

Секція 3
Енергозбереження та альтернативні
палива

Секция 3
Энергосбережение и альтернативные
топлива

Section 3
Energy Efficiency and Alternative Fuels

**ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ МЕТИЛОВИХ ЕСТЕРІВ
КАРБОНОВИХ КИСЛОТ З ВІДПРАЦЬОВАНИХ РОСЛИННИХ ЖИРІВ****О.І. Василькевич, С.Г. Бондаренко, О.Ю. Кукушкіна**

Національний технічний університет України «КПІ», Київ, Україна

Україна, 03056, м.Київ-56, проспект Перемоги, 37

post@kpi.ua

Збільшення кількості відпрацьованої олії від закладів громадського харчування є проблемою у всьому світі. Викидання забрудненої олії призводить до проблем очищення стічних вод, забруднення навколишнього середовища. Її багаторазове використання стає потенційною причиною проблем зі здоров'ям людей.

Є декілька варіантів утилізації цих відходів, такі як виробництво мила, термічний крекінг [1], або виробництво біопалива. В основі процесу виробництва біодизеля лежить трансестерифікація вихідної сировини – рослинних олій та жирів. Використання такого палива, яке є поновлювальним ресурсом, значно зменшує забруднення навколишнього середовища і призводить до економії не поновлювальних ресурсів [2].

Для аналізу процесу отримання біодизеля були проведені експериментальні дослідження реакції переестерифікації відпрацьованої рослинної олії метиловим спиртом. В якості вихідної сировини використовувалася відпрацьована соняшникова олія з ресторанів швидкого харчування [3]. В результаті було отримано значення виходу продукту 62-71% в залежності від використаної сировини. Такий, порівняно невисокий вихід продукту пояснюється багаторазовим нагріванням та присутністю сторонніх домішок при кипінні олії, які суттєво впливають на її властивості. Продукти які утворюються в результаті полімеризації мають значну молекулярну масу і не визначаються газохроматографічним методом. Вони мають температуру кипіння вищу, ніж 360 °С, тому не можуть бути використані як компоненти дизельного палива. Згідно прийнятих міжнародних стандартів такі продукти мають бути відділені від метилових естерів жирних кислот.

Ця обставина потребує корегування технології обробки рослинної олії для отримання біодизеля. Перед застосуванням отриманий продукт потрібно очистити від шкідливих домішок (продуктів розкладу, альдегідів, продуктів окиснення та полімеризації). Найбільш доцільний метод їх відділення – фракційна перегонка. В біодизельному паливі має бути використана фракція з температурою кипіння не вище 350 °С. Тому в технологічній схемі процесу доцільно використовувати колону перегонки з вакуумною відгонкою для відділення побічних продуктів реакції від цільового продукту.

Список літературних джерел

1 Zaher, F. Utilization of used frying oil as diesel engine fuel. *Energy Sources*, 2003, 25, pp. 819-826.

2 Dorad, M.P., Ballesteros, E., Arnal, J.M., Gomez, J., Lopez, F.J. Exhaust emission from a diesel engine fuelled with transesterified waste olive oil., 2003, *Fuel* 82, pp. 1311-1315.

3 Василькевич О.І., Бондаренко С.Г., Кукушкіна О.Ю., Степанов Д.М. Аналіз процесу отримання метилових естерів карбонових кислот з відновлювальної сировини [Текст] // Комп'ютерне моделювання в хімії, технологіях і системах сталого розвитку - КМХТ-2014 : Збірник наукових статей четвертої міжнар. наук.-практ. конф. - Київ : НТУУ «КПІ», 2014. - с. 251 – 257.

УДК 665.3

**МІКРОСФЕРИ З ПАРАФІНОВИМ ЯДРОМ І ПОЛІМЕРНОЮ ОБОЛОНКОЮ
ДЛЯ ІММОБІЛІЗАЦІЇ ФЕРМЕНТІВ****Коротич М.В., Мартинюк Р.М., Токарев В.С., Шевчук О.М.**

Національний університет «Львівська політехніка»,

м. Львів, 79013, вул. С.Банденри, 12

marry.kor@gmail.com

За останні роки різко підвищився інтерес до розвитку екологічно чистих джерел енергії, зокрема палива на основі біомаси. Біоконверсія відновлювальної рослинної сировини до паливного етанолу є першочерговою проблемою, яка вирішується на урядовому рівні багатьох країн, насамперед тих, які не мають достатніх ресурсів вуглеводневої сировини, зокрема в Україні.

Кінцевою метою виконання даної наукової роботи є розробка ефективної і недорогой технології ферментизації рослинної сировини (доступних лігноцелюлозних матеріалів, зокрема відходів с/г) для одержання біо-етанолу із застосуванням ферментів, іммобілізованих на поверхні мікросфер-носіїв (МС-носіїв). Запропонована технологія сприятиме зниженню енергетичної залежності від країн-експортерів вуглеводнів, а також постачанню виробників сільськогосподарської продукції паливом на основі рослинної сировини. Створення цієї технології включає три етапи: i) розробку нового методу одержання технічно доступних, дешевих функціоналізованих МС-носіїв; ii) дослідження і встановлення оптимальних умов іммобілізації ферментів ряду целулаз на функціоналізованих МС-носіях; iii) вивчення процесів ферментизації рослинної сировини іммобілізованими ферментами, визначення умов їх ефективної дії та рециклінгу.

