

**ASUPRA NOILOR PRINCIPII DE
CONTROL AL CALITATII
CARBUNELUI, DE MINA, DIN
DEPOZITUL MARITSA EST SI
FURNIZAT CATRE COSUMATORII
MAJORI**

**Prof. univ. dr. ing. Tencho Kairakov¹
Ing. Atanas Smilianov²,
Prof. univ. dr. ing. Tsvetan Damyanov²,
Conf. univ. dr. Violeta Ivanova²**

⁽¹⁾ Mina “Maritsa east” – EAD, 6260
Radnevo

⁽²⁾ Universitatea de Minerit si Geologie “St.
Ivan Rilski“, 1700 Sofia

**ON THE NEW PRINCIPLES FOR
CONTROL OF THE QUALITY OF
COAL, MINED AT THE MARITSA
EAST DEPOSIT
AND SUPPLIED TO THE MAJOR
CONSUMERS**

**Prof. PhD. Eng. Tencho Kairakov¹,
Eng. Atanas Smilianov²,
Prof. PhD. Eng. Tsvetan Damyanov²,
Assoc. Prof. PhD. Eng. Violeta Ivanova²**

⁽¹⁾ “Maritsa east” Mines – EAD, 6260
Radnevo

⁽²⁾ University of Mining and Geology “St. Ivan
Rilski“, 1700 Sofia

REZUMAT: Conceptele si principiile au fost descrise, care reprezinta baza pentru a masura calitatea si continutul de cenusa al carbunelui, de la mina “Maritsa East” EAD si furnizat catre principalii consumatori – Centrala Termica 1, Centrala Termica 2, Centrala Termica 3 si fabrica de productie a instalatiilor de brichetare.

Cuvinte cheie: carbune, continut de cenusa al carbunelui, centrala termica, instalatii de brichetare.

Introducere

Carbunele obtinut de la mina “Maritsa East Mines” EAD trebuie sa detina parametrii prestabiliti, deoarece este consumati, de consumatori stabiliti in mod strict– Centrala Termica 1, Centrala Termica 2, Centrala Termica 3 si Fabrica de productie a instalatiilor de brichetare. Cele mentionate mai sus necesita utilizarea hartilor tehnologice, care au fost schitate in stadiul de explorare al carbunelui, pe baza informatiilor de la reseaua de proba a minei.

Monitorizarea si controlul calitatii carbunelui din mina sunt foarte importante. Acest lucru inseamna studierea umiditatii, continutului de cenusa si de sulf, etc.

ABSTRACT: The concepts and principles have been described, which are the basis for measuring the quality and the ash content of coal, mined at the “Maritsa East” EAD and supplied to the main consumers – Thermal Power Plant 1, Thermal Power Plant 2, Thermal Power Plant 3 and the Briquette-manufacturing Plant.

Key words: coal, thermal power plant, ash content of coal, briquette-manufacturing plant.

Introduction

The coal mined at the “Maritsa East Mines” EAD need to possess restrictively preset parameters, because they are consumed by strictly determined consumers – Thermal Power Plant 1, Thermal Power Plant 2, Thermal Power Plant 3 and the Briquette-manufacturing Plant. The above requires the use of technological maps, which have been drafted at the stage of coal exploration based on data from the exploratory borehole network.

Monitoring and control of the quality of mined coal is especially important. That means studying the humidity, the content of ash and sulfur etc. The ash content and

Continutul de cenusa si aportul caloric, sunt de a importanta speciala. Din acest motiv, nu doar planurile tehnologice sunt utilizate, dar si mostrele de teren ce sunt obtinute din acele straturi de carbune de mina, care sunt analizate de laboratoarele autorizate ale minei. Aceasta este o modalitate de a obtine un grad ridicat al preciziei pentru calitatea carbului, ceea ce reprezinta o garantie a functionarii normale a centralelor termice.

In cazuri de urgenta, se intampla ca aceasta calitate a carbului, furnizata catre consumatori, sa nu respecte calitatea solicitata. Acestea sunt cazurile cand centralele termice solicita o furnizare rapida de carbune, cu un anumit continut de cenusa si aport caloric pentru directa alimentare catre boilerele de combustie. In cazurile de mai sus, poate avea loc o furnizare a carbului de o calitate care nu respecta cerintele. Acest lucru poate duce la:

- Acumularea cenusei in cazane, atunci cand carbunele alimentat are o valoare calorimetrica, ridicata;
- Reducerea factorului de eficienta a cazanelor si a generatoarelor de electricitate, atunci cand carbunele furnizat are un aport caloric scazut, ceea ce face ca electricitatea produsa sa fie mai costisitoare.

Activitatea combinata a minelor si a centralelor termice a experimentat cazuri cu consecintele negative de mai sus.

Un pionier in practica de la Minele “Maritsa East” pentru monitorizarea continua a calitatii carbului este mina “Trojanovo 3”, datorita faptului ca metoda de minerit include continuitatea fluxului de carbune, alimentat la Centrala Termica 3. Posibilitatile de a avea un efect asupra parametrilor de calitate la mina, au fost intensificate de catre solutiile inventive, de inginerie, si anume punerea in functiune a procesului concasoarelor si a instalatiilor de prelevare a mostrelor.

Furnizarea carbului catre alti consumatori – Centrala Termica 1, Centrala Termica 2 si Fabrica de productie a

related calorificity are of special importance. For that reason not only the technological maps are used, but also field samples are obtained from the respective mined coal seams, which are analyzed at the authorized laboratories of the mines. That is the approach for achieving an acceptably high rate of precision of the quality of coal, which is a guarantee for the normal operation of the power plants.

Under conditions of emergencies, it happens that the quality coal, supplied to the consumers, does not comply with the required quality. Those are cases, when the power plants request urgent supply of coal of given ash content and calorificity for direct feeding to the combustion boilers. In the above cases the supply of coal of qualities, which does not comply with the requirements, may happen. This may bring to:

- Accumulation of slag in the boilers, when the fed coal have higher calorificity;
- Reduction of the efficiency factor of the boilers and power generators, when the supplied coal has lower calorificity, which makes the produced electrical power more expensive.

The joint work of the mines and the power plants has experienced cases with the above negative consequences.

A pioneer in the practice of “Maritsa East Mines” for continuous monitoring of the coal quality is the “Trojanovo 3” mine, because the method of mining at that mine includes continuity of the flow of coal, fed to the Thermal Power Plant 3. The opportunities for exercising an effect on the quality parameters at the mine have been significantly enhanced by inventive engineering solutions, namely putting into operation of the process of crushing machines and sample-taking installations.

