



**УПРАВЛЕНИЕ НА КАЧЕСТВОТО НА ВЪГЛИЩАТА ДОБИВАНИ ОТ РУДНИК “ТРОЯНОВО-СЕВЕР”,  
МИНИ“МАРИЦА-ИЗТОК“ ЕАД**

**Николай Петров, e-mail: nik.petrov@mail.bg, Иван Гидиков, e-mail: igidikov@r2.marica-iztok.com,  
Диана Люцканова, e-mail: diana\_geodeziq@abv.bg**

**QUALITY MANAGEMENT OF THE COAL MINED BY TROYANOVO-NORTH MINE,  
MINI MARITSA IZTOK EAD**

**Nikolay Petrov, e-mail: nik.petrov@mail.bg, Ivan Gidikov, e-mail: igidikov@r2.marica-iztok.com,  
Diana Lyutskanova, e-mail: diana\_geodeziq@abv.bg**

**ABSTRACT**

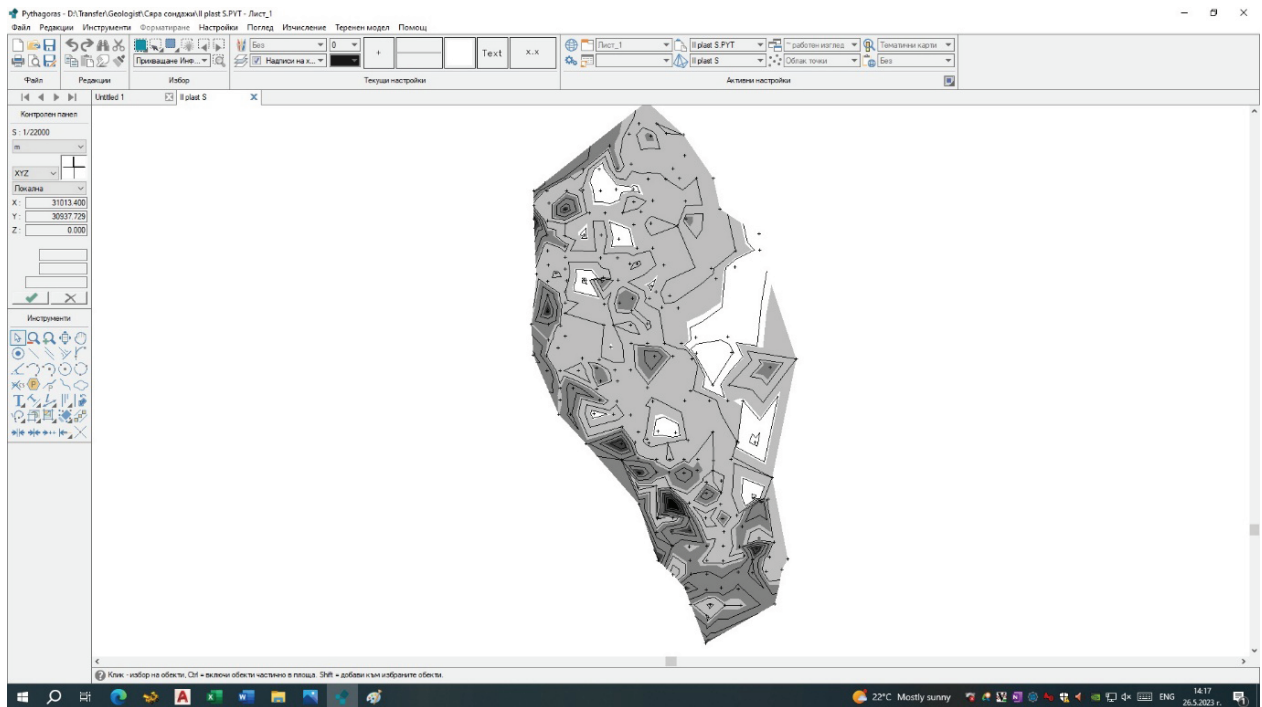
*Coal quality management and control is a continued, complex and expensive process that includes a set of activities. The totality of geological explorations, a multitude of coal samples and chemical analyses for coal seam examination mark its initial phase. Until the final objective is achieved – a raw material that meets the requirements as laid down in the agreements concluded with the thermoelectric power plants, it is necessary to solve a number of mining and technological challenges, as well as technical ones. The reliable combination of coal of different quality is a key factor in each batch formation. In order to certify all the necessary quality indicators of the fuel used for power generation, an automatic sampling system has been introduced that complies with the modern standards for mechanical sampling from a moving stream.*

