



МОДИФИКАЦИЈА НА ПОСТОЕЧКИТЕ ЕЛЕКТРАНИ ВО РЕК БИТОЛА

Комбинирана работа на блоковите со домашен јаглен и
природен гас

17.1.2024

Љубен Стојаноски
stojanoskiljuben@gmail.com

Table of Contents

1	Контролен лист за документ	1
2	Вовед	1
3	Комбинирана работа на блоковите со домашен јаглен и природен гас	1
4	Цена на ел.енергија.....	3
4.1	ТЕХНО-ЕКОНОМСКИ ПОКАЗАТЕЛИ	4
4.2	Ако наместо мазут користиме гас	5
5	Заклучок	5

1 Контролен лист за документ

ВЕРЗИЈА	ДАТУМ	АВТОР	НАПРАВЕНИ ПРОМЕНИ
1.0	17.01.2024	Љубен Стојаноски	Почетна верзија

2 Вовед

Во моментот има реални технички можности за модификација на постојните термоелектрани на јаглен со цел значително да се зголемат нивната економска ефикасност додека се намалуваат емисиите на загадувачки супстанции.

3 Комбинирана работа на блоковите со домашен јаглен и природен гас

Имено, во светот веќе има извршено вакви реконструкции каде што со релативно мали инвестиции се овозможува комбинирано согорување на 50% лигнит и 50% гас т.е односот е од 5 до 50% гас, соодветно 95 до 50% лигнит.

Со тоа се добива помала емисија на CO, CO₂, значи и помалце плаќање пенали за испуштање на CO₂ во атмосферата (пеналите се или ќе бидат околу 50 евра/тон CO₂, а во иднина ќе бидат двојно или тројно повисоки).

РЕК Битола со согорување на лигнитот во атмосферата испушта CO₂ приближно 1,3-1,4 t/MWh.

Доколку процентот јаглен – гас биде 50% - 50% во атмосферата ќе се испушта CO₂ околу 0,9 - 0,95 t/MWh CO₂, со што процентот на испуштен CO₂ ќе биде 0,69 и ќе ги задоволи нормите за CO₂ од 0,67%. Ова ќе овозможи одложено исклучување на блок 1,2 и 3 се додека не се донесе нова регулатива.

Потпала на котлите ќе се врши со гас и воопшто нема да се користи мазут за поддршка на согорувањето во котелите (околу 35.000 тони/година) со што ќе се заштитат конзолите на цевниот систем од влијанието на сулфурот, како и животната средина.

Ефектот врз екологијата ќе биде ист како да е исклучен 1 блок. Оваа модернизација ќе овозможи работа на блоковите на полна снага, а во тој случај се зголемува коефициентот на корисно дејство.

При полна снага на блокот 235 MW потребни се 2,97 тони пареа/MWh а при помала снага потребни се 3,12 до 3,2 тони пареа /MWh.

При работа на котелот со 50% гас и 50% лигнит ќе работат 3 до 4-ри млинови.

Предноста од комбинирана работа на 50% гас и 50% јаглен се:

- Зголемена флексибилност на котелот. Префрлувањето на работа на котелот на природен гас ја зголемува флексибилноста на котелот и неговиот опсег за регулација
- Ќе се зголеми КПД на котелот од 0,5-1,25%
- Намалувањето на специфичната потрошувачка на гориво за снабдување со топлинска енергија е предизвикано од намалувањето на потрошувачката на топлина за сопствени потреби за 1,5%
- Заштеда од 100 до 200 тони/час јаглен за еден блок или до 15000 тони за 24 часа за трите блокови
- Нема да има потреба од лигнит од увоз, а со тоа помали трошоци за прием на лигнитот и за оштетување на патиштата при негов транспорт.
- За 50% помали оштетувања на цевните системи во котлите (помала абразија и помала количина на сулфур, како и SO_x и NO_x)
- Помала потрошувачка на ел.енергија за сопствени потреби од 3 млин * 1.1 MW = 3.3 MW
- За 50% помали трошоци за ел.енергија, одржување, резервни делови и ремонти на допрема на јаглен од депонија до бункери и дозатори
- Помало оптоварување на цел гасо-воздушен тракт
- Помали трошоци за тековен ремонт на млиновите (работна рака и резервни делови)
- Помала абразија на КАС каналите, распределителите, РЕЦ каналите, дозаторите, отшљакивачот и.т.н
- Помало оптоварување на димните вентилатори, заштеда на ел.енергија и трошоци за ремонт
- Помала абразија на цевниот систем на котелот, а со тоа и за 50% помал број испади на блокот, намалување на трошоците за резервни делови, интервенции и ремонт на цевниот систем на котелот
- Нема трошоци за греење на мазутот и пратечка пареа, ел. енергија за пумпите за мазут, нивни ремонт и.т.н
- КПД на котелот ќе се одржува на максималното проектно ниво од 85%, а проектантот можеби ќе даде препораки или решение за подобрување на КПД над 85%

- Ќе се овозможи работа на блокот на полна снага, а со тоа ќе се добие помала сопствена потрошувачка на ел. енергија. На пр. при работа на блок со половина снага и при полна снага има приближно иста сопствена потрошувачка на електрична енергија, а при работа на блокот со 230 / 235 MW се добиваат плус 10 MW зелена енергија поради зголемен КПД на турбината за 4,2 до 4,7 %.

