

РІВНЕНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ФІЗИКА
КОНДЕНСОВАНИХ
ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ
СИСТЕМ**

Наукові записки Рівненського державного гуманітарного
університету

Випуск 14

РІВНЕ – 2010

ФІЗИКА КОНДЕНСОВАНИХ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СИСТЕМ

Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету

Випуск 14. – Рівне: РДГУ, 2010. – 68 с.

Збірник містить публікації, в яких розглядаються питання теоретичних і експериментальних досліджень, моделювання фізичних процесів, що характерні для конденсованого стану речовини. Опубліковані матеріали можуть бути використані науковцями, аспірантами, інженерними працівниками, які ведуть дослідження в цих наукових напрямках. Цілий ряд публікацій можна використати для навчально-виховного процесу в університетах та інститутах.

Головний редактор:

д.х.н., професор, академік МАПСН та АВО України **Б.С. Колупаєв**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

Заступник головного редактора:

к.ф.-м.н., професор **М.А. Бордюк**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

Члени редколегії:

д.т.н., професор **А.Я. Бомба**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

к.х.н., професор **О.М. Волошин**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

к.ф.-м.н., професор **Б.П. Дем'янюк**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

д.ф.-м.н., професор **Ю.Ф. Забашта**
(Київський національний університет ім. Тараса Шевченка)

д.ф.-м.н., провідний науковий співробітник **В.В. Кленко**
(Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, м. Київ)

д.ф.-м.н., професор **Ю.А. Куницький**
(Технічний центр НАН України, м. Київ)

д.х.н., професор, академік НАН України **Є.В. Лебедєв**
(Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, м. Київ)

д.ф.-м.н., провідний науковий співробітник **Є.П. Мамуля**
(Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, м. Київ)

к.ф.-м.н., професор **В.А. Сідлецький**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

к.ф.-м.н., доцент **В.А. Мащенко**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

к.х.н., доцент **Б.І. Муха**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

д.ф.-м.н., професор **В.Я. Прохоренко**
(Національний університет “Львівська політехніка”)

д.ф.-м.н., професор **О.П. Руденко**
(Полтавський державний педагогічний університет)

д.ф.-м.н., професор, член-кореспондент НАН України **В.І. Слісценко**
(Інститут ядерних досліджень НАН України, м. Київ)

д.т.н., професор **А.О. Сяський**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

д.ф.-м.н., професор, член-кореспондент АПН України **М.І. Шум**
(Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова, м. Київ)

Друкується за рішенням Вченої Ради Рівненського державного гуманітарного університету
(протокол № 6 від 29 січня 2010 року)

Адреса редакції:

33000, м. Рівне, вул. Остафова, 31
Рівненський державний гуманітарний університет
каб. 115
e-mail: fkvs_ua@ukr.net
ISBN 966-7281-03-7

чення" системи. З введенням наповнювача графік температурної залежності провідності значно модифікується (рис. 7 (криві 2, 3)), що зв'язано з руйнуванням йонних агрегатів.

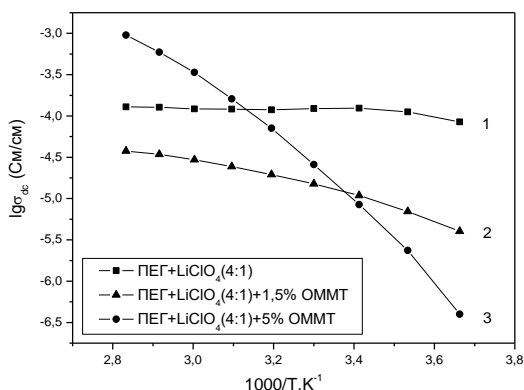


Рис. 7. Температурна залежність провідності при постійному струмі для полімерних електролітів на основі ПЕГ-1000.

Таким чином, в результаті проведених досліджень діелектричних властивостей та провідності ПЕ на основі ПЕГ показано, що системи на основі триблоккополімерів характеризуються вищою сегментальною рухливістю ніж системи наповнені ОММТ. Встановлено, що провідність ПЕ, модифікованих ОММТ, приблизно на порядок вища ніж для систем на основі триблоккополімеру, що зв'язано із збільшенням можливих шляхів переносу заряду та руйнуванням йонних асоціатів. Виявлено, що при концентрації солі $Li/O = 1/4$ провідність системи ПЕГ- $LiClO_4$ не залежить від температури, що свідчить про інший механізм переносу зарядів.

Автори висловлюють щирі подяки співробітникам інституту біоколоїдної хімії Лебовці М.І. та Бойку Ю.П. за надані зразки модифікованого ММТ та ММТ, збагаченого КНТ, а також обговорення результатів досліджень.

