

бітуму з 5% добавки «Gilsonite». При введенні до складу щебеневомасикового асфальтобетону 3,0% добавки «Trinidad Epuré Z 0/8» глибина колії зменшилась на 83,3%, порівняно з ЦМА-10 без добавки.

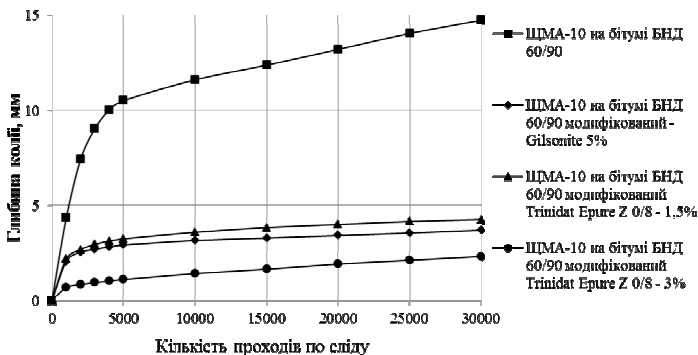


Рис.2 – Залежність глибини колії в щебеневомасиковому асфальтобетоні виду ЦМА-10 від кількості проходів колеса

Аналіз результатів експериментальних досліджень свідчить про достатньо високу ефективність природних бітумів «Trinidad Epuré Z 0/8» та «Gilsonite» за критеріями міцності та колієстійкості ЦМА, що позитивно впливатиме на підвищення довговічності покриттів дорожніх одягів, побудованих з їх використанням.

1.ДСТУ Б В.2.7-127-2006. Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебеневомасикові. Технічні умови. – К.: Держбуд України, 2006.

2.Жданок В.К., Масюк Ю.А., Чугуенко С.А., Плигун В.И. Об оценке устойчивости асфальтобетонных покрытий к образованию пластических деформаций в виде колеи // Материалы II Междунар. науч.-техн. интернет-конференции «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства». – Харьков: ХНАГХ, 2007. – С.168-171.

Отримано 29.11.2011

УДК 667.636.2

Л.І.МЕЛЬНИК, канд. техн. наук, Д.О.БУДЯ, В.А.БІЛЬ
Національний технічний університет України «КПІ», м.Київ

ДІЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ГРАФІТУ

Наведено результати дослідження впливу вмісту терморозширеного графіту на діелектричні властивості лінійного поліетилену високого тиску, розглянуто механізм поляризації композиції. Експериментально встановлено, що при збільшенні концентрації терморозширеного графіту в полімерній композиції зростає величина діелектричної проникності.

Приведены результаты исследования влияния содержания терморасширенного графита на диэлектрические свойства линейного полиэтилена высокого давления, рассмотрен механизм поляризации композиции. Экспериментально установлено, что с увеличением содержания терморасширенного графита в полимерной композиции увеличивается и величина диэлектрической проницаемости.

This article demonstrated the results of the determination of dielectric properties of linear low density polyethylene with the various content of expanded graphite. The mechanism of polarization this composition is determined. Finally, the study suggests that the dielectric constant of the composition increases if the concentration of expanded graphite increases.

Ключові слова: терморозширений графіт, лінійний поліетилен високого тиску, діелектрична проникність, тангенс кута діелектричних втрат.

Технологічні та експлуатаційні властивості полімерних композиційних матеріалів значною мірою залежать від наповнювача [1-3]. Більшість полімерних матеріалів є діелектриками, тобто вони здатні до поляризації в електричному полі. Шляхом введення електропровідних дисперсних наповнювачів, в тому числі технічного вуглецю, графіту, вуглеграфітових волокон, металів електричні властивості полімерних композитів зростають.

Проблема створення композиційних матеріалів з необхідними електрофізичними характеристиками ще далека від завершення. Це обумовлено тим, що електрофізичні властивості електропровідних композицій залежать від багатьох чинників, основні з яких це: величина провідності матеріалу наповнювача, об'ємний вміст провідного наповнювача в полімерній матриці, форма і розмір його частинок, контактні явища в провідній фазі, наявність міжфазних взаємодій полімер-наповнювач, структура полімерної матриці, просторовий розподіл частинок наповнювача, технологічні і експлуатаційні режими та інші чинники.

Дослідження діелектричних властивостей таких матеріалів є актуальним для оцінки можливості їх використання в техніці. Особливий інтерес представляє дослідження механізму поляризації цих полімерних композицій.

