

Војин Лазаревић, Сиван Лончар, Миодраг Месаровић
„Енергопроект”, Београд, Србија

Уједначавање квалитета угља за термоелектране

Стручни рад
UDC: 662.33:662.612/.613
BIBLID: 0350-218X, 33 (2007), 1-4, 13–19

Потребна уједначавања (хомогенизације) квалитета угља произилази из чињенице да се у његовој примени у термоелектранама рачуна са његовом уједначеном енергетском вредношћу умесило са масом. Стога сивална промена квалитета угља током експлоатације налаже потребу његове хомогенизације. Ураду су приказани процесу и савремене технологије за сировођење хомогенизације континуалним праћењем појединих параметара квалитета угља уз примену различитих метода савремених анализатора.

Кључне речи: термоелектране, квалитет угља, хомогенизација, континуални анализатори

Увод

Код површинске експлоатације са континуалним начином откопавања угља применом механизације великог капацитета – БТУ (багер–транспортер–утоваривач) и БТО (багер–транспортер–одлагач) системи јавља се проблем прослојака јаловине и до једног метра дебљине. То доводи до потребе селективног откопавања, које би са своје стране имало за последицу пад капацитета. С обзиром на ситуацију да и лошије партије угља треба откопати и извадити, нужна је хомогенизацији квалитета угља, јер са процентуалним повећањем прослојака јаловине у угљу, који некада могу бити врло бројни, долази до драстичног пада квалитета угља који се испоручује. Ради се најчешће о смањењу калоријске вредности угља, које је непожељно са становишта стабилног рада термоелектране.

У таквим случајевима, прибегава се познатим методама и поступцима да би се надокнадила калоријска вредност и додају се течна горива као што су нафта и мазут.

Додавањем нафте и мазута поспешује се сагоревање некавалитетне партије угља и тако се одржава ниво потребне улазне калоријске вредности. Сви ови фактори врло компликују рад термоелектране, што доводи и до непредвиђеног повећања трошкова (утошак нафте и мазута), као и трошкова који се односе на додатно ангажовање радне снаге (измена режима рада термоелектране). Стога расте интерес за примену хомогенизације енергетске вредности угља.

У пракси наше електропривреде се врло често јавља проблем неуједначеног квалитета угља, па је неизбежно прибећи сложеном процесу хомогенизације његовог квалитета. Код нас је за сада примена хомогенизације угља на самом почетку, с обзиром да су до сада експлоатисане углавном количине квалитетног лигнита. Ове количине лигнита нису у већој мери биле праћене непожељним прослојцима јаловине (глине, угљевите глине, песка). Неуједначеност квалитета угља представља велики проблем у функционисању термоелектране, па би његова хомогенизација, односно уједначавање квалитета, поред низа осталих фактора, могла позитивно да утиче на стабилни и континуирани рад термоелектране и њен сложени котловски систем.

Предмет овога рада је хомогенизација угља према његовој калоријској односно енергетској вредности. Треба напоменути да се и код осталих минералних сировина такође врше хомогенизације по разним параметрима (квалитету, чистоћи, садржају појединих компонената, и сл.), тако да многа искуства стечена уједначавањем квалитета других минералних сировина могу бити од користи за хомогенизацију угља. Стога ће и њима овде бити посвећена пажња.

Процес хомогенизације угља

Хомогенизација као веома сложени поступак може да се обавља у три фазе. Прва и најбитнија тј. кључна је фаза у којој се откопава минерална сировина, у овом случају угља. Применом површинске експлоатације угља остварени су врло високи капацитети у поређењу са подземном методом експлоатације, која је углавном селективна. Стога је потребно приступити хомогенизацији угља већ на површинском копу. Ту је само уз повећано ангажовање и будност оператера сложених откопних и транспортних система могуће максимално избегавати прослојке јаловине (у границама које не утичу на пад капацитета), а захватати вертикалним резovima што већи број слојева угља ради уједначавања квалитета.

Друга фаза подразумева свеобухватно испитивање и мерење садржаја непожељних примеса у угљу. То би се у овом случају односило на онлајн мерења, која се касније користе за управљање квалитетом угља у току наредне, треће фазе.

Коначно, трећа фаза хомогенизације се односи на процес прераде угља, његово стокирање и формирање депонија. То је фаза где се у склопу прераде угља приступа процесу уситњавања, дробљења или млевења угља (калибрација). На крају процеса млевења тј. уситњавања угља, обавља се мешање добијеног производа.

