

## **Analizatory do kontroli jakości węgla w zakładach przeróbczych i w laboratoriach**

## **Анализаторы контроля качества угля на обогатительных фабриках и в лабораториях**

*Od ponad 30 lat Instytut Technik Innowacyjnych EMAG specjalizuje się w opracowywaniu systemów i urządzeń do ciągłej kontroli parametrów jakościowych węgla oraz wdrażaniu tych systemów w kopalniach i elektrowniach. Takie systemy, oparte na zaawansowanej technice radiometrycznej, jak odwrotne rozproszenie wsteczne promieniowania gamma (systemy ALFA 05, ALFA -05/T), a także absorpcja promieniowania gamma o dwóch energiach (popiolomierz ALFA-05/2E) znalazły szerokie zastosowanie w Polsce. Obecnie w polskich kopalniach węgla kamiennego i brunatnego stosuje się ponad 40 systemów do ciągłego pomiaru podstawowych parametrów jakościowych węgla. Jednym z opracowanych urządzeń – które znalazło zastosowanie – jest popiolomierz RODOS, służący do ciągłego pomiaru zawartości popiołu, oparty na mierzeniu pomiarze naturalnej promieniotwórczości gamma węgla. W artykule opisano popiolomierz RODOS i przedstawiono wyniki pomiaru zawartości popiołu w węglu kamiennym i brunatnym, uzyskane przy wykorzystaniu tego miernika i wagi przenośnikowej MWT. Omówiono możliwości i korzyści, jakie uzyskano dzięki zastosowaniu systemu pod ziemią i na powierzchni kopalni. Przedstawiono także urządzenia do kontroli jakości węgla w kopalnianych laboratoriach, a także na zwalach, wagonach lub samochodach, takie jak popiolomierz przenośny WALKER i analizator GAMMA NATURA.*

*Более 30 лет Центр EMAG специализируется в развитии системы и оборудования для непрерывного контроля качества параметров угля и во внедрении этой системы в шахтах и электростанциях. Такие системы, основанные на развитой радиометрической технике, как обратное рассеяние гамма излучения (системы: ALFA 05 и GAMBIT), также трансмиссии дуальной энергии гамма излучения (ALFA-05-2E золомер), нашли широкое применение в Польше. В настоящее время более 40 систем непрерывного анализа применяются в польских шахтах каменного и бурого угля. В последнее время был создан золомер RODOS, который служит для постоянного измерения, базирующего на измерении натурального излучения гамма каменного угля, который нашел широкое применение. Доклад четко описывает золомер RODOS и представляет результаты измерений находящейся золы в каменном и буром угле, полученные при использовании этого измерителя и конвейерных весов MWT. Оговорены возможности и выгоды, которые возникли вследствие применения системы под землей и на поверхности шахт. Представлены также оборудования контроля качества угля в шахтных лабораториях, а также на отвалах, вагонах либо машинах, такие как переносный золомер WALKER и анализатор GAMMA NATURA.*

**WSTĘP**

ITI EMAG wykorzystuje szereg zróżnicowanych technik pomiarowych do ciągłej analizy jakości węgla i dzięki temu zapewnia odpowiednie systemy dla różnego rodzaju zastosowań. Techniki te to pomiar naturalnej promieniotwórczości gamma węgla, absorpcja promieniowania gamma o podwójnej energii, wsteczne lub „do przodu” rozproszenie promieniowania gamma oraz technika mikrofalowa.

Urządzenia wykorzystujące wspomniane techniki pomiarowe a także informacje o wykorzystaniu poszczególnych technik do rodzaju pomiarów, przedstawiono w tabeli 1.

W Polsce najczęściej wykorzystywanymi do ciągłego pomiaru jakości węgla i najdokładniejszymi są popiołomierze i systemy ALFA-05, wykorzystujące technologię wstecznego rozproszenia promieniowania gamma.

Jednostka pomiarowa ALFA-05 z miernikiem grubości warstwy umożliwia pomiar już od wysokości warstwy węgla ok. 50 mm. Typowe rozwiązanie, bez miernika grubości pozwala na pomiar od grubości warstwy węgla na taśmie ok. 100 mm.

Do niedawna ponad 40 tego typu przyrządów pomiarowych było wykorzystywanych w praktyce, w zakładach górniczych, głównie w punktach tzw. szybkiego załadunku oraz do kontroli procesów wzbogacania. System ALFA-05 (rys. 2) jest przeznaczony do ciągłego pomiaru zawartości popiołu i wilgotności, a także do obliczania wartości opałowej miazła węglowego (od 0 do 30 mm), transportowanego przenośnikiem taśmowym o dowolnej szerokości.

**ВСТУПЛЕНИЕ**

Технологическая база Центра EMAG обладает большим ассортиментом измерительной техники для постоянного анализа качества угля, и благодаря этому обеспечивает соответствующую систему для каждого типа применений. Эти техники объединяют натуральную радиоактивность гамма, дуальную энергию гамма, трансмиссию гамма излучения двойной энергии. Обратное рассеяние гамма лучей и микроволны подготовлены для непрерывного измерения на конвейере.

Настоящие устройства, а также подробные информации использованных типов измерений, представлены в таблице 1.