Серед електропровідних наповнювачів особливе місце посідають графітові матеріали [4, 5]. Композиційні матеріали на їх основі мають широке застосування у різних галузях техніки [6]. Зацікавленість цими матеріалами спричинена ще й тим, що вони мають багато властивостей металів, наприклад, високі електропровідність і теплопровідність, а також при цьому мають низьку питому вагу, інертність по відношенню до багатьох хімічних сполук, корозійну стійкість.

Особливий інтерес серед графітових матеріалів має терморозширений графіт (ТРГ). ТРГ – матеріал еластичний, пружний, хімічно інертний, пожежобезпечний, температуростійкий. ТРГ має додаткові власти-

вості гнучкості, міцності на стиск і розтяг, саме ці властивості відрізняють його від інших графітів [7]. Дуже цінна якість ТРГ полягає в тому, що його властивості практично не залежать від температури, звичайно, в межах робочих температур. Також ТРГ має анізотропні електро- і тепловідповідність.

Структура і властивості ТРГ здійснюють вплив на діелектричні властивості композиції. Характеристики ТРГ залежать від технології його виготовлення. Можна одержати ТРГ з різною насипною густиною, питомою поверхнею, а також з різним розподілом частинок за розмірами.

Було проведено дослідження впливу ТРГ, що пройшов ультразвукове (УЗ) подрібнення в ацетоні на діелектричні властивості поліетилену. Фізичні властивості ТРГ з УЗ подрібненням наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Фізичні властивості графіту

Параметри	Значення
Насипна густина, г/см ³	0,061
Істинна питома маса, г/см ³	1,243
Загальна пористість, %	44,26
Питома ефективна поверхня, м ² /г:	
за повітропроникністю	6,3
по змочуванню водою	71,2
по змочуванню бензолом	27,6

Поліетилен належить до неполярних діелектриків, оскільки не містить електричних диполів здатних до переорієнтації в зовнішньому електричному полі. Вибір цього полімеру для дослідження впливу наповнювача зумовлений простотою структури елементарної ланки, відсутністю полярних груп, хімічною інертністю.

Особливістю діелектрика є здатність поляризуватись в електричному полі. Поляризація діелектриків – це зміщення зарядів, з яких складається діелектрик, під дією зовнішнього електричного поля, в результаті чого виникає внутрішнє електричне поле, яке напрямлене протилежно до зовнішнього поля.

В загальному випадку в діелектрику одночасно мають місце кілька механізмів поляризації, кількісною характеристикою яких є діелектрична проникність ϵ . Діелектрична проникність ϵ залежить від частоти зміни зовнішнього електричного поля. Це обумовлено тим, що всі процеси зміщення та орієнтації частинок діелектрика в змінному електричному полі будуть мати місце до тих пір, поки стала часу цих процесів буде менше півперіоду зміни зовнішнього поля. У реальних діелектриках може спостерігатись кілька дисперсій діелектричної проникності ϵ залежно від того, які види поляризації мають місце.

Виміряні значення тангенса кута діелектричних втрат $\operatorname{tg} \delta$ ЛПЕВТ і композиційних матеріалів на його основі залежно від частоти змінного струму при 20 °С наведено в табл.2.

Таблиця 2 – Вплив частоти змінного струму на тангенс кута діелектричних втрат

Вміст ТРГ з УЗ подрібненням, мас. %	Частота, кГц		
	1	5	10
0	$4,07 \cdot 10^{-4}$	$6,7 \cdot 10^{-4}$	$9,54 \cdot 10^{-4}$
5	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$11,24 \cdot 10^{-4}$	$16,2 \cdot 10^{-4}$
10	$2,53 \cdot 10^{-3}$	$2,78 \cdot 10^{-3}$	$4,65 \cdot 10^{-3}$
15	$2,14 \cdot 10^{-2}$	$2,29 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-2}$
20	$2,63 \cdot 10^{-2}$	$2,90 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-2}$

Розраховані значення діелектричної проникності ϵ ЛПЕВТ і композиційних матеріалів на його основі залежно від частоти змінного струму при 20 °С наведено в табл.3.