Supply of coal to the other consumers – Thermal Power Plant 1, Thermal Power Plant 2 and Briquette-manufacturing Plant is performed in cycles by railway transport. For

instalatiilor de brichetare este realizata prin cicluri de transporturi de cale ferata. Din acest motiv, minele “Trojanovo 1” si “Trojanovo sever” necesita verificari in ceea ce priveste solutiile tehnice si tehnologice, inovative, pentru a monitoriza si controla calitatea carbunelui furnizat. Ca rezultat, metodele, schemele si sistemele au fost deja dezvoltate nu doar pentru a demonstra calitatea carbunelui furnizat dar si continua monitorizare a procesului de excavatie si furnizare a carbunelui de la fiecare dintre excavatoare.

Principiile pentru monitorizarea si controlul calitatii carbunelui la minele “Maritsa East” EAD sunt similar cu principiile adoptate la alte mine, actionate prin metode de minerit, subterane sau exploatare la zi [1, 2, 3, 4, 5].

Concepte si principii ale sistemului automat de masurare a continutului de cenusa si a cantitatii de carbune, aplicate la depozitul de carbune maritsa-east [6]

Din teorie, se stie, ca cea mai buna decizie pentru a emite o determinare destul de exacta, “in direct”, a continutului de cenusa pe banda transportoare este obtinuta prin iradierea simultana cu doua tipuri de energie. Acesta este modul de a obtine eliminare maxima a parametrilor fizici, variabili si compozitia chimica a materialului de pe banda. Principiul de masurare se bazeaza pe legea atenuarii iradiatiei γ , la transmiterea prin diverse metode:

$$I = I_0 e^{-\mu(E_\gamma, Z)\rho(Z)d}$$

(1)

unde: I reprezinta intensitatea transmisiei prin intermediul iradierii; I_0 reprezinta intensitatea iradierii printr-un agent gol; $\rho(Z)$ – greutatea relativa a agentului; d – grosimea stratului, cm; $\mu(E_\gamma, Z)$ – index, caracterizarea atenuarii

that reason the mines “Trojanovo 1” mine and “Trojanovo sever” mine required investigations for principally innovative technical and technological solutions for monitoring and control of the quality of supplied coal. As a result methods, schemes and systems have already been developed not only to prove the quality of supplied coal but also for continuous monitoring of the processes of excavation and supply of coal from each one of the excavators.

The principles for monitoring and control of the quality of coal at the “Maritsa East mines” EAD are analogical to the principles adopted at other mines, operated under underground or opencast mining methods [1, 2, 3, 4, 5].

Concepts and principles of the automated system for measuring the ash content and coal quantity, applied at the maritsa-east coal deposit [6]

It is well known from theory that the optimum decision of the issue of precise enough “on line” determination of the ash content on the conveyer belt is achieved by simultaneous radiating by two different types of energies. This is the approach for achieving the maximum elimination of the variable physical parameters and chemical composition of material on the belt. The principle of measuring is based on the law for attenuation of γ -radiation when being transmitted through a certain media:

$$I = I_0 e^{-\mu(E_\gamma, Z)\rho(Z)d}$$

(1)

where: I is the intensity of transmitted through the media radiation; I_0 – intensity of radiation through an empty medium; $\rho(Z)$ – relative weight of the medium, g/cm³; d – thickness of the layer, cm; $\mu(E_\gamma, Z)$ – index, characterizing the attenuation of γ -radiation due to a certain medium in dependence of its

iradierii γ datorita unui anumit agent – iradiere datorita unui anumit agent in legatura cu iradierea acestuia, cm^2/g .

Urmatoarea expresie este obtinuta dupa analizarea logaritmului ecuatiei de mai sus (2):

$$\ln(I_0) - \ln(I) = \mu(E_\gamma, Z)\rho(Z)d \quad (2)$$

Ecuatia (2) exprima amortizarea iradierii, transmisa printr-un anumit agent. Este proportionala cu cantitatea de carbune de pe banda, care este exprimata in kg/cm^2 . Ecuatie (2) ofera o varianta de calcul al cantitatii continue, de material (a se citi t/h), i.e. prima functie a dispozitivului este “curea-greutate”.

Utilizarea a doi izotopi diferiti cu doua energii de iradiere, diferite, este determinata de posibilitatea de a exprima raportul celor doua iradieri, in conformitate cu expresia (2) intr-o expresie, in cadrul careia, greutatea si grosimea stratului, lipsesc (datorita reducerii matematice) - expresia (3). Acest lucru se intampla deoarece cele doua iradieri sunt co-axiale si sunt transmise prin acelasi material, in acelasi fel (fig. 1).

radiation, cm^2/g .

The following expression is achieved further to taking the logarithm of the above equation (2):

$$\ln(I_0) - \ln(I) = \mu(E_\gamma, Z)\rho(Z)d$$

The equation (2) expresses the attenuation of radiation, transmitted through the certain medium. It is proportional to the quantity of coal on the belt, expressed in kg/cm^2 . The equation (2) provides an option for calculating the continuous quantity of material, going on the belt (read in t/h), i.e. the first function of the device is a “belt-weight”.

The use of two different isotopes of two different energies of radiation is determined by the opportunity of expressing the ratio of the two radiations, according to expression (2) into an expression, in which the relative weight and the thickness of the layer are missing (because of the mathematical reduction) – the expression (3). This is because the two radiations are co-axial and are transmitted through absolutely the same material through the same way (fig. 1).

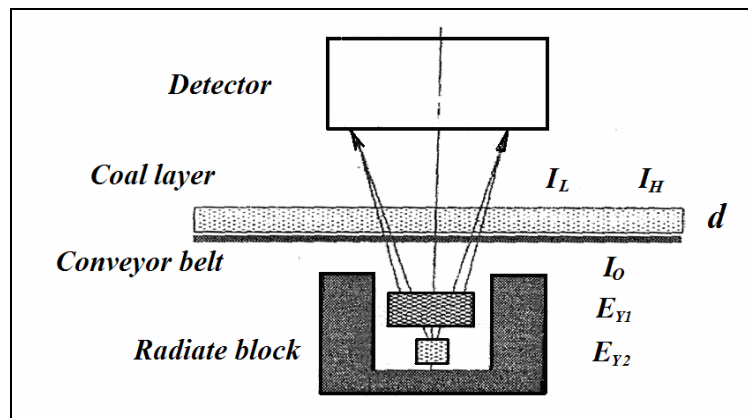


Fig.1. Schema metodei de iradiere prin doua surse diferite / Scheme of the method of radiation by two different sources

$$R = \frac{\ln(I_L)^I - \ln(I_L)^{II}}{\ln(I_H)^I - \ln(I_H)^{II}} = \frac{\mu_L}{\mu_H} = f(Z_{eff}) \quad R = \frac{\ln(I_L)^I - \ln(I_L)^{II}}{\ln(I_H)^I - \ln(I_H)^{II}} = \frac{\mu_L}{\mu_H} = f(Z_{eff})$$

(3)

Parametrul pentru determinarea continutului de cenusa este raportul R intre amortizarea energiei (L) si a celei ridicate (H). Efectul cantitatii si densitatii a fost eliminate in parametru si este obtinut doar dependenta numarului atomic, efectiv.

