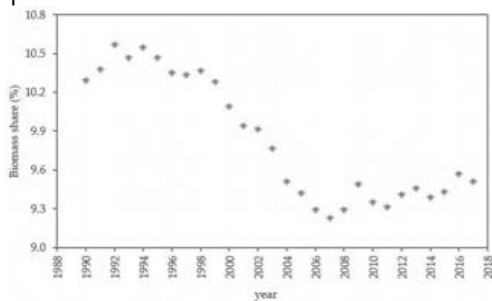


ИЗСЛЕДВАНЕ ЕФЕКТИВНОСТТА НА СИСТЕМА ЗА КОМБИНИРАНО ПРОИЗВОДСТВО НА ЕЛЕКТРИЧЕСКА И ТОПЛИННА ЕНЕРГИЯ ОТ РАСТИТЕЛНА БИОМАСА

Христо Василев Иван Тричков

1. Въведение

Електрическата и топлинна енергии, произведени от биомаса, се „определят“ като зелени енергии, тъй като количеството отделен CO_2 при изгарянето, газификацията или пиролизата на биомасата е равен на количеството абсорбиран от атмосферата CO_2 при процеса на фотосинтеза в периода на израстване на биомасата.



Фиг.1.

На фиг.1 е представено годишното изменение на глобалното потребление на биомаса.

Използването на биомаса (основно дърва за огрев) за производство на топлинна енергия в страната има вековни традиции. Дървата за огрев се добиват основно през летния сезон и се използват основно през отоплителния сезон, като в някои страни (Швейцария, Австрия и други), законодателството изисква дървата да престоят една година, за да могат да понижат влажността си под 15% и по този начин да се повиши количеството произведена топлинна енергия, и намалят емисиите от фини прахови частици (ФПЧ). През годините ефективността на отоплителните уреди на дърва (печки, камини и котлета) непрекъснато се повишава. По експертна оценка средната ефективност на отоплителните уреди на дърва е около 50%. Емисиите на ФПЧ са високи и поради това в някои безветрени и студени дни през отоплителния сезон, нивото на емисии на ФПЧ надвишава многократно допустимите норми. Поради това има

наказателна процедура за чистотата на въздуха към България от страна на ЕК.

По статически данни в страната над 1 милион домакинства се отопляват на дърва. По статистически данни в страната годишно около 5 мил. м³ дърва са за огрев. Средно едно домакинство използва годишно около 8 м³ дърва, т.е. в национален мащаб около 8 мил. м³. Това различие между официалната статистика и реалното потребление е обект на дискусии през последните години. Като най - вероятна причина за това различие е незаконния добив на дърва.

При добива на дърва в сечищата остава неоползотворена биомаса под формата на вършини и клоно. Определено количество растителна биомаса се получава и от земеделието (слама, царевични и слънчогледови стебла, пръчки от резитбата на овощни и лозови масиви и др.)

Растителната биомаса най-често се превръща в енергия чрез термомеханични процеси, като „изгарянето“ е най-зрелият и широко използван с вековни традиции процес.

Другите два начина за преобразуване, които се предлагат в търговската мрежа, са газификация и пиролиза, които превръщат биомасата в горива. Когато биомасата се преобразува в енергия, са необходими вторични технологии за преобразуване. Растителната биомаса може да се използва в транспортния сектор, но в момента в глобален мащаб тя се преобразува в топлина и/или електрическа енергия, и се използва в жилищния, промишления и енергийния сектор.

Ако се използват съвременни технологии за оползотворяване на дървата за огрев, на част от остатъчната биомаса в сечищата и в земеделието, в страната може сумарно да се добива биомаса, еквивалентна на 8 мил. м³.

Процесът на отопление с биомаса е силно трудоемък, влошава хигиената в жилищата и замърсява въздуха.