Таблиця 3 – Вплив частоти змінного струму на діелектричну проникність

Вміст ТРГ з УЗ подрібненням, мас. %	Частота, кГц		
	1	5	10
0	2,221	2,221	2,220
5	2,724	2,722	2,719
10	3,558	3,539	3,536
15	5,486	5,360	5,252
20	6,276	6,126	6,025

Розглянемо вплив частоти змінного струму на тангенс кута діелектричних втрат і діелектричну проникність.

Величина діелектричної проникності поліетилену в основному залежить від електронної поляризації. Електронна поляризація являє собою зсув центра заряду електронної хмари щодо центра позитивно зарядженого ядра під дією зовнішнього електричного поля (рис.1), зміщенню протидіє кулонівське притягання електронів до ядра.

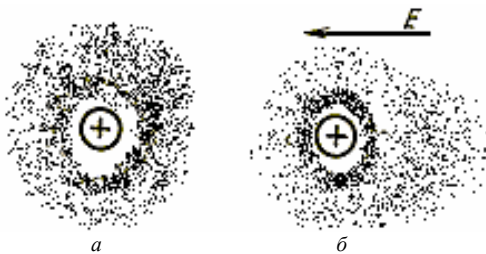


Рис.1 – Схематичне зображення електронної поляризації:
а – неполярний атом при відсутності електричного поля;
б – полярний атом при дії електричного поля.

Оскільки час електронної поляризації дуже малий (10^{-15} с), після відключення електричного поля енергія, затрачена на поляризацію, повертається джерелу електричної енергії, оскільки деформовані оболонки частинок повертаються в попереднє положення. Таким чином, поляризація відбувається без втрат енергії і на діелектричну проникність частота змінного струму не впливає.

В композиції ЛПЕВТ-ТРГ частинки наповнювача при прикладанні зовнішнього електричного струму стають макродиполями, наведений (індукований) дипольний момент яких змінюється залежно від частоти змінного струму. При цьому відбувається міграційна поляризація, яка супроводжується перетворенням частини електричної енергії в тепло внаслідок виникнення мікрострумів у частинках. Фізичною причиною появи міграційної поляризації є наявність в неоднорідних матеріалах об'ємних фаз з різною електропровідністю. Це призводить до збирання вільних носіїв заряду на межах більш провідної фази та створенню відповідних макродиполів. При внесенні неоднорідних матеріалів в електричне поле вільні електрони починають переміщатися в межах кожного включення, утворюючи поляризовані області. Процеси встановлення і зняття міграційної поляризації порівняно повільні і можуть продовжуватися секунди, хвилини і навіть години. Дисперсія міграційної поляризації є найбільш низькочастотною і виявляє себе в частотному діапазоні (10^{-4} - 10^4) Гц. Наступними починають відключатись релаксаційні механізми поляризації, час встановлення яких 10^{-11} - 10^{-6} с. В останню чергу відключаються деформаційні види поляризації, з яких найбільш високочастотною є електронна пружна поляризація. Її дисперсія спостерігається на частотах 10^{13} - 10^{16} Гц.

Можна припустити, що при малому вмісті ТРГ з УЗ подрібненням (до 10 мас. %) розмір наведених диполів малий, тому поляризація частинок відбувається практично відразу із зміною частоти змінного струму без зсуву фаз; при цьому частота не впливає на діелектричну проникність.

У полімерних композиційних матеріалах з вмістом ТРГ 15-20 мас. % збільшується кількість контактів між частинками ТРГ з УЗ подрібненням, виникає можливість утворення струмопровідного ланцюжка, тобто довжина макродиполя збільшується. Можна припустити, що процес поляризації частинок відстає від зміни частоти, тому діелектрична проникність і тангенс кута діелектричних втрат залежать від частоти змінного струму. Явище зменшення ϵ з ростом частоти називають дисперсією діелектричної проникності.

Залежність $\lg \epsilon$ і $\lg \tg \delta$ від вмісту ТРГ з УЗ подрібненням у ПКМ зображена на рис.2.

