

Критерии за оценка ефективността при избор на когенераторна система

Автори: Григоров И., М. Дачева, П.Пенев

An analysis of problems, related to the selection of cogeneration system, have been made: A criteria have been defined for comparative assessment of the effectiveness of various competing systems, by which quickly and properly can make the optimal choice of the cogeneration system.

Key words: cogeneration system.

ВЪВЕДЕНИЕ

На съвременния етап когенераторните (тригенераторни) системи се явяват алтернативни енергоизточници на съществуващите до сега топло електрически централи и пароцентрали. Тригенераторните системи позволяват да се произвежда много по-евтина електрическа и топлинна енергия в сравнение с топло електрически централи (ТЕЦ). [6]. Когенераторните системи (КГС) могат да произвеждат електрическа енергия с най-голяма ефективност като основен продукт, а топлинната енергия – като допълнителен добавъчен страничен продукт. Ако се вземат под внимание нередките прекъсвания на електрическото захранването (най-често при природни бедствия и аварии), може със сигурност да се каже, че използването на КГС повишава изключително много надеждността на електроснабдяването на потребителите [5].

Предимствата на високо ефективната технология се увеличават значително с постоянно растящите цени на горивата. Днес обаче изборът на КГС за конкретен обект има много субективен характер. Най-често изборът става по минимална цена за съответна инсталирана електрическа и топлинна мощност, което в никакъв случай не значи, че закупената система в бъдеще ще има максимална ефективност [4]. Липсва методика и критерии за оценка на предлаганите оферти от производители и търговци при закупуване на КГС. Най-често отделните оферти се сравняват по „специфичната стойност на 1 kW инсталирана електрическа мощност”, в следствие на което преценката на отделните оферти не се извършва достатъчно обективно. Важна характеристика, която не трябва да се подминава е изискването за минимален разход на гориво за съответната КГС. При преценката неминуемо възниква въпроса: Ако системата изразходва минимално количество гориво за производството на определено количество енергия, то дали цената и е оптимална след като тя не е минимална в сравнение с други оферти.

Във връзка с гореизложеното се налага да се направят по-пълни критерии за оценка на КГС, които ще помогнат за намаляване влиянието на субективните фактори при техния избор.

ЦЕЛ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Да се създаде методика и да се определят критерии за оценка на когенераторните системи, които ще помогнат за намаляване влиянието на субективните фактори при избора им.

ИЗЛОЖЕНИЕ

В настоящият момент общопризната оценка на КГС е специфичната цена на инсталирана мощност на системата [4]. Този показател, в лв/kW, може да се запише така:

$$K = \frac{Ц_c}{P_{ел}}, \quad (1)$$

където: $Ц_c$ е стойността на когенераторната система, лева;
 $P_{ел}$ – инсталирана електрическа мощност, kW.

Вижда се, че този критерий отчита само два параметъра – цената на оборудването и електрическа мощност. По тези параметри може да се закупи КГС с голяма икономия на средства, но не може да се оцени нейната ефективност за в бъдеще.

Сред техническите характеристики отразяващи ефективността на КГС трябва да се включат и експлоатационните разходи: разходи за гориво (m^3 / h); разходи за масло (g / kWh); разходи за извършване на текущо обслужване и ремонти ($лв / kWh$); разходи за основен ремонт ($\%Ц_c$) [7].

Обикновено експлоатационните разходи се отчитат още при оформяне на технико-икономическите обосновки. Съответно най-пълна информация потребителят (кандидата за КГС) получава чак след завършването на този етап от проекта. Прецизността на изчисленията зависи от точността на характеристиките предоставени от производителите и търговците на КГС и квалификацията на проектантите и способността им да забележат несъответствията в предоставените данни.

Като правило, информацията не се проверява от клиента-потребител, тъй като той изцяло вярва в компетентността на проектанта и верността на предоставените характеристики от доставчика, който е заинтересован да покаже най-добрите качества на системата. Освен това, някои характеристики, които касаят бъдещата работа на системата са с умишлено завишени параметри. Затова е необходимо да се приемат редица изисквания, с които да се търси отговорност от доставчици и производители на КГС за декларираните технико-икономически характеристики на системите.

