

УДК 621

В. Б. КЛЕПИКОВ, д-р. техн. наук, проф.

С. А. МЕХОВИЧ, канд. техн. наук, проф.

С. В. КЛЕПИКОВА, ст. препод.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ, ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В УКРАИНЕ

Показано, что при существующей в Украине изношенности оборудования тепловых электростанций единица сэкономленной электроэнергии может обеспечить пятикратную экономию первичных топливных энергоресурсов. Проведена оценка экономического и экологического эффектов от широкой модернизации электроприводов.

Показано, що при існуючій в Україні зношеності устаткування теплових електростанцій одиниця заощадженої електроенергії може забезпечити п'ятикратну економію первинних паливних енергоресурсів. Проведена оцінка економічного і екологічного ефектів від широкої модернізації електроприводів.

Введение

Экономное расходование органических энергоресурсов актуально для любой страны, но для Украины проблема эффективного энергосбережения особо важна. Относясь к категории стран средней обеспеченности (48 % собственных топливно-энергетических ресурсов), Украина импортирует из других стран 75 % природного газа, 85 % нефти и нефтепродуктов и даже 20 % каменного угля. Следует также иметь в виду, что кроме использования в энергетических целях они являются сырьём для ряда исключительно нужных продуктов: пластмасс, пестицидов, красок и др.

Основная часть

В 1994 г. был принят закон Украины «Об энергосбережении», после чего кампания борьбы за экономию энергоресурсов в стране не ослабевала на протяжении последующих лет. Было принято еще 5 законов, издано 6 Указов президента, 20 постановлений Кабинета Министров, утверждено более 150 нормативных актов, проведено несчетное количество заседаний, совещаний, семинаров, конференций и симпозиумов, создавались и упразднялись соответствующие общегосударственные и региональные структуры. Однако, несмотря на столь активную административно-бюрократическую деятельность в ноябре 2007 г. Украина вышла на 1-е место в Европе по энергозатратности, которая на единицу ВВП в 3,5 раза выше, чем в промышленно-развитых странах Европы, в 2,5 раза выше – чем в странах Восточной Европы и в 1,6 раза по сравнению с Белоруссией.

В этой ситуации особенно актуальным является поиск путей организации быстрореализуемого и эффективного сбережения энергоресурсов.

Рассмотрим структуру потребления органических энергоресурсов в Украине [3]:

- | | |
|----------------------------------|----------|
| 1. Котельно-печное потребление | – 72,6 % |
| в том числе: | |
| – промышленность | – 40,8 % |
| – жилищно-коммунальное хозяйство | – 31,8 % |
| 2. Производство электроэнергии | – 22,5 % |
| 3. Строительство, транспорт, АПК | – 4,9 % |

Рассмотрим, какая роль в сбережении энергоресурсов принадлежит экономии электроэнергии.

Исходя из выше приведенных объемов потребления, казалось бы первоочередное внимание следует уделить энергосбережению в котельно-печном секторе.

Однако, если экономию электроэнергии (ЭЭ) обеспечить за счёт снижения нагрузки тепловых электростанций (ТЭС), единица экономии электроэнергии в энергетическом эквиваленте даёт многократную экономию первичных органических энергоресурсов. Покажем это, выполнив некоторые расчёты в тепловом эквиваленте.

Если ТЭС имеет КПД $\eta_{ЭС}$, то это означает, что на единицу выработанной электроэнергии необходимо затратить $n = \frac{1}{\eta_{ЭС}}$ единиц первичных топливных

энергоресурсов, поступивших на ТЭС. Однако при добыче и транспортировке этого топлива тоже была затрачена электроэнергия, поэтому общий коэффициент полезного действия процесса добыча-транспортировка-производство электроэнергии $\eta_{Э}$ будет меньше, чем $\eta_{ЭС}$.

Оценим снижение к.п.д. вследствие затрат на добычу топлива и его транспортировку.

