

**Момир Самарцић<sup>1\*</sup>, Здравко Миловановић<sup>2</sup>,  
Фајик Беџић<sup>3</sup>, Драган Јерemiћ<sup>4</sup>,  
Свејлана Думоњић-Миловановић<sup>5</sup>, Јован Шкундрић<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ЗП РиТЕ „Угљевик”, Република Српска, Босна и Херцеговина

<sup>2</sup> Машински факултет, Универзитет у Бањој Луци, Бања Лука,  
Република Српска, Босна и Херцеговина

<sup>3</sup> Машински факултет, Универзитет у Сарајеву, Сарајево,  
Федерација Босне и Херцеговине, Босна и Херцеговина

<sup>4</sup> ЗП РиТЕ „Гацко”, Република Српска, Босна и Херцеговина

<sup>5</sup> Партнер инжењеринг, Бања Лука, Република Српска, Босна и Херцеговина

## **Проблематика великих ложишта парних котлова при сагоријевању угљева ниске калоричне моћи и промјенљивог састава минералног дијела**

Стручни рад  
УДК: 662.65

*С обзиром да у задњих тридесетак година улагања у изградњу нових термо-блокова на простору енергетске заједнице Југоисточне Европе практично и није било, да би се очувала производња енергије све више се планира и реализује ревитализација postoјећих термо-енергетских постројења. Такође, све више су у употреби угљеви ложије квалитета, што захтијева и одређене реконструкције и модернизације postoјећих ложишта парних котлова, с циљем додатно обезбјеђења захтијевано нивоа економичности и ефикасности процеса сагоријевања. У оквиру рада су дефинисани параметри који утичу на процес сагоријевања, као и економичности и поузданости електроукупљивости. Посебно су извојени утицаји који имају физичка и хемијска својства горива и ваздуха, као и конструктивне карактеристике горелника и уређаја за припрему горива. Посебан акценат је дајти и на хомогенизацију квалитета угља током ископавања.*

*Кључне ријечи: електроукупљивост, нискокалорична горива,  
ревитализација, ложишта парних котлова*

### **Увод**

У задњих тридесетак година на просторима Балкана се све мање улаже у изградњу нових термо-блокова, а све више се стари блокови ревитализују у циљу про-

---

\* Одговорни аутор; електронска адреса: samarmo@gmail.com

дужења радног вијека. Због оваког тренда се постојећа ложишта великих котлова ревитализују уз реконструкције и модернизације, како би се обезбиједило што ефикаснији и економичнији процес сагоријевања за угљеве лошијих квалитета и промјенљивог састава. Како се у ложиштима котлова великих енергетских блокова све више сагоријевају нискокалорични мрки угљеви и лигнити промјенљивог квалитета, и с тенденцијом зашљакивања и задрљања огријевних површина котла, то проблематика постојеће концепције ложишта постаје веома утицајна на процес сагоријевања и процесе који се одвијају у ложишту. Параметри који утичу на процесе који се одвијају у ложишту веома су различити и бројни. Уз извјесна упрошћења, они се могу глобално класифицирати у двије основне групације и то: параметре који утичу на процес сагоријевања и параметре који утичу на процесе измјене топлоте зрачењем. У раду ће посебно ова проблематика бити приказана на примјеру ложишта котлова ТЕ „Гацко” и ТЕ „Угљевик”.

**Проблематика која прати процес сагоријевања и измјене топлоте зрачењем са освртом на ложишта котлова ТЕ „Угљевик” и ТЕ „Гацко”**

*Динамика сагоријевања*

Процес сагоријевања угљеног праха у простору је због свога састава сложености од процеса сагоријевања течних и гасовитих горива. Угљени прах садржи угљеник, влагу, минералне материје и знатну количину волатила због којих се сагоријевање чврстих горива разликује од сагоријевања угљеника. Процес сагоријевања угљеног праха у лету је врло сложен, пошто зависи од великог броја међусобно зависних параметара (загријевање горива, паљење и сагоријевање, кретање гасне средине, дифузија кисеоника у пламен, полидисперсност угљеног праха, размјена топлоте између пламена и зидова ложишта и др.) [1]. Приступ при разматрању проблема сагоријевања угљева ложишта Гацко и Угљевик у ложиштима парних котлова блока термоелектране ће бити поједностављен, при чему ће се обухватити најзначајнији фактори који успоравају процес сагоријевања угљеног праха и уз поједностављену њихову квантификацију. Размотрићемо неке од њих, као што су утицај пепела на сагоријевање угљеног праха, утицај квалитета мељаве на процес сагоријевања и утицај шљакајућег својства пепела.

