

Термомолекулярна енергетика: дослідження термодинамічних функцій та природи гістерезиса в процесах «стиснення-розширення» звичайних і конфігураційних репульсивних клатратів.

Термомолекулярна энергетика: исследование термодинамических функций и природы гистерезиса в процессах «сжатие-расширение» обычных и конфигурационных репульсивных клатратов.

Thermomolecular energetics: investigation of thermodynamic functions and hysteresis nature in the “compression-expansion” processes of the normal and configurational clathrates

1. Номер державної реєстрації теми - 0109U000676

2. Науковий керівник - д.т.н., проф. Єрошенко В.А., Єрошенко В.А., Eroshenko Valentin A.

3. Суть розробки, основні результати.

(укр.)

У результаті виконання роботи отримано синтез уявлень про природу гістерезису в репульсивних клатратах з урахуванням теоретичних і експериментальних досліджень: співставлено експериментальні дані з гістерезису і теоретичні уявлення для процесів стиснення-розширення репульсивних клатратів. Напрацьовано рекомендації з вибору компонент репульсивних клатратів в залежності від їх функціонального призначення – акумулювання, дисипація або перетворення енергії. Отримано термодинамічні характеристики для репульсивних клатратів з різним рівнем гістерезиса: робота, теплота, ентропія, внутрішня поверхнева енергія, ентальпія, функція Гібса-Гельмгольца, потенціал Гібса. Проведено теоретичні дослідження фізико-електро-хімічних основ керування конфігурацією репульсивних клатратів (КПК) на молекулярному рівні; отримано аналітичні вирази для роботи, теплоти, ентропії і термодинамічних функцій стосовно конфігураційних репульсивних клатратів. Проведено пошук оптимального біфільного модифікатора поверхні пористої матриці та здійснено експериментальне дослідження дослідної комірки КПК. Розроблено рекомендації щодо синтезу конфігураційних репульсивних клатратів з заданими властивостями і характеристиками.

(рос.)

В результате выполнения работы получен синтез представлений о природе гистерезиса в репульсивных клатратах с учетом теоретических и экспериментальных исследований: сопоставлены экспериментальные данные по гистерезису и теоретические представления для процессов сжатия-расширения репульсивных клатратов. Выработаны рекомендации по выбору компонент репульсивных клатратов в зависимости от их функционального назначения – аккумуляция, диссипация или преобразование энергии. Получены термодинамические характеристики для репульсивных клатратов с разным уровнем гистерезиса: работа, теплота, энтропия, внутренняя поверхностная энергия, энтальпия, функция Гиббса-Гельмгольца, потенциал Гиббса. Проведены теоретические исследования физико-электро-химических основ управления конфигурацией репульсивных клатратов (КПК) на молекулярном уровне; получены аналитические выражения для работы, теплоты, энтропии и термодинамических функций касательно конфигурационных репульсивных клатратов. Проведен поиск оптимального бифильного модификатора поверхности пористой матрицы и выполнено экспериментальное исследование опытной ячейки КПК. Выработаны рекомендации по синтезу конфигурационных репульсивных клатратов с заданными свойствами и характеристиками.

(англ.)

As the result of the work the conception synthesis of repulsive clathrates hysteresis nature is received with subject to the theoretical and experimental researches: the hysteresis experimental data and theoretical concepts for the functionality compression-expansion processes are compared. The recommendations for the repulsive clathrate components choice are produced with subject to their functionality – accumulation, dissipation or energy transformation. The thermodynamic characteristics for repulsive clathrates with different hysteresis level are received: the

thermodynamic work, heat, entropy, intrinsic surface energy, enthalpy, Gibbs-Helmholts function, Gibbs potential. The theoretical researches of physical, electric, chemical foundations of the repulsive clathrates (CRC) configuration on the molecular level are done; the analytical expressions for the work, heat, entropy and thermodynamic functions in confoguratiional repulsive clathrates are received. The optimal biphilic porous matrix surface modifier search is carried out and experimental investigation of research cell is done. The recommendations for the repulsive clathrates with required properties and characteristics synthesis are produced.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності. Немає

