

ратор постоянного тока инфранизких частот вращения // Преобразователи энергии и информации. – М.: ЦНИИТЭИ, 1982. 4. Хрущев В.В. Электрические микромашины автоматических устройств. – Л.: Энергия, 1976. – 384 с. 5. Справочник по электрическим машинам. В 2 т. / Под ред. И.П. Копылова и Б.К. Клокова. Т. 2. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 688 с. 6. Тун А.Я. Системы контроля скорости электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 168 с.

УДК 620.92

П.Є. Яковчук, А.В. Пашук, М.П. Лазорик*

Національний університет “Львівська політехніка”,

кафедра ОП,

*кафедра ЕАП

ПЕРСПЕКТИВИ НЕЕЛЕКТРИЧНОГО ПРИВОДУ

© Яковчук П.Є., Пашук А.В., Лазорик М.П., 2005

Проведено аналіз ефективності використання різних типів привідних двигунів, що використовують різні типи первинних носіїв. Показано високу економічну ефективність застосування газопоршневих двигунів для приводів середньої і великої потужності.

The efficiency analysis of the use of different engines types which use different types of primary transmitters is cared out. High economic efficiency of application gas-piston engines for drive of middle and large power is shown.

Постановка проблеми. Широке використання електричних двигунів для приводу технологічних пристроїв не є завжди економічно доцільним. Існує ряд споживачів, які можна обертати поршневими двигунами з великою економічною доцільністю. Також необхідно ширше використовувати скидне тепло технологічних циклів для виробництва холоду або тепла високої температури за допомогою абсорбційних машин та теплових pomp.

Аналіз останніх досліджень. Застосування неелектричного приводу мало досить широке розповсюдження на початку ХХ століття, а з ростом електрифікації в СРСР ці технології практично зникли. Проте в країнах Західної Європи і тепер широко використовують газопоршнєві двигуни. Тому останнім часом у зв'язку з ростом ціни на електроенергію знову стало доцільним вивчення питання використання різних типів неелектричних приводів.

Задачі досліджень. Існує досить широка гама різних видів неелектричного приводу, однак у цій роботі ми обмежимось розглядом ефективності використання газопоршневих двигунів та скидного тепла вихлопних газів цих двигунів. Проведемо оцінку ефективності газового приводу стосовно циркуляційних pomp котельні НУ “Львівська політехніка”.

Виклад основного тексту. Після розпаду СРСР Україна успадкувала потужну енергозатратну промисловість та комунальну сферу і неефективну систему виробництва та розподілу електричної енергії. Частка електричної енергії у загальному балансі досить мала – дещо більше 20 %, однак це найбільш прогресивна, екологічно чиста і дорога енергія. Тому, якщо основні види енергоносіїв вимірювати, скажімо в кВт год, то ціна цих енергоносіїв в умовах України буде виглядати так, як показано в таблиці.

Слід зауважити, що така система одиниць вимірювань (таблиця) дає можливість виконувати досить точні прогностичні техніко-економічні розрахунки. У той самий час класично прийнята система вимірювань, за якої газ вимірюється в 1000 м³, вугілля в тоннах, а дизельне паливо в літрах, такої можливості не дає [1]. Крім того, цифри, наведені в таблиці, не є зовсім точні через зміну цін залежно від кон'юнктури ринку і географічного знаходження споживачів.

Відносні ціни енергоносіїв

№ з/п	Вид енергоносія	Кількість, кВт год	Ціна, цент
1	Електрична енергія	1	4,92
2	Бензин	1	5,97
3	Дизельне паливо	1	3,98
4	Пічне паливо	1	1,72
5	Газ природний	1	0,46
6	Вугілля кам'яне	1	0,15
7	Дрова сухі	1	0,076

Сьогодні в Україні найбільш поширений привід технологічного обладнання – це електродвигун змінного струму однофазного або трифазного виконання. Причини широкого використання електричних двигунів досить зрозумілі – малі капіталовкладення і дуже дешево і просте обслуговування. Але істотний недолік електродвигуна полягає в тому, що він малоєфективний з точки зору використання первинної енергії. Наприклад, в сучасних електроенергетичних системах генерування і розподіл електричної енергії відбувається із середнім ККД близько 27 % [2].

Друга причина недостатньо високої ефективності застосування електроприводу полягає в постійності швидкості обертання роторів двигунів. І хоча тиристорне керування цілком можливе і вже досить широко використовується, воно ще досить дороге і тому зменшує загальну економічну ефективність.

Виходячи з вищесказаного, стає очевидним, що для багатьох технологічних процесів більш економічним є застосування газопоршневих двигунів, газових турбін, або й взагалі використання скидного тепла від інших технологічних установок, що знаходяться в загальному виробничому циклі. Для пояснення переваг використання двигунів внутрішнього згоряння повернемося до питання використання первинної енергії.

На рис. 1 показано залежність ККД двигунів різного типу від принципу їх роботи. Тут розглянуті двигуни двотактні і чотиритактні поршневі з турбонаддувом і без нього, дизелі, газові і парові турбіни [2].