У поједностављеном разматрању, сагоријевање угљеног праха у ложишту посматрамо у три фазе и то: загријавање и паљење честица, сагоријевање волатила и сагоријевање коксног остатка [2]. Фаза загријавања честица и паљења је кратка, а вријеме потребно да се честица загрије и запали може да се одреди на основу једначине [3]:

$$\tau_1 = K_1 \frac{5,3 \cdot 10^{14}}{T^4} \delta_0^{0,8}, \text{ [s]} \quad (1)$$

Волатили се врло брзо издвајају и сагоријевају, а у даљем току процеса сагоријева кокс. С обзиром да волатили сагоријевају врло брзо, а кокс спорије, могу се

временски посматрати раздвојено, иако у стварности кокс и волатили сагоријевају истовремено. Коксни остатак сагоријева такође веома дуго. Вријеме потребно за сагоријевање волатила може да се одреди на основу једначине:

$$\tau_2 = 0,49 \cdot 10^6 K_2 \delta_0^2, \text{ [s]} \quad (2)$$

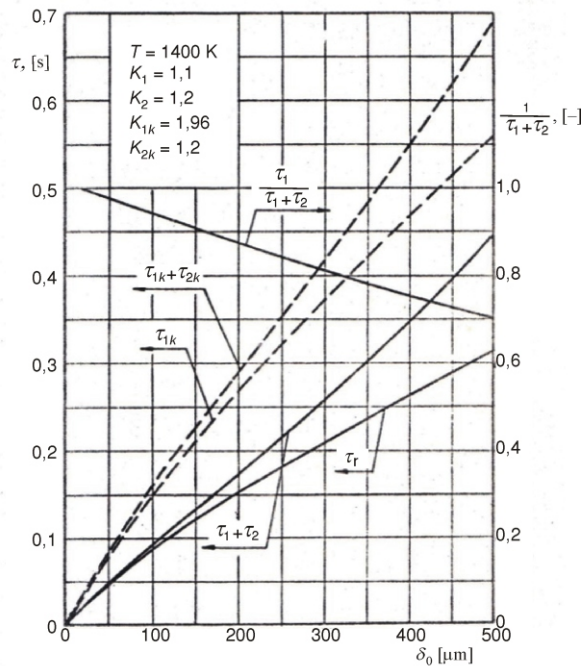
Вријеме потребно за сагоријевање коксног остатка може да се одреди на основу једначине:

$$\tau_3 = 2,21 \cdot 10^8 K_3 \frac{100 (V^S A^S)}{100 V^S} \rho_{\text{ко}} \delta_0^2 \frac{1}{T^{0,9} O_2}, \text{ [s]} \quad (3)$$

гдје су  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$  експериментално одређени коефицијенти и крећу се у распону  $K_1 = 1,0-1,1$ ;  $K_2 = 1,0-1,4$  и  $K_3 = 1,2-2,0$ ;  $T$  – температура пламена у ложишту, [K];  $V^S$  – садржај волатила у сувој маси, [%];  $A^S$  – садржај пепела у сувој маси, [%];  $\rho_{\text{ко}}$  – привидна густоћа коксног остатка, [ $\text{kgm}^{-3}$ ];  $O_2$  – концентрација кисеоника и  $\delta_0$  – почетна димензија честице угљеног праха, [m].

За разматрање ове проблематике вријеме сагоријевања коксног остатка није од значаја. Времена потребно за паљење честица ( $\tau_1$ ) и сагоријевања волатитла ( $\tau_1$ ) угља, приказан су на сл. 1 за честице величине до 0,9 mm. Из дијаграма је видљиво да укупно вријеме ( $\tau_1 + \tau_2$ ) расте готово линеарном карактеристиком, као и да се удио времена до паљења честица у укупном времену смањује са повећањем честица.

