

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \frac{9,9 \cdot 10^{-8} \cdot t}{4,57 \cdot 10^{-13}} = 2,2 \cdot 10^5 \cdot t \quad (12)$$

или, переходя к полным производным,

$$dP = 2,2 \cdot 10^5 t dt \quad (13)$$

Интегрирование дает

$$\Delta P = P_2 - P_1 = 2,2 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{t_2^2 - t_1^2}{2}\right) \quad (14)$$

Приведенная формула и определяет зависимость давления от температуры для воды, находящейся в абсолютно герметичном объеме.

На самом деле рост давления в клетке не будет так велик по следующим причинам:

Вода составляет лишь 60-70% содержимого клетки.

Стенки клетки являются слабопроницаемыми из-за наличия каналов в стенках плазмодесм и клетки.

При микроволновом нагреве всегда существует неравномерность распределения температуры (а, следовательно, и давления) как следствие неравномерности выделения электромагнитной энергии в этом диапазоне частот. Это ведет к формированию полей давления в теле, что может вызвать переток жидкости из одних клеток в другие.

В любом случае, учитывая трудности численной оценки снижения эффекта роста давления в клетке, можно утверждать, что такой рост существует. Даже если его величина на порядок ниже расчетной по (14), то речь идет о перепаде давлений в Мпа, что необходимо учитывать при оценке процессов нагрева продуктов, имеющих основой клеточную структуру.

Литература

1. Калинин Л.Г., Бошкова И.Л. Физическая модель отклика растительной ткани на ЭМП. Биофизика. том 48. вып.1 2003г.
2. Кириллин В.А., Сычов В.В., Шейдлин А.Е. Техническая термодинамика. «Энергия» М., 1974, 448с.

УДК 536.71

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУСПЕНЗІЙ З ВУГЛЕЦЕВИМИ НАНОТРУБКАМИ ОТРИМАНИМИ З КОКСОВОГО ПИЛУ.

Потапов В.О., д-р техн. наук, професор,
Шевченко С.О., аспірант.,

Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

У статті наведені експериментальні дані суспензій з вуглецевих нанотрубок отриманих з коксового пилу.

The article contains experimental data from carbon nanotube suspensions obtained in the process of coking coal.

Ключові слова: наносуспензія, вуглецева нанотрубка, температуропровідність, спін-спінова релаксація, в'язкість.

Традиційні робочі тіла і теплоносії, які використовуються в системах перетворення енергії, практично вичерпали теоретичні можливості подальшого зростання коефіцієнта теплопровідності. Значний прогрес у цій області був досягнутий останніми роками за рахунок вживання нанотехнологій – суспензій наночастинок у класичних теплоносіях. Наносуспензії – розчини наночастинок, розміри яких знаходяться в діапазоні від 20 до 100 А, стали об'єктом інтенсивних наукових досліджень, завдяки раніше невідомим ефектам і аномальній поведінці фізико-хімічних властивостей, зокрема, коефіцієнта теплопровідності.

У роботах [1-5] опублікованих впродовж останнього десятиліття, явище аномального зростання коефіцієнта теплопровідності в суспензіях було продемонстроване для широкого спектру наночастинок, у тому числі, вуглецевих нанотрубок (ВНТ) у різних теплоносіях де стали використовувати так звані фуле-

рени, нанотрубки та інші схожі на них структури, які можна назвати загальним терміном вуглецеві каркасні структури [6]. Останні являють собою дуже великі молекули, які складаються виключно з атомів вуглецю. Вуглецеві каркасні структури – це нова алотропна форма вуглецю, що відрізняється від давно відомих алмазу і графіту. Головна особливість цих макромолекул полягає в тому, що вони залежно від призначення утворюють замкнутий каркас певної форми, в якому є, як правило, пустотілі «оболонки». Найпоширеніший з вуглецевих каркасних структур – це, так званий, фулерен C₆₀, за відкриття якого першовідкривачам Роберту Керлі, Гарольду Крото і Річарду Смаллі була присуджена Нобелівська премія з хімії за 1996 рік. Дана розробка у подальшому лягла в основу створення безлічі інших різновидів структур (шароподібні, циліндричних і т.д.), деякі з них наведено на рисунку 1.