УДК 678536.2.45

ВПЛИВ ПРИРОДНОГО СТАРІННЯ НА ВЕЛИЧИНУ ПИТОМОЇ ТЕПЛОЄМНОСТІ НАПОВНЕНОГО ПОЛІВІНІЛБУТИРАЛЮ

Ю.Б. Муха, М.Р. Костецький¹, Б.І. Муха, Є.В. Малиновський

Рівненський державний гуманітарний університет, UA-33000, Рівне, вул. Остафова, 31
¹Кузнецовський філіал Європейського університету, UA-34400, Кузнецовськ, вул. Шкільна, 2а

Розглянуто вплив старіння на величину питомої теплоємності наповненого полівінілбутиралю, структура якого сформована в Т-р режимі при підвищених тисках.

The influence of deterioration on the quantity of specific heat of filled butyral resin the structure of which was generated in T-p conditions under the increased pressure is taken into consideration in this work.

Одним із резервів покращення якості полімерних виробів є удосконалення процесів їх переробки, пошуки оптимальних технологічних параметрів з ме-

Література:

1. Gray F. M. Polymer Electrolytes. – The Royal Society of Chemistry, Letchworth. – 1997. – 431 p.
2. Gray F. M., Armand M. Energy Storage Systems for Electronics. – Gordon & Breach Sci. Publ. – Amsterdam. – 2000.
3. Appetecchi G. B., Dautzemberg G. D., Scrosati B. // J. Electrochem. Soc. – 1996. – **143**. – P. 6.
4. Prosini P. P., Passerini S. // Solid State Ionics. – 2002. – **146**. – P. 65.
5. Croce F., Appetecchi G. B., Persi L., Scrosati B. // Nature. – 1998. – **394**. – P. 456.
6. Appetecchi G. B., Croce F., Persi L., Ronci F., Scrosati B. // Electrochim. Acta. – 2000. – **45**. – P. 1481.
7. Kumar B., Scanlon L.G. // J. Power Sources. – 1994. – **52**. – P. 261.
8. Quartarome Q., Mustarelli P., Magistris A. // Solid State Ionics. – 1998. – **110**. – P. 1.
9. Кленко В.В., Жигір О.М., Гомза Ю.П., Міненко М.М., Фоменко А.О., Коломієць Д.Р. // Полімерний журнал. – 2007. – **4**. – С. 311-316.
10. Kyritsis A., Pissis P., Grammatikakis J. // J. Polymer Sci.: Part B: Polymer Physics. – 1995. – **33**. – P. 1737-1750.
11. Wintersgill M. C. and Fontanella J. J. // Polymer Electrolyte Reviews, 2, J. R. MacCallum and C. A. Vincent, eds., Elsevier. London, New York, 1989, p. 43.
12. Кленко В.В., Жигір О.М. // Полімерний журнал. – 2008. – **4**. – С. 246-251.
13. Macedo P. B., Moynihan C. T., and Bose R. // Phys. Chem. Glasses. – 1972. – **171**, № 13. – P. 1641-1649.
14. Dyre J. C. // J. Non-Cryst. Solids. – 1991. – **135**, № 21.
15. Mao G., Saboungi M.-L., Price D. L. et. al. // Macromolecules. – 2002. – **35**, № 2. – P. 415-419.
16. Chen H.W., Chang F.C. // Polymer. – 2001. – **42**. – P. 9763-9769.

тою програмування властивостей полімерних систем [1,2]. На сформовану полімерну систему (ПС) з відомою передісторією і властивостями з часом діють

зовнішні параметри, такі як сонячна радіація, особливо короткохвильова її частина, температура, вологість, кисень та ін. У ПС протікають хіміко-фізичні процеси, які призводять до незворотних змін в їх структурі і властивостях. Тому дослідження зміни властивостей в процесі природного старіння полімерних систем має важливе як теоретичне так і практичне значення [3,4].

Досліджували системи на основі полівінілбутиралу (ПВБ) марки ПШ (ГОСТ 9439-73) з молекулярною масою $5 \cdot 10^4$. В якості наповнювача використали фенолформальдегідну смолу БЖ-1 (ГОСТ 4559-71). Термореактивний полімер переводили, шляхом тривалого термостатування при $T = 360$ К, у твердий стан, а потім з допомогою кульового млина подрібнювали у високодисперсний порошок. Переважаючий розмір диспергованих частинок БЖ, визначений з допомогою мікрофотографій композицій, складав 40 мкм. В технології пресування розрізняють два режими $T-p$ і $p-T$. Режиму $p-T$ характерна дещо деформована конформаційна структура, режиму $T-p$ – більш регулярна, з явищами індукваного міжмолекулярної взаємодії в глибину в'язучого [1]. Ми використали режим $T-p$, при якому порошкоподібну компози-

ційну суміш поміщали в прес-форму і розігрівали до температури текучості полівінілбутиралу (403 К), після чого прикладали необхідний тиск 10, 60, 120, 200, 300 МПа. Температурний режим витримували в силовому полі протягом семи хвилин. Самовільне охолодження відливок проводили під тиском до температури нижче температури склування в'язучого (330 К). Циліндричні блоки почергово вивільняли з матриці і окрему партію витримували при $T = 293$ К, вологості 70% протягом 20 років.