Мешање угља обавља се искључиво ради што мањег варирања у квалитету односно енергетској вредности угља. Тако измешан и уситњен угаљ, односно сведен на најпогоднији габарит да би се постигао што бољи ефекат сагоревања, допрема се трачним транспортерима и одлагачима до депонија термоелектране. Систем допреме и разастирања угља на депонијама обавља се у једнаким хоризонталним слојевима, где квалитет мешања зависи у великој мери од оператера – руковаоца одлагача.

Треба имати у виду да су оператеру у сваком моменту већ доступни подаци о квалитету угља који одлаже на депонију, јер је установљено синхронизовано функционисање онлајн анализатора, повезаних са рачунарском јединицом, као и трачних транспортера дробиличног постројења. Поједине врста анализатора су описане у наредном поглављу овога рада.

Захваљујући свим овим претходно извршеним операцијама, оператер може на знатно олакшан начин да уједначава квалитет на целој површини депоније. Као круна свега до сада урађеног, добијамо за данашње услове идеално формирану и максимално хомогенизовану депонију. Поред главне депоније за обезбеђивање континуираног и несметаног рада термоелектране, потребно је имати и „бафер” депонију (сл. 1) са које би се у екстремним и непредвиђеним случајевима наставило снабдевање.

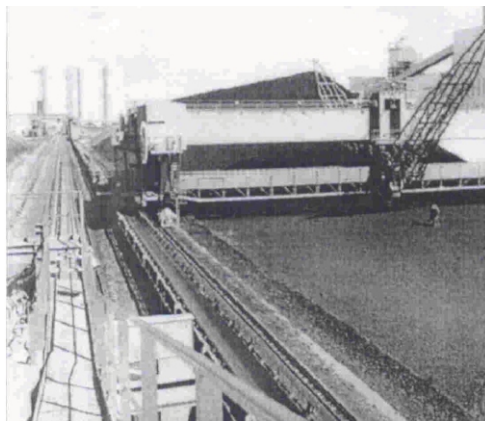
Овако уређен систем депонија главни је предуслов за њихово правилно експлоатисање. Најпогоднија технологија узимања угља са депонија обавља се роторним багерима специјалне конструкције. С обзиром да су депоније формиране од слојева угља различитог квалитета, нужно је правити вертикалне резове, како би корпе захватале угаљ из свих слојева што је још један допринос степену хомогенизације. Све ове мере и уређаји за хомогенизацију имају за циљ уједначавање квалитета угља пре увођења у сложени технолошки процес његове конверзије у термоелектрани и тиме вишестрано редуковање трошкова њене експлоатације.

Анализатори квалитета угља

Данас се у развијеном свету хомогенизација квалитета угља обавља помоћу онлајн анализатора неопходних параметара. Параметри који битно одређују квалитет угља су следећи:

- садржај пепела у угљу (дефинише количину чврстог остатка после процеса сагоревања),
- садржај воде (при ниским вредностима даје мање губитке при испаравању),
- садржај сумпора (уколико је низак лако може да се одстрани из димних гасова, и
- садржај волатила – испарљивих састојака (за добро сагоревање не треба да буде низак).

Сви наведени параметри дефинишу и одређују енергетску вредност угља, која је најважнији показатељ и услов да се испорука угља не обрачунава у масеним јединицама (тонама) као сада, већ у испорученој енергетској вредности угља. За прецизно одређивање енергетске вредности квалитета угља која се испоручује термо-



Слика 1. „Бафер” депонија угља

електрани, потребно је да се систем трачних транспортера опреми онлајн анализатором.

У примени су следеће четири врсте онлајн анализатора (подела је извршена по начину рада):

- радиоактивни (са X-зрацима, са γ -зрацима, или са неутронима),
- микроталасни анализатори,
- ултразвучни анализатори, и
- оптички анализатори.

Адекватном монтажом било ког онлајн анализатора са пратећим хардверско-софтверским пакетом опреме врло успешно се постиже хомогенизација одн. уједначење енергетске вредности угља који улази у термоелектрану. Слика 2. приказује радиоактивни онлајн анализатор, где је извор радиоактивног зрачења лоциран изнад транспортне траке за допрему гранулисаног угља, а детектор испод траке. Тако се континуирано прати и скенира профил транспортованог лигнита на трачном транспортеру. Очитавања се обављају у врло кратким временским интервалима, а тако добијени и очитани подаци преносе се до централне рачунарске јединице за обраду података.