Carbunele este un agent care este realizat din doua faze de diferite greutati – inflamabil (hidrocarbon) cu $Z_{\text{eff}} \square 6$, si inflamabil (nisipuri, argila, carbonat, oxid de carbon si alte materiale) cu $Z_{\text{eff}} \square 12$. Cresterea continutului de cenusa reprezinta cresterea fazei minerale sau inflamabile si invers, ex. Z_{eff} si R, sunt proportionale cu continutul de cenusa.

In acelasi timp, exista un numar de factori negativi:

- **Compozitie chimica variabila a carbunelui** – diferentele considerabile in cadrul compozitiei fazei minerale a carbunelui poate duce la unul si acelasi Z_{eff} pentru carbune cu un continut diferit de cenusa si invers;
- **Compozitia chimica variabila a carbunelui** – diferentele semnificative in ceea ce reprezinta marimea si umiditatea pot duce la greseli serioade, in cazul in care nu este aplicata nicio metoda pentru masurarea sau citirea lor;
- **Caracter statistic al interactiunii razelor gamma cu substanta.**

Atat la agentul care face obiectul masuratorilor (carbunele) cat si agentul de inregistrare (detector, care transforma totalul gamma in puls electric) interactiunea totalului gamma cu substanta are un caracter aleator (statistic). In cazul studiat, calcularea impulsurilor electrice este mentionata mai sus, care sunt generate de procesele statistice, ex. numarul de impulsuri trebuie sa fie destul de mare pentru a obtine un rezultat de incredere. In fiecare analiza spectrala, ca o regula, acest aspect este invins de cresterea timpului de masurare si/ sau prin cresterea intensitatii iradiatiei masurate. In acest punct,

(3)

The parameter for determining the ash content is the ratio R between the attenuation of the low (L) and the high (H) energy. The effect of quantity and density has been eliminated in the parameter and a dependence of only the effective atomic number is achieved.

The coal is a medium consisting of two phases of different weights – flammable (hydrocarbons) with $Z_{\text{eff}} \square 6$, and inflammable (sands, clay, carbonates, iron oxides and other materials) with $Z_{\text{eff}} \square 12$. The increase of the ash content means increase of the mineral or inflammable phase and vice versa, i.e. Z_{eff} and R, respectively, are proportional to the ash content.

In the same time there are a number of negatively effecting factors:

- **Variable chemical composition of the coal** – the great differences in the chemical composition of the mineral phase of coal may bring to one and the same Z_{eff} for coal with different ash content and vice versa;
- **Variable physical composition of the coal** – significant variations in size and humidity may bring to serious errors if no method is applied for their measuring or reading;
- **Statistical character of the interaction of the gamma-rays with the substance.**

Both in the medium, subject to measurement (the coal) and the medium of registration (the detector, which converts the gamma quanta into electrical pulses) the interaction of gamma quanta with the substance has a random (statistical character). In the studied case the counting of electrical impulses is referred, which are generated as a result of statistical processes, i.e. the number of impulses has to be high enough in order to obtain a reliable result. In each spectral analysis, as a rule, this issue is overcome by increasing the time of measuring and/or by increasing the intensity of the measured

sunt valabile doua limite ale principiilor – intensitatea iradiatiei nu poate sa creasca prea mult datorita cerintelor de sanatate si siguranta si costurilor limita, iar perioada de masurare este limitata, de asemenea, datorita tipului de dependenta, logaritmica (1).

Acest lucru inseamna ca daca un agent imobil este masurat, problema de mai sus nu va exista. Insa, obiectul de masurare este positionat pe o banda transportoare, in continua miscare. Ca un rezultat al modificarii continue a grosimii stratului de carbune, intensitatea iradierii se modifica si integrarea cu timpul de intensitati diferite si preluarea logaritmilor nu va oferi rezultate de incredere, deoarece rezultatul va fi diferit de suma logaritmilor, lucru care reiese din figura 2.

radiation. At this point two principle limits are valid – the intensity of radiation may not be increased too much because for the health and safety requirements and the cost limits, and the time of measuring is also limited due to the logarithmic type of the dependence (1). That means that if an immovable medium is measured the above problem will not exist. However, the object of measurement is positioned on a continuously moving transportation belt. As a result of the continuous change of the thickness of the layer of coal, the intensity of radiation changes and the integration with time of significantly varied intensities and further taking the logarithm will not provide reliable results, because the result will be different from the amount of their logarithms, which is evident from figure 2.

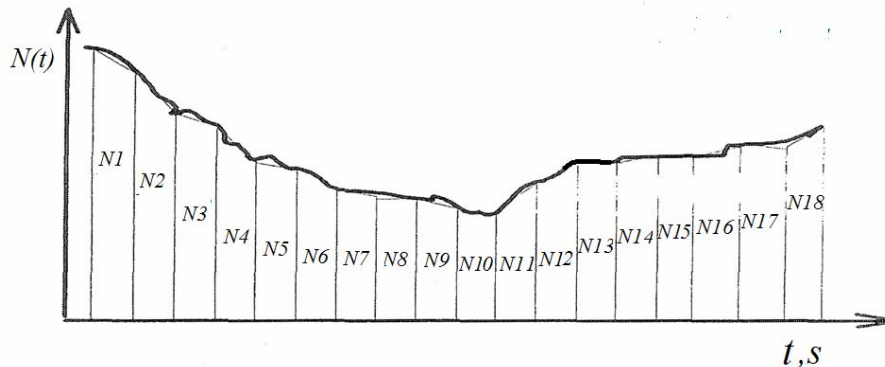


Fig. 2. Prezentarea informatiilor obtinute in procesul de masurare prin metoda iradierii cu doua energii diferite / Illustration of data acquired in the process of measuring by the method of radiating by two different energies

Astfel, inegalitatea (4) intra in vigoare, lucru care este inadmisibil in realitate.

Thus the inequality (4) comes into force, which is inadmissible in the reality.

$$\sum \ln N_i \neq \ln \sum N_i$$

(4)

$$\sum \ln N_i \neq \ln \sum N_i$$

(4)

De aceea, din punctul de vedere al algebrei, este recomandata scurtarea perioadei de masurare, la maximum, insa, din punctul de vedere al statisticii – extinderea acestuia la maxim. Gasirea compromisului din contradictia mentionata mai sus este unul

Therefore, from a point of view of the algebra, it is advisable to shorten the time of measurement to the maximum, however, from a point of view of the statistics – to extend it to the maximum. Finding the compromise in the above contradiction is one of the most important and meaningful points in the

dintre cele mai importante și semnificative puncte în aplicarea contorului de cenusa radio-izotop:

- Dependenta de raspunsul sistemului ca un intreg la modificarea conditiilor agentului – variații ale vremii, probleme electrice și electromagnetice etc.

