

Виявлено, що лише у магнієвих системах в температурному інтервалі існування розчинів утворюються конгруентно розчинні  $[\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_6]_3[\text{Ln}(\text{NO}_3)_6]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , в інших – нові тверді фази не утворюються (системи евтонічного типу).

У потрійних РЗЕ-вмісних системах нітратних попередників, що є невід’ємними складовими більш складних багатокомпонентних систем обмінні хімічні перетворення починаються вже в рідкій фазі, з моменту розчинення компонентів у воді – сильнопольярному розчиннику. Механізм утворення координаційних сполук можна пояснити з позицій конкуруючих процесів заміщення молекул води у найближчому оточенні  $\text{Ln}^{3+}$  на  $\text{NO}_3^-$ -групи, розупорядкування структури розчинів введенням двох зарядних катіонів  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ , впливу температурного фактору. Ступінь повноти заміщення залежить від природи  $\text{Ln}^{3+}$ , присутніх катіонів  $\text{Me}^{2+}$ , властивостей електроннодонорних атомів кисню та просторової будови лігандів, концентрації електролітів і температури. Спостерігаються відмінності у комплексоутворюючій здібності елементів церієвої й ітрієвої підгруп, ітрію.

Одержані нові знання становлять основу для:

- пошуку способів збільшення активності Ln-форм;
- з’ясування природи послідовних термічних перетворень у нітратних РЗЕ-вмісних багатокомпонентних системах різних агрегатних станів у ході їхнього термооброблення; умов утворення й існування, властивостей проміжних фаз; впливаючих факторів; можливих способів керування одержання цільового продукту.

**УДК 536.7; 66.021.3; 621.472**

**РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ  
ВЛАСТИВОСТЕЙ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ТЕПЛОНОСІЇВ ДЛЯ ГЕЛІОСИСТЕМ**

**Євтушенко Е.О.**, аспірант,

**Кутний Б.А.**, д.т.н., доцент

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

[ed.yevtushenko@gmail.com](mailto:ed.yevtushenko@gmail.com)

[Kytuba@ukr.net](mailto:Kytuba@ukr.net)

Сучасний розвиток сонячної енергетики потребує впровадження високоефективних та довговічних теплоносіїв, здатних забезпечувати стабільну роботу геліосистем у широкому діапазоні температур і навантажень. Традиційні теплоносії, зокрема водно-гліколеві суміші, мають низку обмежень, пов’язаних із термічним розкладом, корозійним впливом, зниженням теплофізичних показників та екологічними ризиками при експлуатації в режимах, наближених до стагнації. У зв’язку з цим актуальним стає пошук альтернативних робочих рідин, що поєднують високі термодинамічні характеристики, хімічну стабільність і мінімальні експлуатаційні втрати.

У контексті розширення спектра альтернативних теплоносіїв особливу увагу привертають спиртовмісні розчини, які поєднують низку важливих експлуатаційних переваг. Спирти, зокрема етиловий та пропіловий, характеризуються зниженими температурами замерзання, доброю змішуваністю з водою, відносно малою токсичністю та доступністю на ринку. Їх застосування в геліотермальних системах є перспективним завдяки можливості регулювання фізико-хімічних властивостей шляхом зміни концентрації спирту в суміші, що дозволяє адаптувати теплоносії до різних кліматичних та технологічних умов.

Разом з тим, термодинамічна поведінка спиртових розчинів у середовищах із підвищеними температурами та тепловими навантаженнями досліджена недостатньо. Показники

теплопровідності, теплоємності, в'язкості й температурної стабільності істотно залежать від концентрації спирту, що зумовлює потребу у комплексній експериментальній оцінці таких сумішей. Аналіз цих властивостей є важливим для визначення оптимальних складів теплоносіїв, здатних забезпечити ефективний теплоперенос та безпечну роботу геліосистем у змінних експлуатаційних режимах.

Тому метою даної роботи є отримання та узагальнення результатів експериментальних досліджень властивостей перспективних альтернативних теплоносіїв у вигляді спиртових розчинів різної концентрації, оцінка їх придатності для використання в геліосистемах та визначення температури кипіння, що впливатиме на їх ефективність у експлуатаційних умовах.

У рамках даного дослідження як об'єкти вибрано спиртові розчини концентрацією 10%, 20%, 30% та 40%, що дозволяє порівняти вплив зміни частки спирту на ключові термодинамічні параметри та визначити найбільш перспективні суміші для використання в сонячних теплових установках.

