

Изследване на битовото електропотребление за летен сезон

Константин Коев, Красимир Мартев, Людмил Михайлов

An Investigation of the Residential Electricity Consumption per Summer Season: A research was made of the residential electricity consumption per summer season. The influence of the ambient temperature on electric power consumption of households of central heating and not central heating urban residential quarters was examined. The average energy consumption of every household was evaluated. The results of investigation are presents analytically and graphically and they may be used to forecast electricity consumption and to design of electric power supply systems of residential building.

Key words: central heating residential quarter, not central heating residential quarter, ambient temperature, electric power consumption

ВЪВЕДЕНИЕ

Количествата на консумираната електрическа енергия от обществено-битовите обекти в нашата страна, през последните години, са близки по стойност до тези на промишлените обекти [3]. В сравнение с водещите европейски страни, потреблението на електрическа енергия у нас, е по-малко ефективно [4]. По тази причина е необходимо да се повиши ефективността на енергоосигуряването. Това е възможно след анализ на потреблението на електрическа енергия, особено в големите градове, където обществено-битовите товари са с голяма концентрация.

Един от основните фактори, които влияят върху електропотреблението, е температурата на атмосферния въздух. Тази зависимост е изследвана в [1] и др., а в [5] тя е разгледана за зимния сезон на две групи потребители – топлофицирани и нетоплофицирани.

Обект на анализа е влиянието на средноденонощната температура на атмосферния въздух върху консумираната електрическа енергия от битови потребители през летния сезон, за топлофициран и нетоплофициран градски жилищен квартал.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Обект на изследването

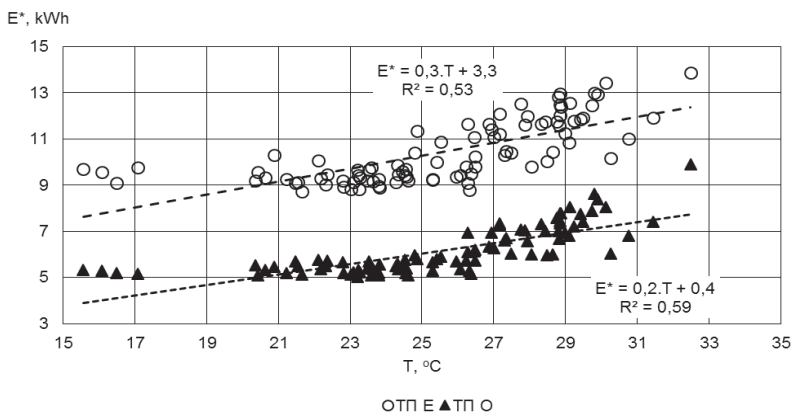
Средноденонощните изменения на консумираната електрическа енергия в зависимост от температурата на околната среда, за топлофициран и за нетоплофициран жилищен градски район, са обект на изследването. Жилищните сгради са от панелен тип и с малки изключения не са санирани. Анализират се групи от различен брой потребители, захранвани с електрическа енергия от няколко трансформаторни поста. Анализирано е средното специфично потребление на електрическа енергия от едно домакинство.

Данните, използвани за анализа, обхващат най-топлите месеци през летния сезон: юни, юли и август.

Резултати от изследването

Резултатите за специфичното потребление на електрическа енергия от две групи топлофицирани потребители, захранвани от два отделни трансформаторни поста, условно означени с ТП Е и ТП О, са представени на фиг.1.

Анализът на графиките за двете групи потребители показва, че зависимостта на специфичното потребление на електрическа енергия E^* , kWh, от температурата на околната среда T , не е точно линейна. Стойностите на коефициентите пред температурата T в регресионните уравнения определят наклона на правите, с които се апроксимират данните. По-голямата абсолютна стойност на коефициента определя по-голям наклон.



Фиг.1. Специфично потребление на електрическа енергия E^* от топлофицирани потребители, в зависимост от средноденонощната температура на атмосферния въздух T .