За случај сагоријевања угљева лежишта „Угљевик” и „Гацко” од значаја је да се утврди утицај дисоцијације  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$  на вријеме паљења честице и вријеме сагоријевања волатила. Тачно утврђивање овог утицаја је немогуће, али продужење времена паљења волатила се приближно може одредити корекцијом коефицијента  $K_1$ . Ова корекција се може урадити поређењем количина топлоте загријавањем до паљења 1 kg угља који садржи карбонате и 1 kg угља без карбоната:



Слика 1. Приказ времена потребног за паљење честица ( $\tau_1$ ) и сагоријевање волатила ( $\tau_2$ ) угља за честице величине до 0,9 mm

$$\frac{K_{1k}}{K_1} = \frac{ct}{ct} = 1 = \frac{q_d}{ct} \quad (4)$$

из једн. (4) слиједи да је:

$$K_{1k} = K_1 = 1 = \frac{q_d}{ct} = K_1 = 1 = \frac{40,6}{c} \frac{(\text{CO}_2)_k^r}{t} \quad (5)$$

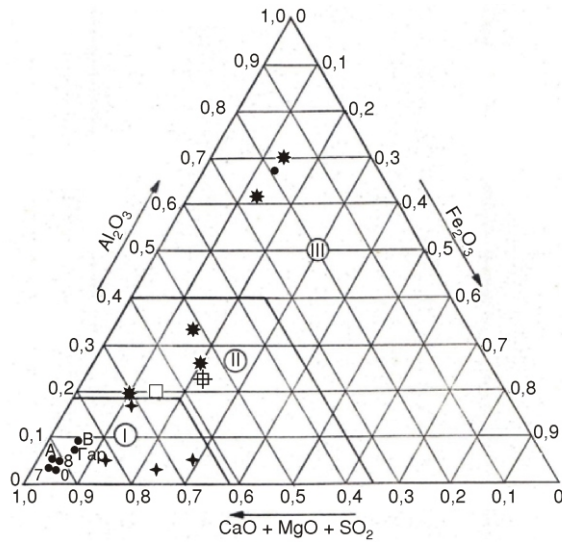
гдје су  $q_d$  топлота дисоцијације карбоната, [ $\text{kJkg}^{-1}$ ];  $c$  – средња специфична топлота суве масе угља, [ $\text{kJkg}^{-1}$ ];  $t$  – температура паљења волатила, [ $^{\circ}\text{C}$ ]; и  $(\text{CO}_2)_k^r$  – садржај угљендиоксида у карбонатима.

На основу једн. (5), за вриједности угљева на коповима РиТЕ „Гацко” и РиТЕ „Угљевик” те поједностављеног разматрања, може се констатовати да је припремно вријеме, тј. вријеме кашњења паљења честица доста дуго и износи [4, 5]:

- за лигнит из Гацка  $\tau_{1k} = 1,785 \tau_1$ , и
- за мрки угаљ из Угљевика  $\tau_{1k} = 1,565 \tau_1$ .

Мјере које би довеле до скраћивања фаза процеса сагоријевања и пратећих времена фаза обухватају повећање финоће мељаве у вентилаторским млиновима (смањује димензије честица угљене прашине и сегрегацију карбоната у пепелу угља, јер су честице сагорљиве масе угља одвојене од тзв. секундарног пепела), као и повишење температура у зони сагоријевања угљеног праха. Утицај квалитета мељаве на процес сагоријевања у ложном простору парног котла је физички логичан и принци-

пијелно јасан. Код веома ситних честица испарљиве материје и угљен-моноксид, који се ствара при сагоријевању кокса, сагоријевају у простору, док код већих честица обе компоненте сагоријевају у граничној опни. Стабилизација пламена у процесу сагоријевања се врши враћањем врелих продуката у корен пламена. За горива са малим учешћем волатила, аеросмјеша и секундарни ваздух се морају загријати што више како би се волатили запалили и убрзала реакција на површини честице. Враћање продуката у коријен пламена смањује концентрацију сагорљивих материја и кисеоника. Ово представља негативну страну овог начина стабилизације.