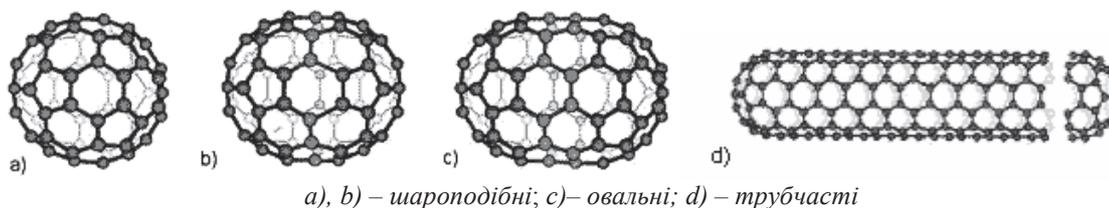


Рис. 1 – Деякі види вуглецевих каркасних структур

Інтерес до досліджень фулеренів і нанотрубок (НТ) обумовлений різноманітністю нових фізико-хімічних явищ, що відбуваються за участю фулеренів, і виключними перспективами застосування нового класу матеріалів, створюваних на їх основі.

За кордоном інтенсивно ведуться роботи з отримання вуглецевих наноструктур (ВНС) з вугілля в дуговому розряді [7] і двохстінних, одностінних нанотрубок, фулеренів з бурого вугілля методом CVD (осадження з газової фази) [8;9]. У роботі [11] досліджується можливість отримання одностінних ВНТ шляхом лазерної абляції з використанням графіту, пеку і коксу як початкової сировини. У роботі [12] повідомляється про виявлення ВНС у пробах доменного коксу, відібраного із зони фурм доменної печі.

У Українському державному науково-дослідному вуглехімічному інституті (УХІН) було проведено оптичні дослідження зразків пировуглецю взятих коксової камери і зразки пировуглецю отриманого у дуговому розряді (катодний депозит). Методика виділення ВНС була аналогічною методики виділення нанотрубок з катодного депозиту, включаючи ультразвукове диспергування у дистильованій воді і центрифугування на високооборотній центрифугі. Було встановлено, що оптична структура цих вуглецевих утворень досить схожа, розмір часток ВНС, отриманих у зразках з коксової камери 40...80 нм. При цьому вміст ВНС у зразках отриманих з коксової печі не нижчий ніж у катодному депозиті, синтезованому у дуговому розряді (таблиця 1) [13].

Таблиця 1 – Вміст ВНС в різних вуглецевих відкладеннях

Найменування зразка	Вміст ВНС, % від маси зразка
Катодний депозит	1,7
Пировуглець коксовий	1,8
Пировуглець пекококсний	2,0

Було встановлено також наявність ВНС у таких матеріалах коксового виробництва як пил з установки беспилевой видачі коксу, пил з установки сухого гасіння коксу, смола, пек, пековий кокс [14]. Це дає підстави розглядати коксове виробництво як джерело отримання дешевих ВНС. При цьому виникають питання щодо вивчення фізичних властивостей вуглецевих наноструктур, отриманих у коксовому виробництві. Метою роботи є визначення теплофізичних властивостей водних суспензій вуглецевих нанотрубок синтезованих у процесі коксування вугілля. Суспензія доводилася до необхідної концентрації шляхом розбавлення дистильованою водою або випаровуванням однієї і тієї ж партії суспензії ВНТ.

В експериментах вивчався вплив концентрації суспензії ВНТ на коефіцієнт температуропровідності, в'язкість і параметр релаксації T_2 , отриманні методом імпульсного ЯМР.

Вивчення температуропровідності проводилися на а-калориметрі. Для виключення впливу конвекційного потоку рідини на результат у вимірювальну комірку розмішували капілярно-пористе тіло (поролон), після цього заливали досліджувану рідину. Таким чином вимірювалася

температуропровідність системи капілярно-пористе тіло (КПТ)- рідина, результати наведено на рисунку 2, де відносна зміна температуропровідності обчислювалася за формулою

$$\frac{\Delta a}{a_0} = \frac{a - a_0}{a_0}, \quad (1)$$

де a – температуропровідність системи КПТ– суспензія ВНТ;
 a_0 – температуропровідність системи КПТ – дистильована вода.