Пусть на ТЭС поступили топливные ресурсы массой m , с удельной теплотворной способностью Q Гкал/т, т. е. обладающие общим запасом энергии

$$W = mQ, \quad (1)$$

из которой возможна выработка электроэнергии

$$E = mQ\eta_{ЭС}. \quad (2)$$

Если затраты ЭЭ на добычу и транспортировку одной тонны первичных ресурсов составляют q Гкал/т

$$q = q_D + q_T, \quad (3)$$

где q_D и q_T , соответственно, затраты ЭЭ на добычу и транспортировку одной тонны топлива. При этом суммарные затраты энергии первичных ресурсов на добычу и перевозку m тонн топлива равны

$$W_{ДТ} = \frac{mq}{\eta_{ЭС}} \text{ Гкал}. \quad (4)$$

Тогда общие затраты электроэнергии на выработку электроэнергии E , Гкал равны

$$W + W_{ДТ} = mQ + \frac{mq}{\eta_{ЭС}}, \quad (5)$$

а общий к. п. д. процесса добыча-транспортировка-выработка ЭЭ равен

$$\eta_{Э} = \frac{E}{W + W_{ДТ.}} = \frac{\eta_{ЭС}}{1 + \frac{q}{Q\eta_{ЭС}}}. \quad (6)$$

Это означает, что для выработки одной единицы электроэнергии в энергетическом эквиваленте, требуется $N = \frac{1}{\eta_{Э}}$ единиц первичных энергоресурсов или

$$N = \frac{1 + \frac{q}{Q\eta_{ЭС}}}{\eta_{ЭС}} = \frac{1}{\eta_{ЭС}} + \frac{q}{Q\eta_{ЭС}^2}. \quad (7)$$

энергии 0,627 т. условного топлива (у.т.) затраты электроэнергии на добычу 1 тонны составляют 135 кВт/ч или $q_d = 47,5$ кг у.т./т [3]. Удельный расход на транспортировку принимался равным $125 \cdot 10^{-4} \frac{\text{кВтч}}{\text{Т} \cdot \text{км}}$ [5] или $44 \cdot 10^{-4} \frac{\text{кг.у.т.}}{\text{Т} \cdot \text{км}}$.

При расстоянии от места добычи до ТЭС равным 500 км $q_T = 2,2 \frac{\text{кг.у.т.}}{\text{Т}}$, а значение $q = 49,7 \frac{\text{кг.у.т.}}{\text{Т}}$.

На рисунке показана рассчитанная при вышеприведенных значениях величин зависимость $N = f(\eta_{ЭС})$.

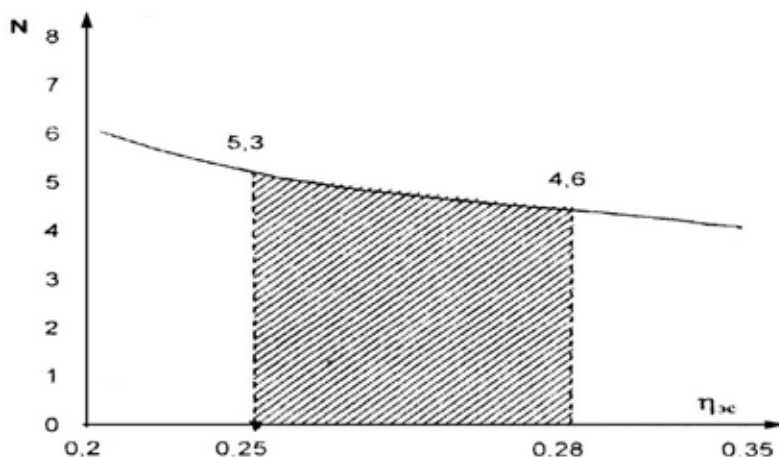


Рисунок. Относительный расход первичных топливных энергоресурсов в зависимости от КПД тепловой электростанции

Особенностью состояния энергетического оборудования Украины является его значительная физическая изношенность. 92 % энергоблоков исчерпали расчетный ресурс – 100 тыс. ч, из них 64 % исчерпали так же установленную черту граничного ресурса – 200 тыс. ч, при этом большинство энергоблоков группы граничного ресурса в течение 5 лет приблизятся к критично допустимой черте – 300 тыс. ч.