Температурну залежність питомої теплоємності (C_p) синтезованих ПВБ-композицій і витриманих в часі досліджували методом скануючої калориметрії з нагрівом зразка в діатермічних умовах [5].

На рис. 1 і 2 та 1а і 2а подані порівняльні дані дослідження питомої теплоємності ПВБ-систем за результатами 1977 (рис. 1, 2) і 1997 (рис. 1а, 2а).

Аналізуючи характер температурної залежності C_p (рис. 1, 1а), стає очевидним, що при $p = \text{const}$ теплоємність ПВБ-композицій синтезованих і тих, які піддавались фактору часу, росте з підвищенням температури, що характерно для аморфних полімерів.

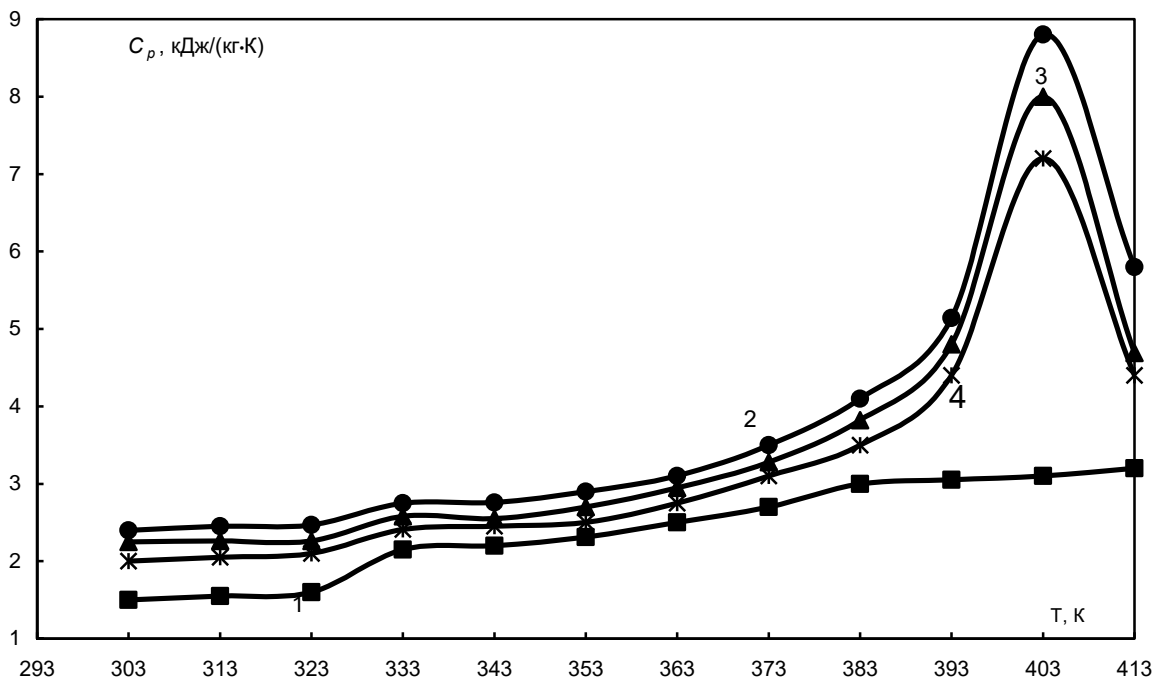


Рис. 1. Температурна залежність питомої теплоємності синтезованих ПВБ-систем, сформованих при тиску 200 МПа: 1 – ПВБ; 2 – ПВБ+5% БЖ; 3 – ПВБ+10% БЖ; 4 – ПВБ+30% БЖ.

Якщо в залежності $C_p = f(T)_{p,\phi}$ зробити ізотермічний переріз в скловидному стані ПВБ-систем (рис. 1, 1а), або в залежності $C_p = f(p)_{T,\phi}$ зробити ізобарний переріз ПВБ-систем (рис. 2, 2а), то стає очевидним, що максимум C_p в концентраційній залежності спостерігається в обох випадках, при 5% БЖ в ПВБ. Це вказує на те, що роль малих доз наповнювача в формуванні масштабних межових структур [6] проявляється і у ПВБ-систем, які піддавались фактору часу.