În structura dispozitivelor, aplicate minelor “Maritsa –East”, aspectele de mai sus sunt decise în cel mai bun sens. Acest lucru este datorat convertizorului analog-digital, rapid, care permite acumularea și procesarea întregului spectru al iradiatiilor transmise, dar și o metodă pentru analiza și calibrarea spectrului și software-ul respectiv.

Fig. 3 prezintă schema – bloc a unui astfel de contor cenusa:

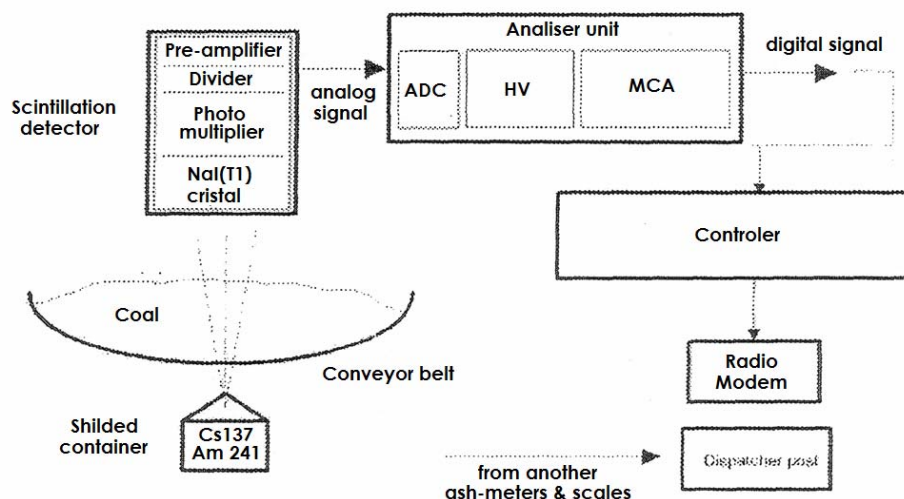


Fig. 3 Principiul schema bloc contro cenusa, aplicat la minele “Maritsa East Mines” EAD / Principle block scheme of the ash-meter, applied at the “Maritsa East Mines” EAD

Surse de iradiere

Ambele surse de ionizare a iradierii – izotop Americiu – 241 cu o energie de γ - iradiatie 59,6 keV și cesiu-137 – cu 661 keV – sunt localizate în blocul emitor care se afla sub banda transportoare. Un container de plum ofera protecție împotriva iradierii, în toate direcțiile, în afara conului de iradiere, invers, cu un unghi de $\square 6^\circ$. În blocul emitor nu există spațiu de protecție, care să ofere protecție completă în toate direcțiile pe durata condițiilor de inactivitate (transport,

application of radio-isotope ash-meters:

- Dependence of the response of the system as a whole to the changing conditions of medium – weather variations, electrical and electromagnetic disturbances etc.

În structura dispozitivelor, aplicate minelor “Maritsa –East” aspectele de mai sus sunt decise la optimum. Acest lucru este datorat convertizorului analog-digital, rapid, care permite acumularea și procesarea întregului spectru al iradiatiilor transmise, dar și o metodă pentru analiza și calibrarea spectrului și software-ul respectiv.

Fig. 3 shows the block-scheme of such ash-meter:

Sources of radiation

Both sources of ionizing radiation – the isotopes Americium-241 with an energy of the γ -radiation 59,6 keV and cesium-137 – with 661 keV - are located in the emitting block beneath the conveyor belt. A lead container provides radiation protection in all the directions outside vertically directed inverse cone of radiation with a body angle $\square 6^\circ$. In the emitting block there is shielded case, which provides complete safety in all the directions during the non-working conditions

asamblare, reparatie si sedere). Structura blocului garanteaza ca nu depaseste dozele echivalente, maxime, si actionarea de incredere.

Inregistrarea iradiatiilor transmise

Blocul de detectare, care contine detectorul de scanteiere, este positionat deasupra benzii transportoare, co-axiale, cu capatul de iradiatie. Detectorul de scanteiere, detecteaza, in mod simultan, iradiatie ambelor surse.

Detectorul de scanteiere (examinare) este realizat dintr-o unitate de scanteiere, reprezentata de non-cristal de NaI (T1) cu diametru si с диаметър o inaltime de 80 mm, si un multiplicator foto-electric (PEM), instalat in spatele cristalului. Cristalul de scanteiere absoarbe totalul gamma si emite, scanteiere de intensitate, proportionala cu energia totalului gamma care a fost absorbit.

Determinarea multiplicatorului fotoelectric selectat, facand referire la energia Cs-137 ($E_\gamma = 661 \text{ keV}$) este 7%. Geometria iradiatiei ofera intensitatea totala in detector, care este, aproximativ, de ordinul $n \times 10^5 \text{ imp/s}$, obtinut de izotop pentru o banda transportoare, goala.

Inregistrarea spectrului gamma, complet

Inregistrarea este cea mai importanta inovatie si cel mai mare avantaj, respectiv, al instrumentului comparat cu instrumente similare. Convertizorul analog-digital, dezvoltat rapid, permite acumularea si procesarea spectrului γ , care este complet si de incredere, in scurte perioade de timp (de exemplu 1 s), care urmeaza rapid, unul dupa altul. Convertizorul analog-digital (ADC) transforma spectrul acumulat in procesor si imediat incepe acumularea urmatorului. Intre timp, procesorul realizeaza un numar de proceduri matematice referitoare la procesarea spectrului si la obtinerea de informatii utile, in ceea ce priveste calitatea materialului.

In fig. 4, este prezentat spectrul γ – al

(transportation, assembly, repair and stay). The structure of the block guarantees not exceeding the maximum allowed equivalent doses and a reliable operation.

Registration of transmitted radiation

The detecting block, containing the scintillation detector is positioned above the conveyer belt, co-axially with the radiation head. The scintillation detector detects simultaneously the radiation of both sources.

The scintillation detector (probe) consists of a scintillating unit, represented by mono-crystal of NaI (T1) with a diameter and с диаметър a height of 80 mm, and a photo-electrical multiplier (PEM), installed behind the crystal. The scintillating crystal adsorbs the gamma-quanta and emits, respectively, scintillations of intensity, proportional to the energy of absorbed gamma-quanta.

The determination of the selected photoelectrical multiplier with regard the energy of the Cs-137 ($E_\gamma = 661 \text{ keV}$) is 7%. The geometry of radiation provides the total intensity in the detector approximately of the order of $n \times 10^5 \text{ imp/s}$, obtained by the isotope for an empty conveyer belt.

Registration of the complete gamma spectrum

That registration is the most important innovation and the greatest advantage, respectively, of the instrument compared to the similar instruments. The developed fast analogous-digital converter allows the accumulation and processing of statistically reliable complete γ -spectrum within short periods of time (for example 1 s), which continuously follow one after the other. The analogous-digital converter (ADC) converts the accumulated spectrum in the processor and immediately commences the accumulation of the next one. In the mean time the processor performs a number of mathematical procedures related to the processing of the spectrum and acquiring useful information about the quality of the material.