Чаще всего употребляемыми и наиболее точными, в Польше, для непрерывного измерения качества угля, являются золомеры и системы типа ALFA-05, действующие по технологии обратного рассеяния излучения.

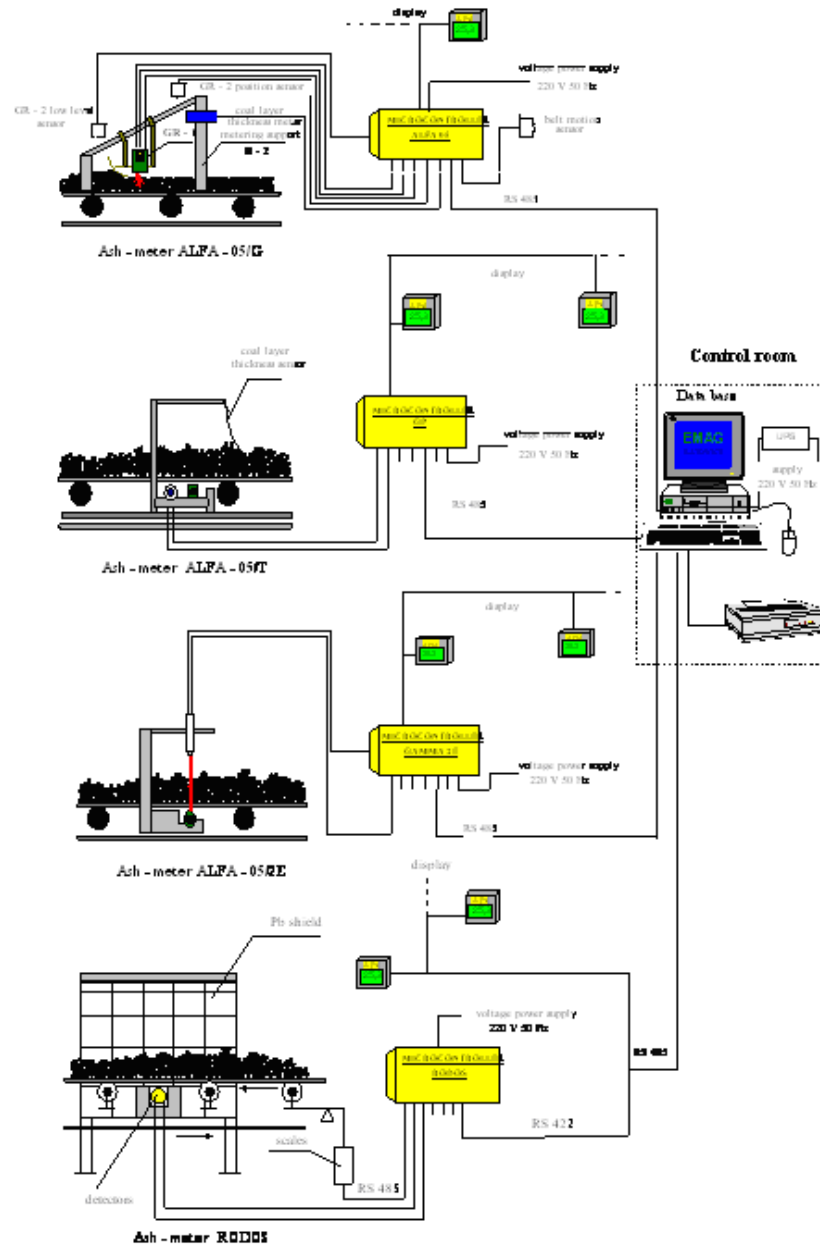
Единица измерения ALFA-05 является пригодной для использования во время непрерывных измерений толщины малых слоев угля. Вариант со счетчиком толщины пластов угля, был приспособлен для того, чтобы провести оценочные измерения в процессе контролирования толщины пластов от 50 мм.

Вариант без счетчика толщины позволяет на измерение толщины пластов более 100 мм.

До недавнего времени более 40 измерительных приборов было использованных в практике в горных шахтах, в основном в пунктах загрузки и контроля процесса обогащения. Система ALFA-05 (Рис. 2) предназначена для непрерывного измерения содержания золы и влажности, а также для расчета калорийности угольной мелочи (от 0 до 30 мм), транспортированной конвейером произвольной ширины.

**Tabela 1**

Typ / Тип	Opis / Описание	Technologia / Технология
ALFA - 05 system ALFA - 05 система	Popiołomierz i wilgotnościomierz Измеритель зольности и влажности	Wsteczne rozproszenie promieniowania gamma Am-241 (popiół); Дисперсия рассеивания гамма излучения Am-241 (зола); Wsteczne rozproszenie mikrofal (wilgotność) Дисперсия рассеивания микроволн (влажность)
ALFA-05/T	Popiołomierz Измеритель зольности	Wsteczne rozproszenie promieniowania gamma Am-241 Дисперсия рассеивания гамма излучения Am-241
ALFA-05/2E	Popiołomierz absorpcyjny Измеритель зольности абсорбционный	Transmisja promieniowania gamma o podwójnej energii Am-241 i Cs-137 Трансмиссия гамма радиоактивности двойной энергии Am-241 i Cs-137
ALFA-05/3E	Popiołomierz i wilgotnościomierz Измеритель зольности и влажности	Transmisja promieniowania gamma o podwójnej energii (popiół) i technika mikrofalowa (wilgotność) Трансмиссия гамма радиоактивности двойной энергии (зола) i техника микроволн (влажность)
RODOS	Popiołomierz - bezstykowy Измеритель зольности - безконтактный	Pomiar naturalnej promieniotwórczości gamma węgla Измерение натуральной гамма радиоактивности угля
RODOS W	Popiołomierz i wilgotnościomierz Измеритель зольности и влажности	Pomiar naturalnej promieniotwórczości gamma węgla (popiół), i technika mikrofalowa (wilgotność) Измерение натуральной гамма радиоактивности угля (зола), техника микроволн (влажность)
MPOF	Popiołomierz dla odpadów flotacyjnych Измеритель зольности для флационных отходов	Metoda optyczna Оптический метод