**УВОД**

Рационалното използване на полезните изкопаеми се стреми да постигне баланс между икономическото развитие, полза за обществото и опазване на околната среда. Това може да бъде постигнато чрез отговорен добив и стабилна прогресивна стратегия за управление целящо целесъобразно усвояване на природните богатства. Управлението на качеството заема важна роля в този процес, чиято ефективност е функция от пълно геолошко проучване и инвестиции в съвременни технологии и съоръжения. Реализирането на тези фактори позволява оптимизация добивния процес, така че, високопепелните и нискокалорични въглища да бъдат ефективно използвани.

**Геолошко проучване**

В хода на експлоатационното проучване на находището, сондажните дейности предхождат всички изследвания на въглищните пластове. Сондажите са разположени в квадратна проучвателна мрежа с размери 125 x 125 метра. Използват се автосонди с диаметър на ядкоприемната тръба 112 мм. Извадената сондажна ядка е ценен източник на първична информация за литологията на надвъглищните глини, дебелината на въглищните пластове и техните основни качествени показатели: пепелно съдържание и съдържание на сяра. Целият интервал, обхващащ въглищните пластове се разделя на интервали с дължина 1 m., а глинестите прослойки в тяхното горнище и долнище с дебелина над 0,2m се опробват отделно. За всяка проба се използва половината от ядката, разделена по нейната надлъжна ос. Смила се и съкращава, поставя се в найлонов и се предава на въглехимична лаборатория за анализ. Получените данни за съдържанието на пепел на суха маса и сяра се използват за създаването карти на находището характеризиращи неговите особености много преди добивните дейности и са основата върху което се извършва планирането и управление на качеството.



Фиг.1 Съдържание на сяра във втори въглищен пласт

Ясно може да се забележи тенденцията за значително по-високо съдържание на сяра в трети въглищен пласт, както и нейното количествено изменение в посока север-юг в рамките на находището. Тези геохимични показатели са изключително важни при дългосрочното планиране на добивните работи .

### **Опробване на въглищните забои**

Детайлното изучаване на въглищата се осъществява чрез опробването на въглищните забои. Използва се метода на непрекъснатата бразда с размери 15x15 см., на всеки 50 м. по дължина на добивните заходки. Опробването се извършва напречно на въглищния пласт, по цялата му височина, като разделяне му на интервали и обработката пробите е същата както при сондажната ядка. Резултатите от химичните анализи се използват за изготвянето на технологични карти. Във всяка карта е отразено както средното пепелно съдържание на пласта и съдържанието на сяра, така и разделено на работни дискове за съответния отрязък от неговата заходка.

Съдържанието на пепел в различните дискове е възможно силно да варира от 22% до 45% заради генетичните особености на въглищния пласт. При образуването на въглищата, поради колебания на дъното на басейна и промяна на условия на седиментация, пластовете започват и завършват с алтернация на глинести и въглищни прослойки. Глинестите прослойки най-често представляват черна глина и са с пепелно съдържание ~65 %. Те са с различна дебелина, увеличаваща се плавно към северния край на рудника. Подготвянето за изземване на запасите, спрямо действащите кондиционни изисквания се извършва така че, бъдещият въглищен забой да бъде усвоен максимално, включвайки в себе си и високопепелни и нископепелни въглища.