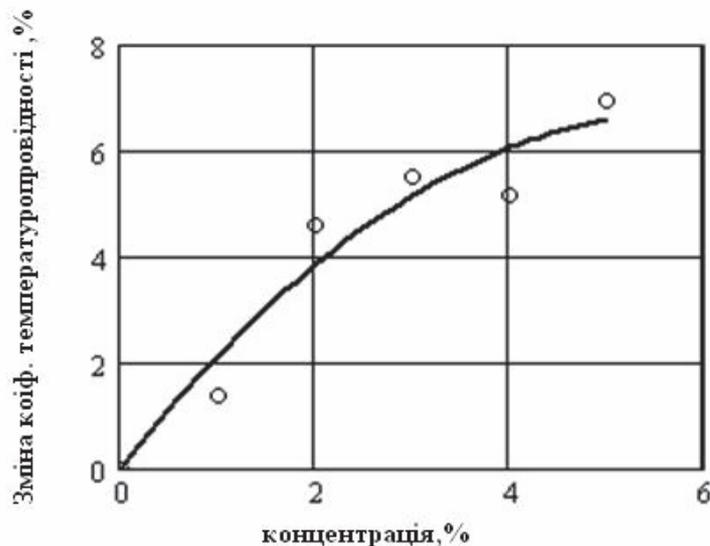


Рис. 2 – Зміна температуропровідності суспензії ВНТ залежно від концентрації ($t=20^0$ С)

в'язкості проводилося на капілярному віскозиметрі. Отримані результати наведено на рисунку 3.

На рисунку 4 наведені результати дослідження часу магнітної спін-спінової релаксації T_2 для суспензій ВНТ, отриманих методом імпульсного ЯМР.

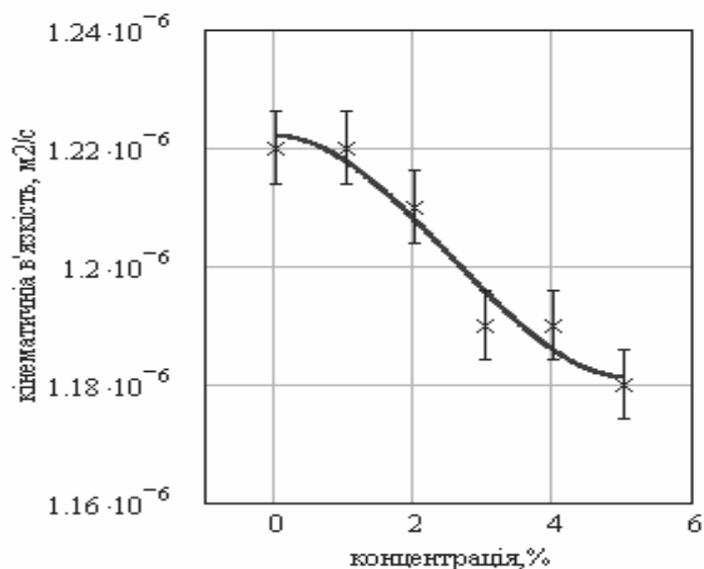


Рис. 3 – Зміна кінематичній в'язкості суспензії ВНТ залежно від концентрації ($t=20^0$ С)

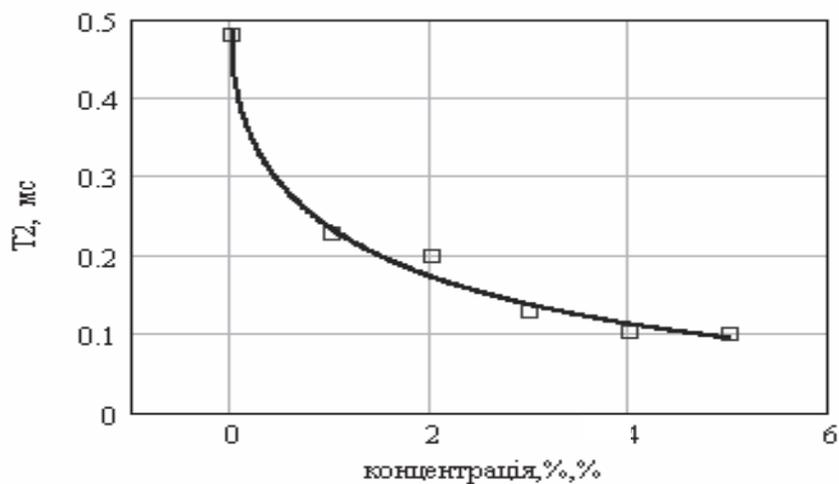


Рис. 4 – Зміна часу магнітної спин-спінової релаксації суспензії ВНТ залежно від концентрації ($t=20^0\text{ C}$)