У даному публікації наводяться результати першого етапу досліджень – одержання нових функціоналізованих МС на основі парафіну і реакційноздатних полімерів (РП), які в подальшому будуть використані для іммобілізації ферментів класу гідролаз. У функціоналізованих МС тільки реакційні групи, розташовані у тонкому зовнішньому поверхневому шарі, приймають участь у взаємодії з оточуючим середовищем та процесах іммобілізації. З огляду на те, що реакційноздатні полімери є коштовними, виглядає доцільним і перспективним застосування їх у невеликій кількості для формування зовнішнього шару – оболонки, тоді як основне «тіло» МС може бути сформоване з більш дешевого матеріалу. Саме ця ідея була нами реалізовано при створенні МС з будовою ядро-оболонка, де ядром слугував парафін, а оболонкою – РП. Вибір парафіну, як матеріалу ядра, був зумовлений, враховуючи такі фактори як: 1) висока інертність, в тому числі біоінертність; 2) це тверда за нормальних умов речовина з низькою густиною і невисокою температурою топлення (40-50 °С); 3) а також доступність і низька вартість. Як РП було використано спеціально синтезовані кополімери бутілметакрилату з функціональними мономерами: малеїновим ангідридом, акриламідом, (N,N-диметиламіноетил-мономалеїнатом). МС з парафіновим ядром і оболонкою РП одержували за розробленим нами екстракційно-коацерваційним методом інкапсулювання твердих вуглеводнів (парафінів). В результаті одержано низку МС з середнім розміром 70-100 μm, які містили на поверхні карбоксильні, або амідні, або карбоксильні і аміногрупи. Одержані МС охарактеризовані із залученням оптичної та електронної мікроскопії, ІЧ-спектроскопії, дериватографії; отримані при цьому дані інтерпретуються в світлі підтвердження їхньої будови. Розглянуто перспективи використання функціоналізованих МС для іммобілізації целулазних ферментів.

УДК 543.544;662.6

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**И.Н. Сотник, В.А. Мандрыка**Сумский государственный университет
ул. Римского-Корсакова, 2, г. Сумы, 40007
info@ok.sumdu.edu.ua

Основной проблемой для отечественной химической промышленности является высокая себестоимость её продукции, которая не позволяет быть достаточно конкурентоспособной как на внутреннем, так и на внешнем рынке. Это связано с устареванием используемых технологий производства и с повышением цен на энергоносители. В такой ситуации разумным выходом из положения становится повышение энергоэффективности химических предприятий путем внедрения энергосберегающих технологий и экономного использования энергии.

Рассматривая возможность повышения энергоэффективности любого производства, следует учитывать, что применяемые технологии и технические решения на предприятии разрабатывались в разное время. Соответственно, и энергосберегающие мероприятия должны быть подобраны индивидуально. В химической промышленности Украины, как и в любой другой, существует множество технологий и процессов, которые морально устарели и требуют совершенствования как в технологическом плане, так и с точки зрения энергосбережения.

Перед внедрением энергосберегающих мероприятий целесообразно провести энергетический аудит. Технические цели энергоаудита состоят в определении количества расхода энергии в технологических процессах и установлении мест, где именно и каким образом она потребляется. Далее проводится анализ и формируются рекомендации для повышения энергоэффективности. В основном, следует первоочередно рассматривать несколько вопросов, таких как уменьшение использования энергии, эффективность её распределения и производства. Следующим этапом энергоаудита является проведение технико-экономического обоснования разработанных рекомендаций с целью последующего отбора для реализации наиболее эффективных из них с экономической точки зрения.

Основное потребление энергии в химической и нефтехимической промышленности уходит на процессы разделения - гидромеханические, тепловые и массообменные. В различных производствах потребление энергии на разделение составляет от 20 до 80% от общего энергопотребления, что и вызывает необходимость первоначально улучшать качество именно этих процессов. Основными путями улучшения энергоэффективности в данном случае выступают: замена электродвигателей на насосах в соответствии с мощностью; рациональный выбор способа сушки при производстве полимеров и минеральных удобрений; повышение качества теплоизоляции аппаратов и трубопроводов; использование автоматизированной системы управления процессом в сложных системах.

Решение этих вопросов в целом позволит качественно повысить энергоэффективность всего предприятия. Такого результата можно достичь за счет более совершенного управления производством, использования эффективных способов эксплуатации действующих технологий, внедрения новых, энергоэффективных решений в подходах распределения энергии. Практика показывает, что вложение средств в повышение энергоэффективности обходится в 3-4 раза дешевле, чем инвестирование в новые производственные мощности.

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО РОЗРАХУНКУ
УДОСКОНАЛЕНИХ ТРИФАЗНИХ СЕПАРАТОРІВ****Ляпошенко О.О., Настенко О.В., Усик Р.Ю.**Сумський державний університет
40007, вул. Римського-Корсакова, 2.
info@pohnp.sumdu.edu.ua

Продукція свердловин на нафтових, газових і газоконденсатних родовищах являє собою багатофазну багатокомпонентну суміш. При підготовці видобутої вуглеводневої сировини до магістрального транспортування, подачі його на газобензинові, нафтопереробні заводи і фракціонуючі установки широке застосування на сучасних нафтових і газових промислах отримали технологічні процеси, засновані на використанні принципів розділення (сепарації) пластової суміші на рідку і газову фази в результаті дії природних сил: гравітації, інерції та інших [1,3].

Нафта зі свердловин завжди добувається у вигляді, непридатному для прямої переробки. У продукції свердловин, крім нафти також присутні вода, розчинений газ, мінеральні солі, механічні домішки. При цьому, нафта є основною сировиною для виробництва рідких енергоносіїв, мастильних масел, бітумів і коксу. Наявність вологи, навіть в малих кількостях, призводить до зниження якості, як самої нафти, так і продуктів її переробки. Тому руйнування водонафтової емульсії (ВНЕ) і видалення води є основним процесом підготовки нафти.