Ову опрему могуће је поставити на трачним транспортерима до ширине транспортне траке од 1600 mm. Брзина кретања траке није ограничење за успешно функционисање система. Очитавања се успешно обављају и код



Слика 2. Радиоактивни онлајн анализатор

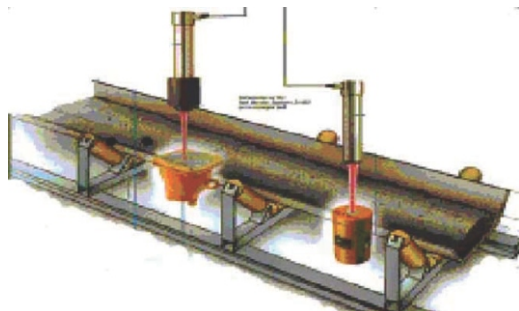
дебљине слоја угља на транспортној траци од 300 mm. Овакав уређај нашао би велику примену и код нас, поготово ефикасну када су површински копови лигнита повезани трачним транспортерима са термоелектранама, што је (код нас) и најчешћи случај.

Сама појава онлајн анализатора датира још од 1982. године када је Аустралијска асоцијација за истраживање минерала комерцијализовала свој први онлајн систем за анализу квалитета угља. Касније су конструисана четири позната модела за анализу садржаја

пепела (1500 Natural Gamma Ash Monitor, 3500 Trough Belt Ash Monitor, 4500 Ash and Moisture Monitor и 9000 SCAS). На сл. 3 је представљен радиоактивни анализатор са γ -зрацима који аутоматски даје резултате о садржају пепела у угљу који се скенира.

На тржишту се јавља велики број врло ефикасних анализатора које развијају и пласирају бројне компаније. Такозвани елементарни *cross belt* анализатор садржаја пепела (ECAtm analyser) анализира пун проток садржаја на трачном транспортеру и обухвата пакет опреме засновану на технологији брзе гама неутронске анализе и користи се већ петнаестак година, сл. 4.

Даљи развој анализатора уз примену модерне технологије мерења довео је до још тачнијих и ефикаснијих решења. Такозвана *PGNAA* технологија се показала



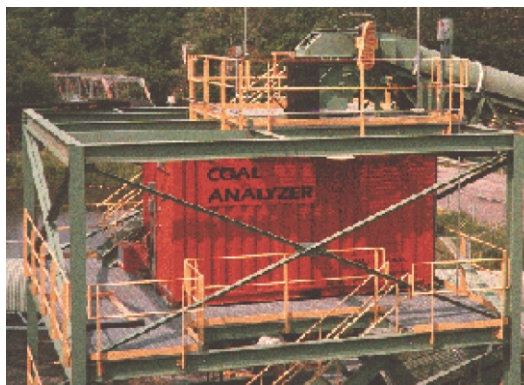
Слика 3. Шематски приказ анализатора са γ -зрацима



Слика 4. Елементарни cross belt анализатор пепела у угљу

бољом како од технолошког решења са γ -зрацима, тако и од других мање софистицираних приступа континуалног мерења садржаја пепела у угљу. Анализатор *1812 C*, производ исте фирме (*Thermo Gamma-Metrics*) је применљив у свим операцијама које захтевају прихват и третман угља и може да узоркује угаљ у количинама од 5 до 100 t/h. Овај уређај сваког минута анализира садржај сумпора, пепела, влаге и енергетску вредност, а тако обрађени подаци могу се слати у процес аутоматске контроле. Уређај се примењује у постројењима за прераду угља, прање угља, сортирање, контролу квалитета за испоруку, као и у контроли емисије гасова из термоелектрана. Пилот модел је произведен 1980. године, сл. 5, до данас је доживео неколико унапређења у циљу постизања високе прецизности, поузданости у раду и прихватљивије цене.

