

5.5 Енергозбережне устаткування для діагностики гідропривода

Виробництво енергії і її економія в сучасній техніці. Загальні напрями економії енергії. Розвиток напрямку економії енергії в ЗТМ спільно із захистом навколишнього середовища у всьому світі відстає від темпів прогресу у ряді інших галузей виробництва машин, наприклад в автобудуванні, локомотивобудуванні, суднобудуванні, авіації [325, 326, 331].

У зв'язку з цим доцільно розглянути спочатку окремі досягнення в споріднених областях науки і техніки для того, щоб усвідомити, в якому напрямі доцільно найближчим часом рухатися з метою економії енергії в підйомно-транспортних, будівельних і дорожніх машинах. До недавнього часу людство використовує багато джерел енергії. До них відноситься: енергія вітру, припливу і відливу, теплова енергія сонця, геотермальна енергія тепла Землі, гідроенергія води, яка рухається, ядерна енергія і ін.

Природа обмежує вибір джерел енергії визначеним довкола непоновлюваних і поновлюваних видів енергії. До непоновлюваних джерел енергії відносяться: хімічна енергія копалин і інших палив, термоядерна і ядерна енергія, а також внутрішня теплота Землі.

До основних поновлюваних джерел енергії відносяться: енергія сонячного випромінювання, яке досягає поверхні Землі, енергія вітру, гідроенергія, енергія морських приливів і тому подібне.

Енергія більшості джерел може бути отримана у формі теплоти (виняток становлять енергія вітру, гідроенергія і енергія приливів). Для практичного використання необхідні перетворювачі енергії, в яких первинна енергія перетвориться на зручну для використання форму: механічну, електричну, ін.

Основними способами звільнення енергії, закладеної в речовині, є:

- зміна електронних зв'язків атомів в процесі хімічних реакцій;
- зміна зв'язку між нуклонами важких ядер при ядерних реакціях розподілу з'єднання або легких ядер при ядерних реакціях синтезу;

- анігіляція речовини, тобто повне перетворення даної кількості речовини в полі (наприклад, при анігіляції електрона і позитрона утворюється фотон).

Перші два способи найбільш вивчено і знаходять найбільш широке застосування в різних джерелах і первинних перетворювачах енергії. Найбільш зручними для використання формами енергії є теплова, механічна робота і, особливо, електрична енергія, що легко можна передавати на великі відстані з мінімальними втратами. На сьогодні можливі наступні способи виробництва енергії (рис. 1.1).

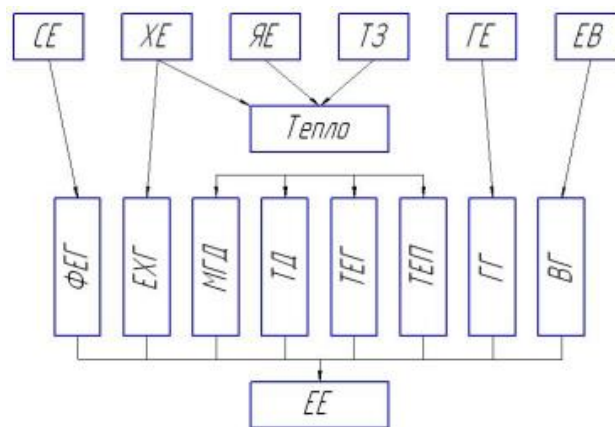


Рисунок 1.1. Основні джерела енергії

Порівняння перетворювачів (табл. 1.1) зазвичай здійснюється рядом показників, найбільш істотними з яких є: потужність, кВт, масогабаритні показники, кг/кВт-год; питома вартість, грн/кВт-год; ресурс, р.

Типи первинних перетворювачів енергії: ДЕУ — дизельні енергетичні установки; ГТУ — газотурбінні установки; РІГ — радіоізотопні термоелектричні генератори; ЕХГ — електрохімічні генератори; ЕУ — ядерні енергетичні установки; ТЕГ — термоелектричні генератори; ТЕП — термоємисійні перетворювачі.