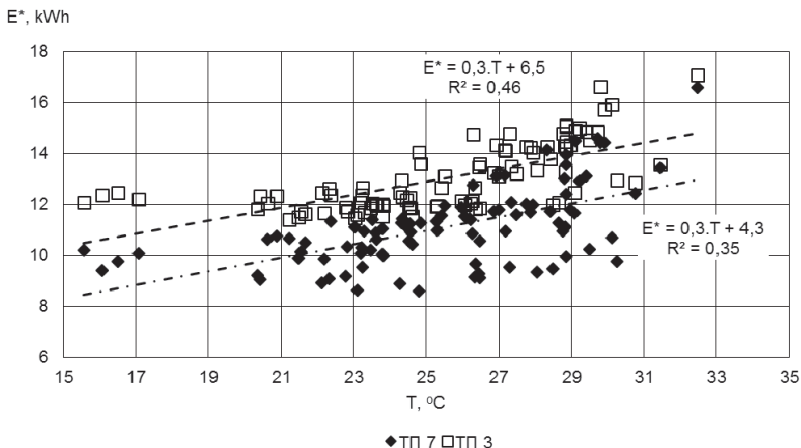
Стойността на същите коефициенти определя и скоростта на изменението на зависимата величина – специфично електропотребление E^* . Разликата в тези скорости, при линеен закон на изменение, за потребителите, захранвани от трафопостове ТП Е и ТП О, е малка - $0,1 \text{ kWh}/^\circ\text{C}$.

Положителният знак на коефициентите пред температурата T определя права зависимост между изследваните величини. По тази причина нарастването на променливата величина средноденонощна температура на атмосферния въздух T предизвиква увеличаване на специфичното електропотребление E^* и обратно.

Стойностите на свободния член в двете регресионни уравнения (математични модели) се различават с $2,9 \text{ kWh}$. Причината е големият брой фактори с различна степен на значимост: финансовите възможности на домакинствата, съответно изискванията на жителите за комфорт в жилищата и/или по-ниски топлоизолационни характеристики на ограждащите конструкции (при използване на климатизираща техника). Освен тези фактори, влияят и още много случайни такива, като: субективното възприемане на температурата на околната среда от жителите, брой на обитателите на жилището, изменение на субективните оценки за комфорт, изменения в електрическите и топлинните характеристики на използваните уреди, изменения в топло-физичните характеристики на ограждащите конструкции, изменения в доходите на домакинствата и др.

Анализът на коефициента на детерминация R^2 на регресионните уравнения показва, че данните за потребителите, захранвани от трафопост ТП Е, се описват по-неточно от тези за трафопост ТП О ($0,53 < 0,59$). Разликата в стойностите на коефициента R^2 е малка и може да се приеме, че точността на предложените линейни модели е еднаква. Уравненията не могат да бъдат използвани за коректно прогнозиране на специфичното електропотребление E^* , защото стойността на коефициента R^2 не е близка до 1 [6]. Значително разсейване на стойностите на електропотреблението E^* се наблюдава в изследвания период, особено за трафопост ТП Е. Това се дължи на редица случайни фактори, някои от които са споменати по-горе, които не се отчитат. Поради тези причини, получените регресионни математични модели представят общата тенденция на зависимостта между консумираната специфична електрическа енергия E^* и температурата на атмосферния въздух T , за най-топлите месеци от годината.

Анализирано е и специфичното електропотребление на нетоплофицирани жилища, захранвани от два трансформаторни поста, условно означени с ТП 3 и ТП 7. Данните за двете групи потребители графично са представени на фиг. 2.