Възможно ли е постепенно да се промени начина на използване на тази биомаса, така че се повиши ефективността на енергийните трансформации, да се премахнат трудоемките процеси, да се повиши хигиената в жилищата, да се ограничат чувствително емисиите на ФПЧ и в крайна сметка да се намали цената на използваната топлинна енергия и да се осигури децентрализирано производство на зелена електрическа енергия през отоплителния сезон на конкурентни цени.

В настоящото изследване се разглежда възможността да се замени постепенно изгарянето на биомаса в домакинските и промишлени отоплителни инсталации с изгаряне на биомаса през отоплителния сезон в децентрализирани КО-генерационни инсталации с обща ефективност 75%,

които произвеждат комбинирано електрическа енергия с ефективност 32% и топлинна енергия с ефективност 43%. Номинална електрическа мощност на така описаните КО-генерационни инсталации се очаква да бъде под 5 Mwe.

В САЩ енергията от биомаса понастоящем се счита за възобновяема и по този начин отговаря на изискванията за данъчни кредити, субсидии и стимули. Те включват данъчен кредит за производство на възобновяема електрическа енергия, който плаща затворен цикъл (органична материя, засадена изключително за производство на възобновяема електроенергия) на производителите на енергия от биомаса 0,023 \$/kWh и производителите на биомаса с отворен цикъл (всякакви други отпадъци или остатъци, 0, 012 \$/kWh. Включва и сертификати за възобновяема енергия, при които всеки мегаватчас електроенергия, произведена от биомаса, печели кредит, който може да бъде продаден търгуван или разменен, което дава на собственика му правото да претендира, че е закупил възобновяема енергия и инвестиционният данъчен кредит ще бъде възстановен.

2. Определяне цената на електрическата и топлинна енергия от Ко-генерационни топлофикационни централи на биомаса и номинална електрическа мощност.

1. Изходни данни

1.1 CSPEX - 700 €/kWe

1.2 Цена на отпадъчната растителна биомаса-70 лв(35€)/тон, съгласно новата ценова политика на МЗГ при продажбата на биомаса (дърва за огрев и отпадъчна биомаса). В тази цена не са включени разходите за работни заплати, тъй като те са отчетени при определяне себестойността на електрическата и топлината енергия;

1.3 Енергийно съдържание на биомасата:

1.3.1 Слама, царевични и слънчогледови стебла, и пръчки от резитбата на овощни и лозови масиви-3 MWh/тон;

Горска биомаса + отпадъчна биомаса – 3.9 MWh/тон.

1.а Обща ефективност на генерацията електрическа + топлинна 75%, 32% електрическа и 43% топлинна.

1.5 Централата работи само през отоплителния сезон или приведено към номинална мощност – 4000 часа.

1.6 Приема се условно, че централата работи с 40% микс от земеделска биомаса + 60% дървесна биомаса.

1.7 Срок на откупуване на инвестициите – 10 години и 4% лихва върху остатъчната главница.

В процеса на изследването авторите решават последователно следните задачи от 1 до 5:

Задача 1

$$E_{\text{н.кр}} = 0.4 * 3 \text{ MWh} + 0.6 * 3.9 \text{ MWh} = 3.54 \frac{\text{MWh}}{\text{TON}}$$

Задача 2

Определяне годишното производство на електрическа енергия при условие, че централата работи 4000 часа годишно приведени към номиналната електрическа мощност 2MWh.

$$E_{\text{год е}} = 4000 \text{ h} * 2 \text{ MWh} = 8 \text{ GWhе}$$

Задача 3

Определяне на необходимото количество биомаса за производството на 8 GWhе (електрическа енергия):

$$Q_{\text{биомаса}} = 8 \text{ GWhе} / (3.54 * 0.32) = 7062 \text{ хил.тона биомаса}$$

Задача 4

Определяне на количеството топлинна енергия, която се очаква да бъде произведена от 6452 тона биомаса :

$$E_{\text{год.топл.}} = 7062 \text{ тона} * 3.54 \frac{\text{MWh}}{\text{TON}} * 0.43 = 10.75 \text{ GWhт}$$