In fig. 4 the γ -spectrum of the

irradiatiilor transmise. Cinci domenii tipice au fost utilizate pentru a obtine informatiile necesare.

transmitted radiation is shown. Five typical domains have been used for acquiring the required information.

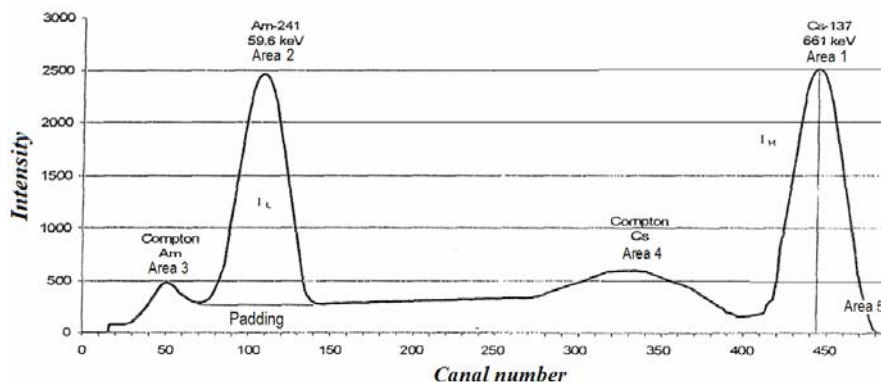


Fig. 4. Un spectru γ , complet, de radiatii transmise / Complete γ -spectrum of transmitted radiation

Primul camp este varful de cesiu (661 keV). Este aplicat pentru a stabili functionarea intregului sistem. Numarul canalului, unde trebuie localizat centrul acestui varf, a fost fixat in avans si daca localizarea curentului acestuia este diferita de locatia stabilita anterior, este restabilita printr-o modificare a tensiunii ridicate, alimentarea unitatii de scanteiere. Zona integrala a acestui camp este folosita pentru a determina cantitatea de carbune de pe banda transportoare.

Al doilea camp este varful de americiu. Este un purtator esential, de informatii, in ceea ce priveste continutul de cenusa al fluxului de carbune. Zonele celor doua varfuri in cazul unei benzi transportoare, goale (I_{L0} si I_{H0}) si incarcate (I_L si I_H) sunt parametrii esentiali, care, in conformitate cu ecuatia (1) sunt utilizati pentru a calcula caracteristicile de mai sus. Cresterea semnificativa a sensibilitatii masuratorii este obtinuta datorita activitatii cu zone „pure” ale varfurilor, ex. asa-numitele „captuseli” sunt extrase, lucru care este cauzat de factori irelevanti in ceea ce priveste valorile masurate, si mai ales, in conditiile unei incarcaturi semnificative a curelei, poate avea o mai mare intensitate decat semnal util.

Alte trei domenii spectrale sunt utilizate pentru a citi compozitia variabila, chimica si

The first domain is the peak of the cesium (661 keV). It is applied for stabilizing the operation of the whole system. The number of the channel, where the centre of this peak should be located, has been fixed in advance and if its current location is different the preset location is restored by a respective modification of the high voltage, feeding the scintillation unit. The integral area of that domain is used for determining the quantity of coal on the conveyer belt.

The second domain is the peak of the americium. It is the substantial carrier of information about the ash content of coal flow. The areas of the two peaks under conditions of an empty conveyer belt (I_{L0} and I_{H0}) and under load (I_L and I_H) are the main parameters, which according to the equation (1) are used for calculating the above characteristic. Significant increase of sensibility of the measurement is achieved due to the work with “pure” areas of the peaks, i.e. the so called “padding” is extracted, which is caused by factors not relevant to the measured values, and especially, under conditions of significant loading of the belt, it may have even higher intensity than the useful signal.

Thee other spectral domains are used for reading the variable chemical and physical

fizica, diferita a carbonului - diseminarea Compton a cesiului și americiului și jumătatea din partea dreaptă a vârfului de cesiu (astfel este citită deformarea acestuia cu referire la tipul Gaussian, teoretic). Algoritmii propuși și modelul matematic, respectiv, sunt utilizate pentru depășirea celor mai serioase obstacole, pentru aplicarea contorului de cenușă radioizotop. Rezultatele obținute sunt de încredere, în ciuda modificărilor originilor, mărimii și altor parametri ai carbonului.

Blocul de detectare

Componenta principală a blocului de detectare este unitatea de scintilație. Aceasta transformă iradiația γ în impulsuri electrice. Transformarea de mai sus este realizată în două faze – totalul gamma este transformat în impulsuri luminoase de către un scintilațor și impulsurile luminoase – în impulsuri de curent, de către un multiplicator fotoelectric.

Scintilațorul este un cristal de NaI (Tl), cu formă cilindrică și care are dimensiunile 80x80 mm. Se află într-o carcasă ermetică, datorită proprietăților higroscopice. Acesta transformă particulele γ în impulsuri luminoase de intensitate proporțională cu energia particulelor și durată de aproximativ 1 μ s.

Una dintre fețele cristalului este sticlă transparentă și multiplicatorul fotoelectric este atașat la acesta. În acesta, lumina (fotoni) aduce emisiile de electroni liberi, care sunt multiplicați de câteva sute de mii de ori și un curent semnificativ, de ordinul μ A este obținut de către anodul multiplicatorului fotoelectric.

Multiplicatorul fotoelectric este alimentat de un voltaj cu o polaritate negativă și o valoare de – 900-1600 V, în funcție de aparatul specific. Acel voltaj se află între anod și catod, însă, prin intermediul unui mecanism de divizare, porțiuni ale acestuia sunt alimentate la electrozii auxiliari, numiți di-nod. Mecanismul de divizare este poziționat pe carcasă multiplicatorului fotoelectric. Curentul de la anod este alimentat la pre-amplificator de aproximativ 200 ori și, în plus, este în conformitate cu o rezistență ridicată a multiplicatorului fotoelectric și cu rezistența

compoziției a carbonului – diseminarea Compton a cesiului și americiului și jumătatea din partea dreaptă a vârfului de cesiu (astfel este citită deformarea acestuia cu referire la tipul Gaussian, teoretic). Algoritmii propuși și modelul matematic sunt utilizate pentru depășirea celor mai serioase obstacole pentru aplicarea contorului de cenușă radioizotop. Rezultatele obținute sunt de încredere, în ciuda modificărilor originilor, mărimii și altor parametri ai carbonului.

Detecting block

The main component of the detecting block is the scintillation unit. It converts the γ -radiation into electrical impulses. The above conversion is performed in two stages – the gamma quanta are converted into light impulses by a scintillator and the light impulses – into current impulses by a photoelectrical multiplier.