Технологічні комплекси установок для підготовки нафти (УПН) розраховуються, як правило, для прийому сировини, що містить не більше 30% пластової води в початковий період розробки нафтових родовищ та відповідну проектну продуктивність. При зводненості нафти більше 70% відбувається перетворення прямої емульсії «вода в нафті» у зворотну «нафта у воді» (звернення фаз), при якому зовнішньою фазою стає вода [1,3], і тому виникає необхідність та проводиться скидання так званої вільної води. Тому питання ефективності сепарації в установках для попереднього скидання води (УПСВ) особливо гостро постають в тих випадках, коли зводненість продукції свердловин починає перевищувати 25-30%. Оскільки попереднє скидання води на УПН передбачає одночасно виділення з нафти газу, дослідження процесів попереднього скидання води і сепарації газу є актуальною проблемою.

Метою роботи є моделювання процесів сепарації та оцінка ефективності дегазації та зневоднення нафти. Об'єкт дослідження – трифазний горизонтальний газосепаратор УПСВ для підготовки нафти.

Для вирішення поставлених задач розроблено високоефективну конструкцію трифазного сепаратора, який призначений для дегазації нафти і часткового (до 5-20% залишкової води) зневоднення нафти перед поданням її на УПН у кілька ступенів сепарації: первинна дегазація водонафтової емульсії при течії плівки рідини по поверхні шнекового дефлектора розподільника газорідинної суміші, укрупнення краплин води та нафти в блоках для розподілення та гідродинамічної коалесценції, розшарування водонафтової емульсії в жалюзійних блоках та вторинна дегазація при течії з вільною поверхнею, попередня коагуляція високодисперсної краплинної рідини з газового потоку в коалесцері (сітчастий краплевідбійник) з подальшим вловлюванням бризок в інерційно-фільтруючому жалюзійному сепараційному пристрої.

Дослідження гідродинаміки процесів сепарації газу та двох рідин, що не змішуються, здійснено методами обчислювальної гідродинаміки (Computational Fluid Dynamics (CFD) на ґрунті існуючої математичної моделі течії з вільною поверхнею у

програмному комплексі FlowVision (<http://www.flowvision.ru>).

Враховуючи те, що на сьогоднішній день розрахунок даного типу нафтопереробного обладнання ускладнюється відсутністю методик розрахунку, розроблено спрощену інженерну методику, що дозволяє провести технологічний та конструктивний розрахунок при проектуванні трифазних сепараторів.

Розрахунок матеріального балансу газорідинної суміші, при цьому продуктивність сепаратора по газу визначається максимальною швидкістю газу, при якій краплі нафти встигнуть осісти в газовому середовищі. Дану швидкість можна обчислити на підставі рівняння Саудерса-Брауна [2].

Для того, щоб запобігти утворенню турбулентних завихрень між нафтовою і водною фазами, аксіальні швидкості руху цих двох фаз повинні бути постійні, виходячи з цього розраховують мінімальну площу перерізу сепаратора, необхідну для поділу водної та нафтової фаз і діаметр сепаратора.

Рівень кожної рідини при відомій площі сегмента, зайнятого цією рідиною, може бути розрахований в аналітичній формі, однак більш зручно користуватися спеціальною діаграмою (рис. 1) [4], яка дозволяє легко переходити від площі, зайнятої фазою, до діаметру.

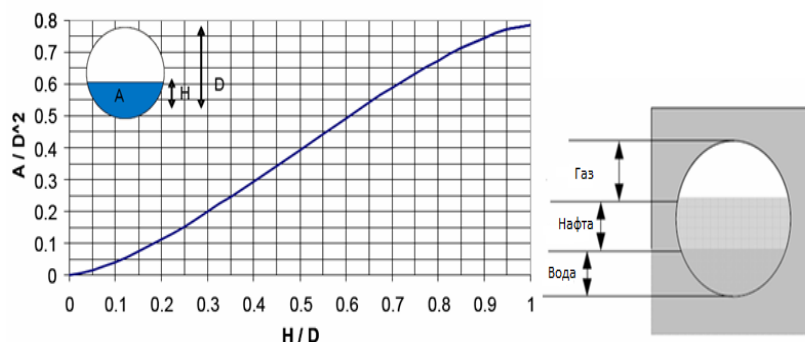


Рис. 1 - Залежність обсягу рідини від рівня розділу фаз в горизонтальному сепараторі

Далі розраховуються основні технологічні параметри та геометричні розміри шнекового дефлектора розподільника газорідинної суміші, виходячи з умови протікання процесу дегазації.

Подальші дослідження будуть спрямовані на оптимізацію параметрів і режимів попереднього скидання води і сепарації газу з водонафтових та водоконденсатних сумішей нафтових та газоконденсатних свердловин, проведення експериментальних досліджень нових сепараційних вузлів в лабораторних умовах, удосконалення методик розрахунку трифазних сепараторів.

Список літературних джерел:

1. Каспарьянц К.С. и др. Процессы и аппараты для объектов промышленной подготовки нефти и газа. — М.: Недра, 1977. — 136с.
2. Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию. — М.: Химия 1991. — 496 с.
3. Разделительное и сепарационное оборудование. Каталог.— М., ОАО «Курганхиммаш», 2012.
4. Лутошкин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды. — М.: Недра, 1979. — 319с.

