

Термомолекулярний акумулятор з новим робочим тілом на базі гетерогенної ліофобної системи

Термомолекулярный аккумулятор с новым рабочим телом на базе гетерогенной лиофобной системы.

Thermomolecular accumulator with the new working medium based on heterogenous liophobic system.

- 1. Номер державної реєстрації теми - 0117U004328**
- 2. Науковий керівник – к.т.н., доц. Студенець В.П., Студенець В.П., Victor Stoudenets**

3. Суть розробки, основні результати (укр.)

Отримано нові результати на засадах термомолекулярної енергетики (ТМЕ) як нової теорії використання потенціальної енергії міжмолекулярної взаємодії на розвинених поверхнях в прикладних розробках акумуляторів з високою питомою (об'ємною) енергоємністю, з меншими витратами конструкційних матеріалів. Створено три зразки нового типу акумулятора з високою питомою енергоємністю, що працюють на засадах термомолекулярної енергетики з використанням гетерогенних ліофобних систем як нового робочого тіла. Розроблено технічні рекомендації на створення дослідно-промислових зразків ТМЕ-акумуляторів, які будуть корисними технічними напрацюваннями на основі практичного досвіду розробки та створення робочих камер для акумуляторів нового класу. Розроблено методику синтезу штучних рідин з необхідним значенням температурної похідної поверхневого натягу: від 0,01 до 0,03 Н/(м·К) для акумуляторів механічної енергії). Розроблено метод створення високоефективних гетерогенних робочих тіл за призначенням (акумулявання, перетворення енергії) в залежності від величини гістерезису «тиск інтрузії – тиск екструзії»: не більше 5÷10% для ТМЕ-акумуляторів. Проведено дослідження теплофізичних властивостей компонентів гетерогенних ліофобних систем. Розроблено концепцію конструювання нетрадиційних ТМЕ-енергопристроїв, зокрема, акумуляторів ((зменшення габаритів та металоемності установок на 20÷30% за рахунок використання вільної поверхневої енергії у термомеханічних системах).

(рос.)

Получены новые результаты на принципах термомолекулярной энергетики (ТМЭ) как новой теории использования потенциальной энергии межмолекулярного взаимодействия на развитых поверхностях в прикладных разработках аккумуляторов с высокой удельной (объемной) энергоёмкостью, с меньшим расходом конструкционных материалов. Созданы три образца нового типа аккумулятора с высокой удельной энергоёмкостью, работающие на принципах термомолекулярной энергетики с использованием гетерогенных лиофобных систем как нового рабочего тела. Разработаны технические рекомендации на создание опытно-промышленных образцов ТМЭ-аккумуляторов, которые будут полезными техническими наработками на основе практического опыта разработки и создания рабочих камер для аккумуляторов нового класса. Разработана методика синтеза искусственных жидкостей с необходимым значением температурной производной поверхностного натяжения: от 0,01 до 0,03 Н/(м·К) для аккумуляторов механической энергии). Разработан метод создания высокоэффективных гетерогенных рабочих тел по назначению (аккумуляция, преобразование энергии) в зависимости от величины гистерезиса «давление интрузии – давление экструзии»: не больше 5÷10% для ТМЭ-аккумуляторов. Проведено исследование теплофизических свойств компонентов гетерогенных лиофобных систем. Разработана концепция конструирования нетрадиционных ТМЭ-энергоустройств, в частности, аккумуляторов (уменьшение габаритов и металлоёмкости установок на 20÷30% за счет использования свободной поверхностной энергии в термомеханических системах).

(англ.)

The new results were obtained on the principles of thermomolecular energetics (TME) as a new theory of the use of potential energy of intermolecular interaction on developed surfaces in

applied applications of accumulators with high specific (volumetric) energy capacity, with less consumption of structural materials. Three samples of the new type of accumulator with a high specific energy capacity have been created, which work on the principles of thermomolecular energetics using heterogeneous lyophobic systems as a new working media. Technical recommendations have been developed for the creation of TME accumulator industrial prototypes, which will be useful technical developments based on practical experience in the development and creation of working chambers for the new class accumulators. The method was developed for the synthesis of artificial fluids with the required value of the temperature derivative of surface tension: from 0.01 to 0.03 N/(m·K) for mechanical energy accumulators). The method has been developed for creating highly efficient heterogeneous working media for their intended purpose (accumulation, energy conversion) depending on the magnitude of the “intrusion pressure - extrusion pressure” hysteresis: not more than 5–10% for TME accumulators. The thermophysical properties of the components of heterogeneous lyophobic systems have been studied. The concept of designing unconventional TME-energy devices, in particular, accumulators (reducing the size and metal installations by 20÷30% due to the use of free surface energy in thermomechanical systems).

