

ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2019

АНАЛИЗ НА ЕМИСИИТЕ ОТ CO₂ В ПУСКОВИТЕ ПЕРИОДИ СЛЕД ЗАМЯНАТА НА МАЗУТ С ПРИРОДЕН ГАЗ КАТО РАЗПАЛВАЩО ГОРИВО В ТЕЦ „МАРИЦА ИЗТОК 2“ ЕАД

Никола Байкалов, Бончо Бонев

ANALYSIS OF CO₂ EMISSIONS IN START-UP PERIODS AFTER THE REPLACEMENT OF FUEL OIL WITH NATURAL GAS AS START-UP FUEL IN TPP “MARITSA EAST 2” EAD

Nikola Baykalov, Boncho Bonev

Abstract: This report draws attention to the problem of CO₂ emissions from large combustion plants in the last years. A quantitative account and a comparative analysis of these emissions during the start-up of boilers at Maritsa East 2 TPP EAD is presented for the two types of start-up fuel: the old fuel - fuel oil and the new fuel - natural gas.

Keywords: steam generator, boiler starting modes, CO₂ emissios

Въведение

В настоящия доклад е обърнато внимание на така наболелия в последните години проблем с емисиите от CO₂ изпускани от големите горивни инсталации. Представена е количествена сметка и сравнителен анализ на тези емисии по време на пусковите операции на котлите в ТЕЦ „Марица изток 2“ ЕАД за двата вида разпалващо гориво: старото гориво – мазут и новото гориво – природен газ.

Методика за изчисляване на въглеродните емисии

За да се постигне ефективно противодействие на изменението на климата и да бъдат изпълнени дългосрочните декарбонизационни цели на ЕС, предвиждащи намаление на емисиите с поне 80% до 2050 г., е необходим непрекъснат напредък към нисковъглеродна икономика. Европейският съвет одобри Рамка за политиките в областта на климата и енергетиката през периода до 2030 г. Централен елемент от Рамката за политиките през периода до 2030 г. е правно обвързващата цел за

постигане до 2030 г. на вътрешно намаление в ЕС на емисиите на парникови газове с поне 40% спрямо количествата от 1990 г.

За постигането на тази цел по разходоефективен начин е необходимо в секторите, попадащи в обхвата на Системата за търговия с емисии на ЕС (СТЕ на ЕС) да се намалят емисиите с 40% до 2030г. в сравнение с 2005 г., а в секторите извън СТЕ на ЕС — съответно с 30% в сравнение с 2005 г. От същата година насам СТЕ на ЕС е в основата на стратегията на ЕС за намаляване на емисиите на парникови газове от промишлеността и електроенергийния сектор. Тя допринася значително за постигането на целта на ЕС за намаляване на емисиите на парникови газове с 20% от нивата от 1990 г. до 2020 г. ЕС надмина този целеви показател през 2015 г., когато емисиите на парникови газове бяха вече с 22% по-ниски, отколкото през 1990 г. Следващата цел, която седи пред ЕС е редуцирането на емисии от парникови газове с поне 40% до 2030 г. Постигането на тази цел ще изисква прилагането на допълнителни политики.

Изчисляването на емисиите се извършва по методика описана в Регламент 601/2012. Операторът следва да определя изчислителните коефициенти или в съответствие с възприети стойности (default values), или въз основа на лабораторен анализ, в зависимост от прилаганото подреждане. В нашия случай се използват възприети стойности. Тези стойности са описани в Приложение.VI. от Регламент 601/2012.

Към момента ТЕЦ „Марица изток 2“ ЕАД е в период на преминаване от един вид разпалващо гориво, в случая мазут, към друг вид разпалващо гориво – по екологичния природен газ. В централата са инсталирани общо 12 бр. котли (8 бр. тип ПК-38-4 и 4 бр. тип Еп670-140), като до момента само три от тях са преминали към пускове с природен газ – това са котли със стационарен №5, №6 (ПК-38-4) и №11 (Еп670-140). До края на година ще бъдат присъединени и котли №1, №2, №7, №8 и №12, а през следващите години и останалите. Настоящият доклад представя ефекта на тази промяна върху въглеродните емисии по време на пусковите операции. В същото време най-значимия екологичен ефект е редуцирането на емисиите от прах и серни оксиди при пускови операции, които поради технологични причини беше невъзможно да се премахнат. [3] [4]

За изчисляване на количеството на емисиите от CO₂, образувани от горивните процеси по време на разпалването на котлите ПК-38-4 и ЕП 670/140 при изгаряне на мазут, природен газ и въглища могат да се

използват стехиометричните съотношения на окисление на въглерода, а също така може да се използва и изчислителната методика по Регламент 601/2012. При тази методика количеството на изгореното гориво на база долната топлина на изгаряне се умножава със съответния емисионен фактор и по съответния коефициент на окисление.