Можна допустити, що при 5% БЖ в ПВБ енергія взаємозв'язку між структурними елементами компо-

зиції зростає і для реалізації їх рухливості необхідна більша кількість тепла. Це і проявляється в збільшенні C_p системи в порівнянні з C_p вихідного ПВБ. Однак подальше збільшення вмісту БЖ в системі приводить до зростання вільного об'єму композиції за рахунок розрихлення структури [6]. Тому для реалізації рухливості структурних елементів необхідно затратити менше енергії, що і обумовлює зниження теплоємності при збільшенні високодисперсного БЖ в системі. При цьому роль адитивного внеску питомої теплоємності БЖ (1,35), яка майже порівняна з питомою теплоємністю вихідного ПВБ (1,5 кДж/кг К), в

величину C_p ПВБ-композицій мало відчутна. Швидкість зміни C_p з ростом вмісту БЖ у ПВБ-системах 1977 р. більш виражена. Це вказує на зниження ролі структурного вкладу в зменшенні C_p ПВБ-систем, які піддавалися старінню (1997 р.).

В обох випадках на залежності $C_p = f(T)_{p,\varphi}$ відмічено наявність ендотермічного піку в області

температурного переходу ПВБ із високоеластичного стану в в'язкотекучий. При цьому зміна характеру теплопоглинання, що витрачається на руйнування енергетичних зв'язків між компонентами, корегується кількістю наповнювача і величиною тисків пресування. Збільшення кількості БЖ в ПВБ приводить до зниження теплопоглинання в області температурного переходу ПВБ у в'язкотекучий стан (рис. 1, 1а).

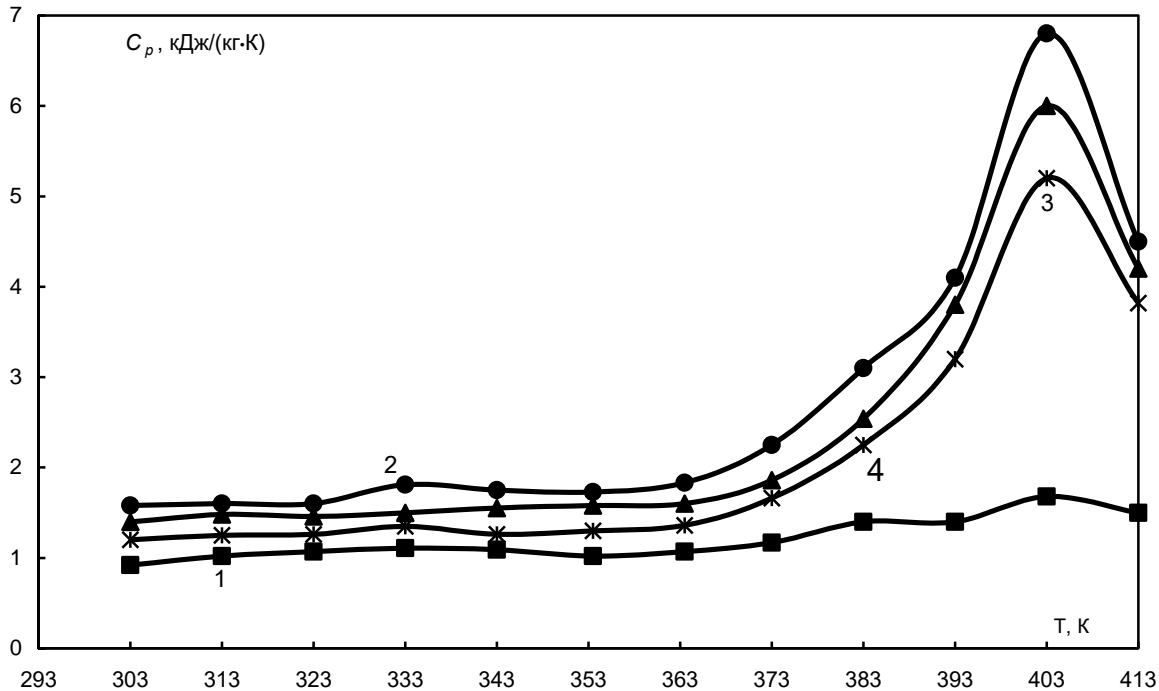


Рис. 1а. Температурна залежність питомої теплоємності ПВБ-систем, витриманих в часі і сформованих при тиску 200 МПа: 1 – ПВБ; 2 – ПВБ+5% БЖ; 3 – ПВБ+10% БЖ; 4 – ПВБ+30% БЖ.