4. Наявність охоронних документів на об’єкти права інтелектуальної власності

Патент на корисну модель: UA 88954. Пристрій для стабілізації динамічного процесу руйнування міцного ґрунту або гірських порід. Єрошенко В.А., Сліденко В.М., Студенець В.П., Лістовщик Л.К., Лесик В.С., Цирін М.М. Номер заявки: u 2013 11667. Дата подачі заявки: 03.10.2013. Дата, з якої є чинними права: 10.04.2014. Публ. 10.04.2014, Бюл. №7.

Eroshenko, Valentin. "Virtually oil-free shock absorber having high dissipative capacity." U.S. Patent Application 13/820,977, filed September 7, 2011.

Eroshenko V.A. Heterogeneous structure for accumulation or dissipation of energy, process to use it and associated devices, Int. Patent WO 96/18040, 13.06.1996.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Для традиційних ПГА існують 3 принципових недоліки, які не можуть бути розв’язані в межах традиційного підходу до конструювання ПГА: змінність тиску гідравлічної системи відповідно до зміни кількості накопиченої енергії, низька питома енергоємність, ніж в інших енергетичних областях, вибухонебезпечність через наявність газової фази. Технічні характеристики традиційних ПГА: місткість $V(\text{ном})=0,16\dots400\text{л}$ і тиск $P\leq 37,5\text{МПа}$, мембранні – $V(\text{ном})=0,075\dots10\text{л}$ і тиск $P\leq 30\text{МПа}$, балонні – $V(\text{ном})=0,16\dots455\text{л}$ і тиск $P\leq 55\text{МПа}$. Діапазон тисків обмежений умовами безпеки.

Для ТМЕ-акумуляторів робочий тиск може складати $\sim 60\text{ МПа}$. З урахуванням проектованої матриці питома (об’ємна) енергоємність може досягати 25-30 МДж/м³ ГЛС. Використання вільної поверхневої енергії у термомеханічних системах дає зменшення габаритів та металоємності ТМЕ-енергопристроїв на 20÷30%. Застосування нових робочих тіл на базі ГЛС дозволяє здійснити економію пального (10÷15%) та конструкційних матеріалів (20÷30%) порівняно з традиційними аналогами. Використання конденсованої системи замість газу гарантує високу безпеку та екологічність ТМЕ-енергопристроїв та енергосистем. Таким чином, рівень розробки перевищити світовий.

6. Економічна привабливість для просування на ринок.

Ефективність результатів дослідження ГЛС як нових робочих тіл обумовлена їх використанням для розробки та створення нових термомолекулярних енергопристроїв з характеристиками, що перевищують традиційні аналоги. Нова енерготехніка дозволить заощадити паливо та конструктивні матеріали, та поліпшити екологію довкілля.

Порівняно з показниками енерготехніки на базі традиційних робочих тіл (газ, пара), застосування нових робочих тіл на базі ГЛС дозволяє здійснити економію пального (10÷15%) та конструкційних матеріалів (20÷30%), а також гарантує високу безпеку та екологічність енергопристроїв та енергосистем (використання конденсованої системи замість газу, зниження механічного, хімічного і, особливо, теплового забруднення).

Концепція нетрадиційного конструювання ТМЕ-енергопристроїв, зокрема, акумуляторів дає зменшення габаритів та металоемності установок на 20÷30% за рахунок використання вільної поверхневої енергії у термомеханічних системах.

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

ТМЕ-акумулятори, маючи покращені технічні і експлуатаційні характеристики порівняно з ПГА, можуть бути використані у всьому галузевому пакеті та технічних напрямках, де використовуються традиційні ПГА.

Технічні галузі:

1. Сільгосптехніка та обладнання
2. Лісотехнічне обладнання
3. Верстатобудування
4. Гірська техніка та обладнання
5. Мобільне і будівельне обладнання
6. Обладнання для бездоріжжя

Застосування

1. Накопичення енергії для економії приводної потужності насосу в системах, що працюють з перервами.
2. Аварійне джерело енергії, наприклад, у випадку поломки гідронасосу.
3. Компенсація витоків у гідросистемі.
4. Демпфірування ударів та вібрацій періодичного характеру.
5. Компенсація об'єму у випадку коливань тиску і температури.
6. Елемент підвіски у транспортних засобах.
7. Амортизація механічних впливів.