□ – РиТЕ „Угљевик”; ● – РиТЕ „Гацко”; ★ – ТЕ „Пљевља” (6 узорака)  
 ▲ – ТЕ „Косово” (4 узорка); ■ – ТЕ „Тузла” – блок бр. 5

Слика 2. Приказ неких угљева са простора некадашње СФРЈ у Алтмановом троуглу

Ситне честице горива и волатила сагоре у коријену пламена, при чему се потроши основни дио кисеоника. Температуре честица у том дијелу пламена у коме се запале могу бити знатно веће од температура продуката сагоријевања. Средње и крупније честице сагоријевају у средњој и репној зони пламена, гдје је концентрација кисеоника веома мала ( $O_2$  ). Оне утичу на величину механичког губитка  $q_4$ . У зони сагоријевања ових честица, температуре честица су незнатно веће од температуре гасне средине. За угаљ ложишта „Гацко” овај губитак је повећан и до 4% у односу на пројектне вриједности (2%) [6].

Механизам прљања и зашљакивања грејних површина ложишног простора парног котла је и поред бројних и значајних истраживања недовољно проучен. Садржај  $CaO + MgO + CO_3$  у пепелу је нарочито опасан, јер се пепео са повећањем овог садржаја приближава зони I Алтмановог троугла, која карактерише веома јаку склоност зашљакивања (сл. 2). Зона II има умјерену склоност ка зашљакивању, док у зони III не треба очекивати зашљакивање. Сви испитивани узорци угља са копова у РиТЕ „Гацко” и РиТЕ „Угљевик” се налазе у зони I.

### **Измјена топлоте у ложиштима парних котлова са освртом на ложишта ТЕ „Угљевик” и ТЕ „Гацко”**

*Теоретске основне измјене топлоте  
у ложиштима парних котлова*

До данас се развио велики број метода за топлотни прорачун ложишта. Све развијене методе се заснивају на Штефан-Болцмановом закону размјене топлоте зрачењем, док су остали процеси (мијешање, сагоријевање, итд.), који се одвијају упоредо са зрачењем обухваћени емпиријским факторима, који претежно не одражавају физичку суштину тих процеса. Управо оне зато нису универзалне, па се према томе могу користити за ложишта одређених величина и за ограничени квалитет горива. Недостатак свих метода је у немогућности да обухвате веома значајне процесе који се одвијају у млинском постројењу и горионцима, а који битно утичу на процес сагоријевања и размјену топлоте зрачењем. На параметре процеса измјене топлоте зрачењем највећи утицај имају геометријске карактеристике ложишта и физичке карактеристике граничних површина ложишта.

Код постојећих великих ложишта блокова термоелектрана ове карактеристике су мање-више познате. Геометријске карактеристике ложишта су: конфигурација, размјера и коефицијент екранисања. Ове карактеристике код парних котлова у експлоатацији су одређене и на њих се не може много утицати. Искуства стечена експлоатацијом при испитивањима и подешавањима, могу довести до извјесних знања и позитивних резултата о побољшањима која би се у оквиру капиталних реманата и ревитализацији ложишта могла урадити, а која би довела до извјесних побољшања хемизама у процесу сагоријевања и повећања топлотне ефикасности екранских површина, а самим тим и боље размјене топлоте између грејног и грејаног флуида.

Физичке карактеристике граничних површина ложишта обухватају: зрачење екрана, температуру екранских површина и апсорпциону способност површина.

На услове размјене топлоте зрачењем у ложишту у многоме утичу и наслага пепела које се образују на екранским површинама. Наслаге представљају топлотни отпор до грејног флуида и састоји се из кондуктивног и радијационог дијела. Кондуктивни топлотни отпор одређен је релативним односом дебљине слоја наслага ( $\delta_n$ ) и коефицијента провођења топлоте наслага ( $\lambda_n$ ), тј. вриједи:

$$R_n = \frac{\delta_n}{\lambda_n} \quad (6)$$

Радијационе вриједности отпора се одређује преко апсорпционе способности површине наслага ( $a_n$ ). Као карактеристика укупног топлотног отпора наслага јавља се и коефицијент топлотне ефикасности екранских грејних површина, који се дефинише као однос количине топлоте коју је примила (апсорбовала) екранска површина (примљени топлотни флуks –  $q_{pr}$ ) и количине топлоте која се зрачи на екранске површине (падајући топлотни флуks –  $q_{pad}$ ):