Таблиця 1.1

Основні показники перетворювачів енергії

Показник $T_{\text{тип}}$	ДЕУ	ГТУ	РІГ	ЕХГ	ЯЕУ	
					ТЕГ	ТЕП
$N_e, \text{кВт}$	$5 \dots 30 \cdot 10^5$	$100 \dots 10^5$	0,06	10	5	$5 \cdot 10^3$
$\eta, \%$	40...45	20...30	5	50...70	8	12
$\tau_{\text{зоп}}, \text{с}$	5...15	15...30	0,2	3...5	48...72 год.	48...72 год.
$g_b, \text{кг} \cdot \text{кВт} / \text{год.}$	0,19...0,27	0,3...0,5	$0,6 \cdot 10^7 \dots 1 \cdot 10^5$	0,4...0,45	$0,55 \cdot 10^{-6}$	$0,35 \cdot 10^{-6}$
$\tau_{\text{роб}}, \text{ч}$	240	240	90000		90000	1000
Ресурс, г	10000...80000	5000	90000	5000	90000	1000
Питома вартість, грн/кВт*год.	0,05...0,09	0,05...0,08	25	2	50	800

Найбільш досконалими з термодинамічної точки зору поза сумнівом є електрохімічні генератори (ЕХГ — рис. 1.2). У теплових двигунах різних типів ККД здійснення робочого циклу не може бути принципово вище за ККД циклу, тоді як ККД електрохімічного генератора (ЕХГ) за постійного тиску і температури теоретично наближається до 100%, а на перших створених в СРСР і США воднево-кисневих установках він склав 70...80 %.

ЕХГ — це пристрої, в яких енергія хімічної реакції безпосередньо перетворюється на електричну, проходять проміжну стадію перетворення на теплоту (рис. 1.2).

У паливному елементі ЕХГ до електродів безупинно підводиться пальне і окислювач. При цьому на одному з електродів відбувається електрохімічне окисає пальне, а на іншому — відновлення окислювача.

За рахунок надлишку електронів на паливному електроді і їх недоліку на іншому електроді окислювача виникає різниця потенціалів, а при підключенні зовнішнього навантаження Гн забезпечується їх напрямлено рух в зовнішньому

ланцюзі і з'єднання іонів палива і окислювача в електроліті.

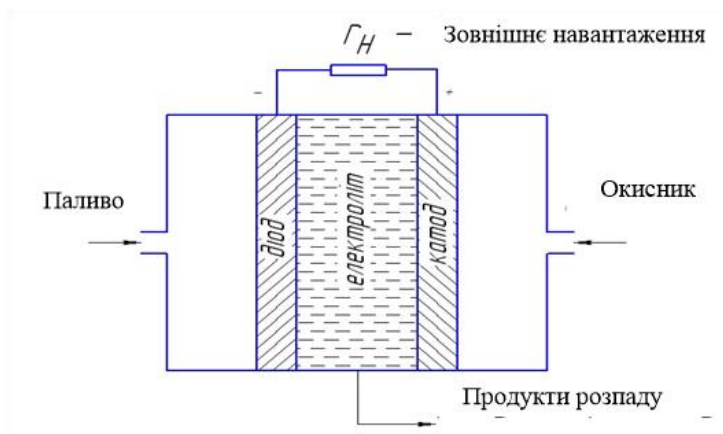


Рис. 1.2. Електрохімічний генератор.

Електричні генератори працюють безшумно при низькій температурі навколишнього середовища, без шкідливих виділень інших специфічних умовах експлуатації, проте для їх широкого впровадження потрібно буде розв'язати ряд науково-технічних проблем і, в першу чергу, понизити їх вартість, підвищити ресурс роботи, організувати ефективне отримання і збереження пального і окислювача але ін.

Перший елемент з безупинною подачею водню і кисню був описаний Грове в 1839 р. Через 3 роки він створив батарею з подібних елементів, але потужність її була незначною і не мала практичного значення. У 80-х рр. XIX ст. декілька конструкцій воднево-кисневих елементів запропонував П. Н. Яблочков. Але всі ці роботи не мали продовження, тому що початок XX ст. був періодом бурхливого розвитку ДВЗ. До інтенсивних пошуків в області ЕХГ людство повернулося лише після другої світової війни, коли для нових галузей техніки, зокрема космічної, потрібні були автономні джерела струму з характеристиками, які перевершують характеристики всіх існуючих джерел струму.

Зараз з різних країн поступають повідомлення про успішне застосування ЕХГ на різних транспортних машинах. Так, в Лейпцігу (Німеччина) міськими водними шляхами почав курсувати річковий трамвай на паливних елементах, в

яких водень окислюється киснем повітря на мембрані з каталізатором, даючи електрострум, який поступає на електродвигун, який обертає гвинт. Водень на судні, знаходився у вигляді порошкоподібних гідридів рідкісноземельних металів. Два контейнери, які вміщають по 27 кубометрів водню, що менш вибухонебезпечний, чим звичайний автомобільний бензобак. Вихлопи, які поступають в атмосферу, - чиста водяна пара.