УДК 662.997

ЕКОНОМІЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ СОРБЦІЙНИХ ТЕПЛОАКУМУЛЯТОРІВ-ОБІГРІВАЧІВ

О.В. Коломієць, О.А. Беляновська, К.М. Сухий, М.П. Сухий, Я.М. Козлов

Вищий навчальний заклад Український державний хіміко-технологічний університет

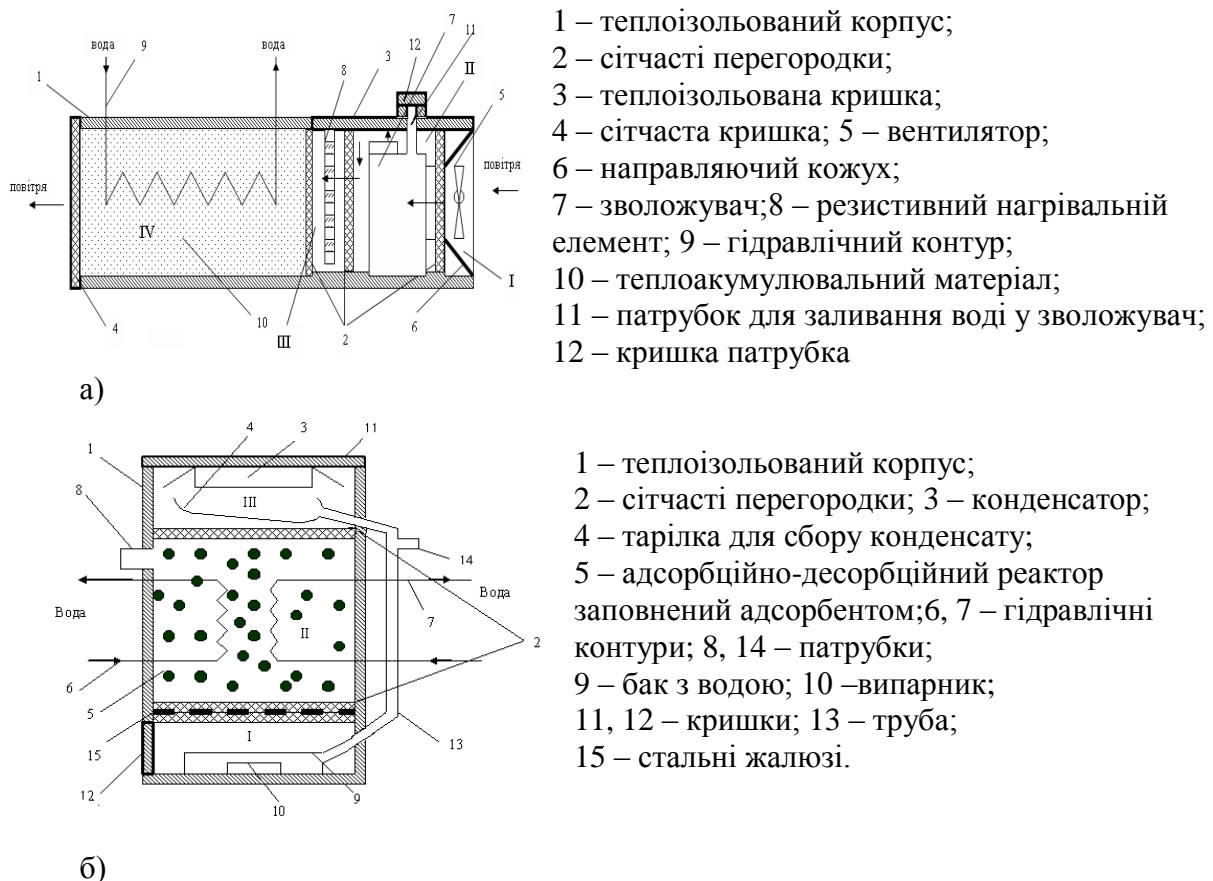
49600 пр. Гагаріна 8, м. Дніпропетровськ, 49600

lenysik_kol@mail.ru

Економія енергії завжди є одним із пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки, так як сприяє зменшенню затрат на придбання енергоресурсів, зменшує обсяг їх споживання і, як наслідок, сприяє покращенню екологічної ситуації за рахунок зменшення викидів шкідливих продуктів горіння.

В останні роки зростає тенденція економії традиційного палива (вугілля, нафта, газ) за рахунок часткової або повної його заміни альтернативними джерелами енергії (енергією сонця, вітру, припливів-відпливів, геотермальною), більш ефективного використання вторинних енергоресурсів, зокрема, утилізації низько-потенційних теплових викидів. Прикладом пристроїв для використання низько-температурного тепла є розроблені нами теплоаккумулятори-обігрівачі [1, 2], конструкції яких представлені на рис.1.

Мета даної роботи в дослідженні процесів експлуатації сорбційних акумуляторів теплової енергії та порівнянні представлених приладів. Коефіцієнт корисної дії пристроїв визначали згідно з методикою [3]



- 1 – теплоізований корпус;
 2 – сітчасті перегородки;
 3 – теплоізована кришка;
 4 – сітчаста кришка; 5 – вентилятор;
 6 – направляючий кожух;
 7 – зволожувач; 8 – резистивний нагрівальний елемент; 9 – гідравлічний контур;
 10 – теплоакмулювальний матеріал;
 11 – патрубок для заливання воді у зволожувач;
 12 – кришка патрубка
- 1 – теплоізований корпус;
 2 – сітчасті перегородки; 3 – конденсатор;
 4 – тарілка для збору конденсату;
 5 – адсорбційно-десорбційний реактор заповнений адсорбентом; 6, 7 – гідравлічні контури; 8, 14 – патрубки;
 9 – бак з водою; 10 – випарник;
 11, 12 – кришки; 13 – труба;
 15 – сталеві жалюзі.