8. Стан готовності розробки: лабораторний зразок, технічна документація.

9. Існуючі результати впровадження.

Рекомендаційний лист № 24/08-491 від 15.07.2016 від комунального підприємства «Київський метрополітен», структурного підрозділу «Дирекція будівництва метрополітену», в якому передбачається використання результатів роботи у виробничій практиці на КП «Київський метрополітен» з можливим економічним ефектом не менше 200 тис. грн. на рік та терміном впровадження 2 роки.

Акт впровадження/використання результатів НДР від ДП «Каталіз і екологія» Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського Національної академії наук України (вих.№35 від 10.12.18) на зразок акумулятора на базі гетерогенної ліофобної системи (ГЛС), який є пристроєм накопичення механічної (гідралічної) енергії і представляє собою зразок нового типу акумулятора з високою питомою енергоемністю, що працює на засадах термомолекулярної енергетики (ТМЕ). ДП «Каталіз і екологія» зацікавлене у подальшій співпраці з Лабораторією термомолекулярної енергетики у напрямку створення енергопристроїв нового класу на засадах ТМЕ з можливістю укладання наукових та господарчих договорів.

10. Назва підрозділу, телефон, e-mail.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, Лабораторія термомолекулярної енергетики
(044) 204-80-22, v.stoudenets@kpi.ua

11. Фото розробки



Експериментальні зразки термомолекулярних акумуляторів

12. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання.

Монографії

1. MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN ENERGY TECHNOLOGIES / General editorship of A.M. Pavlenko // Politechnica Świetokrzyska Kielce University of Technology. – Kielce, 2018 (передано до редакції)

Наукові статті

2. Grosu Y., Mierzwa M., Eroshenko V.A., Pawlus S., Chorażewski M., Nedelec J.M., Grolier J.P. Mechanical, Thermal, and Electrical Energy Storage in a Single Working Body: Electrification and Thermal Effects upon Pressure-Induced Water Intrusion–Extrusion in Nanoporous Solids // ACS Applied Materials & Interfaces, 2017 Mar 1;9(8):7044-7049
3. Yaroslav Grosu, Abdessamad Faik, Jean-Marie Nedelec, and Jean-Pierre Grolier. Reversible Wetting in Nanopores for Thermal Expansivity Control: From Extreme Dilatation to Unprecedented Negative Thermal Expansion // The Journal of Physical Chemistry, DOI: 10.1021/acs.jpcc7b02616, Published: May 5, 2017.
4. Tinti A, Giacomello A, Grosu Y, Casciola CM. Intrusion and extrusion of water in hydrophobic nanopores. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2017 Nov 14: 201714796.
5. O.V. Ievtushenko, V.A. Eroshenko, V.P. Stoudenets, N.N. Tsinin, J.-M. Nedelec, J.-P.E. Grolier. The study of work/heat relationship of water intrusion/extrusion in hydrophobic mesoporous silica gel over a wide temperature range // Physical Chemistry. Chemical Physics. 2018 (ред.).
6. В.П. Студенець, К.О. Славінська. Чисельний розрахунок параметрів параболоїдного та параболо циліндричного концентраторів для сонячної енергетичної установки на базі двигуна Стірлінга // Відновлювана енергетика, 2018 (ред.).
7. В.П. Студенець, О.В. Баранюк, І.І. Лептюхов. Модель в'язкістно-гравітаційної течії водяної плівки на гладкій поверхні з різними кутами нахилу та змочування // Енергетика: економіка, технології, екологія, 2018 (ред.).

Захищені дисертації

8. Євтушенко О.В. Процеси трансформації та дисипації механічної і теплової енергії в складних термодинамічних системах. Наук. керівн. д.т.н., проф. Єрошенко В.А. Спеціальність 05.14.06 – Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика. Захист 11.10.2017. Номер д/р 0417U002992.

13. Ключові слова до розробки: ГЕТЕРОГЕННА ЛЮФОБНА СИСТЕМА, РЕПУЛЬСИВНИЙ КЛАТРАТ, ПОВЕРХНЕВА ЕНЕРГІЯ, ТЕРМОМОЛЕКУЛЯРНИЙ АКУМУЛЯТОР.