*Schemat bloku ciągłego pomiaru popiołomierzy wykorzystujących różne metody pomiaru  
Схема блока непрерывного действия золомеров при использовании разных методов измерения*



*System ALFA-05 w zakładzie przeróbczym  
Система ALFA-05 на обогатительной фабрике*

System ALFA-05/T (poprzedni wariant GAMBIT) zaczęto stosować głównie do pomiaru zawartości popiołu i obliczania wartości opałowej węgla brunatnego.

Popiołomierz ALFA-05/2E pozwala mierzyć zawartość popiołu w węglu o granulacji 0 – 200 mm i w warstwach o grubości od 50 do 300 mm. Zawartość popiołu określa się przez pomiar osłabienia dwóch skolimowanych wiązek promieniowania gamma o różnych energiach, ze źródła położonego pod taśmą przenośnika, po przejściu przez warstwę węgla. Taki popiołomierz można wykorzystać w warunkach, gdy na taśmie znajduje się węgiel o różnej jakości, ułożony warstwowo.

Wszystkie opisane wyżej systemy i mierniki stwarzają możliwość:

- pomiaru parametrów jakości węgla z dużą dokładnością;
- transmisji i wizualizacji pomiarów bieżących do wybranego miejsca, na przykład, do biura dozoru, dyspozytorni, itd.;
- zapisu pomiarów i gromadzenia wyników pomiarów w bazie danych;
- przygotowania raportów o jakości węgla w formie tablic i wykresów z wybranego okresu;
- kontroli prawidłowości działania systemów;
- współdziałania z wagą przenośnikową.

## **POMIAR CIĄGŁY, WYKORZYSTUJĄCY NATURALNĄ PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ GAMMA WĘGLA**

Podobnie, jak w przypadku popiołomierzy wykorzystujących sztuczne izotopy promieniotwórcze, EMAG przeprowadził badania nad wykorzystaniem naturalnej promieniotwórczości gamma węgla do pomiaru zawartości popiołu. Wiadomo, że naturalne promieniowanie gamma jest wywołane obecnością nieznacznej ilości uranu, toru i potasu w węglu i może być wykorzystane w charakterze wyznacznika zawartości popiołu.

Popiołomierze radiometryczne spełniają wymagania pomiarowe, lecz w wyniku wykorzystywania w nich sztucznych izotopów promieniotwórczych, istnieje potencjalne zagrożenie dla otoczenia i środowiska naturalnego.

Popiołomierze, działające na zależności korelacyjnej między zawartością popiołu w węglu i jego naturalną promieniotwórczością gamma, są alternatywne dla izotopowych.

Система ALFA-05/T (предыдущий вариант GAMBIT) стала применяться в основном для измерения содержания золы и вычисления калорийности бурого угля.

Золомер ALFA-05/2E дает возможность измерения содержания золы в угле в пределах 0 – 200 мм величины частицы и слоев пластов толщиной от 50 до 300 мм. Содержание золы определяется измерением ослабления двух сконцентрированных пучков излучения из источника расположенного под лентой конвейера после прохождения через слой угля. Такой золомер можно использовать в этих условиях, если разные сорта угля в пласте имеют слоевой структуру.

Все описанные выше системы и измерители создают возможность:

- измерения параметров качества угля с большой точностью;
- трансмиссии и визуализации текущих измерений для выбранного места, например, надзорного офиса, станции контроля и т.д.;
- записи измерений и контроля результатов в базе данных;
- приготовления рапортов о состоянии качества угля в форме таблиц и диаграмм с нужного периода;
- контроля правильности действия систем;
- действия вместе с конвейерными весами.

## **НЕПРЕРЫВНЫЙ НАДЗОР, ИСПОЛЬЗУЮЩИЙ НАТУРАЛЬНУЮ РАДИОАКТИВНОСТЬ ГАММА УГЛЯ**

Похоже, как золомеры, действующие на радиоизотопах, EMAG провел исследования над использованием натуральной радиоактивности гамма угля. Известным является, что натуральное излучение гамма вызвано присутствием незначительного количества урана, тора и калия в угле и может быть использовано в качестве надежного определителя содержания золы.

Изотопные золомеры исполняют введенные требования, но в результате использованной в ней искусственной ионизации, потенциальные измерители угрожают натуральной среде.

Золомеры, действующие на корреляционной связи между присутствием золы в угле и его натуральной гамма радиоактивностью являются альтернативными для изотопных.