Разгледан е случая със стехиометричните съотношения свързани с окисление на въглерода при използването на гориво мазут:



При пълното окисление на 1kg C се получават 3,67kg CO₂.

За изчисление на въглеродните емисии ще използваме формулата:

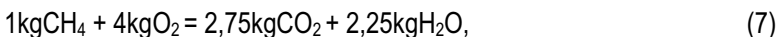
$$E_{CO_2} = 3,67 \cdot C^r \cdot M, \text{ [kg]} \quad (4)$$

където E_{CO_2} – количество на въглеродните емисии, kg/h

C^r – количество на въглерода в горивото на работна маса, %

M – масов часов разход на гориво през една горелка, kg/h

При изчисление на въглеродните емисии от природен газ се използват стехиометричните съотношения свързани с окисление на метан:



При пълното окисление на 1kg CH₄ се получават 2,75kg CO₂.

За изчисление на въглеродните емисии ще използваме формулата:

$$E_{CO_2} = 2,75 \cdot M, \text{ [kg]} \quad (8)$$

където E_{CO_2} – количество на въглеродните емисии, kg/h

M – масов часов разход на гориво през една горелка, kg/h

При метана също може да се използват стехиометричните съотношения свързани с окисление на въглерода, като се има в предвид, че съдържанието на въглерод в метана е 53,55 %mas (75%vol.).

Определяне на количество на CO₂ емисиите освободени от изгарянето на мазут и природен газ по време на пусковите периоди на котлите тип ПК-38-4 и ЕП 670/140

Съдържанието на въглерод в използваното за пусковите операции на котлите течно гориво (мазут), природен газ (метан) и основното го-

риво - лигнитни въглища, необходимо за настоящите изчисления са показани в табл. 1.

Таблица 1.

Характеристики на горивото			
	Мазут	Въглища (Лигнитни)	Природен газ
C, % mas.	87	20,3	53,55

Данните за въглищата са взети от Въглищно Стопанство на ТЕЦ „Марица Изток 2“ ЕАД, данните за мазута от неговия сертификат, издаден от независима лаборатория, при получаването му в Мазутно Стопанство на Котелен Цех, а данните за природния газ са изчислени от съдържанието на въглеродни атоми в молекулата на метана. Другите необходими данни са разходът на твърдо гориво, който е номиналният за една прахоприготвяща система (ППС), както и разходът на една газова горелка, а разходът на течено гориво е изчислен на база статистически пресмятания [1]. Съответните стойности за горивните уредби на котли ПК-38-4 и ЕП 670/140 са показани в табл. 2.

Таблица 2.

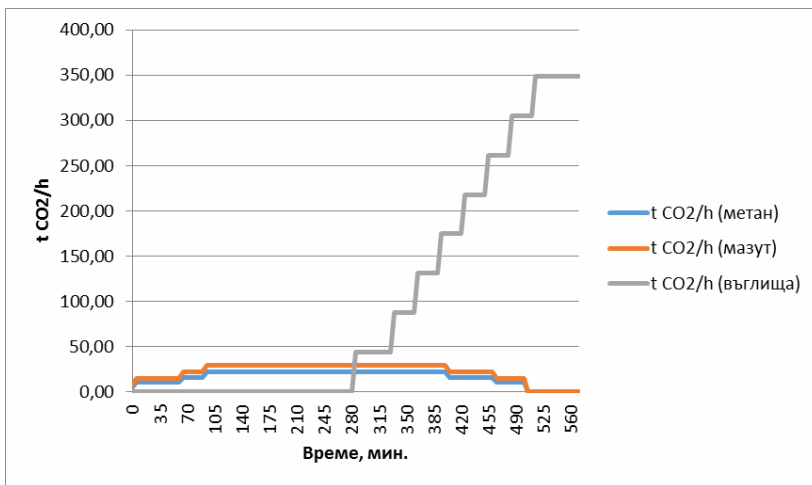
Разход на горелките			
	Мазутна горелка	Газова горелка	Прахова горелка
F _{ПК-38-4} , kg/h, (Nm ³ /h)	1500	1800	45000
F _{ЕП 670/140} , kg/h, (Nm ³ /h)	2300	2300	58000

