропіленових МКМ у порівнянні з полівінілхлоридними МКМ та ПТФЕ МКМ можна пояснити наступним чином. Змішування порошку модифікованого гексаферитом барію ТРГ та порошоків ПВХ і ПТФЕ ми проводили без підігрівання, що сприяло меншому руйнуванню кластерів ТРГ та ГФБ, ніж це відбувалось при перемішуванні модифікованого ТРГ та ПП у розплаві, де діяли значні зсувні навантаження. Крім того, при такому способі перемішування відбувається більш рівномірний розподіл полімерного компонента ГФБ у МКМ. Завдяки більшим напруженням зсуву при перемішуванні зменшується середній розмір неперервних кластерів ГФБ, що можливо і призводить до зниження значень σ МКМ з ПП.

Таким чином, граничні характеристики σ_s при намагнічуванні МКМ можна значно змінювати, використовуючи різні полімери, а також їх вміст у МКМ. Введення полімерів у МКМ сприяє підвищенню його когезійної міцності за рахунок просочування його у пори ТРГ, що дозволяє покращити механічні характеристики МКМ.

Однією з найважливіших характеристик МКМ є питомий об'ємний електричний опір зразка ρ_v . Слід зазначити, що низьке ρ_v не бажане для МКМ через можливість виникнення вихрових струмів при намагнічуванні зразків. Цікаво з'ясувати вплив вмісту магнітного компонента ГФБ, полімерної добавки (ПТФЕ, ПВХ та ПП), а також тиску пресування на електричний опір зразків МКМ.

Для визначення ρ_v застосовували чотиризондовий потенціометричний метод [1]. Вимірювання ρ_v здійснювали переважно при температурі 20 ± 2 °С, а для зразків, що містять 42,4 масових часток ГФБ, – в області температур 20–130 °С.

На рис. 5 наведено експериментальні дані залежності питомого об'ємного електричного опору зразків МКМ, виготовлених при різному тиску пресування, від вмісту ГФБ (криві 1–3), а також сумарної частки ГФБ та ПТФЕ (крива 4, пунктирна лінія).

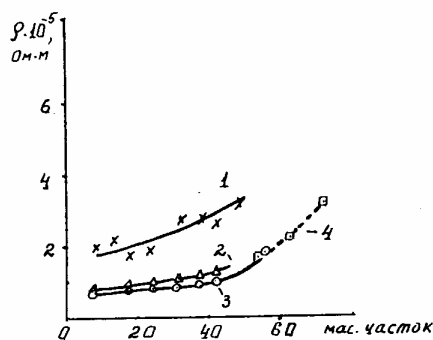


Рис. 5. Залежність ρ_v МКМ від вмісту ГФБ (криві 1–3) та сумарного вмісту ГФБ та ПТФЕ (крива 4, пунктирна лінія). Тиск пресування, МПа: 1 – 1,5; 2 – 27; 3 – 100; 4 – 28,3

З одержаних даних (рис. 5) видно, що зі зростанням тиску пресування від 1,5 до 100 МПа для одержаних зразків МКМ ρ_v зменшується. Це пов'язано зі збільшенням густини зразків, яке обумовлюється вилученням пор, повітряних та газових включень. Всі ці фактори призводять до зниження ρ_v з підвищенням тиску пресування.

Збільшення вмісту ГФБ до 24 масових часток не викликає суттєвої зміни ρ_v МКМ, однак, при подальшому збільшенні об'ємної частки магнітного компонента ρ_v зростає.

Аналіз залежності $\rho_v(T)$ (рис. 6) показує, що підвищення температури від 20 до 130 °С призводить до зниження ρ_v від $1,04 \cdot 10^{-5}$ Ом•м до $8,4 \cdot 10^{-6}$ Ом•м у зразків МКМ, що містять 42,4 масових часток ГФБ. При цьому температурний коефіцієнт електроопору (ТКО) від'ємний, як і для немодифікованого ТРГ. Аналогічні залежності одержані для МКМ з вмістом 5–55,5 масових часток ГФБ. Одержані дані свідчать про те, що при вищенаведеному вмісті ГФБ на поверхні ТРГ існує досить щільний неперервний кластер з часток ТРГ, який і визначає від'ємний коефіцієнт ТКО.

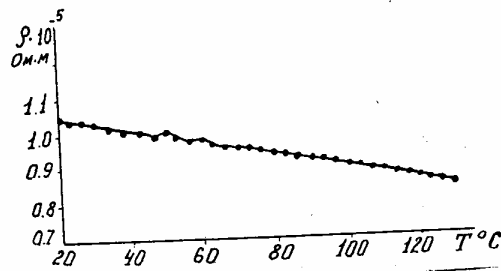


Рис. 6. Температурна залежність ρ_v зразка МКМ: вміст ГФБ – 42,4 масові частки

Невелике підвищення ρ_v МКМ при збільшенні вмісту ГФБ від 24 масових часток та вище, мабуть свідчать про початок агрегації ізольованих кластерів магнітного компонента, що спричиняє підвищення електроопору.

Підвищення вмісту полімеру (ПВХ, ПТФЕ, ПП), як і магнітного компонента у МКМ, також викликає збільшення ρ_v .

Питомий об’ємний електричний опір зразків полімерних МКМ при однаковому вмісті полімеру 10 і 30 масових часток складає відповідно для МКМ, що включають ПВХ, – $1,37 \cdot 10^{-5}$ Ом·м та $2,42 \cdot 10^{-5}$ Ом·м, ПТФЕ – $1,68 \cdot 10^{-5}$ Ом·м та $3,15 \cdot 10^{-5}$ Ом·м, ПП – $1,52 \cdot 10^{-5}$ Ом·м та $2,3 \cdot 10^{-5}$ Ом·м. Враховуючи той факт, що ці МКМ були виготовлені при різних технологічних параметрах, можна вважати, що значення ρ_v при $C < 30$ масових часток полімеру у МКМ майже не залежить від хімічної природи полімеру, а тільки від його концентрації у МКМ.

При використанні магнітних порошоків, модифікованих ГФБ, ми не можемо досягти критичної концентрації C_k (порогу перколяції), при якій зникає електропровідний кластер ТРГ, та електропровідність МКМ, як це ми спостерігали для КМ у [2]. Але можна припустити, що C_k має бути при вмісті ГФБ більше 70 масових часток або при вмісті $C_k < 30$ масових часток ТРГ у МКМ (при виключенні масової частки ГФБ або сумарної масової частки ГФБ та полімеру).

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гуль В.Е., Шенориль Л.З. Электропроводящие полимерные композиции. – М.: Химия, 1984. – 240 с.
2. Семко Л.С., Черныш И.Г., Вовченко Л.Л., Мацуей Л.Ю. Электрофизические свойства композиционных материалов на основе полиэтилена и терморасширенного графита // Пластические массы. – 1991. – № 8. – С. 20–23.

ЧЕРНИШ Иван Григорович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри природничих наук Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- хімічне матеріалознавство;
- хімія та технологія дисперсних матеріалів.

СЕМКО Людмила Степанівна – доктор технічних наук, старший науковий співробітник Інституту хімії поверхні Національної академії наук України.

Наукові інтереси:

- технологія полімерних композиційних матеріалів.

Подано 25.09.2000