Німецька автомобільна фірма «Даймлер — Бенц» в 1996 р. представила прототип автомобіля на паливних елементах. Такий пристрій складається з двох електродів, розділених мембраною. Паливо для цього автомобіля — метиловий спирт шляхом нагрівання розщеплюється на водень і вуглекислий газ, який викидається в атмосферу; можна було б використовувати і просто водень, але його набагато складніше транспортувати.

На аноді водень віддає електрони, які йдуть проводами в електродвигуни і обертають колеса. Позбавлені електронів ядра атомів водню (протони) проходять через мембрану з каталізатором (платина, рутеній) і з'єднуються з киснем повітря, утворюючи пари води. Ніяких шкідливих для навколишнього середовища викидів не немає. Подібні розробки ведуть також ще декілька фірм — «Форд», «Дженерал Моторс», «Вольво», «Рено», «Тойота», ін. Німецькі інженери розглядають подібні паливні елементи як мікрочіпи майбутньої енергетики і техніки перевезень в Германії.

Сьогоднішній стан розвитку паливних елементів нагадує стрибкоподібний розвиток мікрочипів у свій час. Зокрема, поставлено завдання зниження викидів в атмосферу CO₂ в Германії на 25-..30% враховуватиметься з використанням паливних елементів. Дослідники стверджують, що в найближчих 10... 15 років у ряді міст миру (Мехіко, Сан - Пауло, Банкок, Джакарта, Шанхай) ситуація з викидами в атмосферу може стати катастрофічною. Можуть бути розглянуті і інші джерела акумуляції енергії.

На автомобільному салоні «Детройт» був представлений найоригінальніший і екологічно чистіший концепт-кар GM AUTO попу. У платформі, товщина якої всього 150 мм, розташовані всі елементи шасі: паливні

елементи і ємкості для водню, електронні системи, акумулятори, електромотори на кожне з коліс. На вихлопі автомобіля замість 3 і NO — водяна пара. На автомобільному салоні «Париж – EXPO 2020 » фірмою GM був представлений новий автомобіль «Hy-wire».

У зверхплоскій платформі - скейтборді розміщені батареї паливних елементів, генератор і розставлені по кутах моторні колеса. Ніяких механічних зв'язків між органами управління і агрегатами не немає, їх замінила єдина шина «х-ву-wire». Запас ходу легкового автомобіля спорядженою масою 1900 кг, — 120 км., максимальна швидкість, 160 км/год. За планами Дженерал Моторс серійні автомобілі на паливних елементах з'являться на дорогах найближчими роками.

Альтернативні шляхи акумуляції енергії. На сучасному етапі інженери багатьох країн прагнуть створити ряд нових (чи докладно забутих старих) систем акумуляції енергії. До них можна віднести:

- використання маховиків;
- використання стислого повітря;
- використання систем об'ємного регульованого гідроприводу;
- використання запасеної в маховику енергії.

Слід сказати, що ця ідея не нова і десятки років тому використовувалася в так званих гідровозах в шахтах, небезпечних через газ і пил. Зараз технічні рішення розробляються з урахуванням сучасних досягнень в різних галузях техніки. У різних країнах світу ведуться роботи із створення і дослідження маховиків як акумуляторів енергії на основі нових технічних досягнень. Зокрема, в Німеччині в науково-дослідному центрі Карлсрує досліджуються маховики, які працюють на надпровідних магнітних подушках. Вони відрізняються самою стабілізацією і можуть функціонувати без урегулювання. Максимальне число оборотів — 60000 об/мин. Втрати на тертя вдалося звести до мінімуму: коефіцієнт тертя ($f = 10^{-6}$). Надалі передбачено використовувати маховики як акумулятори енергії і застосовувати в наступних варіантах стаціонарного режиму:

- проміжна акумуляція енергії у поєднанні з новими енерговиробними системами, такими як вітрові електростанції;

- у децентралізуючому електропостачанні як пристрій, який стабілізує (підтримує) незмінну частоту живильної мережі під час пікових навантажень у поєднанні з міні блоком електростанції.

У мобільному режимі:

- регенований акумулятор енергії в період гальмування для масових транспортних засобів, міського рейкового транспорту і автобусів.

При цьому бачаться такі переваги в порівнянні із звичайними акумуляторами:

- щонайменше в 100 разів збільшується термін служби;
- мінімальні втрати при тривалому часі акумуляції;
- висока потужність віддачі при короткочасному нагромадженні енергії;

Зараз вчені схиляються до виводу, що подальший прогрес розвитку електричних батарей залишається обмеженим і мають намір досягти помітного прогресу за допомогою маховиків, зокрема в автобудуванні. Проте в лютому — березні в 2011 р. в Женевському автосалоні демонструвався міні- вен концептвікар, який працює від спеціальних акумуляторів. Він розвиває потужність до 600 к.с. і здатний після 1 години заряджання проїхати близько 300 км.