На залежності $C_p - T$ в області переходу ПВБ із скловидного стану в високоеластичний, спостерігається суттєве зменшення інкремента теплоємності ΔC_p , як і в цілому зниження значень C_p ПВБ-систем, витриманих в часі (рис. 1а), у порівнянні із значеннями ΔC_p і C_p у вихідних ПВБ-систем (рис. 1). Зниження C_p , мабуть, обумовлено процесами дифузії структурних елементів макромолекул і утворенням міцних зв'язків між привнесеними в контакт об'ємами в'язкого в процесі тривалої релаксації із метастабільного стану в більш рівноважний [4]. Це приводить до зміни характеру мікророзривності, посилення жорсткості макроланцюгів в значних масштабах, перерозподілу і зниження як складових коливного спектру, так і енергії взаємозв'язку між компонентами [4], що також обумовлює і зменшення ендотермічного піку (рис. 1, 1а). Зміна значень ΔC_p зв'язана з тим, що дрібні макроланцюги зовнішньої більш рихлої частини межового шару [6], утягуються в процеси автогезії, а великі макроланцюги, що мають більше центрів зв'язку з частинкою наповнювача, також виключаються із процесу релаксації в досліджуваному температурному полі.

У вихідних ПВБ-системах зменшення C_p в

межах тисків 10–120 МПа (рис. 2) можна пояснити зменшенням доли вільного об'єму до рівня коли перебудова ближнього порядку ще реалізується, наростанням числа міжмолекулярних зв'язків, зменшенням рухливості структурних елементів макроланцюгів. В межах тисків 200–300 МПа відбувається зменшення вільного об'єму до такого рівня, коли перебудова ближнього порядку вже не реалізується, порушуються процеси перегрупування і упаковки макроланцюгів, спостерігається наростання мікророзривності [1, 5].

Тому зменшення C_p у вихідних ПВБ-системах в межах тисків 10–120 МПа обумовлено зменшенням внеску дефектів в енергію, зменшенням внеску теплоємності низькочастотних акустичних коливань решітки при незмінній теплоємності високочастотних внутримолекулярних коливань [7]. Теплоємність зв'язана з обертанням окремих атомів і атомних груп (ротаторів) з ростом p і досягає максимуму в досліджуваному діапазоні тисків [7]. Отже, ріст величини C_p вище тисків 120 МПа для вихідних ПВБ-систем викликаний конкуруючим внеском решітки, дефектів і загальмованих ротаторів структурних елементів системи.

У ПВБ-системах, що тривалий час релаксували із метастабільного стану в більш рівноважний (рис.

2а), згідно принципу Ле Шательє відбулися такі процеси, які змістили рівновагу в такому напрямку, щоб зовнішня дія послабилася.

Тобто, найбільш упорядковані, в процесі пресування, вихідні ПВБ-системи при $p = 120$ МПа [1, 5] могли набути відносної розупорядкованості, а системи в межах тисків 200-300 МПа – відносної упорядкованості за тривалого часу старіння, що і обумовило елементи реверсивності зміни C_p в згаданих межах тисків (рис. 2, 2а).

Збереження ендотермічного піку в залежності $C_p = f(T)$, тенденція до зменшення C_p в залежності $C_p = f(p)$ до тисків 200 МПа, незначний ріст C_p систем ПВБ і ПВБ+30% БЖ в межах тисків 200-300 МПа, вказують на незавершеність релаксаційних процесів при переході ПВБ-систем із метастабільного стану в більш рівноважний, що є стабілізуючим фактором.