Рис.1 Сорбційні тепло акумулятори-обігрівачі відкритого (а) [1] і закритого (б) [2] типу.

В обох випадках в якості сорбційного теплоакумулювального матеріалу було використано силікагель марки КСМ, нанопористий силікагель [АТЕ], та композитний сорбент силікагель/ Na_2SO_4 [4], температура регенерації якого складає $60 - 70$ °С, що дозволяє використовувати таке низькопотенційне тепло, як сонячна енергія.

Акумулятори відкритого типу здійснюють опалення приміщення за рахунок продувки через нагрітий сорбент повітря з кімнати, при цьому вологість у приміщенні підтримується на рівні $40 - 50$ % а температура $22 - 25$ °С, що є найбільш комфортним для людського здоров'я. Регенерація сорбенту здійснюється продувкою через нього попередньо підігрітого повітря. Енергоспоживання, в залежності від габаритів пристрою та площі приміщення яке треба обігріти складає $26 - 50$ Вт.

Акумулятори закритого типу здійснюють опалення приміщення за рахунок прокачки нагрітої води по тубам центрального опалення, після чого тепла вода може йти на догрів назад в контур акумулятора або на гаряче водопостачання. Температура в приміщенні підтримується на рівні $22 - 25$ °С, температура води на гаряче водопостачання $40 - 50$ °С. Енергоспоживання, в залежності від габаритів пристрою та площі приміщення, яке треба обігріти, складає $30 - 70$ Вт.

Показано, що коефіцієнт корисної дії розроблених теплових акумуляторів залежить від пори року, що обумовлює температуру води на вході в акумулятор, температури регенерації сорбенту, сорбційної ємності сорбенту та конструкційних особливостей пристрою.

ККД представлених пристроїв відкритого та закритого типів відповідно при використанні композитного сорбенту силікагель/ Na_2SO_4 становить $0,46$ та $0,5$, що перевищує силікагель КСМ та нанопористий силікагель.

Використання представлених пристроїв дозволяє зменшити витрати на опалення приміщення, в порівнянні з використанням стандартних масляних та конвективних обігрівачів потужністю $1,5-2$ кВт не менше ніж в 10 разів.

Список літературних джерел

1. Патент 83436 А Україна, МПК F 24 Н 7/00. Тепловий акумулятор / Сухий К.М., Сухий М.П., Беляновська О.А., Козлов Я.М., Коломієць О.В. (Україна); заявник та патентовласник ДВНЗ УДХТУ. – № u 2013 03474; Заявл. 21.03.13; Опубл. 10.09.2013, Бюл. №17. – 5 с.

2. Пат. 83438 Україна, МПК F 24 Н 7/00. Акумулятор теплової енергії / Сухий К.М., Сухий М.П., Беляновська О.А., Козлов Я.М., Коломієць О.В.; заявник і патентовласник Державний вищий навчальний заклад “Український державний хіміко-технологічний університет”. – № u 2013 03488; заявл. 21.03.2013; опубл. 10.09.2013, Бюл. №17.

3. Ng K.C. Experimental investigation of the silica gel e water sorption isotherm characteristics / K.C. Ng, H.T. Chua, C.Y. Chung, et al. //Appl. Therm. Eng., 2001. – № 21. – P. 1631-1642.

4. Патент 81607 А Україна, МПК С 09 К 5/00. Композиційний теплоакумулюючий матеріал / Сухий К.М., Сухий М.П., Беляновська О.А., Козлов Я.М., Коломієць О.В. (Україна); заявник та патентовласник ДВНЗ УДХТУ. – № u 2012 14046 ; Заявл. 10.12.12; Опубл. 10.07.2013, Бюл. №13. – 4с.

УДК 621.311.29:621.311.26

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОСТАНЦИИ ТЕПЛОВОЙ СИСТЕМЫ
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ****Ю.М. Марьинских**Шосткинский институт Сумского государственного университета
41100, г. Шостка, ул. Институтская, 1
shi_nir@sm.ukrtel.net

Главной особенностью развития цивилизации на сегодня является рост энергопотребления и не только энергоёмкими отраслями, но и при реализации крупномасштабных проектов в области атомной энергетики. Для этого используются высокие технологии и привлечен значительный человеческий ресурс в техническом и интеллектуальном планах. Колоссальные вложения, которые идут на поиски технологий энергодобывания экономически развитыми странами, в том числе и секретными научными изысканиями по воздействию на физические поля и вакуум направлены на создание чистой среды обитания на Земле. Чем ближе человеческий интеллект подходит к граничной разгадке получения экологически чистой энергии в необходимых количествах, тем изощреннее природа прячет ее от нашего понимания. Исходя из этого в работе рассматриваются традиционно доступные источники энергии и солнечная энергетика, что удовлетворяет критериям практической неисчерпаемости, универсальности способов ее преобразования энергостанциями в другие виды и размещения их на Земле, в околоземном космическом пространстве, на Луне и других планетах в зависимости от их функциональных назначений.