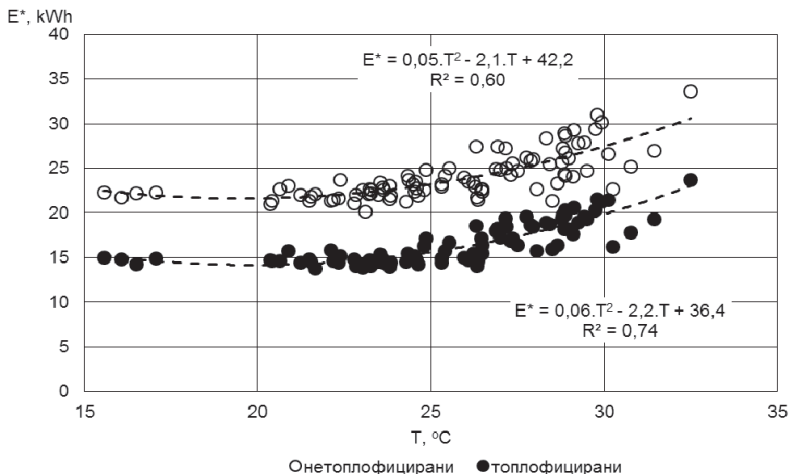
Фиг.2. Специфично потребление на електрическа енергия E^* от нетоплофицирани потребители, в зависимост от средноденонощната температура на атмосферния въздух T .

Забелязва се, че данните за двете групи потребители, при апроксимиране с права, са разсеяни. Това много добре се вижда за данните на трафопост ТП 7. Независимо от това, специфичната консумирана електрическа енергия E^* се изменя аналогично, както при топлофицираните жилища (фиг.1). Това се определя от еднакви коефициенти пред температурата T в регресионните уравнения, изключение е само трафопост ТП О. В използваните линейни регресионни модели (фиг.1, фиг.2), стойността на скоростта на изменение на консумираната електроенергия E^* е $0,3 \text{ kWh/}^\circ\text{C}$. Този показател за трафопост ТП О е по-малък с $0,1 \text{ kWh/}^\circ\text{C}$ (фиг.1).

Стойностите на специфичната консумирана електрическа енергия E^* от едно домакинство на нетоплофицираните жилища (фиг.1), за разглеждания период, са по-големи от тези за топлофицираните (фиг.2) – повече от 1 kWh . Тази разлика се дължи основно на използването на електрическа енергия за затопляне на вода за битови нужди от нетоплофицираните потребители. Този вид енергия е предпочитана, защото е достъпна и удобна (подходящи електрически уреди се свързват безопасно и лесно към изградената в жилищата електрическа мрежа). Освен това, при използването на електрическата енергия не се отделят вредни вещества в околната среда (екологична безопасност за жилищния район), за разлика от други методи за получаване на топлинна енергия. Използването на електрическата енергия се ограничава от сравнително високата ѝ цена. Една възможност за намаляване на сметките на домакинствата за консумираната електрическа енергия е използването на уредите през нощта (23:00 – 07:00 h за разглежданите месеци). Тогава стойността на енергията е 2,6 пъти по-ниска [2], отколкото през деня (т.нар. нощна тарифа). Разходите за затопляне на вода за битови нужди значително ще се увеличат, ако използваните нагревателни уреди се характеризират с ниски топлофизични характеристики на ограждащите конструкции и нагревателите, при равни други условия.

Сравняването на данните, представени на фиг.1 и фиг.2, показва, че стойностите на специфичното електропотребление E^* на двете групи топлофицирани по-

требители са близки. Същото се отнася и за групите нетоплофицирани потребители. Общото за четирите линейни регресионни модела е, че не описват добре данните. Това се потвърждава от ниските стойности на коефициентите на детерминация R^2 . Изложените особености на представените зависимости са предпоставка за търсене на по-добри възможности за анализ. За целта данните за четирите групи потребители се обединяват в две групи – за топлофицирани и за нетоплофицирани. Получените резултати са показани на фиг.3.



Фиг.3. Специфично потребление на електрическа енергия E^* от нетоплофицирани и от топлофицирани потребители, в зависимост от средноденонощната температура на атмосферния въздух T .