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Робота не має світових аналогів в галузі технічної термодинаміки. За результатами фундаментальних досліджень сформульовано рекомендації щодо створення принципово нової енерготехніки:

- компактних та енергоємних акумуляторів механічної енергії для використання в системах рекуперації енергії гальмування на транспортних засобах, у системах вітроенергетики;
- високоефективних амортизаторів, систем віброзахисту, надійних антисейсмічних систем для цивільних і промислових споруд;
- синтезу робочих тіл (конфігураційних репульсивних клатратів) для теплових двигунів нового покоління.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Порівняно з показниками енерготехніки на базі традиційних робочих тіл (газ, пара), застосування репульсивних клатратів дозволяє здійснити економію пального (~~16%~~) та конструкційних матеріалів (20÷30%), а також гарантує високу екологічність енергопристроїв та енергосистем (зниження механічного, хімічного і, особливо, теплового забруднення).

Завдяки новому термодинамічному підходу, питома об'ємна величина дисипації репульсивних клатратів на 1-2 порядки вища за відповідні показники існуючих газо-гідравлічних пристроїв; зокрема, питома потужність дисипації енергії нових амортизаторів сягає 30÷50 Вт на 1 см³ репульсивних клатратів.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).

Галузі використання:

- енергетичний галузевий сектор,
- транспорт.

Організації, заклади, підприємства:

- амортизатори та бампери (ЗАТ “Запорізький автомобільний завод”, ЗАТ “Львівський автобусний завод”, Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв, та його херсонський філіал);
- буферні вузли залізничного транспорту (ВАТ “Дніпровагонмаш”, ВАТ “Холдингова компанія “Луганськтепловоз”);
- вузли передньої стійки шасі літака (Київський державний авіаційний завод “Авіант”);
- системи віброзахисту енергогенеруючих установок паливно-енергетичного комплексу Мінпаливенерго;
- антисейсмічні системи житлових будинків та промислових будівель (Українська державна будівельна корпорація, Національна Академія природоохоронного та курортного будівництва, м. Сімферополь).

8. Стан готовності розробки.

Створено теоретичні основи побудови фізико-математичної моделі гістерезисних явищ у репульсивних клатратах і нова концепція синтезу конфігураційних РК з наперед заданими фізико-енергетичними властивостями, в тому числі з можливістю зміни «фільність-фобність» міжфазної поверхні.

Кінцевим результатом даних досліджень є рекомендації з найбільш ефективних методів акумулявання, дисипації та перетворення енергії за допомоги всіх видів репульсивних

клатратів. Базою для цих рекомендацій служать отримані вирази для роботи, теплоти, ентропії та всіх базових термодинамічних функцій і потенціалів стосовно РК і КРК в умовах різного гістерезиса і дії електричних полів на зазначені репульсивні клатрати.

9. Існуючі результати впровадження.

Результати теоретико-експериментальних досліджень впроваджено в навчальний процес у дисципліні «Основи термомолекулярної енергетики і технології» для магістрів спеціальностей: 8.070203-прикладна фізика, 8.090510-теплоенергетика, 8.090511-теплофізика, 8.090504-нетрадиційні джерела енергії, 8.000008-енергетичний менеджмент, 8.090405-спеціальна металургія, 8.090103-композиційні та порошкові матеріали, покриття (тема 2: Гетерогенні ліофобні системи (репульсивні клатрати) як нові робочі тіла в термомеханічних системах; тема 3: Термодинаміка репульсивних клатратів; тема 4: Робочі характеристики та властивості репульсивних клатратів; тема 6: Приклади інженерної реалізації нової енерготехніки на базі репульсивних клатратів).