Относительно КПД и ресурса преобразователи солнечной энергии более эффективны тепловые, чем фотопреобразующие. Однако исследования показали, что для реализации проектов космических солнечных электростанций (КСЭС) тепловой системы с преобразованием полной концентрированной солнечной радиации в механическую и электрическую необходимо решить не только проблему с условиями наложения ограничений на массогабаритные характеристики и эффективность функционирования энергостанции, но и ряд задач, связанных с видом и температурными режимами рабочего тела. Только при этом возникает реальный прогноз оптимистического решения транспортной задачи, технологической сборки энергостанции в космосе, на планетах или на спутнике. С этой целью создана принципиальная схема непрерывного выполнения полезной работы рабочим телом как при нагревании, так и при его охлаждении, в ходе преобразования солнечной энергии в механическую с последующим в электрическую либо полностью в механическую или электрическую в зависимости от целевого назначения ее работы. Предложены конструктивные устройства преобразования солнечной энергии с твердым рабочим телом, а так же находящегося в жидком, газообразном состояниях или одновременно с фазными переходами. Определена зависимость мощности КСЭС от ее массогабаритных характеристик без площади солнечных концентраторов и с ними: α , кВт/м²; β , кг/м²; γ , кВт/кг.

Как неотъемлющая составляющая КСЭС тепловой системы преобразования является сверхпроводниковый генератор, в котором отсутствует магнитопровод, чем значительно уменьшается его масса. Обмотки генератора состоят из сверхпроводящего материала, обмотки индуктора могут быть экранированы как электромагнитным способом так и материалом с соответствующей магнитной проницаемостью.

Температура области, в которой работает сверхпроводниковый генератор соответствует температурному режиму сверхпроводящих проводников второго поколения.

UDC 538.975

SURFACE MORPHOLOGY AND IR-STUDY OF CADMIUM SELENIDE THIN FILMS, OBTAINED BY CLOSE-SPACED VACUUM SUBLIMATION**M.M. Ivashchenko, I.P. Buryk, V.A. Moroz**

Konotop Institute of Sumy State University

24 Mira Ave., Konotop, UA-41600

m_ivashchenko@ukr.net

Cadmium selenide films are being intensively investigated as a material for the production of the base layer of photo-detectors, high-performance thin-film transistors, electrochemical cells, X-ray detectors, gas sensors, etc [1].

The main goal of the present work is to investigate the influence of growth conditions on morphological and optical parameters of CdSe films obtained by the close-spaced vacuum sublimation (CSVs) method in order to optimize deposition process of thin layers with improved crystal quality.

CdSe thin films were deposited by the CSVs technique [2] on cleaned glass substrates from stoichiometric CdSe powder using the following growth conditions: evaporator temperature T_e was kept constant at 973 K, substrate temperature T_s was varied from 373 to 873 K and deposition time t was 10 min. The surface morphology of the films has been investigated by the scanning electron microscopy (SEM) and optical microscopy (OM). The X-ray diffraction (XRD) analysis was carried out by DRON4-07 equipment with a conventional Bragg-Brentano $\theta - 2\theta$ geometry (2θ is the Bragg's angle) using Ni-filtered $\text{CuK}\alpha$ radiation. The samples were measured in the 2θ - angle range from 20 to 80 degrees.

Infrared (IR) spectra of films deposited on glass-ceramic substrates were estimated by Fourier-transform infrared (FTIR) Agilent Cary 630 spectrometer. FTIR spectra were obtained in full-refraction regime (Diamond ATR appliance). Frequencies absorbance range was varied from 4000 till 400 cm^{-1} .

The SEM and OM study has showed that crystalline size is increased with the substrate temperature from about $d = 0.1 \mu\text{m}$ at $T_s < 673 \text{ K}$ to $d = 3.0 \mu\text{m}$ at $T_s = 873 \text{ K}$ (Fig. 1). At low-temperature range $T_s < 673 \text{ K}$ thin films growth occurs via a layer-by-layer mechanism which changes to columnar growth and have a strongly pronounced pyramidal relief at higher substrate temperature. Hence, at low-temperature range the grain size does not depend on films thickness l and varies only with substrate temperature. Whereas, at high-temperature range the grain size was increased depends on substrate temperature and thin films thickness.

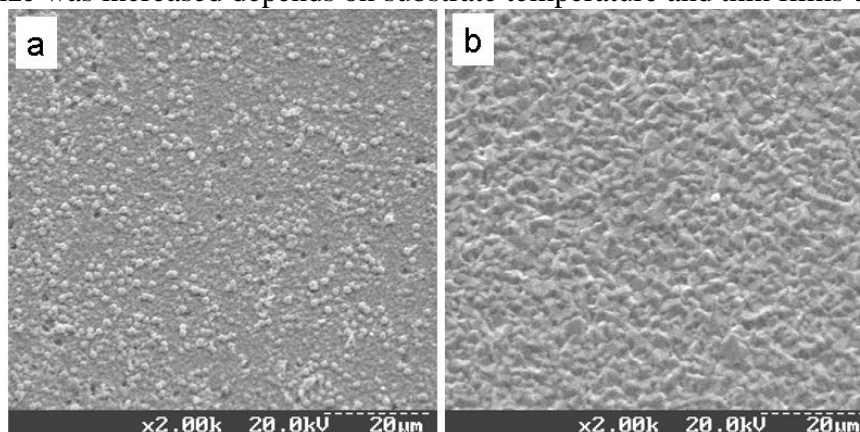


Fig.1 – Surface morphology of cadmium selenide thin films, obtained by a CSVs technique. T_s , K: a – 473; b – 873.