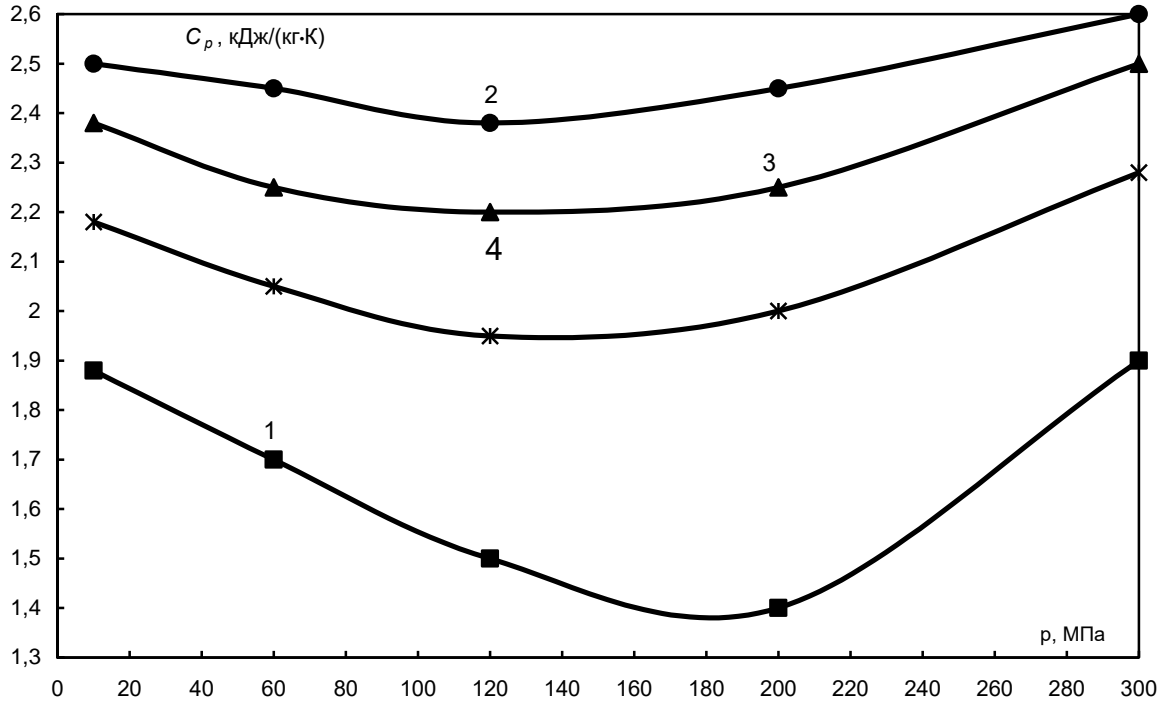


Рис. 2. Залежність питомої теплоємності синтезованих ПВБ-систем від тиску пресування:

1 – ПВБ; 2 – ПВБ+5% БЖ; 3 – ПВБ+10% БЖ; 4 – ПВБ+30% БЖ.

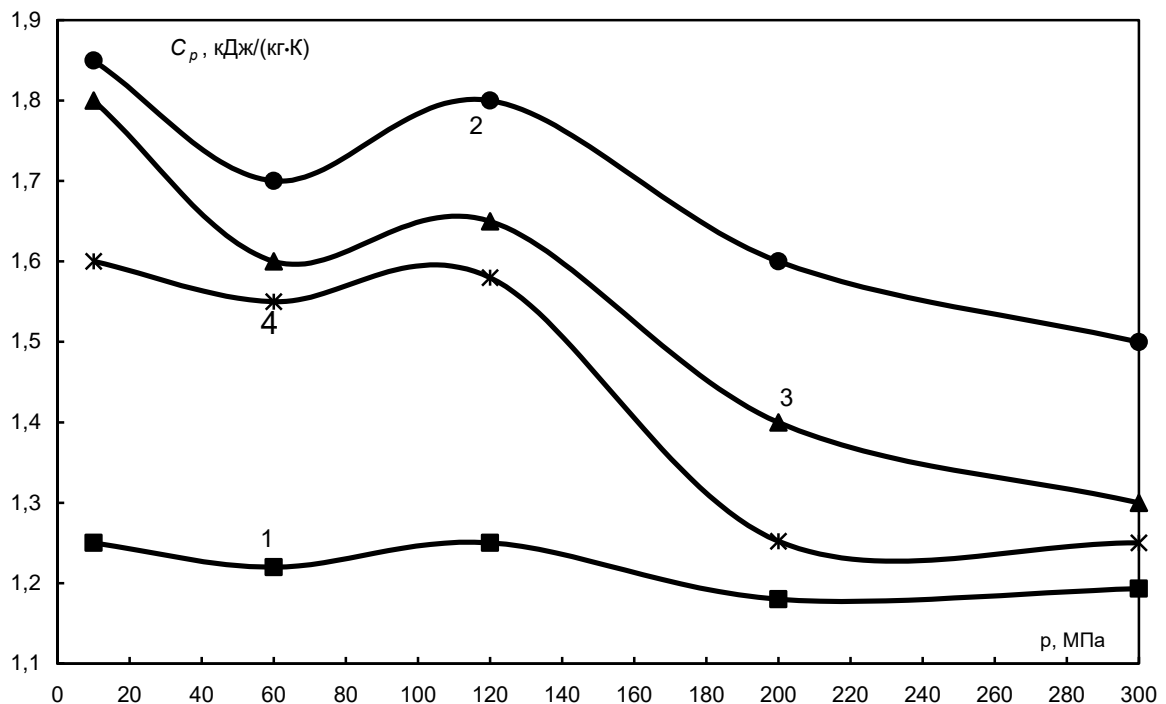


Рис. 2а. Залежність питомої теплоємності ПВБ-систем, витриманих в часі, від тиску пресування:

1 – ПВБ; 2 – ПВБ+5% БЖ; 3 – ПВБ+10% БЖ; 4 – ПВБ+30% БЖ.