The scintillator is a crystal of NaI (Tl) of cylindrical shape and dimensions 80x80 mm. It is encapsulated into a hermetic casing due to its high hygroscopic properties. It converts the γ particles into light impulses of intensity proportional to the energy of the particle and duration of approximately 1 μ s. One of the faces of the crystal is transparent glass and the photoelectrical multiplier is fastened to it. In it the light (photons) brings to the emission of free electrons, which are several hundred thousand times multiplied and significant current of the order of μ A is achieved by the anode of the photoelectrical multiplier.

The photoelectrical multiplier is fed by voltage of negative polarity and a value – 900-1600 V, depending on the specific apparatus. That voltage is between the anode and the cathode, however by means of a resistive divider portions of it are fed to auxiliary electrodes, called di-nodes. The divider is positioned on the casing of the photoelectrical multiplier. The current from the anode is fed to pre-amplifier, which has amplification of about 200 times and in

scazuta, de intrare, a cablului de conectare, co-axial. Pre-amplificatorul este alimentat cu +/- 12 V.

Unitate de analizare

Este realizata dintr-un convertizor analog-digital si un analizor cu multe canale.

Partea analogă a convertizorului analog-digital ca o unitate de formare analogă

Impulsurile unitatii de scanteiere intra in unitatea de formare – analogă. Latimea acestor impulsuri este de aproximativ 1,6 μ s, ceea ce este foarte mult, datorita caracterului stocastic al proceselor (170 000 impulsuri intra timp de 1 secunda, dar sunt distribuite aleatoriu, in timp, ceea ce mareste probabilitatea suprapunerii). Referitor la motivul de mai sus, impulsurile sunt formate prin simpla diferentierea admisiei. Amplitudinea impulsurilor la intrare, dupa formare, este de aproximativ 0 la 1,7 V pentru spatiul de activitate. Aceste impulsuri sunt analize prin intermediul „schemei lui Wilkinson” iar impulsurile dreptunghiulare cu o amplitudine a impulsului de intrare sunt obtinute la iesires din unitate. Principiul “Wilkinson” se bazeaza pe incarcarea unui condensator cu tensiunea de intrare a ousului si cu ulterioara descarcare printr-un generator de curent si timpul debitului defineste latimea pulsului la iesire

Latimea pulsului la evacuare nu depaseste 2,5 μ s, iar perioade de timp pentru a analiza un puls nu depaseste 3,5 μ s.

Intreaga categorie a spectrului este impartita in doua zone – de la 0 la 120 keV si de la 200 la 700 keV. Impulsul de la o zona la alta poate oferi impulsuri egale la evacuare si din acest motiv, a doua zona este indicata printr-un steag special.

Codificator

Partea digitala a convertizorului analog-digital, impreuna cu analizorul cu canale multiple este realizat intr-o unitate, numita codificator. Acesta este realizat din doua unitati

in addition provides compliance of the very high outlet resistance of the photoelectrical multiplier and the low inlet resistance of the connecting co-axial cable. The pre-amplifier is fed with +/- 12 V.

Analyzing unit

It consists of analogous-digital converter and a multi-channel analyzer.

The analogous part of the analogous-digital converter as an analogous forming unit

The impulses of scintillation unit enter into the analogous-forming unit. The width of those impulses is about 1,6 μ s, which is very high due to the stochastic character of the processes (170 000 impulses enter for 1 sec. but randomly distributed with time, which enhanced the probability of overlapping). With regard the above reason, the impulses are formed by single differentiation at the inlet. The amplitudes of the inlet impulses, after the formation, are about 0 to 1,7 V for the working range. Those impulses are analyzed by means of the “scheme of Wilkinson” and rectangular pulses of amplitude 5 V and duration, proportional to the amplitude of the inlet pulse are obtained at the outlet of the unit. The principle “Wilkinson” is based on the charging of a capacitor to the inlet voltage of the pulse and further discharging through a generator of current and the time for discharge defines the width of the outlet pulse.

The width of the outlet pulse does not exceed 2,5 μ s, and the time for analyzing one pulse does not exceed 3,5 μ s.

The whole range of the spectrum is divided into two zones – from 0 to 120 keV and from 200 to 700 keV. Pulse from the one or the other zone may provide equal width at the outlet and for that reason the second zone is indicated with a special flag.

Coder

The digital part of the analogous-digital converter together with the multi-channel

CPLD și DSP.

CPLD reprezintă partea indivizibilă a sistemului “Wilkinson”. Scopul acestuia este acela de a transforma intervale de timp din unitatea analogă de formare într-un cod digital. Cele menționate mai sus sunt obținute prin următoarea modalitate – numerotarea cu un generator cuart ce are o frecvență de 100 MHz, este permisă în acest interval. Sfârșitul intervalului interzice numerotarea și numărul obținut este codul, care reprezintă adresa celulei de memorie, numerotarea careia trebuie să fie marcată cu 1.

DSP reprezintă un sistem de procesare multiplă, în care este format spectrul. CPLD și DSP sunt unite într-un singur panou. Întregul spectru este împărțit în 512 canale.

Steagul pentru a doua zonă adaugă un registru major al codului și astfel, a doua zonă apare de la canalul 256 la 512. Astfel cele două analizoare ale spectrului sunt unite într-unul și este obținut un spectru uniform.

Furnizare voltaj ridicat

Furnizează voltaj la unitatea de scateiere. Este absolut necesar să poată fi reglat, datorită faptului că amplificatorul multiplicatorului fotoelectric depinde de acel voltaj.

Un generator sinusoidal este aplicat pentru a obține voltajul ridicat, în vederea evitării introducerii zgomotelor, tipic pentru generatorul de pulsuri.

Reglarea este realizată prin intermediul unui DAC incorporat. Codul, care corespunde unei anumite valori a voltajului este pregătită de către DSP, ulterior unei comenzi realizate de către computerul care controlează. Voltajul ridicat poate fi controlat prin intermediul unui grad de 0,5 V. Valoarea specifică și gradul sunt oferite de un computer de controlare, cu ajutorul parametrilor, incorporat într-o fișă, tipic pentru fiecare sistem.

Algoritmi semnificativi analizează localizarea varfurilor și modifică voltajul ridicat astfel încât aceste varfuri să rămână în zona de interes.

Furnizarea curentului oferă un curent de

analizator este produs într-un bloc, numit codator. Este compus din două blocuri – CPLD și DSP.

În **CPLD** este reprezentată o parte indivizibilă din sistemul “Wilkinson”. Scopul este de a transforma intervalele de timp din unitatea analogă de formare într-un cod digital. Acest lucru este realizat prin următoarea abordare – numărarea cu un generator de cuarț ce are o frecvență de 100 MHz, este permisă în acest interval. Sfârșitul intervalului interzice numărarea și numărul obținut este codul, care reprezintă adresa celulei de memorie, conținutul căreia trebuie să fie mărit cu 1.

În **DSP** este reprezentat un sistem de procesare multiplă, în care este format spectrul.

