

6.1 Акумулявання теплоти

Дуже поширеним в нетрадиційній енергетиці є *акумулявання теплової енергії поновлюваних джерел*. Практична реалізація різних типів *теплових акумуляторів* (ТА) пов'язана перш за все з визначенням їх оптимальних робочих характеристик, з вибором недорогих, але ефективних теплових матеріалів.

Економічна ефективність теплового акумулятора при інших рівних умовах визначається масою і об'ємом теплоакumuлюючого матеріалу, необхідного для забезпечення заданих параметрів процесу.

Акумулявання фізичного тепла є найбільше вживаним. Досить низька теплоємність акумулятора може компенсуватися використанням великих обсягів теплоакumuлюючих матеріалів. Як акумулятори використовують тепло ізольованих резервуарів води.

Акумулятори, які використовують теплові ефекти зворотних фазових переходів, характеризуються більш високою щільністю енергії тіла при невеликому обсязі тепло акumuлюючого матеріалу і мають практично постійну температуру розряду.

Теплові акумулятори з фазовим переходом діляться на низькотемпературні (до 120°C), середньої температури ($120 - 400^{\circ}\text{C}$) і високотемпературні ($400 - 1000^{\circ}\text{C}$).

Перспективними за своїми енергетичними характеристиками серед теплоакumuлюючих матеріалів з фазовим переходом вважаються кристалогідрати солей. Однак експериментальні дослідження показали, що їх використання не виправдовує себе: вони мають невеликий ресурс роботи (10-15 циклів заряд - розряд). Тим часом в Інституті електродинаміки НАН України розроблені нові ефективні матеріали, до складу яких входять подвійні і потрійні суміші нітратів

лужних металів з добавками ацетамід чи карбаміду в різному співвідношенні. Всі вони пройшли багаторічні випробування та продемонстрували високі енергетичні та стабільні фізико-хімічні характеристики в широкому діапазоні робочих температур. При здійсненні понад 2000 циклів заряд – розряд не спостерігалися зміни їх хімічних параметрів.

Акумулятори, які працюють з використанням ефекту зворотних хімічних реакцій, що характеризуються ще вищою щільністю енергії, порівняно з раніше розглянутими акумуляторами, однак вони мають більш високу ціну за рахунок використання відносно дорогих хімічних сполук, а також виділяють гази в процесі хімічних реакцій.

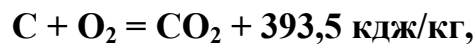
В табл. 6.1 наведено зворотні хімічні реакції деяких речовин, які можуть бути використані в хімічних акумулятор енергії.

Таблиця 6.1 - Основні параметри деяких хімічних акумуляторів

	Температура, °С	Щільність енергії, яка акумулюється, ГДж/м ³
$\text{Ca(OH)}_2 \leftrightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$	525	2,21
$\text{SO}_3 \leftrightarrow \text{SO}_2 + 0.5\text{O}_2$	650	0,51
$\text{BaO}_2 \leftrightarrow \text{BaO} + 0.5\text{O}_2$	825	2,36
$\text{CaCO}_3 \leftrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$	860	4,82

При наявності залишкової енергії відновлюваних джерел її можна використовувати для збагачення природного палива під час його переробки, тобто акумулювати енергію в паливі. Ефективність такого акумулювання можна розглянути на прикладі переробки вугілля.

При звичайному спалюванні вугілля маємо



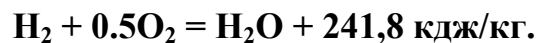
Тобто кожен кілограм вугілля при спалюванні виділяє 393,5 кдж теплової енергії.

Якщо обробити вугілля водяною парою, то отримаємо



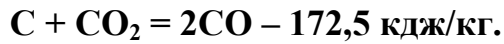
Це означає, що замість вуглецю як енергоносія отримаємо енергоносії у вигляді оксиду вуглецю і водню, а витрата енергії 131,3 кдж/кг відбудеться за рахунком енергії поновлюваних джерел.

При спалюванні отриманих енергоносіїв будемо мати



Отже, маємо сумарну теплову енергію в 524,8 кдж/кг, що, порівняно з звичайним спалюванням вугілля (395,5 кдж/кг), дасть збагачення палива на 33.3%.

При обробці вугілля вуглекислим газом маємо



При спалюванні отриманого оксиду вуглецю будемо мати



це означає, що отримаємо збагачення вугілля на 43,8%.

6.2 Акумулявання електричної енергії

Електрохімічні акумулятори ефективні у вітрових і сонячних енергосистемах різної потужності. Особливо доцільно використовувати їх в системах на основі відновлюваних джерел енергії невеликої потужності, які не можуть дати енергію потрібної якості, прямо працюючи на споживача. У цьому випадку електрохімічні акумулятори збирають електричну енергію, отриману від відновлюваних джерел енергії, а коли енергопостачання зменшується або припиняється, забезпечують споживача принаймні мінімальною кількістю енергії. Підключення їх до енергосистеми вирівнює графік навантажень і підвищує коефіцієнт корисної дії установки.