След заместване на стойности от табл. 1. и табл. 2. във формули (4) и (8) определяме часовите въглеродни емисии за всеки вид горелка на котлите. Резултатите от пресмятането на тези часови емисии CO₂, при работата на една мазутна, една газова и една прахова горелка (по време на пуск) за котли ПК-38-4 и ЕП 670/140 са показани в табл. 3.

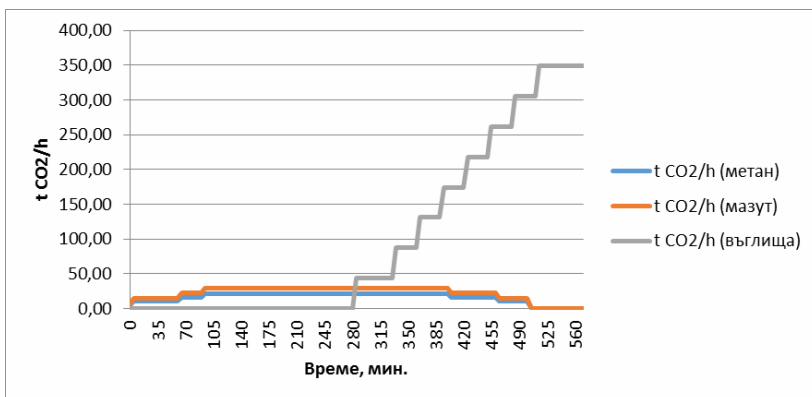
Таблица 3.

Емисии	Гориво		
	Мазут	Въглища	Природен газ
E _{CO2} (ПК-38-4), t CO ₂ /h	4,79	33,86	3,54
E _{CO2} (ЕП 670/140), t CO ₂ /h	7,34	43,63	5,49

След заместване на тези стойности в пусковите диаграми на котлите [2] са съставени други диаграми, изобразяващи промяната на въглеродните емисии по време на пусковите операции.



Фигура.1. Въглеродни емисии по време на пуск на ПК-38-4



Фигура.2. Въглеродни емисии по време на пуск на ЕП 670/140

Графиките показват, че при окислението на въглерода в използваното гориво за пусковите операции на котлите, количеството на въглеродните емисии е по-голямо при мазута спрямо това при окислението на природния газ. На пръв поглед съдържанието на въглерод в природния газ (53,55%) е по-малко от това на мазута (87%) почти два пъти, но за получаването на едно и също количество топлина, се изразходва по-голямо количество природен газ отколкото мазут. Тук трябва да се отбележи, че тези сметки са при окисление на всичкия въглерод в гори-

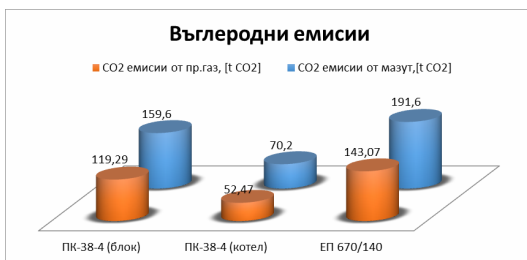
вото. На практика горивните процеси на газовата и мазутната горелки се осъществяват при различни условия – хомогенен и хетерогенен процес на окисление. При изгарянето на газ е практически постижимо изгаряне на почти цялото количество гориво, докато при мазута не е така. Точно каква част от мазута не изгаря е трудно да се определи заради постоянно променящите се условия по време на пусковите процедури. Според изискванията на Регламент 601/2012, след като не може да се определи колко от количеството въглерод се окислява, се приема, че се окислява цялото количество въглерод.

В следващата табл. 4 са представени количествата на CO₂ емисиите, отделени от мазута и природния газ за един пуск на котли ПК-38-4 и ЕП 670/140. Пусковете на котлите са сложни, не стационарни режими на работа, при които всеки път могат да възникват различни обстоятелства, които от своя страна могат да увеличат периода на пуск и респективно разхода на разпалващо гориво. Поради това разхода на мазут, а от там и на природен газ, е изчисления от пусковите диаграми [2]. При котли ПК-38-4 има също съществена разлика между пуск от студено състояние – пуск на блок (котел и турбина) и пуск на котел (при работещ един котел с турбина). Разликата в разхода на разпалващо гориво мазут е около два пъти.