CPLD și DSP sunt unite într-un panou. Întregul spectru este împărțit în 512 canale. Pentru a doua zonă este adăugată un registru major al codului și astfel, a doua zonă apare de la canalul 256 la 512. Astfel cele două analizoare ale spectrului sunt unite într-unul și este obținut un spectru uniform.

High voltage supply

Furnizează voltaj la unitatea de scateiere. Este absolut necesar să poată fi reglat, datorită faptului că amplificatorul multiplicatorului fotoelectric depinde de acel voltaj.

Un generator sinusoidal este aplicat pentru a obține voltajul ridicat, în vederea evitării introducerii zgomotelor, tipic pentru generatorul de pulsuri.

Reglarea este realizată prin intermediul unui DAC incorporat. Codul, care corespunde unei anumite valori a voltajului este pregătită de către DSP, ulterior unei comenzi realizate de către computerul care controlează. Voltajul ridicat poate fi controlat prin intermediul unui grad de 0,5 V. Valoarea specifică și gradul sunt oferite de un computer de controlare, cu ajutorul parametrilor, incorporat într-o fișă, tipic pentru fiecare sistem.

Algoritmi semnificativi analizează localizarea varfurilor și modifică voltajul ridicat astfel încât aceste varfuri să rămână în zona de interes.

iesire de 1,1 mA. Polaritatea este negativa iar o protectie este incorporata pentru a limita puterea maxima de iesire.

Furnizare energie

Este utilizata furnizarea generala a energiei pentru intregul sistem al benzii transportoare. O furnizare separata a electricitatii este utilizata pentru computerul de control al excavatoarelor, datorita distantei intre diferitele blocuri ale sistemului.

Furnizarea energiei este realizata din doua blocuri: stabilizator primar pentru +/- 15 V si stabilizatoare pentru toate celelalte voltaje solicitate, care sunt descrise in schemele principale ale blocului separat. Stabilizatorul primar a fost pus in functiune doar la mina “Trojanovo – 1”. Acest lucru a fost solicitat datorita devierilor ridicate de la furnizarea principala, de 220 V, primita si inregistrata dupa ce sistemul a fost pus in functiune la mina “Trojanovo – sever”. Scopul acesteia este de a oferi o tensiune de +/- 15 V cu puterea solicitata in cadrul conditiilor unui voltaj schimbator, al debitului, pe o scara intre 180 si 280 V.

Computerului contorului de cenusa

Computerul realizeaza controlul masuratorilor, procesarea celor obtinute prin blocul de analizare informatii si calcularea valorilor actuale ale incarcaturii si continutului de cenusa. Acesta realizeaza transferul informatiilor catre server si accepta cele prezentate de setarile si parametrii serverului. Aseaza la arhiva „informatiile proaspete”, care sunt utilizate pentru calibrarea dispozitivului.

Referitor la contoarele de cenusa ale excavatoarelor, computerul realizeaza vizualizarea pe ecrane, in cabina operatorului si executa comenzile, furnizate de tastatura operatorului.

Referitor la contorul de cenusa al benzilor transportoare; computerul realizeaza legatura cu dispozitivul final pentru a incarca vagoanele.

Acesta face legatura intre fiecare dintre contoarele de cenusa si antena principala a serverului.

The power supply provides an outlet current of 1,1 mA. The polarity is negative and a protection is incorporated in order to limit the maximum outlet power.

Power supply

The general power supply for the whole belt conveyer system is used. Separate power supply is used for the controlling computer of the excavators because of the distance between the different blocks of the system.

The power supply consists of two blocks: primary stabilizer for +/- 15 V and stabilizers for all the other required voltages, which are described in the principle schemes of the separate block. The primary stabilizer has been put into operation at the “Trojanovo – 1” mine only. That has been required because of the high deviations from the main 220 V supply, received and registered after putting of the system into operation at the “Trojanovo – sever” mine. Its designation is to provide at its outlet +/- 15 V with required power under conditions of changeable inlet voltage in the range of 180 to 280 V.

Computer of the ash-meter

The computer performs the control of measurements, processing of the obtained by the analyzing block information and calculating the current values of loading and ash content. It performs the transfer of data to the server and accepts submitted by the server settings and parameters. It puts into an archive the “crude information”, which is used for calibrating the device.

With regard the ash-meters of the excavators, the computer performs the visualization at the displays in the operators’ cabins and executes the commands, supplied by the operators’ keyboards.

With regard the ash-meters of the belt conveyers; the computer performs the connection with the terminal device for loading of the train cars.

It provides connection between each of the ash-meters and the main antenna of the

Algoritm pentru a calcul cantitate si pentru a determina calitatea carbunelui

Calcularea cantitatii (productivitate)

Parametrul utilizat pentru a calcula impulsul de incarcare al benzii transportoare este amortizarea iradierii cu cesiu. Este notat cu Y_1 si determinat in conformitate cu (5).

$$Y_1 = \ln(N_{10}) - \ln(X_1)$$

(5)

unde N_{10} este spatiul primei zone a spectrului in cazul unei benzi goale. Aceasta este masurata periodic in cadrul asa numitei „aduceri la zero” a dispozitivului si este salvata in fisa de initializare; X_1 - spatiul zonei sub incarcatura.

Atata tip cat dependenta incarcaturii la amortizare este non-liniara, incarcatura este separata intre cele doua zone – “incarcatura scazuta” si “ incarcatura ridicata” pentru a micsora greseala.

Calculul este realizat prin formule separate pentru fiecare dintre zone, in legatura cu valoarea Y_1 , dupa cum urmeaza:

- Pentru valori mai scazute decat o limita oferita ($Y_1 < Y_{sp}$) se aplica ecuatia (6)

$$G = e_1 + e_2^{Y_1} + e_3^{Y_1^2} + e_4^{Y_1^3} \quad (6)$$

- Si pentru valori mai ridicate decat limita ($Y_1 > Y_{sp}$) se aplica ecuatia (7)

$$G = f_1 + f_2^{Y_1} + f_3^{Y_1^2} + f_4^{Y_1^3} \quad (7)$$

Calculul continutului de cenusa

Pentru a calcula continutul de cenusa, este folosit parametrul Y , care reprezinta raportul intre cele doua amortizari - formula (8):

server.

Algorithm for calculating the quantity and determining the quality of coal

Calculating the quantity (productivity)

The parameter used for calculating the momentum loading of the conveyer belt is the attenuation of radiation of cesium. It is noted by Y_1 and determined according to (5).

$$Y_1 = \ln(N_{10}) - \ln(X_1)$$

(5)

where N_{10} is the area of the first zone of the spectrum under conditions of an empty belt. It is measured periodically under the so called “zeroing” of the device and is saved into the respective initialization file; X_1 - area of the zone under loading.

As the dependence of loading on the attenuation is highly non-linear, the loading is divided into two zones – “low load” and “high load” in order to minimize the error.