Для практичної перевірки поведінки спиртових розчинів та оцінки їх придатності як теплоносіїв проведено серію експериментів з визначення температури кипіння при різних значеннях тиску в системі. Вибір саме цього класу дослідів обґрунтовано двома ключовими аспектами: по-перше, залежність точки кипіння від концентрації та тиску визначає межі робочих температур і дозволяє оцінити ризики переходу у фазу пара (стагнація, локальне закипання); по-друге, аналіз поведінки при зниженому та підвищеному тиску дає змогу моделювати реальні експлуатаційні сценарії, зокрема роботу колекторів при частковому вакуумуванні або в замкнених контурах із надлишковим тиском.

Експерименти проводилися у спеціально розробленій лабораторній установці, розміщеній у лабораторії зеленої енергетики Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Конструкція забезпечує точний контроль тиску в системі та плавне нагрівання, дозволяє регулювати тиск від атмосферного значення до заданих рівнів та фіксувати температуру початку кипіння при кожному значенні тиску. При цьому передбачена можливість оперативної заміни теплоносіїв. Перед початком серії дослідів кожний зразок піддавався стандартизованій підготовці. Здійснювалося виготовлення спиртової суміші заданої концентрації об'ємним методом, перевірка отриманого складу спиртометром, стандартизація об'єму суміші, заповнення установки, видалення повітря. Проводилася серія вимірювань для кожної суміші при різних тисках з метою забезпечення статистичної достовірності. Результати двох характерних дослідів представлені в табл. 1 і 2.

Таблиця 1 – Температура початку кипіння спиртових розчинів при різних тисках у досліді 1

Концентрація спирту, %	Тиск, кг/см <sup>2</sup>				
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
40	86,0	94,8	104,0	111,4	116,0
30	88,0	97,2	106,3	113,5	118,5
20	91,2	99,8	108,9	115,7	122,0
10	93,4	102,5	113,0	119,2	126,0

Таблиця 2 – Температура початку кипіння спиртових розчинів при різних тисках у досліді 2

Концентрація спирту, %	Тиск, кг/см <sup>2</sup>				
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
40	85,7	95,0	105,2	112,3	117,9
30	88,0	98,0	106,8	114,1	119,0
20	90,1	99,7	108,8	115,0	122,2
10	93,7	102,4	112,0	118,8	123,9

Отримані результати показують зростання температури кипіння розчину при зниженні концентрації спирту та зростанні тиску в системі, що цілком логічно та закономірно й узгоджується з теоретичними даними. Статистична похибка експерименту становить  $\pm 0,9$  °С (середня різниця результатів -  $0,06$  °С, стандартне відхилення різниць  $\sigma = 0,88$  °С), що є нормальною точністю для теплотехнічних дослідів із кипінням, особливо при зміні тиску.

Важливими результатами проведених дослідів є визначення нижнього порогу кипіння для спиртових розчинів різної концентрації та підтвердження можливості використання установки в наукових дослідженнях. Розроблена установка та методика експерименту будуть корисними для подальшого вивчення інших теплоносіїв.

**УДК 538.971 + 538.915 + 539.213 + 519.688**

**УТВОРЕННЯ СТРУКТУР І ПОВЕРХНЕВА ДИФУЗІЯ В СУБМОНОШАРОВИХ  
СПІВАДСОРБОВАНИХ ПЛІВКАХ LI-SR НА ГРАНІ ВОЛЬФРАМУ (112)**

**Заїка С.О.**, аспірантка  
*Інститут фізики НАНУ*  
*zaikasvetlana@gmail.com*

**Лобурець А.Т.**, к.ф.-м.н., доцент  
*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*  
**Федорус О.Г.**, д.ф.-м.н., пров. наук. співроб. відділу фізичної електроніки  
*Інститут фізики НАНУ*

Метою нашої роботи є одержання на атомарному рівні нової інформації про процеси дифузії та структуроутворення в співадсорбованих субмоношарах лужних і лужноземельних елементів із сильно вираженою анізотропією їхньої латеральної взаємодії, що залежить від хімічної природи адатомів, потенціального рельєфу підкладки та ступеня заповнення грані адсорбованими атомами.

Вичерпної відповіді на ці питання не можуть дати ні термодинаміка, ні найсучасніші експериментальні методи дослідження. Рівноважна термодинаміка взагалі не цікавиться шляхами переходу системи від стану 1 до стану 2 і має серйозні обмеження стосовно мінімального розміру ансамблю частинок, а сучасні методи експериментальних досліджень ще не дають можливості досліджувати згадані процеси в режимі реального часу. На сьогодні одержати відповідь на поставлені питання можна лише застосовуючи створення математичних моделей для проведення комп'ютерних експериментів. Але застосування математичних моделей має сенс лише після їхньої верифікації на основі результатів, одержаних у реальних фізичних експериментах. Нами за участі кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем вдалося створити математичну модель, яка дозволяє враховувати міжатомні взаємодії всіх відомих типів латеральної взаємодії: а) взаємодія колективу адатомів з потенціальним рельєфом підкладки; б) притягальна взаємодія, що