Съчетаването на въглища с различни показатели е определящо за постигане на балансирано качество на крайната суровина.



Фиг.2 Въглищен забой

### **Автоматична система за управление и контрол на въглищата (АСУКВ)**

През 2008г. в експлоатация е въведена система за контрол и управление на качеството на въглищата. Чрез радиоизотопни пепеломери, монтирани на четирите добивни багера и на събирателната лента преди претоварния пункт се извършват ежесекундни измервания на пепелното съдържание. Данните на измерените стойности се предават онлайн към сървърите при минния диспечер. На своя дисплей диспечерът може да задава работни параметри за всеки багер и да следи следната информация:

- текущите стойности на качеството и пепелното съдържание на въглищата, добивани от всеки работещ багер и на изходните точки на рудника (влаков претоварач);
- разположение и състояние на багерите, на лентовата транспортна система и на влаковете;
- текущи и сменни задания за всеки багер;
- ежедневни (сменни) задачи за всеки багер, за целия рудник и за всеки клиент;
- подробна история на добива през смяната (количество и качество) като графика или като таблица за всеки багер, общо за рудника и поотделно за всеки клиент;
- геоложка карта, показваща графично в цветова скала вертикалната проекция на технологично определените слоеве и шайби, както и местоположението на добивните багери. Техническите параметри позволяват на пепеломерите да работят с точност  $\pm 2\%$  за измерването на пепелното съдържание.

Управлението и контрола върху работата и натоварването на багерите позволява ефективно смесването на различно качество въглища в такова съотношение, необходимо крайната суровина да бъде в необходимите параметри за работната смяна.

### **Мобилна пробовземача система**

Крайния етап на процеса е окачествяването на въглищата за всяка една партида.

Непосредствено преди влаковия претоварач е изградена пробовземача система извършваща процесите: пробовземане, смилане и съкращаване на проби от въглищния поток.

На всеки пет минути чуков отсекател с кръгово движение преминава през потока като взема проба от цялото сечение на транспортната лента. Въглищата постъпват във валцова мелница, която ги смилва до едрина  $\leq 30$  mm. Посредством ъглов елеватор те се отвеждат до делител, който ги



съкращава с определено делително отношение 1:13 . Следващия етап на обработка въглищната проба отново се смела в мелница до едрина  $\leq 10$  mm и съкращава в отношение 1:8. Всяка точкова проба попада в метален контейнер, който събира цялото количество точкови проби взети по време на работната смяна. От събраните проби се изготвя партидната проба, която се анализира за следните качествени показатели:

- влажност ( % )
- калоричност ( % )
- съдържание на сяра ( kcal/kg )

За гарантиране на достоверността на пробите от системата се извършва изпитване за наличие на систематична грешка в съответствие на стандарта за механизизирано вземане на проби от движещ се поток

### Изпитване за наличие на систематична грешка

Изпитването се основава на вземането двойки проби. За едната проба се използва пробовземащата система, а другата се взема от спряна транспортна лента. Точковите проби от лентата се събират така че, да се обхваща цялото сечение с дължина на опробвания участък 3 пъти по-голям от номиналния размер на въглищните късове. Минималния брой двойки проби за изпитване трябва да бъде 30 бр. Пробите взети от спряло положение на лентата са без систематична грешка и сравняването им с тези взети от системата посредством статистическа обработка на данните. Получените резултати са определящи за установяване или отхвърлянето на наличие на систематична грешка.

Статистическата процедура има следната последователност:

- изчисляват се всички разлики в двойките на изпитваната група за оценявания параметър
- проверяват се разликите в двойките за изключения
- изчисляват се статистическите данни и се определя дали е открита систематична грешка
- ако такава не е открита се изследва доверителния интервал, който трябва да покрива нивата заложен в търговските договори

По описания начин са взети 31 двойки въглищни проби, които ще бъдат подложени на изпитване за систематична грешка по отношение на пепелното съдържание .