The influence of substrate temperature on lattice parameters of CdSe films shows no clear trend, it could be explained by deviations from stoichiometry of the compound. As the substrate temperature changes in a broad range from 373 K to 773 K, a considerable increase of lattice parameters takes place. This effect may be caused by deformation of the crystal lattice due to formation of the intrinsic point defects during the selenium re-evaporation. Results of the FTIR investigation of CdSe films is presented and systematized on Fig. 2 and table 1.

Table 1 – FTIR spectra of investigated CdSe films

| CdSe | | | | | | | | | | | | Interpretation |
|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|--------------------------|
| $T_s = 373$ K | | $T_s = 473$ K | | $T_s = 573$ K | | $T_s = 673$ K | | $T_s = 773$ K | | $T_s = 873$ K | | |
| ν, cm^{-1} | E, eV | ν, cm^{-1} | E, eV | ν, cm^{-1} | E, eV | ν, cm^{-1} | E, eV | ν, cm^{-1} | E, eV | ν, cm^{-1} | E, eV | |
| 2302 | 0.285 | 2302 | 0.285 | 2302 | 0.285 | 2302 | 0.285 | 2302 | 0.285 | 2302 | 0.285 | NO^+ nitrozylye |
| 2110 | 0.262 | 2110 | 0.262 | 2110 | 0.262 | 2108 | 0.261 | 2110 | 0.262 | 2105 | 0.261 | C-N carbonyle |
| 1978 | 0.245 | 1980 | 0.246 | 1975 | 0.245 | 1988 | 0.246 | 1980 | 0.246 | 1984 | 0.246 | C-N carbonyle |
| 1652 | 0.205 | 1652 | 0.205 | - | - | - | - | - | - | - | - | -C=C-stretch |
| - | - | - | - | - | - | 1553 | 0.193 | 1553 | 0.193 | - | - | C=C aromatic |
| 1429 | 0.177 | 1430 | 0.177 | 1430 | 0.177 | - | - | - | - | - | - | COO' |
| 1151 | 0.143 | - | - | 1148 | 0.142 | - | - | - | - | - | - | C-O stretch |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 960 | 0.119 | Se-O |
| 864 | 0.107 | 860 | 0.107 | 864 | 0.107 | 864 | 0.107 | 864 | 0.107 | - | - | C-H aromatic |
| 762 | 0.094 | 760 | 0.094 | 763 | 0.095 | 763 | 0.095 | 758 | 0.094 | 760 | 0.094 | aromatic C-H |
| 601 | 0.075 | - | - | - | - | - | - | - | - | 600 | 0.074 | finger print |
| 436 | 0.054 | 438 | 0.054 | 438 | 0.054 | 436 | 0.054 | 438 | 0.054 | 438 | 0.054 | $\nu(\text{MO})$ |

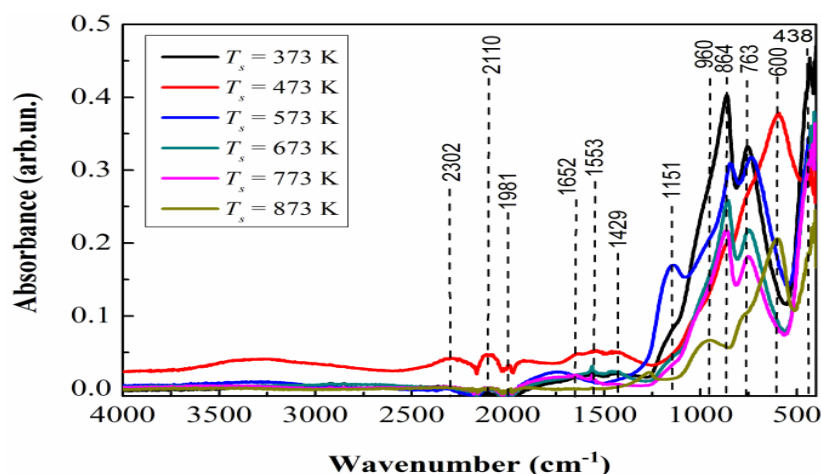


Fig. 2 – IR spectra of investigated CdSe films

In all investigated films there is no absorption in the spectral region 2500 – 3500 cm^{-1} , which confirms the purity of the condensates without any moisture and contamination from vacuum pump oil.

As a result of this investigation it should be noted, that physical and technological deposition regimes of CdSe films for using as absorption and base layers of gas detectors or photo-detectors were estimated.

References:

1. P. Mahawela, S. Jeedigunta, S. Vakkalanka, C.D. Ferekides, D.L. Morel, Thin Solid Films 480 (2005) 466.
2. V.V. Kosyak, A.S. Opanasyuk, P.M. Bukivskij, Yu.P. Gnatenko, J. Cryst. Growth 312 (2010) 1726.

УДК 330.131:005.52:621.317.38

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ**І.М. Сотник, А.І. Герасименко**Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007
info@ok.sumdu.edu.ua

Електрична енергія є невід'ємною складовою забезпечення роботи сучасних промислових підприємств та створення комфортних умов життя для населення. Помітну роль електроспоживання відіграє, зокрема, у хімічній промисловості. Так, структура застосування енергії хімічними компаніями характеризується такими даними (у %): тепла – 48, електрична – 44, паливо прямого використання – 8 [4].

У світі постійно відбувається зростання споживання електроенергії, що потребує введення нових генеруючих потужностей та розподільчих мереж. Останні, в свою чергу, є неідеальними і характеризуються втратами електроенергії під час транспортування. Мінімізація втрат дає додаткову потужність і відстрочує у часі капітальні затрати.