Pierwszy popiolomierz RODOS był zainstalowany w Kopalni Węgla Kamiennego Wujek w Katowicach w 1996 roku, a następny w tymże miejscu w 1997 roku. Oba były umieszczone na przenośnikach, transportujących węgiel ze ścian do zakładu przerobczego.

Popiolomierz RODOS składa się z dwóch podstawowych części:

- pomiarowej części obiektu;
- jednostki obsługiwanego baz danych;

W skład części obiektowej wchodzi:

- konstrukcja mechaniczna popiolomierza z głowicą pomiarową, umieszczona na przenośniku;
- blok elektroniczny na bazie mikroprocesora systemu;
- waga przenośnikowa,
- wyświetlacz.

Detektor jest instalowany między taśmą górną i dolną przenośnika taśmowego. Znajduje się w specjalnej obudowie, chroniącej go przed wilgocią, wibracją, zapyleniem, a także promieniowaniem gamma otaczającego środowiska (promieniowanie kosmiczne).

Informacja o średniej zawartości popiołu, masy i ocenie wartości opalowej węgla jest zapisywana w buforowej pamięci mikroprocesora i przekazywana do systemu obsługi baz danych.

Oprogramowanie tego systemu umożliwia m.in.:

- dobór czasu cyklu pojedynczego pomiaru zawartości popiołu w przedziale od 0 do 100 sekund;
- określenie średniej wielkości jednostki miary w przedziale 1 – 100;
- zapamiętanie wszystkich wyników pomiarów z datą i czasem;
- przeglądanie wyników pomiarów wybranym zakresem czasu;
- sporządzanie raportów w postaci tablic, wykresów;
- przedstawienie wyników pomiarów na ekranie monitora lub na dodatkowych wyświetlaczach cyfrowych.

Wyniki testów wskazują, że dokładność pomiaru zawartości popiołu, uzyskana metodą pomiaru naturalnej promieniotwórczości gamma, jest porównywalna z innymi metodami radiometrycznymi, i wynosi od 1,5% do 2,5% ( $1\sigma$ ) popiołu dla węgla gruboziarnistego i jest lepsza dla węgla drobnego.

Первый золомер RODOS был установлен в шахте каменного угля «Wujek» в Katowicach в 1996 году, а следующий в том же месте в 1997 году. Оба были размещены на конвейере, транспортируемом уголь из лавы на переработку.

Золомер RODOS состоит из двух основных частей:

- измерительной части объекта;
- единицы обслуживания баз данных;

В состав объектной части входит:

- механическая конструкция золомера с измерительной головкой, помещенная на конвейере;
- электронный блок на основе микроконтроллера системы;
- конвейерные весы,
- дисплей.

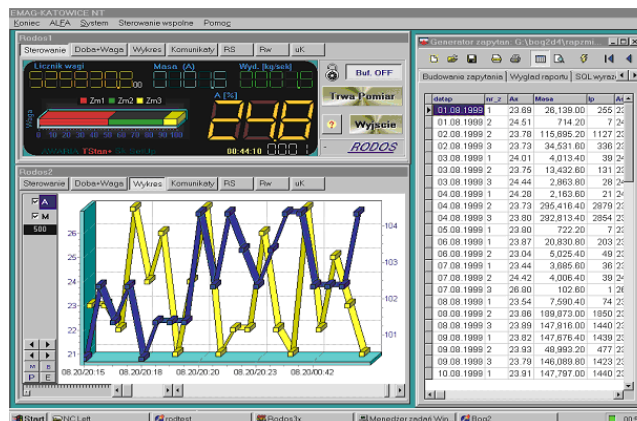
Детектор может быть установлен между ленточным конвейером. Находится в специальной крепи, хранящей его от влажности, вибраций, запыления, а также излучения гамма окружающей среды (космическое излучение).

Информация о среднем содержании золы, массы и оценке теплотворности угля, записывается на буферном запоминающем устройстве микроконтроллера, и передается в систему обслуживания базы данных. Такая система использована для представления контролируемых параметров (из системы детекции), например – высокого напряжения, усиления, а также коэффициента кривой калибровки и обработки данных, находящихся в базе данных.

Программное обеспечение этой системы предоставляет следующие возможности:

- добór времени цикла единичного измерения содержания золы в пределе от 0 до 100 секунд;
- определение средней величины единицы измерения из предела 1 – 100;
- запоминание всех результатов измерений с датой и временем;
- просмотр результатов выбранного предела измерений;
- составление докладов в форме таблиц, диаграмм; представление результатов измерений на экране или дополнительных (световых табло) цифровых индикаторах.

Результаты тестов показывают, что точность состава золы, полученная методом натуральной радиоактивности, является сравнительной с другими радиометрическими методами, будущими в приблизительно от 1,5% до 2,5% ( $1\sigma$ ) золы для грубозернистого угля и лучше для угольной мелочи.



Porównanie wyników pomiarów zawartości popiołu (węgiel o granulacji 0 – 300 mm), przykład z zakładu przerobczego jednej z polskich kopalni.

Сравнение результатов измерения содержания золы (уголь грануляцией 0-300 мм) – пример из обогатительной фабрики одной из польских шахт.