Общото годишно количество енергия (електрическа + топлинна) Егод сум, което ще бъде произведено от централата, е равно на:

$$E_{\text{год сум}} = E_{\text{год е}} + E_{\text{год т}} = 8 \text{ GWhе} + 10.75 \text{ GWhт} = 18.75 \text{ GWh}$$

Задача 5

Определяне на себестойността на електрическата и топлинната енергия. Определяне на себестойността на енергията C_e се извършва по следната зависимост:

$$C_e = C_e \text{ н} + C_a + C_{\text{експл}} + C_{\text{р.з.}} \frac{\text{€}}{\text{MWh}}$$

Задача 5.1

Определяне на себестойността на енергийната компонента $C_{\text{ен}}$ в цената на енергията:

$$C_{\text{ен}} = 35 \frac{\text{€}}{\text{TON}} / (0.75 * 3.54 \frac{\text{€}}{\text{TON}}) = 13.18 \frac{\text{€}}{\text{MWh}}$$

Задача 5.2

Определяне на себестойността на амортизационната компонента в цената на енергията:

$$C = \frac{1,22 * 700 \text{ €} * 10^3 / MW}{10 \text{ години} * 4000 \text{ часа}} = 21,35 \frac{\text{€}}{MWh}$$

Задача 5.3

Определяне на себестойността на експлоатационната компонента

$$C_{\text{експ.}} = 3 \frac{\text{€}}{MWh}$$

В тази стойност влизат разходите за поддръжка, ремонти и консумативи. При годишно производство от 18.75 GWh, годишните

Задача 5.4

Определяне на себестойността на работните заплати в себестойността на енергията:

$$C_{\text{р.з.}} = \frac{6 \text{ работника} * 1500 \frac{\text{€}}{MWh} * 12 \text{ мес}}{18100 \frac{\text{€}}{MWh}} = 5,96 \frac{\text{€}}{MWh}$$

През отоплителния сезон персоналят от 6 броя работници е зает с експлоатацията на централата, а през летния сезон - с доставката на биомаса. Себестойността на енергията (електрическа + топлинна), произведена от централа, е:

$$C_e = C_{\text{ен}} + C_a + C_{\text{експл.}} + C_{\text{р.з.}} = \\ = 13.18 \text{ €} + 21.35 + 3 \text{ €} + 5.96 \text{ €} = 43.49 \frac{\text{€}}{MWh}$$

Задача 5.5

Определяне на добавената стойност (печалбата към себестойността на енергията $\Pi=15\%$)

$$\Pi = 0.15 * 43.49 \frac{\text{€}}{MWh} = 6.352 \text{ €/MWh}$$

При годишно производство на 18750 MWh енергия, годишната печалба ще бъде

$$\Pi_{\text{год}} = 18750 \text{ MWh} * 6.352 \frac{\text{€}}{MWh} = 119100 \text{ €}$$

Задача 5.6

Определяне на крайната цена на енергията C_e (€/MWh):

$$C_e = C_e + \Pi = \\ = 43.49 \text{ €} + 6.352 \text{ €} = 49.84 \frac{\text{€}}{\text{MWh}}$$

Годишните разходи на централа от продажбата на енергия (електрическа + топлинна) ще бъдат:

$$C_{\text{год.приг.}} = 18100 \text{ MWh} * 49.84 \frac{\text{€}}{\text{MWh}} = 902 \text{ хил. €}$$

Задача 5.7

Определяне на крайната минимална цена на електрическата и топлинна енергия, 71.5% са от приходите от продажбата на електрическа енергия и 28.85% от продажбите на топлинна енергия

$$C_{\text{ел.ен}} = \frac{0,7115 * 902 \text{ хил €}}{8000 \text{ MWh/t}} = 80 \frac{\text{€}}{\text{MWh}}$$

Това е минираната цена, на която електрическата енергия ще може да се продава на енергийната борса.

$$C_{\text{топ. ен}} = \frac{0,2885 * 902 \text{ хил €}}{10100 \text{ MWh/t}} = 26 \frac{\text{€}}{\text{MWh}}$$

Това е минималната цена, на която топлинната енергия ще може да се продава в топлофикационните мрежи.