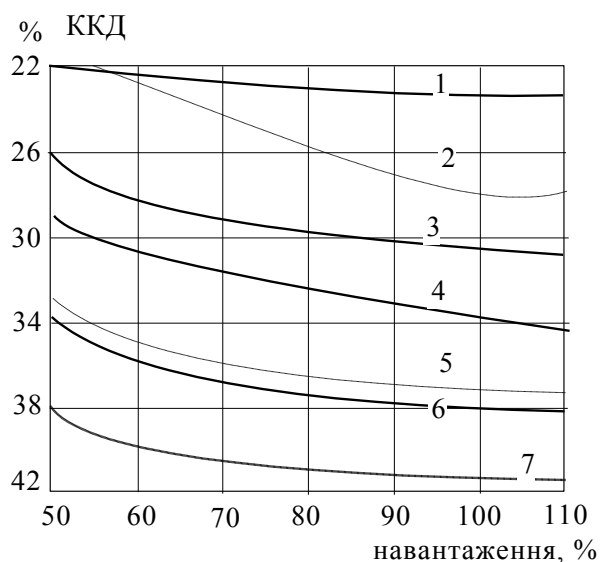


Рис. 1. Термічний ККД привідних двигунів:

- 1 – парова турбіна; 2 – газова турбіна; 3 – чотиритактний поршковий насос без наддуву;
- 4 – двотактний поршковий насос без наддуву; 5 – двотактний поршковий насос з наддувом;
- 6 – чотиритактний поршковий насос з наддувом за постійного тиску;
- 7 – чотиритактний поршковий насос з наддувом за регульованого тиску

Як бачимо з рис. 1, типовим (середнім) можна назвати значення ККД, що дорівнює 30 %, яке близьке до середнього ККД електроенергетики – 27 %, так що практично немає істотних переваг у використанні двигунів внутрішнього згоряння з його підвищеною ціною заради такого малого підвищення ККД. Тому мільйони дрібних приводів, таких як водяні помпи, вентилятори, повітряні компресори тощо комплектуються виключно електродвигунами. Однак під час збільшення потужності одиночного приводу до 50–100 кВт або при використанні скидного тепла затрати на підвищену ціну привідного двигуна мають властивість швидко окуповуватися за рахунок більш низької ціни на газ порівняно з ціною на електроенергію.

Наведемо спрощений розрахунок ефективності газового приводу стосовно циркуляційних pomp котельні НУ “Львівська політехніка”. В котельні встановлено помпи з електродвигунами потужністю 75 кВт. За місяць ці двигуни котельні споживають електроенергії в середньому 71 040 кВт/год. Ціна за електроенергію становить 27,1 коп. за 1 кВт/год. Ціна за газ становить 231 грн. за 1000 м³. Для виробництва 1 кВт/год електричної енергії потрібно 0,35 м³ газу, що відповідає ціні 8 коп. Тому під час використання електричного приводу за місяць маємо заплатити

$$Z_{\text{ел.}} = 71\,040 \cdot 27,1 \cdot 10^{-2} = 19\,251 \text{ грн.}$$

При використанні газового приводу необхідно заплатити

$$Z_{\text{газ}} = 71\,040 \cdot 8 \cdot 10^{-2} = 5\,683 \text{ грн.}$$

Різниця в ціні за місяць експлуатації

$$\Delta Z = Z_{\text{ел.}} - Z_{\text{газ}} = 19\,251 - 5\,683 = 13\,568 \text{ грн.}$$

За зимовий період (жовтень – квітень) різниця в ціні становить

$$\Delta Z_{\Sigma} = 13\,568 \cdot 7 = 94\,976 \text{ грн.}$$

Або в доларовому еквіваленті

$$\Delta Z_{\Sigma} = 94\,976 / 5,5 = 17\,268 \text{ дол.}$$

Вартість газопоршневого двигуна потужністю 100 кВт становить орієнтовно 10 000 доларів.

Тому термін окупності газового приводу становить

$$T_{\text{ок}} = 10\,000 / 2713 = 3,7 \text{ місяців.}$$

Для промислових приводів ця окупність є надзвичайно високою.

Іншим дуже ефективним методом використання газових приводів є сумісне виробництво механічної енергії, тепла та холоду на базі двигунів внутрішнього згоряння, обладнаних додатковим тепломеханічним устаткуванням.

Для цього можуть бути використані абсорбційні холодильні установки [3]. Абсорбційна холодильна установка, яка як джерело первинної енергії використовує теплову енергію низького або середнього потенціалу, і тому вихлопні гази двигуна внутрішнього згоряння можуть цілком забезпечити її роботу. Принцип дії абсорбційної холодильної установки полягає в тому, що в ділянці компресора використовується термохімічний процес абсорбції-десорбції, тобто поглинання і виділення з рідини пари іншої речовини – абсорбента. В цих установках найчастіше використовуються комбінації вода-аміак або вода-літій-бром. Вода поглинає велику кількість аміаку, до 1200 одиниць об’єму пари на одиницю об’єму води. При цьому виділяється близько 1,26 МДж/кг, тому цей процес проходить з підвищенням температури і потребує виведення тепла.