В результате значительного ухудшения состояния оборудования, плохого качества угля, увеличения частоты переменных режимов эффективность производства электроэнергии в Украине тепловыми электростанциями очень низка. КПД многих угольных блоков составляет 28 %, а иногда 25 % [2].

Согласно вышеприведенным расчетам, это означает, что на единицу выработанной электроэнергии нужно затратить в энергетическом эквиваленте 4,6–5,3 единицы каменного угля (рисунок). При этом не учитывались потери электроэнергии при передаче её от ТЭС до места добычи и транспортных магистралей.

То есть, из 100 эшелонов угля пришедших на ТЭС, 80 будет сожжено не просто впустую, но и с крайне негативным экологическим эффектом. Они пойдут на нагрев окружающего пространства, загрязнение атмосферы вредными выбросами, земельных площадей отходами сгорания.

Экологический аспект экономии электроэнергии со снижением нагрузки ТЭС приобретает особую важность в связи тем, что электростанциями на угле вырабатывается 40 % всей электроэнергии в мире. На сжигание углеводных энергоресурсов тратится ежегодно 17 млрд т кислорода и по некоторым прогнозам уже в 2050 г. будет ощущаться его недостаток. Выбросы в атмосферу превышают 20 млрд т при этом 200–250 млн т – пыль и твердые частицы, 30 млн т – CO, 150 млн т – оксиды серы, 70 млн т – оксиды азота.

В Украине на долю энергетического сектора приходится 70 % выбросов парниковых газов в атмосферу, при этом 40 % приходится на электроэнергетику [2].

Общая электрогенерирующая мощность Украины составляет свыше 50000 МВт, из которых мощность ТЭС и ТЭЦ – 58 % [6] или около 30000 МВт. Электростанции, работающие на угле, обеспечивают 25 % всей вырабатываемой электроэнергии. В стране размещено 25 мощных угольных ТЭС, золошлаковые отходы которых составляют 300 млн т 300 млн т. Тепловая электростанция на угле мощностью 1 МВт сжигает за год 8 тыс. т кислорода, выделяет в атмосферу 10 тыс. т углекислого газа, 5 тыс. т летучей золы, потребляя на сгорание угля 29 млн м³ воздуха. В атмосферу уходят: сернистый ангидрид, окись азота, оксиды металлов, которые переходят в кислоты, порождая кислотные дожди, отравляющие поля, водоемы, повышая заболеваемость и сокращая жизнь людей. Миллиардные убытки терпит народное хозяйство из-за повышения коррозии металлоконструкций.

Снижение нагрузки на угольных ТЭС актуально и с иных позиций. Положение в угольной отрасли остается крайне неблагоприятным. Сложные горнотехнические условия, в которых работает большинство шахт Донбасса делают добычу угля высокоубыточной. Кроме того углеразработка отрицательно сказывается на экологии. В 1185 отвалах скопилось около 1,3 млрд т пород и этот объем ежегодно увеличивается на 60 млн т, которые в 397 отвалах горят, вырабатывая в атмосферу свыше 500 тыс. т вредных газообразных веществ. К ним следует добавить еще 5,6 млрд м³ метана, выдаваемого на гора вентиляционными шахтами действующих разработок [7]. В отработанных пространствах идет процесс проседания земной поверхности, нарушается гидродинамический режим вод, подтапливаются жилые помещения, заболачиваются пахотные земли. Для ликвидации или хотя бы уменьшения этих негативных последствий нужны огромные средства [6].

Учитывая возможность 5-ти кратного в энергетическом эквиваленте сокращения сжигаемых топливных ресурсов при экономии единицы электроэнергии, этому направлению электросбережения следует уделить особое внимание со стороны государства.

Основной базой экономии электроэнергии является электропривод, потребляющий около 70 % всей вырабатываемой электроэнергии и обладающий технологиями энергосбережения с самокупаемостью в ряде случаев менее 5–10 месяцев.

Регулируемый электропривод являясь средством оптимизации технологического процесса, помимо прямой экономии электроэнергии по счетчику, обеспечивает значительную экономию ее за счет уменьшения расходных материалов, улучшения показателей техпроцесса, снижения динамических нагрузок, повышения надежности оборудования, сокращения ремонтов и др. [4]. Между тем в настоящее время доля электроэнергии, потребляемой регулируемым электроприводом в Украине, составляет лишь 4–6 %, в то время как в США – 40 %, в Германии – 50 %.