$$\psi_{eq} = \frac{q_{pr}}{q_{pad}} \quad (7)$$

Из једначине топлотног биланса за ложишну запремину добија се израз за примљени топлотни флуks зрачењем:

$$q_{zr} = a_n q_{pad.1} - q_{sz.1} \quad (8)$$

гдје је  $q_{sz}$  топлотни флуks сопственог зрачења:

$$q_{sz} = \varepsilon_n \sigma_0 T \quad (9)$$

Размјена топлоте конвекцијом се дефинише изразом:

$$q_{konv} = \alpha_{konv}(T_2 - T_1) \quad (10)$$

У једн. (9) и (10) уведене су сљедеће ознаке:  $\varepsilon_n$  – степен црноће наслага,  $\sigma_0$  – Штефан-Болцманова константа, и  $\alpha_{konv}$  – коефицијент конвективног прелаза топлоте.

Такође, у оквиру претходних једначина индекси (1) и (2) се односе на површину екрана (цијев без или са наслагама) и на пламен, респективно. Примјеном и анализом претходно датих једначина може се извести утицај величина из једн. (7), (8), (9) и (10), које у њима фигуришу на вриједности израза. Ово је од посебног значаја када се примијени на ложишта парних котлова у експлоатацији, код којих су изражене наслаге пепела на цијевима.

*Анализа измјене топлоте у ложишту парних котлова ТЕ „Угљевик” и ТЕ „Гацко”*

Анализа је обухватила сва досадашња испитивања понашања парних котлова наведених термоелектрана у експлоатацији, са посебним освртом на само ложиш-

те. Испитивања су радили Иинститут за нуклеарне науке „Винча”, Београд, Институт за енергетско машинство Машинског факултета Београд, Подољски Завод „ЗИО” Москва и „Сибкотес”, Новосибирск [5–10]. За анализу су коришћени резултати свих тих испитивања, као и резултати праћења рада у експлоатацији. Анализа обухвата температурно поље ложишта, емитоване (падајуће) топлотне флуkseве, примљене (апсорбоване) топлотне флуkseве и топлотну ефикасност екранских површина (примљени топлотни флуks). Посматрана је расподјела по висини ложишта гдје су вршена и мјерења, и то зоне коте: 4 m, 14 m, 18 m, 21 m, 28,4 m, 46,3 m и 56,9 m.

Температурно поље ложишта код свих испитивања је највеће у зони коте 21 до 29 m, максималне температуре се крећу у распону око 1350 до 1380 °C за ложиште ТЕ „Угљевик” и око 1300 до 1340 °C за ложиште ТЕ „Гацко”. С обзиром на ниво температура и карактеристике горива, не могу се замислити бољи услови за зашљакивање грејних површина ложишта. Предње и задње стране су доста хладније (макс. 1100 °C ТЕ „Гацко” и 1250 °C ТЕ „Угљевик”) од бочних страна, што је диктирано димензијама ложишта, распоредом горионика и организацијом струјања (односи се на исте коте). У зони повратне коморе (кота 56,9 m) температурно поље је доста уједначено и температуре се налазе у распону око 900 до 950 °C за ТЕ „Угљевик” и око 1020 до 1070 °C за ТЕ „Гацко”. За ТЕ „Гацко” температурни ниво је знатно виши од пројектног, што је последица хемијског састава горива (велики садржај карбоната у пепелу).

Падајући топлотни флуks директно зависи од температурског нивоа у котловском ложишту и од испуњености ложишне запремине пламеном. Оба ова утицаја изражавају се преко интензитета емисије пламена (степен црноће пламена). Пошто се ради о сагоријевању угљеног праха у ложишту се образује тзв. полусвијетлећи (мутни) пламен, чије се зрачење састоји од зрачења честица угља (пепела) и троатомних гасова. У самом ложишном простору долази до апсорпције енергије зрачења једног гаса (или честица) од других, што се одражава и на предату топлоту околним зидовима. Зато је падајући топлотни флуks врло важан критеријум процјене услова који погодују настанку наслага различитог типа. Једнострано посматрано, са становишта запрљања грејних површина пожељне су ниже вриједности падајућег топлотног флуksа, што се не може увијек спровести, јер је у супротности са другим захтјевима који се морају задовољити при пројектовању и експлоатацији котловског постројења.