Таблица 4.

	Мазут, [t]	Въглеродни емисии от мазут, [t CO ₂]	Природен газ, Nm ³ /h.10 ³	Въглеродни емисии от пр.газ [t CO ₂]
ПК-38-4 (блок)	50	159,6	60,7	119,29
ПК-38-4 (котел)	22	70,2	26,7	52,47
ЕП 670/140	60	191,6	72,8	143,07

За по прегледно, резултатите от табл.5. са представени в графичен вид на следващата фиг.3.



Фигура.3. Въглеродни емисии от пуск на котлите в ТЕЦ „Марица Изток 2“ ЕАД

Заклучение

Преминаването от един вид разпалващо гориво (мазут) към друг вид разпалващо гориво (природен газ) на котлите в ТЕЦ „Марица Изток 2“ ЕАД води не само до редуциране на серните емисии и на емисиите от прах, а също така се реализира намаление на емисиите от въглероден диоксид.

Намалението на CO_2 емисиите получени при разпалване на котлите с природен газ е с приблизително 25% по-малко от тези при използване на мазут.

Тук трябва да се обърне внимание и на това, че следствие от замяната на мазута с природен газ, освен екологичния ефект, също от голямо значение е и икономическия ефект – намаляване на разходите за гориво, увеличаване на експлоатационния живот на димните вентилатори, по-малко шлаковане в пещна камера вследствие не доброто изгаряне на мазута и т.н.

Литература

[1] Байкалов Н., Бонев Б., Анализ на пусковите режими на котлите в ТЕЦ „Марица Изток 2“ ЕАД, НК „Енергиен Форум 2016“, Варна 2016

[2] Байкалов Н., Бонев Б., Особенности на пусковите процедури и диаграми за енергийни блокове с котли ПК-38-4 и ЕП 670/140, НК „XXI Научна конференция с международно участие ЕМФ 2016“, Созопол 2016

[3] Байкалов Н., Бонев Б., Анализ на SO_2 емисиите от пусковите режими на котлите в ТЕЦ „Марица Изток 2“ ЕАД, НК „Енергиен Форум 2017“, Варна 2017

[4] Байкалов Н., Бонев Б., Анализ на праховите емисии от пусковите режими на котлите в ТЕЦ „Марица Изток 2“ ЕАД, НК „XXI Научна конференция с международно участие ЕМФ 2017“, Созопол 2017

[5] Тотев Т., Б. Ангелов, Кр. Тодоров, Б. Игнатов, Оценка съдържанието на прах в димните газове при нормална експлоатация на ЕФ на котли изгарящи лигнитни въглища, XIV-та Научна Конференция с международно участие ЕМФ ‘2009, ISSN 1314-5371, 17–20 септември 2009, Созопол, Том 1, стр. 11-16;

[6] Тотев Т., Б. Ангелов, Кр. Тодоров, Б. Игнатов, Оценка съдържанието на прах в димните газове при пускови режими на работа на котли изгарящи лигнитни въглища, XIV-та Научна Конференция с междуна-

родно участие ЕМФ '2009, ISSN 1314-5371, 17–20 септември 2009, Созопол, Том 1, стр. 17-21;

[7] Христов К., Ив. Геновски, „Оценка на икономията на гориво при паротурбинни инсталации за комбинирано производство на основата на симулационно моделиране“, XVIII Научна конференция с международно участие ЕМФ 2013, ISSN 1314-5371, Созопол;

[8] Alexander Grigorov, Exergy efficiency of Bulgarian lignite fired steam boiler P-62 at various load and fuel quality, International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR) (2016) ISSN 2307-4531, Vol.30, No 4, p. 138-146;

[9] Kohl A., Nielsen R., “Gas purification”, Gulf Publishing Company, Nouston, Texas, 1997

Автори

маг. инж. Никола Емилов Байкалов, ТУ-София, катедра „Топлоенергетика и ядрена енергетика“, e-mail: nikola.baykalov@gmail.com

проф. д-р Бончо Иванов Бонев, ТУ-София, катедра „Топлоенергетика и ядрена енергетика“, e-mail: bibonev@tu-sofia.bg