Широкая модернизация электроприводов машин и механизмов заменой нерегулируемого ЭП на регулируемый может за относительно короткий срок (5–7 лет) обеспечить экономию до 35 % всей вырабатываемой в настоящее время за год электроэнергии [9].

При стоимости для потребителя 1 кВт•ч – 0,4 грн/кВт•ч. это соответствует экономии 28 млрд грн, которые могли бы быть инвестированы в развитие производства, в создание возобновляемых источников ЭЭ, в науку и другие сферы жизнедеятельности, столь нуждающиеся в средствах.

Расчеты, на основании приведенных в [2,6] данных о влиянии тепловых электростанций (в расчете 1 мВт) на окружающую среду показывают, что вышеуказанная экономия могла бы обеспечить:

- снижение выбросов в атмосферу углекислого газа, не менее 10 млн т/г, оксидов серы 1,4 млн т/г, оксидов азота – 200 тыс. т/г.
- затраты воздуха на сжигание топлива сократились бы на 300 млрд м³ /г.
- снижение отходов золы составило бы не менее 3,5 млн т/г.

Приведенные цифры свидетельствуют о больших возможностях улучшения экологической обстановки в стране за счёт эффективной организации экономии электроэнергии.

Вывод

Экономия электроэнергии в Украине является исключительно эффективным средством экономии топливных энергоресурсов и улучшения экологической обстановки, если при этом обеспечивается снижение нагрузки тепловых электростанций. Основной базой экономии электроэнергии в Украине является электропривод, потребляющий около 70 % всей вырабатываемой в стране электроэнергии, а средством достижения экономии – широкая модернизация электроприводов заменой нерегулируемых на регулируемые.

Список литературы

1. Стратегія енергозбереження в Україні: аналітично-довідковові матеріали в 2-х томах. За ред. В. А. Жовтянського, М. М. Кулика, Б. С. Стогнія – К.: Академперіодика, 2006, т. 1 – 510 с., т. 2–600 с.
2. Товажнянський Л. Л., Левченко Б. О., Проблеми енергетики на межі ХХІ століття.- Харків: НТУ «ХПІ», 2006, 200 с.
3. Енергетичні ресурси та потоки. / за загальн. ред. А. К. Шидловського -К.: Українські енциклопедичні знання, 2003, 472 с.
4. Браславский И. Я., Ишматов З. Ш., Поляков В. Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод /под ред. И. Я. Браславского – М.: Издательский центр «Академия», 2004, 256 с.
5. Развитие локомотивной тяги под ред. Н. А. Фурьянского и А. Н. Бевзенко – М.: «Транспорт», 1988, 261 с.
6. Кривцов В.С., Олейников А.М., Яковлев А.И. Неисчерпаемая энергия. – Харьков: «ХАИ», 2006, 642 с.
7. Семиноженко В. П., Канило П. М., Остапчук В. М., Ровенский А. И. – Харьков: «Прапор», 2003, 464 с.
8. Киотский протокол к рамочной конвенции ООН об изменении климата. Киото, 1997, 43 с.
9. Клепиков В.Б. Розов В.Ю. Ороли электропривода в решении проблемы энергосбережения в Украине. Вестник НТУ «ХПИ», «Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика» – Харьков 2008, С. 18–21.

ECONOMIC, RESOURCE SAVING AND ECOLOGICAL ASPECTS OF ECONOMY OF ELECTRIC POWER IN UKRAINE

V. B. KLEPIKOV, D-r Scie. Tech., Pf.
 S. V. MEKHOVICH, Cand. Ekon. Scie., Pf.
 S. V. KLEPIKOVA, senior teacher

It is rotined that at the existing in Ukraine wearing out of equipment of thermal power-stations unit of economized electric power can provide the fivefold economy of primary fuel energoresursov. The estimation of economic and ecological effects is conducted from wide modernization of electro-mechanics.

Поступила в редакцию 30. 08.2010 г.