Повністю позбутися втрат неможливо через фізичну природу процесу передачі електричної енергії та недосконалість технологічних процесів при перетвореннях одного виду енергії на інший. Також слід усвідомлювати, що досягнення максимального коефіцієнту корисної дії (ККД) обмежується граничною межею, коли додаткове збільшення ККД не зможе покрити витрати на його збільшення.

Економічний ефект від зниження втрат може бути спрямований на технічне переоснащення, покращення якості електричної енергії, підвищення надійності електропостачання, дослідження з вдосконалення процесу передачі та розподілу електричної енергії, зниження тарифів. Водночас зниження втрат збільшує пропускну здатність ліній та дозволяє збільшити об'єм реалізації енергії.

За даними Міністерства енергетики та вугільної промисловості [5] втрати в електромережах України склали за 11 місяців 2012 р. – 33074,1 млн кВт·год (18,5% від загальної виробленої енергії); за 2010 р. – 36361,9 млн кВт·год (19,4%); за 2008 р. – 36113,2 млн кВт·год (18,8%). Таким чином, протягом останніх років рівень втрат в електромережах становить 18-20%, що у 2-3 рази більше, ніж у розвинених країнах. Основними причинами такої різниці є високий ступінь зношеності електрообладнання електричних мереж і недостатній рівень технічного забезпечення існуючої системи обліку електроенергії та системи управління режимами роботи електричних мереж. Але для подолання цих недоліків необхідні не лише фінансові ресурси, а й значний час, адже на побудову електростанції та створення й налаштування відповідної розподільчої мережі може знадобитися 5-10 років.

Найбільші втрати виникають у низьковольтних розподільчих мережах (до 85% загальних втрат). Причинами для побутових споживачів є висока неоднорідність рівня споживання електричної енергії у часі, відхилення напруги у вузлах мережі, відсутність регулюючих пристроїв та пристроїв компенсації реактивної енергії (призводить до зниження пропускну здатності), недостатня кількість засобів обліку з вбудованою телеметрією. У промислових споживачів наявне значне реактивне навантаження та незадовільні заходи з його компенсації, не оптимально побудована мережа електропостачання, мала завантаженість трансформаторів, обладнання, яке значний час працює на холостому ході, що знижує якість електричної енергії і таким чином збільшує втрати та пришвидшує зношення (випрямлячі, сварка, дугові печі і т.п.).

Втрати в електричних мережах поділяються на технічні та комерційні [2]. Абсолютні втрати є різницею між виробленою енергією джерелом та корисно спожитою енергією. Технічні втрати вміщують всі фізично обумовлені втрати при передачі, трансформації та розподілі енергії. Комерційні втрати є неврахованою поставленою і неоплаченою електричною енергією.

Відповідно до [3] усі заходи із зниження втрат електричної енергії можуть бути поділені на організаційні, технічні та пов'язані зі збільшенням точності вимірювань. До організаційних належать заходи, що не потребують капітальних вкладень (оптимізація режимів роботи та конфігурації мережі, вирівнювання графіків навантаження, перенесення навантаження з пікових ділянок тощо). Технічні заходи вимагають значних капітальних вкладень та полягають у проведенні модернізації, реконструкції та будівництві нових мереж, ремонті й заміні застарілого обладнання, встановленні пристроїв регулювання напруги та компенсації реактивної енергії. Заходи, що пов'язані зі збільшенням точності вимірювань, прямо не впливають на втрати, але дозволяють спланувати та оптимізувати відповідні організаційні й технічні заходи (контроль споживання енергії, автоматизовані системи обліку).

Можна запропонувати такі кроки для зниження втрат в електричних мережах:

- ✓ зміна законодавчої бази щодо крадіжок електроенергії;
- ✓ посилення вимог до ліцензіатів;
- ✓ удосконалення системи тарифоутворення з метою більш повного врахування втрат;
- ✓ створення комп'ютерних комплексів контролю реактивів мереж, диспетчерського контролю;
- ✓ оптимізація конфігурацій мереж;
- ✓ зниження частки низьковольтних мереж; стимулювання підприємств до енергозбереження;
- ✓ встановлення маневрових регульованих джерел реактивної компенсації;
- ✓ оптимізація режиму роботи енергосистеми шляхом перерозподілу навантажень;
- ✓ введення нових високовольтних магістралей [1-2].

Підсумовуючи зазначимо, що знизити втрати електричної енергії можна багатьма шляхами, які необхідно застосовувати комплексно. Максимально знизити втрати можна лише запровадженням децентралізації генеруючих потужностей (генерація електричної енергії безпосередньо в місці споживання) і таким шляхом відмовою від протяжних електромереж.

Список літературних джерел

1. Ахрем Д. Электрические системы и сети: учебное пособие [Електронний ресурс] / Д. Ахрем. – Гродно, 2003. – Режим доступа: <http://electrolibrary.narod.ru/3/310.htm>.
2. Воротницкий В.Э. Расчет, нормирование и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях: учебно-методическое пособие / В.Э. Воротницкий, М.А. Калинкина. – 3-е изд. – М.: ИПКГосслужбы, 2003. – 64 с.
3. Концепція функціонування та розвитку Оптового ринку електричної енергії України [Електронний ресурс]. – К., 2003. – Режим доступу: <http://www.er.energy.gov.ua/doc.php?p=1041>.
4. Кутепов А.М. Общая химическая технология: учебник / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен. – М.: ИКЦ "Академкнига", 2005. – 528 с.
5. Статистична інформація: 2011-2012 рр. [Електронний ресурс] / Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2013. – Режим доступу: http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/publish/category?cat_id=35081.