4 Цена на електричната енергија

Поради варијабилната цена на берзите за гас не е можно да се пресмета која би била конечната цена за MWh, но, ако се земе во предвид дека цената на електричната енергија е пропорционална со цената на гасот, при висока цена на гасот за EUR/MW котелот ќе работи на пр. со 5% гас и 95% лигнит, односно, во таков сооднос на гас-лигнит кој нема да прави проблем со работоспособноста на димните вентилатори, додека при ниска цена на гасот котелот ќе работи со 50% гас и 50% лигнит. Овој проект може да биде исплатлив, при тоа треба да имаме во предвид дека увезуваме јаглен по цена од 57 EUR/t а во котлите трошиме лигнит 1,95 t/MWh.

За пример, работа на блок на увозен јаглен:

Од испитувањето на котелот од блок 1 на 25.04.2023 год забележуваме дека котелот бил оптоварен со 517,94 [GCal/h], долна топлинска моќ на јагленот била 1712 [kcal/kg] снагата на блокот била 210 [MW], потрошувачката на јаглен била 301 t/h.

Ако потрошените 301 тони јаглен е од увоз, добиваме цена за MWh само за трошоци за јаглен без фиксни трошоци од:

- $301 [t] * 57 [EUR]/[t] = 17.157 [EUR]$ за потрошен јаглен за 210 [MWh].
- $17.157 EUR / 210 MW = 81,7 [EUR/MWh]$

КПД на блокот бил:

- Една [kcal/kg] е приближно 0,0011622 [KW]
- Котелот бил оптоварен со 517,94 [GCal/h]
- $517,94 [Gkcal] * 0,0011622 = 601,95 [MW]$
- $КПД\ блок = 210 MW / 601,95 MW = 34,8866\%$

Во случај ако котелот би работел на 100% гас, а за да ја добиеме истата цена на ел.енергија за MWh, гасот би требало да го набавиме по цена од:

- $17.157 EUR / 601,95 [MW] гас = 28,5 [EUR/MW]$

Но, треба да имаме во предвид дека доколку котелот работи на 100% гас ќе добиеме 10 [MW] од тоа што нема да работат:

- млиновите
- багерите на депонија
- траките
- додавачите
- пумпите за мазут
- пратечка пареа за греење на мазутот

Само по овој основ КПД на блокот би бил:

- $\text{КПД блок} = 220\text{MW} / 601,95 = 0,3655\%$ т.е 36,5%

Во случај ако гасот го купуваме по цена од 30 EUR/MW, цената на струјата за еден MWh при полна снага би била:

- $30 [\text{EUR/MW}] / 0,3655 = 82 [\text{EUR / MWh}]$ односно потполно иста како и од увозен лигнит.

Во случај гасот да го користиме за производство во комбиниран циклус (како што е предвидено- две гасни и постоечката парна турбина за ТЕЦ Неготино) тогаш при набавна цена на гасот од 30 [EUR /MW] производството на 1 [MWh] ел.енергија би не чинело $30 [\text{EUR /MW}] / 0,55 = 54,5 [\text{EUR/MWh}]$ (трошоци само за увоз на гас)

Ако знаеме колку не кошта домашниот лигнит во [EUR/t] и ако го знаеме КПД на блокот лесно можеме да пресметаме колку би не коштал 1 [MWh] при соодветен процент на потрошувачка на гас.

За цена на гас од 50 [EUR/MW] и потрошувачка на гас од 30 % цената за 1 MWh би изнесувала:

- $50 [\text{EUR/MW}] / 0,3655\% \text{КПД блок} = 41,04 [\text{EUR/MWh}]$ плус цената за 70% домашен лигнит.

Секако дека на оваа цена треба да се додадат и фиксните трошоци.

Како се движела цената на природниот гас во 2023 година, може да се види од следниов линк: <https://tradingeconomics.com/commodity/eu-natural-gas>

Треба да земеме во предвид ако турбината работи со 235 [MWh] КПД на турбината ќе се зголеми до 4,7% т.е тогаш се добиваат плус 10 [MW] зелена енергија.