Якщо воду з розчиненим аміаком підігріти до температури кипіння, то аміак випаровується з води за температури близько 100 °С і тиску 1 мПа. Цей процес потребує підігріву і найкращим для цього є тепло відхідних газів роботи двигуна внутрішнього згоряння.

Система абсорбер-випарник працює як компресор у звичайному холодильному циклі. Практика показує, що абсорбційні холодильні установки мають великі переваги над компресійними і можуть ефективно використовуватись в системах енергопостачання міст і підприємств, особливо, якщо є такі умови:

- існують теплові відходи у вигляді димових газів середньої температури;
- якщо необхідне отримання холоду від –30 до –60 °С;
- існує споживач гарячої води для побутових чи технологічних потреб.

Усі ці умови виконуються, наприклад, на підприємствах м'ясної або молочної промисловості. Проте використання автономних холодильних установок доцільне лише тоді, коли холодопостачання необхідне протягом цілого року. Частіше потреби в холодопостачанні мають сезонний характер, тому доцільним є комбіноване використання скидного тепла для холодопостачання і теплопостачання (рис. 2).

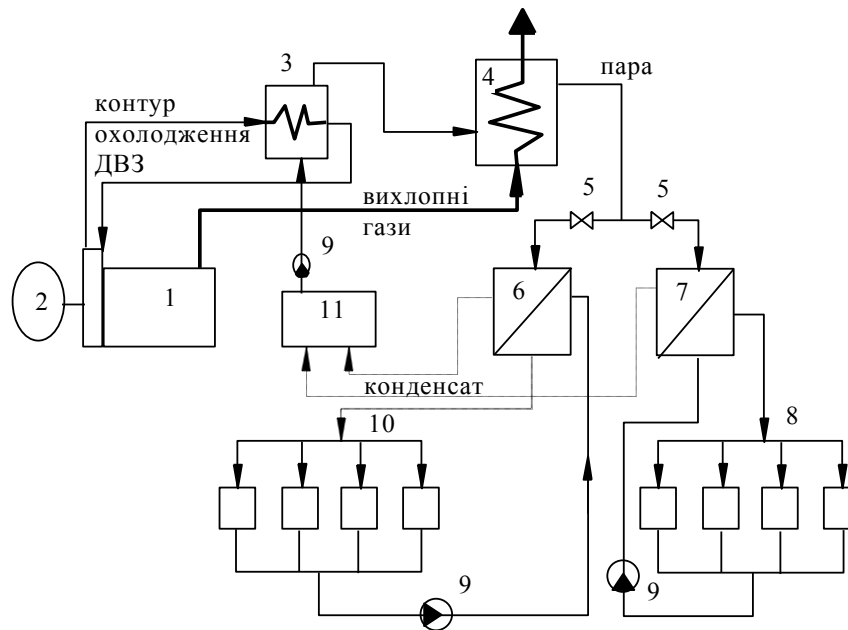


Рис. 2. Принципова схема установки для сумісного виробництва електроенергії, тепла, холоду

Тут відхідні гази від двигуна внутрішнього згоряння ДВЗ (1), який обертає електрогенератор (2), спрямовуються в парогенератор (4), де віддають тепло на утворення пари потрібних параметрів. Залежно від сезону пара подається або в абсорбційний холодильний агрегат (6), або в бойлер (7). Конденсат збирається в ємності (11), звідки помпою (9) подається в економайзер (3), де підігрівається водою з контуру охолодження ДВЗ, і далі знову поступає в бойлер. Від холодильного агрегата влітку холод за допомогою холодоносіїв транспортується до споживачів (10). В зимовий період система переключається заслінками (5) на систему забезпечення споживачів тепла (8).

Інший тип абсорбційних машин побудований на робочій парі вода-бромистий літій. Такі установки [4] забезпечують охолодження до $-2...-7$ °С і можуть використовуватися в системах кондиціонування великих приміщень.

Висновки. Підтверджено високу економічну ефективність застосування газового приводу для циркуляційних pomp котелень. Можна априорі стверджувати, що і в багатьох інших випадках використання газопоршневих двигунів для приводу технологічного обладнання дасть великий економічний ефект.

Максимальний економічний ефект досягається під час використання газового приводу для одночасного виробництва електричної енергії, тепла і холоду.

1. Смирнов А.Д. Справочная книжка энергетика. – М.: Энергия, 1969. – 415 с. 2. Рей Д. Тепловые насосы. – М.: Энергоиздат, 1982. – 217 с. 3. Лебедев П.Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки. – М.: Энергия, 1972. – 320 с. 4. Гриценко В.И. Энергетические установки для совместного производства тепла и холода. – Омск: ОтПИ, 1980. – 79 с.