Ситуација са падајућим топлотним флуksевима је слична температурном пољу и за ТЕ „Угљевик” и ТЕ „Гацко”. Падајући топлотни флуksеви ложишта код свих испитивања су највећи у зони горионика (коте 18 до 29 m) и налазе се у распону:

- око 120 до 145 kW/m<sup>2</sup> за предњу и задњу страну и око 150 до 170 kW/m<sup>2</sup> за бочне стране ложишта (ТЕ „Угљевик”), и
- око 120 до 150 kW/m<sup>2</sup> за предњу и задњу страну и око 130 до 180 kW/m<sup>2</sup> за бочне стране за ложиште ТЕ „Гацко”.

За ТЕ „Угљевик” максималне вриједности су на коти 18,05 m по цијелом пресеку ложишта, док за ТЕ „Гацко” те вриједности су на коти 28,6 m. Бочне стране ложишта су више оптерећене од предње и задње стране. То је узроковано геометријом ложишта, распоредом горионика и струјним процесима у ложишту. Са порастом снаге блока се не мијења оптерећеност страна. Највећи топлотни флуksеви на предњој и задњој страни су у зони горионика, између нивоа 14 и 21,05 m за ТЕ „Угљевик”, а

за ТЕ „Гацко” 24,4 и 28,6 т. На бочним странама (лијева и десна страна) област високих вриједности топлотних флукса за ТЕ „Угљевик” је проширена између нивоа 14 и 28,4 т. За ТЕ „Гацко” то проширење је између 20 и 40 т. Област ложишта између нивоа 29 и 47 т за ТЕ „Угљевик” има равномјеран падајући топлотни флуks по свим странама и налази се у распону 60 до 80 kW/m<sup>2</sup>. Област између нивоа 48 до 57 т има благи пад падајућег топлотног флуksа по висини 55 до 75 kW/m<sup>2</sup> (област ширмова и повратне коморе). Област ложишта за ТЕ „Гацко” између нивоа 40 и 57 т има равномјеран падајући топлотни флуks у распону 85 до 100 kW/m<sup>2</sup> по свим странама.

Према прорачуну доње екранске површине треба да на 100%-тној продукцији прегријане свјеже паре примају просјечно око 140 kW/m<sup>2</sup>, средње око 120 kW/m<sup>2</sup> и горње око 70 kW/m<sup>2</sup>. Просјечни топлотни флуks у ложишним грејним површинама је око 100 kW/m<sup>2</sup>. На основу истовременог мјерења падајућег топлотног флуksа и рефлектованих (одбијених) од екранског зида може се одредити примљени топлотни флуks и оцијенити ефикасност екранских површина. Код котлова са просторним ложиштима и ложених спрашеним угљем вриједност овога коефицијента се креће око 0,6 до 0,65. Примљени топлотни флуks може да се одреди и директним мјерењима помоћу флуksметара уграђених на екранским цијевима по нивоима висине ложишта, што је случај са ТЕ „Угљевик”. За анализирание термоелектране, овај коефицијент се налази у распону 0,4 до 0,5 што је веома ниско. Значи да се екранске површине врло брзо прљају после чишћења. То нам потврђују и врло високе температуре у повратној комори код ложишта парног котла ТЕ „Гацко” и ограничене температуре у повратној комори ТЕ „Угљевик”.