За пример ако блоковите работат на домашен лигнит:

- Вкупно годишно производство ел.енергија **2455854 [MWh]**
- Потрошен ЈАГЛЕН ГОДИШНО –4556660 [t]
- Специфична потрошувачка на јаглен -1,86 [t/MWh]

Дол.топ.моќ DCS [kCal/kg] / [kJ/kg]	1461	6116
Дол.топ.моќ ХПВ [kCal/kg] / [kJ/kg]	1388	5810

- Потрошен мазут – 37245 [t]

4.1 ТЕХНО-ЕКОНОМСКИ ПОКАЗАТЕЛИ

Показател	Блок-1	Блок-2	Блок-3	Средно
-----------	--------	--------	--------	--------

Средно дн. оптов.ГЕ. [MW]	160	147	0	154
Спец.пот.маз.днев.[g/kWh]	10,69	60,69	0,00	34,63
Спец.пот.маз.мес. [g/kWh]	13,69	26,76	19,61	21,45
Спец.пот.маз.год. [g/kWh]	9,88	20,22	15,71	15,17

Ако калоричната моќ на мазутот била 9520 [kcal/kg], тогаш производството на ел. енергија од мазут било:

- $37.245.000[\text{kg}] * 9520 [\text{kcal/kg}] = 354.572.400.000 [\text{kcal}] *$
- $0,0011622 = 412.084 [\text{MWh}] * 0.85^{*} 0,4^{**} = 140.108 [\text{MWh}]$ ел.енергија т.е 5,7% од вкупно произведената ел.енергија била од мазут.
 - * Коефициентот 0.85 е за КПД на котелот.
 - ** Коефициентот 0.4 е за КПД на турбината.

Според РКЕ цената на мазутот на 03.01.2024 била, 41,236 [ден/кг]/

- $41,236 [\text{ден/кг}] / 61,5 [\text{ден/eur}] = 0,67 [\text{EUR/кг}]$ или за $37.245.000[\text{kg}] * 0,67 [\text{EUR/кг}] = 24.954.150 [\text{EUR}]$
- $24.954.150 [\text{EUR}] / 140.108 [\text{MWh}] = 178,1 [\text{EUR/MWh}]$

Значи, производството на 5,7% од ел. енергија е од мазут и не кошта 178,1 [EUR/MWh]

4.2 Ако наместо мазут користиме гас

4.2.1 За гас по цена од 30 [EUR/MWh] – добиваме гас со калорична моќ од:

- $24.954.150 [\text{EUR}] / 30 [\text{EUR/MW}] = 831.805 [\text{MW}]$

А за таа количина на гас за согорување во котелот ќе добиеме:

- $831.805 [\text{MW gas}] * 0,85^{*} 0,4 = 282.813 [\text{MWh}]$ -ел.енергија или 11,5%

4.2.2 За гас по цена од 60 [EUR/MWh] – добиваме гас со калорична моќ од:

- $24.954.150 [\text{EUR}] / 60 [\text{EUR/MWh}] = 415.902 [\text{MW}]$, а за таа количина на гас за согорување во котелот ќе добиеме:
- $415.902 [\text{MW}] * 0,85^{*} 0,4 = 141.406 [\text{MWh}]$ - ел.енергија или 5,756 %

4.3 Заклучок

Оваа пресметка значи дека повеќе е исплатливо да се користи гас наместо мазут и при цена на гасот поголема од 60 [EUR/MW]

Како што забележуваме при користење на домашниот лигнит со потрошувачка од 2 [t/MWh] се исцрпува ресурсот на димните вентилатори, млинските вентилатори и општо на котелот па не е можно да се постигне поголема моќност од 160 [MW] а со комбинирано согорување на домашен

лигнит со 1500 [kcal/kg] и гас ќе може да се постигне моќност од 230 MW при која снага се зголемува КПД на турбината за 5% а КПД на блокот за 4,2%.

Но, бидејќи се предвидува котлите да работат на 50 % домашен лигнит и 50% гас можеме да си дозволиме да купуваме гас со повисока цена, во зависност од цената на ел.енергија од увоз, која пак, како по правило правопрпорционално ја прати цената на гасот.

Исто така треба да имаме предвид на променливата цена на гасот па во случај ако цената на гасот е висока котелот ќе работи со на пр. 5% гас а при ниска цена на гасот со 50% гас.

Во случај котелот да работи на 100% природен гас фиксните трошоци (трошоците за плати на вработените во рудник и на депонија, за резервни делови и ремонти и сл) би се намалиле за ц.ц.а 70% од вкупните трошоци па со оглед на малите инвестициони трошоци предлагам и едниот котел од ТЕЦ Неготино да се постават наместо мазутни бренери, бренери на природен гас . Котелот во ТЕЦ Неготино е предвиден за работа на гас.

Со овие предлози ќе биде можно да продолжи да работи РЕК Битола, но и топлификацијата на Битола, со што ќе се задржат илјадници работни места, стабилност на електро енергетскиот систем, пониска цена на електричната енергија, помало испуштање на загадувачки супстанции, задоволување на ЕУ нормите за CO₂, раст на БДП, намалена зависност од увоз на струја, заштеда на девизи за увоз на струја и јаглен.