Nr próbki / № образца	Ar, % laboratorium / лаборатория	Ar, % RODOS	Δ Ar, %
1	10,08	8,66	-1,42
2	6,50	7,72	1,22
3	6,78	7,92	1,14
4	8,88	10,25	1,37
5	14,87	11,63	-3,24
6	12,20	12,56	0,36
7	21,01	18,89	-2,12
8	20,36	20,74	0,38
9	20,61	22,08	1,47
10	14,82	14,63	-0,19
11	41,03	41,22	0,19
12	17,53	16,35	-1,16
13	27,73	27,74	0,01
14	10,11	11,05	0,94

W ciągu trzech lat eksploatacji urządzenie nie wymagało ponownej kalibracji, a błąd RMS wyniósł 1,30% popiołu. Popiołomierz RODOS był przetestowany także w polskich kopalniach węgla brunatnego. W tym przypadku dokładność uzyskanych danych przy wykorzystaniu tego popiołomierza różni się w zależności od kopalni. Otrzymano dane o zawartości popiołu w granicach 6 – 38%. Dokładność 0,98% – 3,11% popiołu (1 σ).

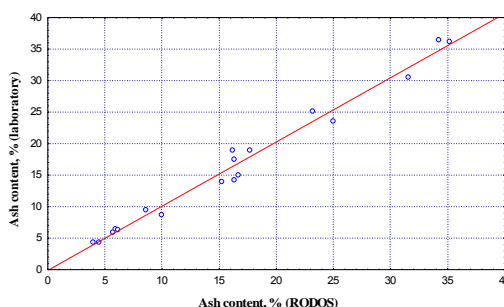
Исследования показали, что достигнут не нарушенный, более 3-х летний цикл эксплуатации без необходимости возобновления калибровки, а ошибка RMS составляет 1,30% золы. Золомер RODOS был протестирован также в польских шахтах бурого угля. В этом случае, точность полученных данных при использовании этого золомера, отличается в зависимости от шахты. Были получены данные о содержании золы в пределах 6-38%. Точность 0,98% – 3,11% золы (1 σ).

Dane te znajdują się w granicach dopuszczalnych błędów.

Эти данные находятся в пределах допустимых ошибок.

Poniższy rysunek przedstawia wyniki testu w jednej z kopalń węgla brunatnego w Polsce.

Ниже указанный чертеж представляет результаты теста в одной из шахт бурого угля в Польше.



Wyniki testu w kopalni «Bełchatów» / Результаты теста в шахте «Bełchatów»

Polskie węgle brunatne charakteryzują się zmiennym składem chemicznym i stosunkowo dużą zawartością żelaza i siarki pirytowej, co stanowi czynnik zakłócający w metodach radiometrycznych stosujących sztuczne źródła promieniowania. W przypadku popiołomierza RODOS skład chemiczny węgla a także jego wilgotność nie mają wpływu na dokładność pomiaru zawartości popiołu. Stąd zastosowanie metody pomiaru promieniotwórczości naturalnej dla węgla brunatnych wydaje się rozwiązaniem optymalnym.

Польский бурый уголь является характеристическим из-за разнообразного химического состава, в особенности на содержание пирита, поэтому золомер RODOS, базирующийся на натуральном гамма излучении является оптимальным решением измерения содержания золы в буром угле.

Tabela 2

**Porównanie wyników pomiarów zawartości popiołu w węglu w procesie jego wydobywania**

Nr próbki № образца	Aa, % laboratorium / лаборатория				Āa, % laboratorium / лаборатория	Aa, % Rodos	ΔA, % Ālab. - ARodos
1.	47,4	42,2	43,8	44,9	44,57	44,53	0,04
2.	30,6	33,0	34,2	30,6	32,10	32,47	- 0,37
3.	31,9	30,5	31,8	30,6	31,20	31,00	0,20
4.	33,6	34,5	32,8	32,9	33,45	35,77	-2,32
5.	32,8	31,3	33,5	33,4	32,75	30,02	2,73
6.	24,7	29,5	29,8	30,6	28,65	28,72	-0,07
7.	31,7	32,0	30,7	31,9	31,57	33,74	-2,17
8.	35,4	32,1	31,2	34,2	33,22	32,51	0,71
9.	49,2	50,2	46,2	45,6	47,80	48,22	-0,42
10.	29,4	27,7	27,3	28,6	28,25	29,40	-1,15
11.	52,3	51,4	51,2	55,4	52,57	49,10	3,47
12.	37,8	36,3	40,2	37,4	37,92	35,56	2,36

W 2000 roku konstrukcja RODOS została zmieniowana i dopuszczona do stosowania w podziemnych kopalniach węgla kamiennego. Trzy urządzenia zabudowano w podziemiach jednej z kopalń.

Pojawiły się problemy z dokładnym wyskalowaniem przyrządu, które wynikały z trudności w związku z przedstawionymi pobraniem reprezentatywnych próbek i ich dokładnego oznaczenia w laboratorium chemicznym. Wynik skalowania cechowania systemu RODOS pod ziemią przedstawiono w tabeli 2.