Таким чином, показано, що питому теплоємність ПВБ+БЖ-композицій, отриманих в $T-p$ режимі пресування, можна напрямлено регулювати не тільки вмістом органічної добавки в композиціях, але і величиною підвищених тисків пресування як у вихідних ПВБ-системах, так і тих, які піддавалися тривалому часовому фактору.

Література:

1. Муха Б.И. Влияние давления прессования на свойства модифицированного поливинилбутираля // Пласт. массы. – 1986. – №2. – С. 34–35.
2. Свойства полимеров при высоких давлениях / Айбиндер С.Б., Алксне К.И., Тюнина Э.Л., Лака М.Г. – М.: Химия, 1973. – 190 с.
3. Гресси Н., Скотт Я. Деструкция и стабилизация полимеров / Пер. с англ. С.А.Маслова. – М.: Мир, 1988. – 246 с.
4. Муха Ю.Б. Исследование влияния старения на свойства гетерогенных систем на основе гибкоцепных полимеров // Пласт. массы. – 2007. – №1. – С. 15-18.
5. Колупаев Б.С., Муха Б.И. Влияние давления на теплофизические свойства наполненного поливинилбутираля // Механика композитных материалов. – 1980. – №4. – С. 747-749.
6. Липатов Ю.С., Привалко В.П. О критериях понятия «высоконаполненный полимер» // Высокомолек. соед. Б. – 1984. Т. 26, №4. – С. 257-258.
7. Исследование теплофизических свойств полиметилметакрилата при высоких гидростатических давлениях / Белостоцкий М.В., Арутюнов Б.А., Жаров А.А., Степанов Р.Д., Сазонова Т.Г. – Механика полимеров. – 1976. – №5. – С. 845-854.

УДК 541.64:537.212:852.82

ВПЛИВ ВОЛОГОВМІСТУ ТА ПОРИСТОЇ СТРУКТУРИ НА МАГНІТНУ ПРОНИКНІСТЬ ГІДРОФІЛЬНИХ НЕОРГАНІЧНИХ ПОЛІМЕРІВ

М.С. Панченко, І.М. Панченко*, О.С. Мосівич, А.Л. Панасюк,
Н.В. Поліщук, І.М Карпович**

Рівненський державний гуманітарний університет, UA-33000, Рівне, вул. Остафова, 31),

*Європейський університет фінансів, інформаційних систем, менеджменту і бізнесу,
UA-33028, Рівне, вул. Київська, 64Б;

**Національний університет водного господарства і природокористування, UA-33028, Рівне, вул. Соборна, 11)

Досліджено вплив вологовмісту на величину магнітної сприйнятливості силікагелів, як неорганічних полімерів різної пористої структури. У результаті проведених експериментів, незаперечно з'ясували, що силікагелі, як гідрофільні неорганічні пористі полімери мають діамagnetні властивості. Вони мають різну величину магнітної сприйнятливості, яка значно залежить від величини вологовмісту і переважаючого діаметру пор конкретного силікагелю.

Influence moisture content on size of a magnetic susceptibility silicagel, as inorganic polymers of different porous structure is investigated. As a result of the lead experiments, have incontestably found out, that silicagel as hydrofile inorganic porous polymers have diamagnetic properties. They have different size of a magnetic susceptibility which considerably depends here sizes moisture content and the surpassing diameter of times concrete silicagel.

Постановка проблеми з вибором моделі дослідження та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями, аналіз останніх досліджень і публікацій

Вода, як найбільш поширена рідина в природі, відіграє визначальну роль у природних процесах, промисловості, сільському господарстві, в хімічних і біологічних процесах, у ряді інших областей людської діяльності [1]. Унікальна природа води, великі запаси і об'єми її споживання, доступність і технологічність дозволяють використовувати воду як найбільш поширений розчинник і реагент. Разом з тим, широке впровадження таких твердих дисперсних систем, як полімерні матеріали, що працюють у контакті з водою, поставило перед дослідниками принципово нове завдання – дослідити стан, структуру і взаємодію води з полімерами [2], її рух у порах цих тіл за різних зовнішніх умов, у тому числі і в присутності магнітних полів, які нині

широко розповсюджені в природі і техніці. Вода хоча й не полімерна речовина, проте являє собою високоасоційовану рідину.

Серед неорганічних полімерів найбільшу і найрізноманітнішу групу в земній корі становлять сполуки кремнію з киснем [3], які активно взаємодіють з водою за механізмом фізичної адсорбції її молекул, обмежено розчиняючись в ній. По капілярах, утворених силікатами, рухається вода і її розчини в породах, глинах, піщаниках і ґрунтах [4].