Дослідження показали, що найбільш ефективним для систем із вітру і сонячними установками фотобатарей є лучні нікель-кадмієві акумулятори, які можна ефективно використовувати навіть при незначних (5%) зарядних струмах, а також ті, що працюють на основі водню.

У Німеччині проводяться роботи по створенню герметичних нікель-водневих акумуляторів з водневим електродом на основі гідратів металів. Вони екологічно чисті і енергоємні порівняно з нікель-кадмієві.

В Інституті електродинаміки НАН України ведеться активний науковий пошук шляхів поліпшення відомих і розробки нових акумуляторів енергії. Важливим аспектом використання електрохімічних акумуляторів в енергосистемах на основі відновлюваних джерел енергії є визначення оптимальних режимів їх експлуатації з метою збільшення віддачі та зменшення шкідливих викидів у довкілля.

6.3 Акумулявання на основі водню

Характеристики акумуляторів енергії визначаються переважно властивостями енергоносіїв. Останні повинні легко накопичувати енергію, бути зручними у транспортуванні і користуванні, екологічно чистими і енергоємними. Всім цим вимогам повною мірою відповідає водень.

Акумулявання енергії на основі водню має великі перспективи. З енергетичної точки зору, водень – це альтернатива нафти і природного газу, при цьому:

- запаси водню в складі води практично невичерпні;
- теплота згоряння водню у кілька разів вища, ніж у природних газів;
- водень як паливо може бути використаний для отримання теплової та електричної енергії, а також в двигунах різного виду;
- водень – екологічно чисте паливо.

Система акумулювання на основі водню забезпечує:

- стабільне енергопостачання споживачів;
- вирішення проблем збереження водню і його використання з метою одержання теплової та електричної енергії;
- отримання палива з оптимальними характеристиками.

Все частіше розглядається можливість використання водню як енергоносія майбутнього для вирішення найважливіших енергетичних і екологічних проблем – таких, скажімо, як забруднення атмосфери вуглекислим газом під час згоряння органічного палива.

Сьогодні перспективами для водневої енергетики є використання енергії Сонця, вітру і води. Правда, вартість генерування електроенергії при цьому ще досить висока, особливо це стосується енергії Сонця. Тому ефективним у даному швидку є використання вітро- і гідроенергії. А водень доцільно отримувати з допомогою електролізних установок методом розкладки води.

Для забезпечення потреб споживачів хімічну енергію водню перетворюють на теплову і електричну. На основі розробок Інституту електродинаміки НАН України створено ряд моделей екологічно чистих систем виробництва, збереження і використання водню різної енергетичної ємності в залежності від потужності енергоустановок. Визначено їх енергетичні параметри і економічні показники. Розробивши технічне і технологічне забезпечення, науковці запропонували технічні проекти систем акумулювання водню потужністю 24, 84, 290 та 410 квт. Вивчається також питання збереження водню протягом тривалого часу, що дає можливість створювати міжсезонні системи акумулювання для нетрадиційної енергетики.

Основним елементом міжсезонної системи акумулювання енергії на основі водню є установка для його отримання. Її вибір визначається енергетичною

потужністю відновлюваних джерел енергії (скажімо, потужністю вітру установки). Теоретичні розрахунки і результати практичної експлуатації показали, що вітроустановка, спроектована для метеорологічних умов України (ВЕУ-100 потужністю 100 кВт з терміном окупності щодо активної частини капіталовкладень – 2,9 року), виробляє близько 220 МВт-год. електроенергії на рік. Виходячи з цього, потужність для роботи електролізної установки може становити близько 25 кВт (220000 кВт-год / 8760 год).

За технічними характеристиками найбільш прийнятною для вирішення завдань в комплексі з ВЕУ-100 є установка виготовлення водню методом електрохімічної розкладки води СЕУ-4. Її потужність – 24 кВт, вихід водню – $4\text{ м}^3/\text{год}$, вихід кисню – $2\text{ м}^3/\text{год}$.

Кисень, який є одним з продуктів електролізу, часто в промисловості залишається невикористаним. А в енергетичні комплекси на відновлюваних джерелах енергії з його допомогою можна отримувати електричну енергію в паливних воднево-кисневих елементах.

Вибір систем збереження водню залежить в основному від потужності енергосистеми і вимог споживача. У разі експлуатації установки СЕУ-4 рідкісна форма збереження водню неекономічна, збереження його у формі гідридів металів у великих кількостях також неефективне за наявності нині технології виготовлення гідридів металів. Основною формою збереження є стиснутий (в залежності від потреби – від 10 до 150 атм.) водень. Принципову схему розглянутої системи акумулювання представлено на рисунку 6.1.