Якби вдалося довести втрати на тертя в маховиках до «0», то мрія механіків про кінетичну батарею стала б реальністю.

Американська система AFS була представлена в Лос-Анжеліс першим дослідним зразком автомобіля (Chrysler New Yorker), який має 15 маховиків, які повинні були розвивати фантастичну швидкість. В процесі заряджання протягом 6 години при нормальному побутовому струмі маховик прискорювався до 2 млн. об/хв.

Це і стало можливим в результаті появи нових ідей і матеріалів. При цьому застосовуються нові композитні матеріали — волокна з Kelvar-Karbon. Маховики обертаються на магнітних подушках (надпровідних підшипниках) і у вакуумі. При цьому маховики попарно обертаються завжди у різних напрямках.

Напря́м використання маховиків розробляє також фірма BMW, працюючи над барабаном маховика з волокнистим зміцненням і над використанням гібридних підшипників (комбінація постійних і електромагнітних).

Витрати, які необхідні для реалізації надпровідних підшипників відносно невеликі, тому що підшипники повинні працювати при температурі рідкого азоту.

Використання об'ємного регульованого гідроприводу. Використання людством об'ємного гідроприводу і, зокрема аксіально-поршневих машин, налічує багато сторіч. Деякі учені (наприклад, Kordak) вважають, що вперше пристрій аксіально-поршневого насоса був описаний в 1588 р. військовим інженером Агостіном Рамелі, який служив при дворі французького короля Генріха III, в роботі «Різні і художні машини» [326].

Відоме застосування об'ємного гідроприводу в Англії в XVII—XVIII ст. для приводу ткацьких верстатів. Проте, в наступному, у зв'язку з швидким розвитком парових, електричних машин, двигунів внутрішнього згорання, гідропривід був забутий.

Технічні можливості, які лежать в основі приводів з аксіально-поршневими насосами, були правильно оцінені автомобільним виробником Джон-Луїс Рено на початок XX ст.

До кінця XX і початку XXI ст. об'ємний гідропривід отримав широкий розвиток. Досягнуто робочий тиск у 45 Мпа, об'ємна стала гідромоторів може досягати десятків літрів, потужності, виросли до багатьох сотень і тисяч кіловат.

Регульований об'ємний гідропривід в даний час знаходить широке застосування в екскаваторах, кранах на пневмоколісному шасі і гусеничному ході, суднових і плавучих кранах, міських автобусах і автомобілях. У роботі [327] сформульовані загальні вимоги, яких необхідно дотримуватися при розробці силової установки з двигуном малої потужності, гідрооб'ємною передачею, акумуляцією і рекуперацією енергії: (стоянки біля світлофора, рух накатом). Це приводить до більш простій схемі силової установки (рис. 1.3, в). Силова установка містить лише один насос. Установки з акумуляцією енергії

дозволяють скоротити витрати палива на 38...50%. Одна з таких установок, розроблена С.Шибером приведена на рис. 2.3.