Когато се прави избор на КГС без да се прави технико-икономическа обосновка изборът се основа на ценовите оферти от доставчици и производители. В този случай основен критерий е цената на системата, а критерия К е спомагателен. При съществуващите на пазара десетки производители и няколко пъти повече търговци-доставчици на КГС, то точният и конкретен избор отговарящ на всички желания на потребителя с помощта на критерия К става невъзможен. Дори заявката да е формулирана точно и ясно: трябва да се построи КГС с оптимална цена, която ще произвежда необходимото количество енергия в течение на гарантирания срок на служба с минимален разход на гориво. При това могат да се предявят и допълнителни условия като например:

- коефициентът на използване на горивото не трябва да е под 84%;
- стойността на основният ремонт не трябва да надвишава 33%;
- специфичният разход на масло не трябва да надвишава 0,3g/kWh произведена електрическа енергия;
- нивото на изпускане NO_x в изгорелите газове не трябва да надвишава 1,8 g/kWh [6];

Ако в себестойността на произведената енергия дялът на стойността на горивото е (80до90)%, то за останалите експлоатационни разходи остават съответно (20до10)%[7]. Следователно, ако разликата в тези разходи при различните производители и доставчици е до 15% не е решаваща, но при по-голяма разлика (в пъти) експлоатационните разходи трябва да се вземат под внимание.

За да дефинираме обобщен (интегрален) критерий за избор на КГС, трябва да разгледаме нейните основни характеристики. При намирането на такава отправна точка преди всичко трябва да бъде зачетен интереса на потребителя (заявителя).

Очевидно е, че в най-голяма степен за потребителя е важно, колко енергия ще получи и каква цена ще плати.

Произвежданото количество енергия от КГС, в kWh, за определен период от време е:

$$W_E = P_E \cdot T_{OP}, \quad (2)$$

където: P_E е инсталираната мощност на системата, kW;

- T_{OP} – времето на работа на КГС до основният ремонт, в h.
 Специфичната стойност на системата, в лв/kWh, ще бъде:

$$K_E = \frac{Ц_C}{W_E} = \frac{Ц_C}{P_E \cdot T_{OP}}, \quad (3)$$

Вижда се, че за предпочитане е КГС с минимален K_E . В израза (3) формално могат да се отчетат бъдещите разходи за гориво, като се използва електрическият КПД на системата [4,6,7]. Тогава за обобщения критерий, в лв/kWh, при производство на един вид енергия се получава:

$$K_{HE} = \frac{Ц_C}{W_E \cdot \eta_E} = \frac{Ц_C}{P_E \cdot T_{OP} \cdot \eta_E}, \quad (4)$$

където: η_E е електрическият КПД на КГС.

Физическият смисъл на така дефинирания критерий се заключава в това, че той дава оценка на капиталните разходи за ефективно производство на 1kWh електроенергия. От (4) може да се констатира, че при еднакви $Ц_C$, P_E , T_{OP} предимство ще имат КГС с най-висок електрически КПД, защото специфичната стойност K_{HE} ще бъде най-малка. Така определеният критерий важи, ако КГС произвежда само електрическа енергия. Големите предимства на КГС, а оттам и високият КПД на системата, е когато се произвеждат два (когенерация) или три (тригенерация) вида енергия - електрическа, топлинна и студова. [5,6].

В този случай трябва да се отчете и получената топлинна енергия. Непосредственото добавяне на всички видове енергия в интегралния критерий обаче няма да е коректно, защото 1 kW електрическа енергия, топлинна и студова енергии имат различна стойност и различни доставни цени [1].

При използването на един вид енергоносител лесно могат да се сравнят ефективностите на производство на всеки вид енергия. Например от гориво с топлопроводна способност 100kWh можем да получим средно : електороенергия в КГС задвижвана с двигател с вътрешно горене – 40kWh ; топлинна енергия в котел 90kWh и студ в компресорна хладилна машина от получена по-рано електрическа енергия 160kWh [2,3,4]. Вижда се, че производството на електроенергия е най-енергоемко, т.е. най-скъпо и това винаги трябва да се отчита.

Като се вземе под внимание, че се използва пазарната цена на оборудването, то редно би било в преценката да се включат пазарните цени на всеки вид произведена енергия или тяхната себестойност при разделното им производство. Това ще осигури точна преценка в условията на конкретната пазарна обстановка. Тогава е целесъобразно да въведем тегловни коефициенти за всеки вид произвеждана енергия, представляващ отношения в знаменателите на които е заложена тарифната цена на най-скъпата енергия, т.е. електрическата. [4,7]

-за топлинната енергия

$$K_{TE} = \frac{Ц_T}{Ц_E}, \quad (5)$$

където: $Ц_T$ е тарифната цена на топлинна енергия от топлофикациите или себестойността от произведена в пароцентраля, лв/kWh ;

$Ц_E$ – тарифната цена на електрическата енергия от ЕСП, лв/kWh.

- за студ

$$K_{STE} = \frac{Ц_{Студ}}{Ц_E}, \quad (6)$$

където: $Ц_{Студ}$ – себестойността на производството на студ в хладилен агрегат от електроенергия, лв/kWh.

За електрическа енергия тегловният коефициент е равен на единица.