Dokładność, uzyskana w wyniku zastosowania popiołomierza RODOS, w tym przypadku sięga 1,76% zawartości popiołu (1  $\sigma$ ). Wskaźnik ten znajduje się w granicach błędu pomiarowego. W pozostałych przypadkach błąd RMS zmienia się, w zależności od miejsca zastosowania i może być w granicach 1,5% - 2,5% zawartości popiołu. Dokładność pomiaru zawartości popiołu, uzyskana dzięki popiołomierzowi RODOS, jest porównywalna z dokładnością miernika izotopowego, a niekiedy jest wyższa.

Ciągłe pomiary jakości węgla surowego stwarzają możliwość lepszej kontroli jakości wydobytego węgla i ułatwiają podjęcie decyzji i konieczności jego wzbogacania.

В 2000 году конструкция RODOS была изменена и допущена к применению в подземных шахтах каменного угля.

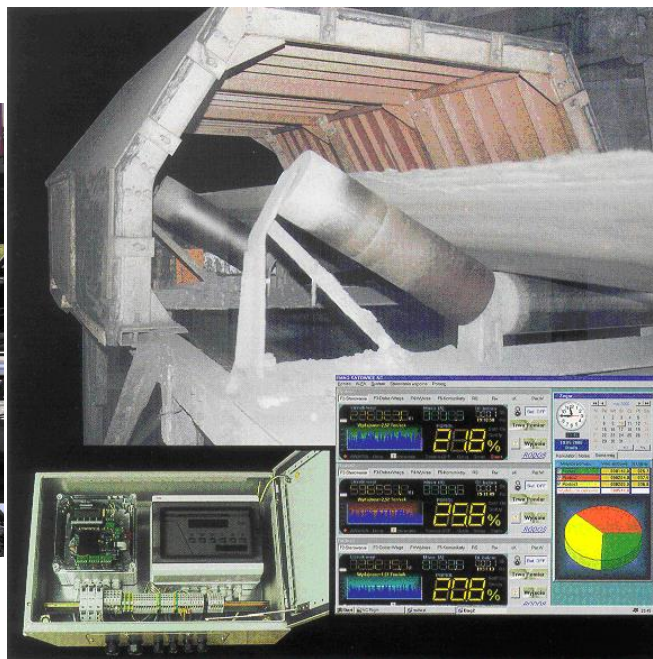
Появлялись проблемы с точной калибровкой прибора, которые создавали трудности в связи с представленными пробами и большой разницей в лабораторных анализах, в пробных сериях, представляющих возможный размах состава золы и массы погрузки.

Результаты калибровки системы RODOS под землей представлены в таблице 2.

Точность, полученная в результате применения золомера RODOS, в этом случае достигает 1,76% содержания золы (1  $\sigma$ ). Этот показатель находится в пределах измерительной погрешности. В остальных случаях погрешность RMS меняется в зависимости от места применения и может быть в пределах 1,5% - 2,5% содержания золы. Постоянные измерения, не переработанного угля предоставляют возможность лучшего контроля качества добытого угля.

Качество не переработанного угля влияет на экономические результаты технического процесса в области количества и качества, рыночной цены продукции нетто, а также транспорта и стоимости утилизации отходов.





*Popiołomierz RODOS w kopalni  
Золомер RODOS в шахте*

Ciągła kontrola węgla surowego umożliwia kierownictwu kopalni lepsze sterowanie jakością eksploатованego urobku węglowego. Umożliwia także zwiększenie ilości i wartości i handlowej produkcji netto zakładów oraz zmniejszenie kosztów transportu i zagospodarowania odpadów.

Точность измерения содержания золы, полученная благодаря золомеру RODOS, сравнительна с точностью изотопного измерителя, а иногда в несколько раз лучше.

## **POPIOŁOMIERZ PRZENOŚNY WALKER**

## **ПЕРЕНОСНЫЙ ЗОЛОМЕР WALKER**

Kolejnym krokiem była reakcja na potrzeby rynku dotyczące urządzenia przenośnego, które pozwalałoby na pomiar parametrów jakościowych węgla na zwałowiskach, w środkach transportu itp. w sposób szybki, a jednocześnie bezpieczny dla obsługi urządzenia.

Очередным шагом была реакция на спрос рынка на переносную аппаратуру, измеряющую качественные параметры угля на отвалах, в транспорте и т. п. быстро и одновременно безопасно для обслуживания устройства.

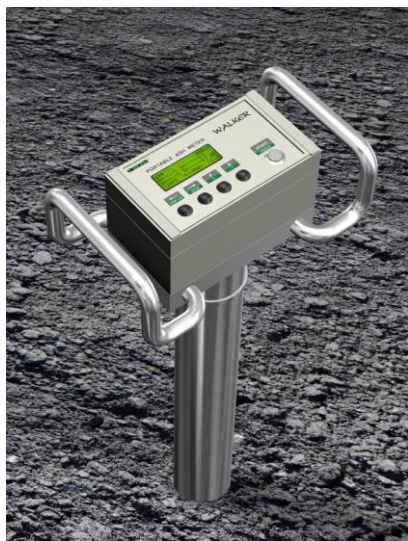
Spełnienie warunku bezpieczeństwa zapewniała jedynie metoda pomiaru promieniotwórczości naturalnej. Podstawę teoretyczną stanowiły wyniki badań wykonanych przy opracowywaniu popiołomierza taśmowego do pomiarów on-line. Niezbędne stało się jedynie przeprowadzenie badań umożliwiających dobór odpowiedniego detektora oraz właściwej geometrii pomiaru.