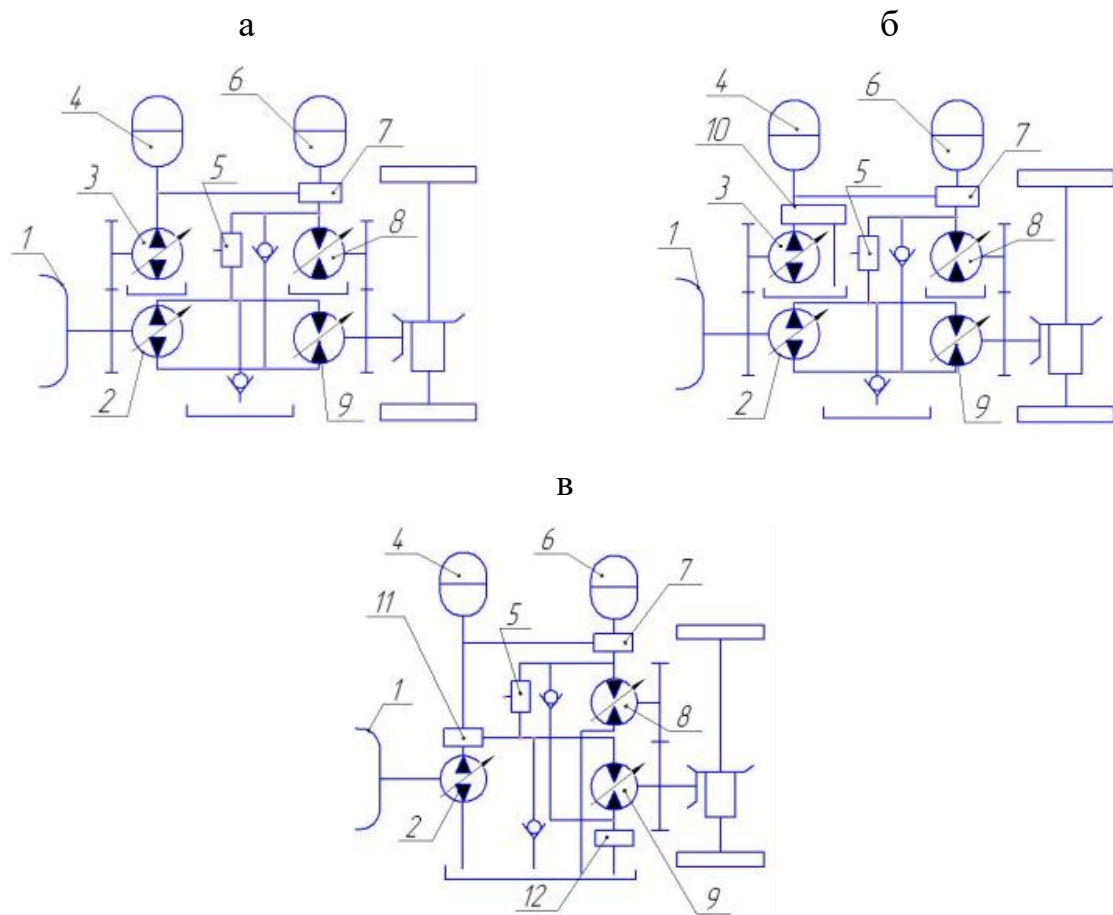


Рисунок. 1.3 - Схеми силових установок з малорозмірним двигуном, акумуляцією і рекуперацією енергії

1 — ДВЗ; 2,3 — насоси; 4,6 — гідропневмоакумулятори ;

5, 7,10,11 — розподільники; 9— регульовані гідромотори.

Економія енергії в екскаваторах. У роботах [325, 327..331] розглянуті основні досягнення в області економії енергії в екскаваторах. Слід зазначити, що всі досягнення в області мобільних робочих машин пов'язані з дослідженнями ВНІБУДДОРМАШ, який протягом десятиліть був флагманом вітчизняної техніки. Зокрема, отримані позитивні результати по економії енергії в екскаваторах. Так, наприклад, в гідроприводі екскаватора Е0-5124 застосовані енергозберігаючі пристрої автоматичного управління двигуном, комбінованій

регуляції робочого об'єму насосів, локальній рекуперації потенційної енергії піднятого робочого устаткування, а також використанні плаваючі положення механізму повороту платформи, що забезпечило в порівнянні з прототипом зниження на 30% питомої експлуатаційної витрати палива і скорочення на 10% тривалості циклу.

На Калінінському екскаваторному заводі створені експериментальні зразки машин з енергозберігаючими пристроями — екскаватори ЕО-3322Д, ЕО-5122А і ЕО-4125. Були застосовані пристрій автоматичного управління двигуном, призначений для автоматичного зменшення подачі палива під час холостого ходу і зниження частоти обертання валу двигуна з максимальної (2300 об/хв) до мінімально допустимою стійкою (1000 про./хв). При цьому витрата палива під час холостого ходу знизилася в 3 рази, середня годинна і питома технічна витрата палива — на 8%. Упроваджено комбінована регуляція робочого об'єму аксіально-поршневих насосів 207-32 за тиском. Тому при нейтральному положенні рукояток блоків управління екскаватором насоси мають мінімальний робочий об'єм. Завдяки комбінованій регуляції, питома технічна витрата палива знижується на 7...9%. Пристрій локальної рекуперації енергії при підйомі — опусканні стріли забезпечує скорочення на 8...10 % *тривалість* циклу екскавації і зменшує на 12... 15 % *питому* витрату палива з урахуванням холостого ходу.

Аналогічні енергозберігаючі пристрої до екскаватора ЕО-4125 дозволили понизити питому витрату палива на 32 %, а продуктивність виросла на 1 %. Щодо екскаватора ЕО-5122А економія палива склала 20,7 %, а продуктивність підвищилася на 15,6 %.

Висновок. Таким чином розглянуті різні шляхи економії енергії в ЗТМ. З розгляненого матеріалу можна зробити висновок, що ця проблема може бути віришена тільки економією енергії у всіх галузях виробництва. Технічне обслуговування і ремонт будівельних машин не є виключенням.