3. Заключение:

3.1. Произведените електрическа и топлинна енергия от биомаса са „определени“ като зелени, тъй като емисиите от CO_2 са нулеви;

3.2. Съществува реална възможност Ко-генерационните централи да се произвеждат в България и по-точно на площадките на ЕКМИ. При очакван генериращ капацитет на тези централи 500 MW с относителна цена 700 €/kWh, то общият обем на производството, доставката и монтажът ще възлезе на около 350 мил. €. Това производство може да осигури за период от около 5 години около 450 броя работни места със средна месечна брутна работна заплата около 2000 €/месец. При условие, че едно домакинство има средни годишни разходи за отопление + битова гореща вода около 6.5 MWh/год, то с произведената топлинна енергия (10750 MWh/t) от една централа с електрическа мощност 2 MWe, ще могат да се отопляват около 1500 домакинства при това с нулеви емисии на ФПЧ, CO_2 , чувствително подобряване на хигиената в домакинствата и премахване на трудоемките

процеси. При условие, че се изградят повече от 250 подобни централи на територията на страната, ще могат да се отопляват около 375 хил. домакинства с цена на топлинната енергия постъпваща в топлопреносната мрежа от 25 €/MWh и топлинни загуби в преносната мрежа под 3%.

3.3. При условие, че 75% от потенциалните количества биомаса (около 8 мил. м³) т.е. 6 мил. м³ = 2,3 мил. тона (с пропорции и енергийно съдържание, посочено в разглеждания пример) се използват в КО- генерационни централи за комбинирано производство през отоплителния сезон на електрическа и топлинна енергия, се очаква децентрализирано годишно в страната да се произведат следните количества енергия:

- Електрическа енергия – 2.6 TWh с цена около 80 €/MWh;
- Топлинна енергия – 3.5 TWh с цена около 35 €/MWh.

3.4. Очаква се да бъдат открити около 2500 нови постоянни работни места в страната, емисиите от ФПЧ в населените места, в които се прилага описаната по-горе технология, да бъдат намалени повече от 80% и енергийната независимост на страната да бъде повишена.

3.5. Населените места, в които ще бъдат изградени Ко-генерационни централи, ще станат едно по-добро място за живеене, бизнес и туризъм.

Информационни източници:

- [1] IRENA -Global Bioenergy Supply and Demand Projections: A working paper for REmap 2030
- [2] Energy Production from Forest Biomass: An Overview Ana Cristina Gonçalves, Isabel Malico and Adélia M.O. Sousa Submitted: November 22nd, 2019 Reviewed: July 10th, 2020 Published: February 10th, 2021
- [3] Biomass as Renewable Energy: Worldwide Research Trends Miguel-Angel Perea-Moreno 1 , Esther Samerón-Manzano 2 and Alberto-Jesus Perea-Moreno 1,
- [4] Raw biomass electroreforming coupled to green hydrogen generation- *Nature Communications* volume12, Article number: 2008 (2021) Hu Zhao, Dan Lu, Jiarui Wang, Wenguang Tu, Dan Wu, See Wee Koh, Pingqi Gao, Zhichuan J. Xu
- [5] Pisupati SV, Tchabda AH. Thermochemical processing of biomass. In: Ravindra P, editor. *Advances in Bioprocess Technology*. Cham: Springer Science+Business Media B.V; 2015. pp. 277-314
- [6] Ahmad AA, Zawawi NA, Kasim FH, Inayat A, Khasri A. Assessing the gasification performance of biomass: A review on biomass gasification process conditions, optimization and economic evaluation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016;53:1333-1347