Исполнение условия безопасности исключительно гарантировало метод измерения естественной радиоактивности. Теоретическое основание составляли результаты исследований, выполненных при разработке ленточного золомера для измерений on-line. Единственно создалась необходимость проведения исследований, благодаря которым возможен отбор соответствующего детектора и соответствующей измерительной геометрии.

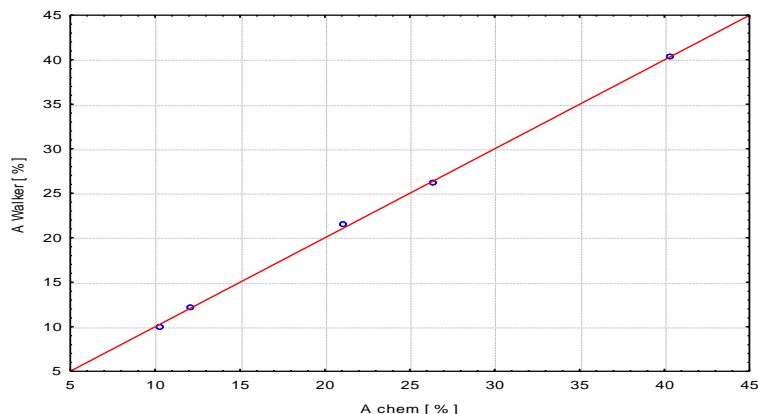
Badania te potwierdziły możliwość opracowania urządzenia przenośnego, które byłoby niewielkie, lekkie, a przede wszystkim bezpieczne dla obsługi, i zapewniało możliwość prowadzenia pomiarów zawartości popiołu w węglu w sposób szybki i nieskomplikowany. Tak powstał przenośny popiołomierz WALKER.

Эти исследования подтвердили возможность разработки переносной аппаратуры, которая была бы небольшая, легкая, а главным образом безопасная в обслуживании, и гарантировала возможность измерений содержания золы в угле быстрым и легким образом. Так образовался переносный золомер WALKER.





Przenośny popiołomierz WALKER  
bez izotopu  
Переносный золомер WALKER  
без изотопа



Przykładowe wyniki dla jednej z polskich kopalń  
Примерные результаты для одной из польских шахт

Wyniki uzyskiwane przy użyciu przenośnego popiołomierza WALKER potwierdzają skuteczność zastosowanej metody pomiarowej. Przenośny popiołomierz WALKER testowano dla węgla pochodzących z różnych krajów. Popiołomierze wdrożono w Polsce, na Ukrainie, Rosji, Wietnamie, Turcji, USA i Columbii – do chwili obecnej w przemyśle pracuje ponad 60 sztuk urządzeń.

Результаты, получаемые при употреблении переносного золомера WALKER, подтверждают эффективность примененного измерительного метода. Переносной золомер WALKER тестировали для углей из разных стран. Золомеры внедрены в Польше, в Украине, в Российской Федерации, во Вьетнаме и в Турции – на сегодняшний день в промышленности работает более 60 штук аппаратур.

#### Wyniki pomiarów wykonanych w Ukrainie / Результаты измерений, выполненных в Украине

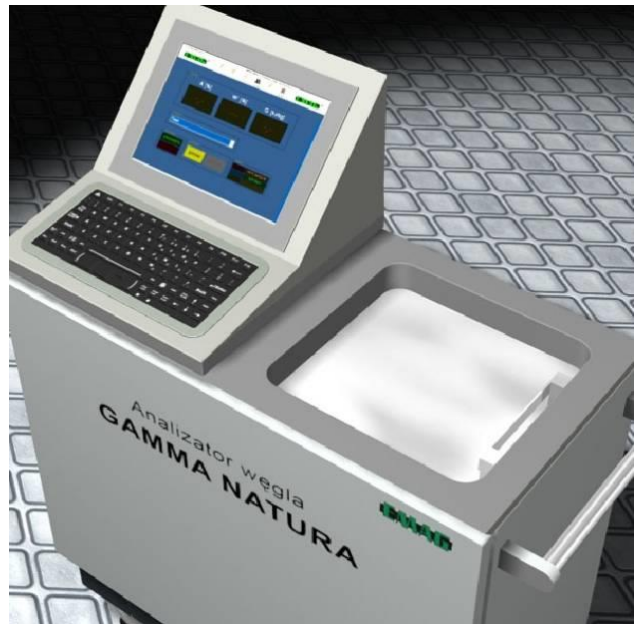
№ п/п	A лаб. [ % ]	A WALKER [ % ]	Δ A [ % ]
1	21,9	25,8	-3,9
2	34,1	36,9	-2,8
3	30,5	30,7	-0,2
4	28,7	28,1	0,6
5	41	40,6	0,4
6	35,5	33,1	2,4
7	13	13,4	-0,4
8	28,7	28,4	0,3
9	17,4	16,2	1,2

#### Wyniki pomiarów, wykonanych w Wietnamie / Результаты измерений, выполненных во Вьетнаме

Lp	A lab. [ % ]	A WALKER [ % ]	Δ A [ % ]
1	22,88	23,42	-0,54
2	32,78	31,81	0,97
3	37,98	37,64	0,34
4	30,07	30,17	-0,10
5	16,55	16,30	0,25
6	19,00	19,01	-0,01
7	10,47	10,19	0,28