Табл.1 Двойки въглищни проби

проба	система	референция	разлика (d)	проба	система	референция	разлика (d)
1	32.46	30.87	1.59	16	36.12	35.21	0.91
2	35.18	37.23	-2.05	17	31.82	33	-1.18
3	30.01	28.65	1.36	18	34.65	32.96	1.69
4	38.72	36.51	2.21	19	35.77	34.66	1.11
5	30.63	32.45	-1.82	20	39.5	40.7	-1.2
6	34.46	32.23	2.23	21	28.66	29.82	-1.16
7	26.52	27.63	-1.11	22	33.22	34.6	-1.38
8	30.22	29.74	0.48	23	33.56	32.41	1.15
9	36.11	38	-1.89	24	40.25	41.36	-1.11
10	33.33	35.26	-1.93	25	41.36	39.8	1.56
11	37.54	38.78	-1.24	26	24.56	26.01	-1.45
12	38.1	37.02	1.08	27	36.56	35.23	1.33
13	27.12	26.1	1.02	28	27.63	29.54	-1.91
14	25.33	27.63	-2.3	29	30.02	32.1	-2.08
15	35.44	36.46	-1.02	30	42.01	40.89	1.12
				31	37.56	35.45	2.11



### Изпитване на Cochran за изключения

Сума от стойностите на разликите на квадрат  $\sum_{i=1}^n d_i^2 = 74,123$  (1)

Максимална разлика на квадрат-  $d^2_{max} = 5.29$

За идентифициране на изключенията, използва критерия за максимална вариация на Cochran чрез формулата :

$$C = \frac{d^2_{max}}{\sum_{i=1}^n d_i^2} = \frac{5,29}{74,123} = 0,0714 \quad (2)$$

Критичната стойност за  $n=31$  проби е 0,355 при доверително ниво 99 % т.е. **не се установяват изключения.**

### Изчисляване на вдвоените разлики и вариация на пробата ( $V_{aa}$ )

Средна разлика във влагата-  $\bar{d}_a$

$$\bar{d}_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{ai} = -0,1252 \quad (3)$$

Вариация на пробата за разликите в пепелта ( $V_{aa}$ )

$$V_{aa} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (d_{ai} - \bar{d}_a)^2 \quad (4)$$

$$V_{aa} = \frac{1}{30} \cdot 73,637 = 2,455$$

### Изчисляване за определяне на систематична грешка

$T^2$  по Hotelling при  $p=1$ ;  $n-1=30$  критичната стойност е 4,171

Извършва се по формулата:

$$T^2 = \frac{n(\bar{d}_a)^2}{V_{aa}} = \frac{31 \cdot (-0,1252)^2}{2,455} = 0,197 \quad (5)$$

при  $p=1$ ;  $n-1=30$  критичната стойност за  $T^2$  е 4,171 т.е. **не се установява систематична грешка.**

### Определение на доверителните интервали

За един параметър  $p = 1$ , доверителните интервали се определят чрез формулата:

$$\bar{d}_m \pm \left( \frac{T_{n-1}^2}{n} V_{aa} \right)^{1/2} \quad (6)$$

-долен екстремум :

$$-0,1251 - \left( \frac{4,171 \cdot 2,455}{31} \right)^{1/2} = -0,699$$

-горен екстремум :

$$-0,1252 + \left( \frac{4,171 \cdot 2,455}{31} \right)^{1/2} = +0,449$$

### Заклучение

Значимостта на процеса по управление на качеството е безспорна. Отражение в неговата ефективност намират икономически и екологични фактори, не само в минното дело, а във всяка една индустрия в световната икономика чрез пълноценното използване на суровините, минералните ресурси и изкопаеми горива.

### Литература:

1. Черни и антрацитни въглища и кокс. Механизирано вземане на проби. Методи за изпитване на стандартна грешка. БДС (ISO 13909-8:2016).
2. Zhu Q. Sampling and analysis standarts. 2014 г.