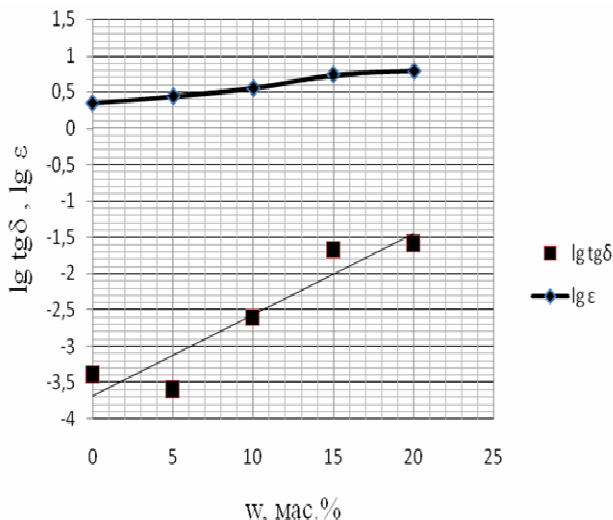


Рис.2 – Залежність $\lg \epsilon$ і $\lg \tg \delta$ у композиційних матеріалах від вмісту ТРГ з УЗ подрібненням

При вмісті графіту 0-20 мас.% $\lg \epsilon$ і $\lg \tg \delta$ зростають пропорційно збільшенню кількості наповнювача, спостерігається лінійна залежність.

Діелектрична проникність зростає із збільшенням вмісту ТРГ. Це обумовлено тим, що частинки ТРГ поляризуються у більшій мірі ніж ЛПЕВТ.

1. Технические свойства полимерных материалов / В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко, Ю.В. Крыжановская. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Профессия, 2005. – 248 с.

2. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология / М. Л. Кербер, В. М. Виноградов, Г. С. Головкин и др.; под ред. А.А. Берлина. – СПб.: Профессия, 2008. – 560 с.

3. Наполнители для полимерных композиционных материалов: Пер. с англ. / Под ред. П. Г. Бабаевского. – М.: Химия, 1981. – 736 с.

4. Энциклопедия полимеров / Под ред. В.А. Кабанова и др. – М.: Советская энциклопедия, 1977. – Т.1. – 1153 с

5. Черныш И.Г., Карпов И.И., Приходько В.П., Шай В.М. Физико-химические свойства графита и его соединений. – К.: Наук. думка, 1990. – 200 с.

6. Сагалаев Г.В., Шембель Н.Л. Применение графитов в качестве наполнителей пластмасс // Углеродные материалы: Темат. сб. науч. тр. / Гос. НИИ конструкционных материалов на основе графита (Ред. кол.: Костилов В.И. и др.). – М.: Металлургия, 1989. – С.59-64.

7.Мельник Л.І., Волинець Р.П., Будя Д.О. Структура і фізико-хімічні властивості природних та терморозширених графітів // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2010. – №6. – С.141-146.

Отримано 13.01.2012

УДК 624.014 : 620.193

Ж.Н.ВОЙТОВА, канд. техн. наук, В.Н.ВОЙТОВА

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г.Макеевка

НОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОГИБОВ ПОЛИКАРБОНАТНЫХ ПАНЕЛЕЙ В ПЛОСКИХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ ПОКРЫТИЙ

Рассматриваются вопросы нормирования величины прогибов поликарбонатных двухслойных панелей, используемых в плоских ограждающих конструкциях покрытий зданий и сооружений.

Розглядаються питання нормування величини прогинів полікарбонатних двохшарових панелей, що використовуються в плоских огороджуючих конструкціях покриттів будівель і споруд.

The questions of setting of norms of size of bendings of polycarbonate of double-layer panels, in-used in the flat non-load-bearing constructions of coverages of buildings are considered in the article.

Ключевые слова: ограждающие конструкции покрытия, поликарбонатные панели, нормирование, прогибы, ползуемость, деформативность.

Современные жилые, торговые, общественные здания, здания бизнес-центров и малые архитектурные формы (остановки, пешеходные переходы, рекламные щиты и т.п.) выполняются из современных материалов, которые обладают как отличными эстетическими качествами, так и необходимыми механическими свойствами для обеспечения надёжности и долговечности. Одним из таких материалов является поликарбонат. Ограждающие конструкции из поликарбоната позволяют удовлетворить самые разнообразные запросы и потребности, позволяют решать различные задачи при проектировании с учетом особенностей формообразования (покрытие зданий, бассейнов, перекрытия переходов, теплиц и т.д.).

Широкое использование поликарбонатных панелей (ПКП) в ограждающих конструкциях выдвигает ряд вопросов, относящихся к их корректному расчету и проектированию с учетом возрастающих требований к качеству, надежности и долговечности.

Статья посвящена рассмотрению вопросов определения и нормирования прогибов поликарбонатных панелей, используемых в плоских ограждающих конструкциях покрытия при расчете по второму предельному состоянию.