## **Закључак**

Бројни параметри, који утичу на процесе који се одвијају у ложишту великих ложишта парних котлова, веома су различити и уз извјесна упрошћења се могу глобално класификовати у двије основне групе: параметре који утичу на процес сагоријевања и параметре који утичу на процесе измјене топлоте зрачењем. Процес сагоријевања угљеног праха у лету код великих ложишта парних котлова је врло сложен и зависи од великог броја међусобно зависних параметара (као што су: загријавање горива, паљење и сагоријевање, кретање гасне средине, дифузија кисеоника у пламен, полидисперсност угљеног праха, размјена топлоте између пламена и зидова ложишта и др.). Фактори који успоравају процес сагоријевања угљеног праха у највећој мјери су пепео у саставу угља, квалитет мељаве и шљакајуће својство пепела, што је у потпуности примијењено код анализа угљева лежишта на ТЕ „Угљевик” и ТЕ „Гацко”. За случај сагоријевања угљева лежишта „Угљевик” и „Гацко” од значаја је да се утврди утицај дисоцијације CaCO<sub>3</sub> и MgCO<sub>3</sub> на вријеме паљења честице и вријеме сагоријевања волатила. При сагоријевању спрашеног угља у простору великих ложишта парних котлова треба тежити што краћим временима фаза загријавања и паљења честица и сагоријевања волатила. Неке од мјера које би довеле до скраћивања времена фаза процеса сагоријевања су: повећање финоће мељаве у вентилаторским млиновима (при чему се смањују димензије честица угљене прашине и врши сегрегација кар-



боната у пепелу угља, јер се честице сагорљиве масе угља одвајају од тзв. секундарног пепела) и повишење температура у зони сагоријевања угљеног праха. На основу садржаја  $\text{CaO} + \text{MgO} + \text{CO}_3$  и његовог повећања у пепелу угљева на ТЕ „Угљевик” и ТЕ „Гацко”, као и датог приказа на сл. 2, може се констатовати да се пепео са повећањем овог садржаја приближава зони I, коју карактерише вема јака склоност зашљакивања.

Како је размјена топлоте у великим ложиштима парних котлова термоелектрана веома сложен процес, потребно је да се при пројектовању и избору ложишта парних котлова за поједине угљеве (због неиспитаности карактеристика и понашања при сагоријевању) избјежи могуће грешке: с обзиром на свој примарни утицај у раду парног котла, препоручује се извођење контролних прорачуна методама које су примјениве за велики број постојећих ложишта и које дозвољавају коришћење рачунара с циљем симулације процеса сагоријевања и рада великих ложишта, који су предмет могуће ревитализације, при чему би се могла искористити и сва позитивна искуства добијена у раду при досадашњој експлоатацији. Анализирајући размјену топлоте у ложиштима парних котлова до реконструкције ТЕ „Угљевик”, као и раније проблеме у раду ТЕ „Гацко”, може се констатовати следеће [5–10]:

- температуре на излазу из ложишта за ТЕ „Гацко” су врло високе и при 80%-тном оптерећењу блока за 70–120 °C веће од пројектне. Због угрожавања материјала вишећих озрачних загријача и материјала конвективног прегријача паре, те јаког запрљања прегријача паре и затрпавања конвективног канала котла, високе излазне температуре представљају један од главних узрока који ограничавају постизање пројектног капацитета. За ложиште парног котла ТЕ „Угљевик” ове температуре су за 50 °C веће од пројектних, али је проблематика јаког запрљања прегријача паре и затрпавања конвективног канала котла присутна, па су излазне температуре и овде дјелимично ограничавајући фактор постизања номиналне снаге;
- степен ефикасности екранских површина је низак, због чега се и јављају високе излазне температуре из ложишта парног котла. Посебно треба истаћи да су предњи и задњи екрански зидови 20% мање топлотно оптерећени, што је последица геометрије ложишта, распореда горионика и организације струјања, при чему су у прорачуну котла све стране равноправно третиране;
- прерасподјела количина топлоте по висини ложишта је неодговарајућа, односно топлотно оптерећење доње и средње зоне за ложиште парног котла ТЕ „Гацко” и горње зоне за ложиште ТЕ „Угљевик” је неодговарајуће. Ове екранске површине су при оптерећењу блока од 300 mW прорачунате на просјечно примљених 142,6 kW/m<sup>2</sup> (доње), односно 121,3 kW/m<sup>2</sup> (средње). Код постојећег стања су доње зоне најмање оптерећене и испод су пројектних вриједности, док су средње знатно више и доста су веће од пројектних (прорачунских) вриједности;
- један дио последица запрљања грејних површина у ложишту парног котла су и неадекватно одабрани пројектни параметри, што се посебно односи на пројектно усвојени примљени топлотни флуks (веома висока вриједност – просјечно 100 kW/m<sup>2</sup>). Ако се у реалним ложиштима из било кога разлога не оствари пројектовани пријем топлоте, као резултат слиједи непостизање планиране продукције парног котла (генератора паре).