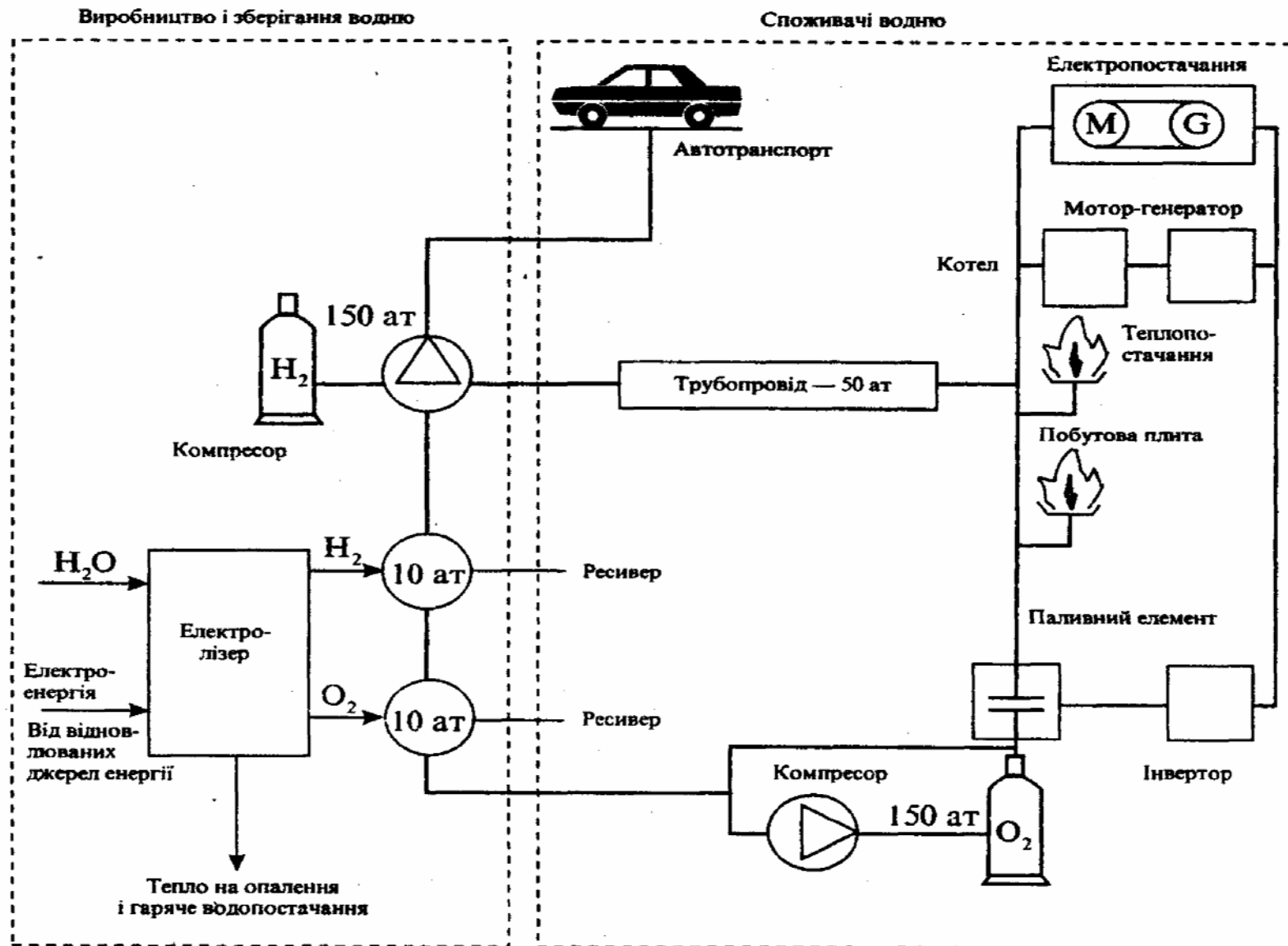


Рисунок 6.1 - Система акумулювання енергії на основі водню

Для перетворення хімічної енергії водню на електричну використаний електрохімічний метод (паливних воднево-кисневих елементів) і механічний (моторо-генератору). У паливних воднево-кисневих елементів здійснюється пряме перетворення хімічної енергії водню на електричну. В моторо-генераторах енергія водню, що згоряє в циліндрах двигунів внутрішнього згорання, приводить в дію генератор електричного струму.

На теплову енергію при згоранні водень перетворюється в пальниках промислового і побутового призначення. Система його подачі при цьому аналогічна системі подачі природного газу з деякими змінами в конструкції газового пальника.

В енерго комплексі передбачено також використання технологічної теплової енергії, яка виділяється під час електролізу води, яка дає можливість підвищити коефіцієнт корисної дії системи акумуляування.

Для автотранспорту існують різні варіанти використання водню в паливних сумішах водню з бензином. Перспективність використання водню для автомобільних двигунів визначається насамперед його екологічною чистотою, необмеженістю і возобновляемостью сировинних запасів, низькими витратами на транспортування і, врешті-решт, унікальними моторними властивостями. Все це робить можливе його широке застосування в сучасних двигунах без докорінної перебудови останніх. Під час роботи автомобіля на суміші бензину з воднем викиди шкідливих речовин знижуються в 3-10 разів.

Проект запропонованої системи введений за контрактом в Данії, де створена воднева станція. Робочі параметри енергосистеми підтримуються в автоматичному режимі. Випробування та експлуатація системи протягом двох років показали ефективність її використання нетрадиційної енергетики.

Перспективним напрямком отримання водню є електрохімічний метод з використанням як електроліту розплавів лугів. В Інституті електродинаміки НАН