The calculation is performed by separate formulas for each of the zones, in dependence of the value of Y_1 , as follows:

- For values lower than a given boundary ($Y_1 < Y_{sp}$) the equation (6) is applied

$$G = e_1 + e_2^{Y_1} + e_3^{Y_1^2} + e_4^{Y_1^3} \quad (6)$$

- And for values above the boundary ($Y_1 > Y_{sp}$) the equation (7) is applied

$$G = f_1 + f_2^{Y_1} + f_3^{Y_1^2} + f_4^{Y_1^3} \quad (7)$$

Calculating the ash content

For calculating the ash content the parameter Y is used, representing the ratio between the two attenuations – formula (8):

$$Y = \frac{Y_2}{Y_1} \quad (8)$$

unde: Y_1 reprezintă amortizarea din domeniul cesiului (primul domeniu); Y_2 – amortizarea din domeniul americiului (al doilea domeniu):

In (5) și (9) N_{10} și N_{20} reprezintă zonele din cadrul unei curele goale, iar X_1 și X_2 sunt zonele campurilor din cazul unei benzi transportoare, încărcate.

Continutul de cenusa este calculat în conformitate cu două ecuații, valabile pentru cele două zone de încărcare, ex. diferit de Y_1 . În acest caz, când n ($Y_1 < Y_{ep}$), se aplică expresia (10):

$$A = a_0 + a_1 Y + a_2 Y_1 + a_3 Y_2 + a_4 Y^2 + a_5 Y_1^2 + a_6 \frac{X_3}{X_1} + a_7 \frac{X_5}{X_2} + a_8 \frac{X_4}{X_1} \quad (10)$$

Când ($Y_1 > Y_{ep}$) polinomul este în conformitate cu (11):

$$A = b_0 + b_1 Y + b_2 Y_1 + b_3 Y_2 + b_4 Y^2 + b_5 Y_1^2 + b_6 \frac{X_3}{X_1} + b_7 \frac{X_5}{X_2} + b_8 \frac{X_4}{X_1} \quad (11)$$

Valorile limita ale Y_1 pentru a calcula încărcatura și continutul de cenusa pot fi diferite.

Media continutului de cenusa este calculată în conformitate cu (12).

$$A_\phi = \frac{\sum AG}{\sum G}, \quad \% \quad (12)$$

Concluzii

1. Lucrarea este o prezentare a principiilor esențiale, aplicate realizării unui sistem pentru monitorizarea „on line” a calitatii

$$Y = \frac{Y_2}{Y_1} \quad (8)$$

where: Y_1 is the attenuation in the domain of the cesium (first domain); Y_2 – attenuation in the field of the americium (second domain):

$$Y_2 = \ln(N_{20}) - \ln(X_2)$$

In (5) and (9) N_{10} and N_{20} are the areas of the domains under conditions of an empty belt, and X_1 and X_2 are the areas of domains under conditions of loaded conveyer belt.

The ash content is calculated according to two equations, valid for the two zones of loading, i.e. differed by Y_1 . In the case, when ($Y_1 < Y_{ep}$), the expression (10) is applied:

When ($Y_1 > Y_{ep}$) the polynomial is according to (11):

The boundary values of Y_1 for calculating the loading and the ash content may be different.

The average ash content is calculated according to (12).

$$A_\phi = \frac{\sum AG}{\sum G}, \quad \% \quad (12)$$

Conclusions

1. The paper is a presentation of the main principles, applied to the construction of the system for “on line” monitoring of the quality and ash-content of coal, which is operated in practice at the “Troyanovo 3” mine. Data,

și conținutului de cenusa al carbunelui, care este utilizat, în practica la mina “Trojanovo 3”. Informațiile obținute de la sistem sunt furnizate la consumatorii majori de carbune.

2. Acționarea sistemului pentru măsurare, bazat pe principiile radio-izotopului pentru a măsura parametrii principali ai calității carbunelui, în funcționare continuă, oferă posibilitatea monitorizării operaționale și controlului efectiv, în conformitate cu standardele consumatorilor.

BIBLIOGRAFIE:

1. “Assarel Medet” AD. Sistem pentru controlul calității minereului furnizat către magaziile utilajului de procesare. Arhiva lui Assarel Medet AD. Panagurishte, 2001 (în bulgară).

2. Алукер Н., Е. Корзухина, Н. Сорокина. Изучения радиационных характеристик углей Кузбаса, Материалы 2 Международной конференции „Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека”, Томск, Тандем-Арт, 2004.

3. Borecu K. Strukturni studije hneđeho uhli SPH rentgenovou difaktometrii. SDH. № 4. 1993.

4. Lieneke F. Management al calității la Ruhrkohle Bergbau AG, ca factor de succes, pentru a menține competitivitatea și pentru a asigura viitorul companiei. Al 17-lea Congres Mondial de Minerit, Acapulco, 1997.

5. Mastalerz M, P. Padget. De la carbune *in situ* la carbunele final: un caz de studiu al Membrului Carbonei Danville (Indiana): Pap. Simpozion Departament Geologie Carbune al Societății Geologice din America și al Societății pentru Petrologie organică, care s-a ținut la cea de-a 47-ea Intalnire Anuală a Secțiunii Southern de la Societatea Geologică din America. Charleston, Wes Va, 1998.

6. Sistem pentru control și monitorizare automată a calității carbunelui la mina “Maritsa East mines” EAD. Arhiva Minelor “Maritsa East Mines” EAD, Radnevo, 2008 (în bulgară).

acquired from the system are supplied to major coal consumers.

2. The commissioning of the system for measuring, based on the radio-isotope principles for measuring the main parameters of quality of coal in a continuous operation provides an opportunity for operative monitoring and effective control according to the standards of the consumers.

BIBLIOGRAPHY:

1. “Assarel Medet” AD. System for control of the quality of supplied ore to the hoppers of the processing plant. Archive of the Assarel Medet AD. Panagurishte, 2001 (in Bulgarian).

2. Алукер Н., Е. Корзухина, Н. Сорокина. Изучения радиационных характеристик углей Кузбаса, Материалы 2 Международной конференции „Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека”, Томск, Тандем-Арт, 2004.

3. Borecu K. Strukturni studije hneđeho uhli SPH rentgenovou difaktometrii. SDH. № 4. 1993.

4. Lieneke F. Quality management at Ruhrkohle Bergbau AG as success factor for preserving competitiveness and securing the company's future. 17 World Mining Congress, Acapulco, 1997.

5. Mastalerz M, P. Padget. From *in situ* coal to the final coal product: a case study of the Danville Coal Member (Indiana): Pap. Symposium Coal Geology Division of the Geological Society of America and the Society for Organic Petrology held at the 47th Annual Meeting of the Southern Section of the Geological Society of America. Charleston, Wes Va, 1998.

6. System for automated control and monitoring the quality of coal at the “Maritsa East mines” EAD. Archive of the “Maritsa East Mines” EAD, Radnevo, 2008 (in Bulgarian).