Иста компанија (*Thermo Gamma-Metrics*) је изумела, истражила и произвела своју последњу генерацију *CQM* анализатора квалитета угља (*Coal quality manager analyser – CQMTM*). Овај анализатор је конструисан да испуни строге захтеве система квалитета у постројењима за прераду угља, истоварним местима, терминалима, депонијама, доковима и сл. Уређај пружа комплетну анализу састава и квалитета угља (даје садржај сумпора, пепела, влаге у процентима), његову енергетску вредност и специфину емисију CO_2 ($\text{lbsSO}_2/\text{MBtu}$), као и конзистентност пепела. Прецизним сортирањем могу се постићи значајни економски резултати, с обзиром да се овом методом добија хомоген–конзистентан производ (*CQMTM* анализатор штеди преко



Слика 5. Интегрални анализатор угља *1812 C*

200.000 \$ годишње у односу на претходну генерацију онлајн анализатора). Анализатор је дизајниран да буде најелегантнији од свих произведених онлајн анализатора до данас. Малих је димензија и омогућава да се по потреби може интегрисати са системом за узорковање, сл. 6.



Слика 6. Компактни *SQM™* анализатор

електронским путем враћају на уређаји за мерење количине угља који је на трачном транспортеру. Тако се потребна количина угља испоручује коригована за тежински део негативних пратећих састојака (пепео и влага). Са аспекта потреба термоелектране, примена анализатора омогућује да се добије реална енергетска вредност угља који улази у котловска постројења и тиме много јаснија и употпуњенија слика ефикасности производње електричне енергије и управљања емисијама загађујућих материја у циљу унапређења и заштите животне средине.

Битан показатељ ових позитивних промена је анализа трошкова за инвестиције које су изведене у протеклих пар година у аустралијској компанији *ATSE* (2), која показује да се у већини случајева, инвестиција исплатила после само 3–9 месеци по инсталирању опреме. Како је уочљив даљи тренд пада цена опреме и уређаја везаних за ову област, може се са сигурношћу рачунати са врло брзим враћањем инвестиција уложених у анализаторе и друге системе за хомогенизацију угља.

Закључак

На основу изложеног, неспорно је да је хомогенизација квалитета угља постала неопходност и реалност, с обзиром да су и мониторинг системи за њено спровођење достигли завидан ниво. Исто тако и пратећа опрема ових система се развијала задовољавајућим темпом и пратила нагли, веома интензивни развој и примену детекције у индустрији уопште. Самим тим стекли су се основни предуслови да се и у процесима хомогенизације угља знатно унапређује.

Закључно са периодом јануар/ фебруар 2002. године у свету је било инсталирано око 500 континуалних анализатора квалитета угља. Најсавременији модели тих анализатора дизајнирани, после 2000. године имају могућност скенирања слоја угља на траци дебљине и до 650 mm, што је двострука дебљина у односу на првобитне моделе. Такође су и софтверски пакети максимално усавршени и прилагођени практичним потребама у свакодневној експлоатацији.

Последња генерација ових уређаја омогућава да се очитавани подаци, као што су садржај пепела и воде, аутоматски електронским путем враћају на уређаји за мерење количине угља који је на трачном транспортеру.

Пошто потреба хомогенизације угља у нашој електропривреди постаје све ургентнија, нужно је извршити озбиљне припреме за компетентно пројектовање, избор и уградњу одговарајућих анализатора и других уређаја, подразумевајући да примена ове технологије има вишезначне позитивне ефекте.

Литература

- [1] Millen, M., Cutmore, N., C.S.I.R.O. Australia, *Process Magazine*, Issue 1, 1999
- [2] Sowerby, B. D., A.T.S.E. Australia, FTSE, *ATSE Focus* (2002), 120
- [3] Sikora, T., Sauer, T., Monitoring of Raw Coal, www.emag.katowice.pl
- [4] ***, Port Technology International, Tomorrow's World, <http://apc-online.com>
- [5] Bachmann, D., Elemental Analysis Based on X-Ray Fluorescence Used for On-Line Determination of Steam Coal, *Process Control, BW*, 2003

Abstract

Equalizing the Quality of Coal for Thermal Power Plants

by

*Vojin LAZAREVIĆ, Stevan LONČAR, and
Miodrag MESAROVIC*

Energoprojekt, Belgrade, Serbia

The need to equalise (homogenise) quality of coal comes out from the fact that, when used in thermal power plants, homogenous energy value of coal should be applied instead of its mass. Therefore, constant changes in quality of coal during exploitation makes it necessary to be homogenised. The paper presents procedures and modern technologies applied to perform the homogenisation by a continuous follow-up of certain coal characteristics by the use of modern on-line analysers of different types.

Key words: power plants, coal quality, homogenisation, on-line analysers

Одговорни аутор / Corresponding author (M. Mesarović)
E-mail: mmesarovic@ep-entel.com