Поширеною сполукою кремнію з киснем є SiO_2 – кремнезем або кварц. Це тривимірний неорганічний сітчастий полімер з тетраедричною конфігурацією. Кварц має полімерну структуру типу $[-\text{SiO}_2-]_n$ і містить як іонні, так і ковалентні зв'язки [3]. Зовнішня поверхня кварцу покрита гідроксильними групами OH^- , які за допомогою водневих зв'язків активно взаємодіють з молекулами води [4]. При цьому в залежності від вологості і температури

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| <i>Б.Б. Колупаєв, В.В. Клепко, Б.С. Колупаєв, В.В. Кривцов, А.А. Свінцицький, І.О. Ткачук.</i> Аспекти теорії теплопереносу і внутрішнього тертя в лінійних полімерних матеріалах..... | 3 |
| <i>В.В. Клепко., Б.Б. Колупаєв, Є.В. Лебедев.</i> Взаємозв'язок між параметрами структури і акустичними властивостями ПВХ та ПВБ-систем. 6 | 6 |
| <i>Е.П. Мамуня, М.М. Нищенко, Е.А. Цанко, В.В. Левченко, Е.В. Лебедев.</i> Электропроводность и позитронная спектроскопия нанокомпозитов поливинилхлорид - углеродные нанотрубки 9 | 9 |
| <i>Е.А. Лисенков, Ю.П. Гомза, В.В. Давиденко, В.В. Клепко.</i> Структура та властивості полімерних електролітів на основі ПЕГ300 та карбонанотрубок | 15 |
| <i>В.В. Клепко, Е.А. Лисенков, М.М. Міненко, О.М. Жигір, М.А. Рехтета.</i> Вплив монтморилоніту на діелектричні властивості та провідність полімерних електролітів на основі ПЕГ та LiClO ₄ . 21 | 21 |
| <i>Ю.Б. Муха, М.Р. Костецький, Б.І. Муха, Малиновський Є.В.</i> Вплив природного старіння на величину питомої теплоємності наповненого полівінілбутиралу | 24 |
| <i>М.С. Панченко, І.М. Панченко, О.С. Мосієвич, А.Л. Панасюк, Н.В. Поліщук, І.М. Карпович.</i> Вплив вологовмісту та пористої структури на магнітну проникність гідрофільних неорганічних полімерів | 28 |
| <i>О.П. Руденко, С.А. Стеценко, О.В. Хорольський, А.М. Гетало.</i> Дослідження швидкості поширення ультразвуку у фторпохідних метоксibenзолу на лінії насичення..... | 31 |
| <i>О.П. Руденко, А.М. Гетало, С.А. Стеценко.</i> Механізм в'язкої течії деяких фторзаміщених аліфатичних спиртів | 34 |
| <i>О.П. Руденко, О.В. Хорольський, В.В. Прокопенко.</i> Акустичні дослідження розчинів деяких галоїд-1-нафтоїних кислот | 36 |
| <i>Ю.Р. Максимцев, Б.Б. Колупаєв, О.М. Волошин, Ляшук Т.Г.</i> Вплив зовнішнього електричного поля на теплофізичні властивості пластифікованого полівінілхлориду..... | 39 |
| <i>М.О. Волошин.</i> Структурно-об'ємні та фізико-механічні властивості ПВБ-металонанокомпозитів | 42 |
| <i>В.В. Левчук, Є.В. Лебедев, В.В. Клепко, Б.Б. Колупаєв.</i> Коливально-хвильові процеси в гетерогенних полімерних системах на основі полівінілхлориду..... | 47 |
| <i>Т.М. Шевчук, М.А. Бордюк, Дем'янюк Б.П.</i> Оцінки параметрів рухливості структурних елементів макромолекул лінійних аморфних полімерів на основі наноструктурного підходу | 50 |
| <i>М.І. Шут, П.М. Малежик, Т.Г. Січкач, А.М. Шут, Н.М. Зазимко.</i> Механічні властивості нанокомпозиту на основі епоксидного полімеру ЕД-20..... | 55 |
| <i>В.О. Сідлецький, В.Б. Демчук, Б.С. Колупаєв.</i> Вплив гнучкості макромолекул на інкремент теплоємності полімерів при температурі склування..... | 58 |
| <i>О.Є. Сергєєва, С.Н. Федосов.</i> Піроелектрична активність сегнетоелектричних полімерів і її зв'язок з перемкнутою поляризацією | 62 |
| <i>В.М. Гудь.</i> Дослідження оптичних властивостей полімерних композиційних матеріалів методом ІЧ-спектроскопії | 64 |

**ФІЗИКА
КОНДЕНСОВАНИХ
ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ
СИСТЕМ**

Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету
Випуск 14.

Відповідальний за випуск *Бордюк М.А.*
Випуск підготував *Сідлецький В.О.*
Підписано до друку 29.01.2010 р. Тираж 100 прим.

Рівненський державний гуманітарний університет
33000, м. Рівне, вул. Остафова, 31.