### **Литература**

- [1] Гулић, М., Топлотни прорачун котловских ложишта на угљени прах, Грађевинска књига, Београд, 1982.
- [2] Гулић, М., Бркић, Љ., Перуновић, П., Парни котлови, Машински факултет, Универзитет у Београду, Београд, 1991.
- [3] Живановић, Т., Бркић, Љ., Туцаковић, Д., Прорачун постројења за припрему угљеног праха, Машински факултет, Универзитет у Београду, Београд, 2005.
- [4] Бегич, Ф., Анализа топлинских карактеристика ложишта генератора паре с надкритичним параметрима у ТЕ „Гацко”, Магистарски рад, Факултет стројарства и бродоградње, Свеучилиште у Загребу, Загреб, 1990.
- [5] \*\*\*, Анализа прљања грејних површина у ложишту котла ТЕ „Угљевик”, Институт за нуклеарне науке „Борис Кидрич”, Винча, Београд, 1986.
- [6] \*\*\*, Узроци непостизања пројектног капацитета котла ТЕ „Гацко”, Институт за нуклеарне науке „Борис Кидрич”, Винча, Београд, 1985.
- [7] \*\*\*, Анализа рада ложишта и постројења за припрему угљеног праха котла у ТЕ „Гацко” са предлогом мјера за побољшање, Машински факултет, Универзитет у Београду, Београд, 1985.
- [8] \*\*\*, Технички извјештаји испитивања котла ТЕ „Угљевик”, Институт „Котес”, Новосибирск, Русија, 2003. и 2006.
- [9] \*\*\*, Технички извјештај о подешавању и испитивању котла П-64 блока 300 mW ТЕ „Гацко”, ОАО ИК Зиомар, ЗАО Сиббкотес, ЗИО Подолск, Гацко, 2004.
- [10] \*\*\*, Технички извјештај о подешавању и испитивању котла П-64 блока 300 mW ТЕ „Угљевик”, ОАО ИК Зиомар, ЗАО Сиббкотес, ЗИО Подолск, Угљевик, 2006.

**Abstract**

**Large Steam Boiler Furnaces Issues in  
Burning Low Calorific Value and Variable  
Mineral Composition Coals**

by

*Momir SAMARDŽIĆ<sup>1</sup>, Zdravko MILOVANOVIĆ<sup>2</sup>,  
Fajik BEGIĆ<sup>3</sup>, Dragan JEREMIĆ<sup>4</sup>,  
Svetlana DUMONJIĆ-MILOVANOVIĆ<sup>5</sup>, and Jovan ŠKUNDRIĆ<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> TPP “Ugljevik”, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

<sup>2</sup> Faculty of Mechanical Engineering, University of Banja Luka,  
Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

<sup>3</sup> Faculty of Mechanical Engineering, University of Sarajevo, Sarajevo  
Federation Bosnia and Herzegovina, Bosnia and Herzegovina

<sup>4</sup> TPP “Gacko”, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

<sup>5</sup> Partner Engineering, Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

Since in last three decades practically no investments in construction of new thermal blocks on region of Eastern Europe energetic community has been done, in order to preserve energy production, more and more planning and practical implementation in field of revitalization of existing thermal power plant facilities have been carried out. Also, more and more low quality coals are in use, which demands certain reconstructions and modernizations of existing steam boiler furnaces in order to improve and provide demanding level of burning economics and efficiency. Inside this paper, parameters affecting burning process and economics and reliability of power plant exploitation are defined. Special accent was put on influences of physical and chemical properties of fuel and air, as well as construction characteristics of burners and devices for fuel preparation. Special accent was also given to homogenization of coal quality during its digging out process.

*Key words: exploitation, low calorific value fuels, revitalization, steam boiler furnaces*

\* Corresponding author; e-mail: samarmo@gmail.com

Рад примљен: 1. септембра 2010.  
Рад ревидиран: 20. децембра 2010.  
Рад прихваћен: 20. јануара 2011.