Представените нелинейни регресионни модели са полиноми от 2-ра степен, като стойностите на коефициентите в уравненията са близки. По-съществено се различават свободните членове – с 5,8. Тези модели, в сравнение с линейните (фиг.1, фиг.2), по-добре описват измененията на изследваните величини, защото стойностите на коефициентите на детерминация R^2 са по-близки до 1. Независимо от това, специфичното електропотребление E^* се изменя в различна степен за двете групи потребители. По-точно сравнение на тези изменения може да се направи чрез анализ на статистическите параметри на данните за двете обобщени групи потребители на електрическа енергия, представени в табл.1.

Измененията на случайната величина E^* ще се анализират чрез разсейването на нейните стойности около средната стойност μ . Степента на изменение (разсейване) на E^* , при различни средни стойности (табл.1), се сравнява чрез т.нар. коефициент на вариация c_v [6]. Неговата стойност (в %) се изчислява като отношение между σ и μ . Получават се резултатите: за нетоплофицирани потребители $c_v = 10,8\%$, а за топлофицирани $c_v = 13,9\%$. Сравняването на тези стойности показва, че топлофицираните потребители се характеризират с по-голямо разсейване на данните за E^* , в сравнение с нетоплофицираните – разликата е 3,1 %. Това означава, че специфичното електропотребление E^* на топлофицираните потребители, за разглеждания период и при изследваните средноденонощни температури T на атмосферния въздух, по-силно се влияе от другите фактори (доходи на домакинствата, брой обитатели в жилищата, изисквания за комфорт, инсталирана мощност на електрически уреди – климатици, фризери, и др.).

Таблица 1

Изчислени някои статистически параметри за случайната величина специфично потребление на електрическа енергия E^* на разглежданите групи потребители

Статистически параметър	Нетоплофицирани жилищни сгради	Топлофицирани жилищни сгради
Средна стойност μ	24,1	16,6
Стандартна грешка	0,3	0,2
Медиана	23,3	15,7
Средноквадратично отклонение σ	2,6	2,3
Най-малка/най-голяма стойности	20,2/33,7	13,8/23,8
Брой данни	92	92
Доверително ниво (95,0%)	0,54	0,48

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализът на проведените изследвания за измененията на консумираната електрическа енергия на топлофициран и на нетоплофициран жилищен квартал, в зависимост от температурата на атмосферния въздух, позволява да се направят следните обобщения:

1. Установена е тенденция на увеличаване потреблението на електрическа енергия от едно домакинство (специфичното електропотребление E^*) при нарастване на средноденонощната температура на атмосферния въздух T , за топлофицирани и нетоплофицирани жилища, за трите най-топли месеца от годината.
2. Предложени са два вида математически модели (линейни и полиноми от 2-ра степен), представящи изменението на специфичното електропотребление E^* в зависимост от температура на атмосферния въздух T . Нелинейните регресионни модели описват по-добре ретроспективните динамични редове. Коефициентите пред променливата величина са близки по стойност. Свободният член в модела за нетоплофицираните жилища е по-голям с 5,8 от този за топлофицираните. Това се дължи на по-голямото потребление на електрическа енергия за осигуряване на топла вода за битови нужди.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Стефанов, Ст., В. Русева., Л. Михайлов, Д. Николов. Изчислителни товари и годишни товарови графици на битови електропотребители. Енергетика, 5, 2000, стр. 4-14.
- [2]. <https://www.energo-pro.bg> - ЕНЕРГО-ПРО.
- [3]. <http://www.nsi.bg> – Национален статистически институт.
- [4]. <http://www.eea.europa.eu/> - European Environment Agency.
- [5]. Martev, Kr., K. Koev, N. Nedev. An investigation of the residential electricity consumption per winter season. IN: Proceedings of International Scientific Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering, 11-12 November 2015, Ruse, Bulgaria (in the press).
- [6]. Nishii R. et al. A Mathematical Approach to Research Problems of Science and Technology (Theoretical Basis and Developments in Mathematical Modeling), Mathematics for Industry, vol.5, Springer, Japan, 2014.

За контакти:

Доц. д-р инж. Константин Георгиев Коев, Катедра "Електроснабдяване и електрообзавеждане", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 201, e-mail: kkoev@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.