След отчитане и на тези коефициенти интегралният коефициент, в лв/kWh, добива вида :

$$K_{II} = \frac{Ц_C}{P_E \cdot T_{OP} \cdot \eta_E + P_T \cdot T_{OP} \cdot \eta_T \cdot K_{TE} + P_{CT} \cdot T_{OP} \cdot \eta_{CT} \cdot K_{CTE}} \quad (7)$$

където : P_T е топлинната мощност на КГС (или тригенераторната система ТГС), kW;

η_T – топлиният КПД на системата

P_{CT} – мощността на ТГС при производство на студ ,kW ;

η_{CT} - КПД на ТГС при производство на студ.

Тук коефициентите η_E , η_T , η_{CT} показват каква част от изходната енергия на горивото се е преобразувала съответно в електрическа и топлинна енергии и в студ. Ако например студ не се произвежда, то $\eta_{CT} = 0$.

Ако студа се произвежда от топлинната енергия в абсорционни хладилни машини, то η_T отчита само тази топлинна енергия, която се доставя на потребителите без да се взема под внимание изразходваната топлинна енергия за производство на студ.

Благодарение на включените нови показатели в израза (1) , критерият за оценка ефективността на КГС придобива нова информационна тежест. Въпреки това не всички параметри са включени в числителя. Доколкото показателите в знаменателя характеризират обема на произведената енергия до основния ремонт или до точно определен момент от срока на служба, то логично ще бъде в числителя да се включи не само цената на системата, но и общите капитални разходи, а така също и всички експлоатационни разходи, включително и разходите за гориво.

Когато се отчитат разходите за гориво в (7) не трябва да се включват коефициентите на полезно действие за трите вида енергия.

Отчитането на тези разходи е особено актуално при системи със съществени различия в експлоатационните характеристики. Така например, ако периодичността на ремонтите на двигателите (20000h и 50000h) и разхода на масло (1,5g/kWh и 0,30g/kWh) съществено се различават, то точността и коректността на сравняване на оборудването е възможно само с отчитане на тези показатели. В тези случаи цената на системата в (1) трябва да заместим с $(Ц_C + EP)$, където EP са експлоатационните разходи, включително и разходите за основен ремонт, и ремонт и замяна на части до основният ремонт в лв.

Още по коректна ще бъде преценката, ако се включат и разходите за строителството на централата [7]. Тогава комплексният интегрален критерий добива следният вид:

$$K_{Ik} = \frac{Ц_C + EP + K_{cmp}}{P_E \cdot T_{OP} + P_T \cdot T_{OP} \cdot K_{TE} + P_{CT} \cdot T_{OP} \cdot K_{CTE}} \quad (8)$$

където K_{CTP} са капиталните разходи за строителството на централата в лв.

В този си вид израз (8) дава възможност за определен период от време най-пълно да се отчетат всички разходи за производство на енергия с когенераторни системи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дефинираните критерии за оценка ефективността на когенераторните системи позволяват бързо и лесно да се оцени и най-сложната система за тригенерация, освен това може да се направи сравнение на ефективността на системи с различни технологии на производство на енергия, тъй като е направена връзка с произведената енергия и първоначалните и текущите разходи, без да се вземат под внимание физическите процеси на различните технологии.

Компетентните доставчици предоставят достатъчно пълна и актуална информация за предлаганите от тях когенераторни системи. На базата на тази

информация с помощта на дефинираните критерии бързо, точно и лесно могат да бъдат оценени различни оферти и да се направи правилният избор на системата, което ще спести в бъдеще много разходи и неприятности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Държавна комисия за енергийно и водно регулиране, Решение № Ц-07/23.03.2012

[2] Гольдинер А. Я., М.И. Цыркин, В.В. Бондаренко „Газопоршєвые Электроагрегаты“ С.Пб., Галерия Принт 2006г.

[3] Клименко В.Н., А.И. Мазур, П.П. Собашук, „Когенераторные системы с тепловыми двигателями“, Киев, Алкон, ИАН Украины, 2008г.

[4] Лоза В.М. „Критерий оценки эффективности энергетического оборудования“сп. Турбины и дизели бр.1/ 2007г.

[5] <http://www.cogeneration.ru/> Когенерация.Ру – О когенерации, малой энергетике и строительстве тепловых электростанций

[6] <http://www.chimebg.com/> Когенераторни системи.

[7] <http://www.gazecos.ru/> Экономика газовых электростанций.

За контакти:

1. гл.ас.инж.Иван Анфимов Григоров- РУ “Ангел Кънчев “ – Филиал Силистра
2. гл.ас.инж.Марияна Тодорова Дачева- РУ“Ангел Кънчев “ –Филиал Силистра
3. гл.ас.инж.Пеньо Георгиев Пенев -РУ “Ангел Кънчев “ – Филиал Силистра

Докладът е рецензиран.