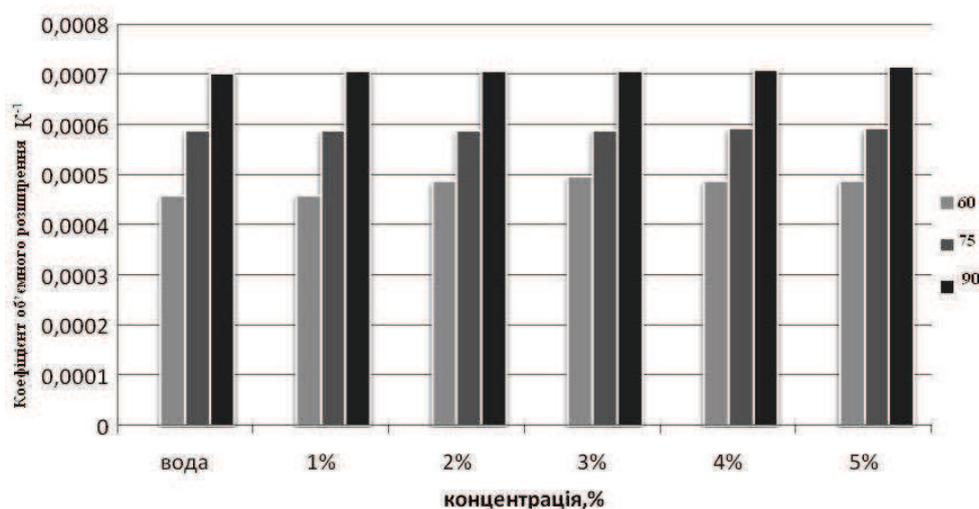


Рис.5 – Коефіцієнт об'ємного розширення ВНС залежно від концентрації і температур ($t=60^0\text{ C}, 75^0\text{ C}, 90^0\text{ C}$)

Аналіз отриманих результатів показує, що ВНТ, отримані у процесі коксування вугілля, у водних суспензіях змінюють теплофізичні властивості, також як і ВНТ, отримані іншими способами [7-9].

Коефіцієнт температуропровідності при збільшенні концентрації суспензій зростає майже на 7% порівняно з чистою водою. Якщо врахувати, що коефіцієнт теплопровідності λ дорівнює

$$\lambda = aC\rho, \quad (2)$$

де C - питома теплоємність,

ρ – густина,

І при цьому, теплоємність суспензії декілька менше теплоємності чистої води, а густина, навпаки, дещо більше, то коефіцієнт теплопровідності суспензій із збільшенням концентрації також зростає приблизно на 7% порівняно з чистою водою.

В'язкість суспензій, як впливає з рисунку 3 зростає із збільшенням концентрації ВНТ, на 3%. І хоча ці в межах похибки вимірів, але зіставлення цих результатів даними ЯМР-досліджень наведених на рисунку 4, підтверджує відмічений характер поведінки в'язкості і показує аномальний характер її. Як відомо, час спин-спінової релаксації зменшується із зменшенням рухливості молекул, тобто із збільшенням в'язкості. Така поведінка водних суспензій ВНТ збігається з результатами інших дослідників.

Висновки

Таким чином, проведені експериментальні дослідження, дозволяють водні суспензії ВНТ, отримані в процесі коксування вугілля, як перспективні теплоносії. Слід чекати збільшення коефіцієнтів теплообміну таких суспензій, оскільки вони мають більший коефіцієнт теплопровідності ніж чиста вода і мають меншу в'язкість. Перспективою подальших досліджень коефіцієнти теплообміну для теплоносіїв збагачених ВНТ.