Результати роботи також рекомендовані для:

- розробки технології ефективного вилучення неметалевих включень з металургійних ванн;
- розробки технологічних заходів по залученню поверхнево-активних речовин для надійного спікання металевих порошків.

10. Назва організації, телефон, E-mail

НТУУ"КПІ", ІЕЕ-ФАКС, Міжфакультетська науково-дослідна лабораторія термомолекулярної енергетики, тел. (044) 406-80-30, e-mail: eroshenko@kpi.ua

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

- публікації у вітчизняних виданнях (із переліку ВАК):

1. Ерошенко В.А., Евтушенко А.В. Проблема корректного определения механического эквивалента теплоты. Промышленная теплотехника, - 2010, - т. 32, - №5, - С.88-99.
2. В.П. Студенец, П.А. Миротюк. Дослідження параметрів динамічного перетворювача в установці «сонячний імітатор – двигун Стірлінга – електрогенератор». Відновлювана енергетика XXI століття. Матеріали 10-ї ювілейної міжнародної науково-практичної конференції. АР Крим, смт. Миколаївка, 14-18 вересня 2009 р., С.90-93.
3. Студенец В.П. Скоростные характеристики процесса расширения рабочих тел на базе высодисперсных лиофобных систем. Материалы VI международной конференции «Коммунальная и промышленная теплоэнергетика» (ТЕПЛООБЕСПЕЧЕНИЕ-2009), Киев, Украина 5-9 октября 2009г. Промышленная теплотехника. - 2009. - т.31. - №7. - С. 157-158.
4. Феdienко А.В., Студенец В.П. Эффективность теплонасосной установки на базе машины Стирлинга УДС-1. Энерготехнологии и Ресурсосбережение, 2011, №3, С. 76-78.
5. В.П. Студенец, В.В Пасічний, С.О. Остапенко, П.А. Миротюк. Дослідницький стенд «сонячний концентратор – двигун Стірлінга та його базові характеристики. Відновлювана енергетика, 2011, №1(24), с.5-10.
6. Бугаевский Г.Н., Ерошенко В.А. Современные задачи и возможности сейсмоизоляции зданий и сооружений. Строительство и техногенная безопасность. Сборник научных трудов. Выпуск 35, 2011, С.119-127.
7. Ерошенко В.А., Студенец В.П., Пятилетов И.И., Щученко В.Ю. Применение репульсивных клатратов для устройств и систем обеспечения сейсмостойкости сооружений. Строительство и техногенная безопасность. Сборник научных трудов. Выпуск 35, 2011, С.127-132.
8. Студенец В.П., Феdienко А.В. Характеристики цикла теплонасосной установки на базе машины Стирлинга УДС-1. Промышленная теплотехника. - 2011. - т.33. - №8. - С.126-130.

9. Студенец В.П. Особенности процесса гистерезисного расширения рабочих тел на базе высокодисперсных лиофобных систем. Тезисы докладов VII международной конференции «Проблемы промышленной теплотехники», Киев, Украина, 23-27 мая 2011 г. Промышленная теплотехника. - 2011. - т.33. - №7. - С.88-89.

- публікації, представлені у наукометричних базах та в журналах з імпакт-фактором:

1. A.V. Yevtushenko, V.P. Stoudenets, V.A. Eroshenko. Effective Thermal Conductivity of Heterogeneous Lyophobic Nanosystems for Use in Thermomechanical Energy Devices. Proceedings of the International Symposium on Thermal and Materials Nanoscience and Nanotechnology (TMNN-2011). 29 May – 3 June 2011, Antalya, Turkey. ICHMT Library.
2. Ерошенко В.А. Механический эквивалент теплоты. Об анатомии и фундаментальности экспериментов Джоуля. История механики и физики. Ежегодный сборник ИИЕТ РАН, 2011 (в печати).
3. Ерошенко В.А., Лазарев Ю.Ф. Реология и динамика репульсивных клатратов. Прикладная механика и техническая физика. Изд. РАН, 2011 (в печати).