Література

1. J.A. Eastman, S.U.S. Choi, S. Li, W. Yu, L.J. Thompson, Anomalous increase of effective thermal conductivities of ethylene glycol-based nanofluids containing copper nanoparticles, *Appl. Phys. Lett.* 78, 718-720 (2001).
2. X. Wang, X. Xu, S.U.S. Choi, Thermal Conductivity of Nanoparticle-Fluid Mixture, *J. of Thermophys. and Heat Transfer* 13, 474-480(1999)
3. S.A. Putnam, D.G. Cahill, P.V. Braun, Z. Ge, R.G. Shimmin, Thermal conductivity of nanoparticle suspensions, *J. Appl. Phys.* 99, 084308 (2006).
4. P. Keblinski, J.A. Eastman, D.G. Cahill, Nanofluids for thermal transport, *Materials Today* 8, 36-44 (2005).
5. C.H. Chon, K.D. Kihm, S.P. Lee, S.U.S. Choi, Empirical correlation finding the role of temperature and particle size for nanofluid (Al₂O₃) thermal conductivity enhancement, *Appl. Phys. Lett.* 87, 153107 (2005).
6. Золотухин, И.В. Углеродные нанотрубки / Золотухин, И.В // Соросовский образовательный журнал. – 1999. - № 3. – с. 11-15.
7. Qiu J. Li Y., Wang Y., Li W. Production of carbon nanotubes from coal // *Fuel processing technology.* – 2004. – Vol. 85. – № 15. – P. 1663-1670/
8. Kiyama Yuuma, Kidena Ko, Miura Masahiro. Direct Synthesis of Carbon Nanotube from Coal // *Nippon Enerugi Gakkai Sekitan Kagaku Kaigi Happyo Ronbunshu.* – 2005. – Vol. 42. – P. 105-106.
9. Qiu J. Lia Y., Wang Y., Wu F., Cheng H., Zheng G., Uchiyama Y. Large-scale synthesis of high-quality Double-walled carbon nanotubes from Coal-based carbon rods in vacuum by arc discharge // *Prepr. Pap.-Am. Chem. Soc., Div.Fuel Chem.* – 2004. – № 49(2). – P. 874-875.
10. Елецкий, А. В., Смирнов, Б. М. Фуллерены и структуры углерода [Текст] / УФН, 165, 977, 1995.
11. Maser W.K., Benito A.M., Muñoz E., Marta de Val G, Martínez M.T., Larrea Á. and de la Fuente G.F. Production of carbon nanotubes by CO₂-laser evaporation of various carbonaceous feedstock materials // *Nanotechnology.* – 2001. – № 12. – P. 147-151.
12. Gornostayev .S.S., Härkki J.J. Carbon Tubular Morphologies in Blast Furnace Coke // *Research Letters in Materials Science.* Vol. 2008 (2008), Article ID 751630, 4 pages, doi:10.1155/2008/751630/
13. Шмалько, В.М., Зеленский, О.И., Толмачев, Н.В., Шульга, И.В. Образование углеродных наноструктур при коксовании углей [Текст] / Шмалько, В.М // *Углекхимический журнал.* – 2009. – №3-4. – с. 37-42.
14. Зеленский, О.И., Богатыренко, С.И., Шмалько, В.М. Виды углеродных наночастиц, выделенных из углей и продуктов его термической переработки // *Физико-химические основы формирования и модификации микро, наноструктур: межд. науч. конф., 21-23 октября 2009 г.: сборник научных трудов.* – с. 66-69.

УДК 637.133

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА МИКРОФЛОРЫ МОЛОКА ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ

**Шурчкова Ю.А., доктор технических наук, главный научный сотрудник,
Ромоданова В.О., кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
Ганзенко В.В., кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
Недбайло А.Е., младший научный сотрудник
Институт технической теплофизики НАН Украины (ИТТФ НАН Украины)**

В статье приведены результаты исследования микробиологических показателей молока в зависимости от способов обработки. Анализ результатов исследований включает качественные и количественные показатели микрофлоры молока и их изменения. Авторами дано обоснование изменения микроорганизмов молока по этапам обработки, использующей принципы дискретно-импульсного ввода энергии.