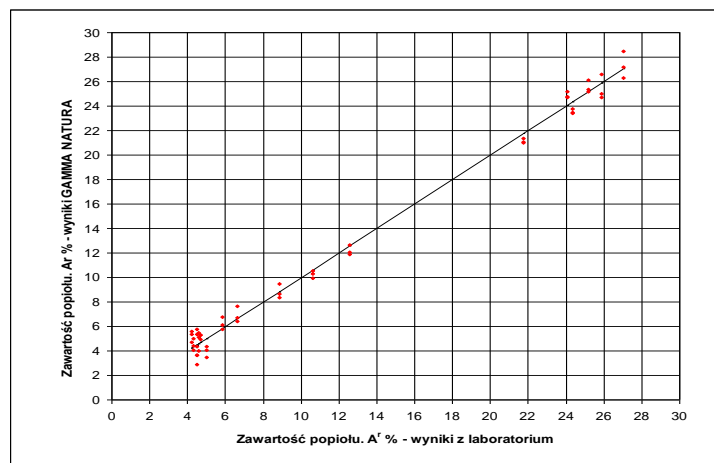
**Wyniki pomiarów, wykonanych w Turcji / Результаты измерений выполненных в Турции**

№ п/п	A lab	A WALKER	Δ A
-	[ % ]	[ % ]	[ % ]
1	19,8	20,2	-0,4
2	16,7	16,5	0,2
3	22,4	22,0	0,4
4	34,4	33,4	1,0
5	5,0	3,2	1,8
6	5,1	5,9	-0,8
7	75,8	75,6	0,2



A

*Analizator GAMMA NATURA bez izotopu  
Анализатор GAMMA NATURA без изотопа*



*Porównanie wyników oznaczenia zawartości popiołu metodą chemiczną i przy pomocy analizatora GAMMA NATURA (Kopalnia Węgla Kamiennego „Chwałowice”)*

*Сравнение результатов обозначения содержания золы химическим методом и при помощи анализатора GAMMA NATURA (Угольная шахта «Chwałowice»)*

Ostatnim osiągnięciem (medal na wystawie wynalazczości – Warszawa 2008, złoty medal na wystawie innowacji Brussels 2008 i Paris 2009) jest opracowanie i wdrożenie do przemysłowego stosowania laboratoryjnego analizatora węgla GAMMA NATURA. Analizator jest oparty także na metodzie pomiaru naturalnej promieniotwórczości gamma węgla. Oprócz tego wykorzystuje głowicę mikrofalową, dzięki której możliwe jest zmierzenie zawartości wilgoci w badanej próbce, oraz wagę tensometryczną – do określenia masy badanej próbki. Próbka o granulacji 0 – 20/30 mm nie wymaga przygotowania do pomiaru.

Analizator GAMMA NATURA jest przeznaczony do szybkiego pomiaru zawartości popiołu, wilgoci i określenia wartości opałowej węgla o granulacji 0- 20/30 mm w laboratorium ruchowym, a także w zakładzie wzbogacania węgla lub w innym dowolnym i wygodnym miejscu (sposób pomiaru i urządzenie zostały opatentowane).

Последним достижением (медаль на Выставке изобретательности – г. Варшава 2008, золотая медаль на выставке новшества BRUSSELS 2008 и PARIS 2009) является разработка и внедрение в промышленное применение лабораторного анализатора GAMMA NATURA. Анализатор основан также на методе измерения естественной гамма радиоактивности угля. Кроме того, использует микроволновую головку, благодаря которой возможно измерение содержания влаги в испытательном образце и тензометрические весы – для определения массы исследуемого образца. Образец при гранулировании 0-20/30мм не требует приготовления к измерению.

Анализатор GAMMA NATURA предназначен для быстрого измерения содержания золы, влажности и определения калорийности угля с грануляцией 0-20 мм в лаборатории, а также на предприятии обогащения угля либо в любом произвольном и удобном месте.

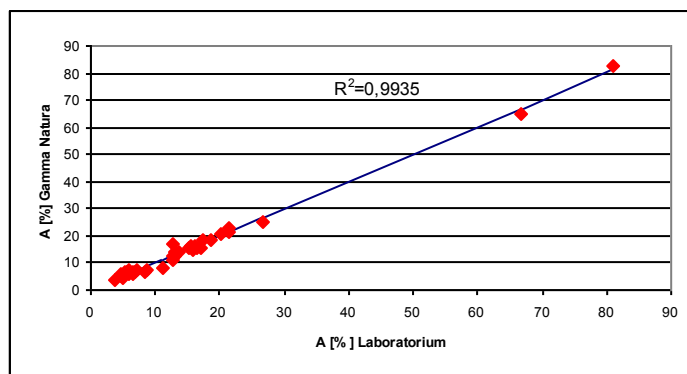
#### Porównanie parametrów jakościowych węgla w próbce, określonych metodą chemiczną i przy wykorzystaniu analizatora węgla GAMMA NATURA

#### Сравнение качественных параметров угля в образце, обозначенном химическим методом и при использовании анализатора угля GAMMA NATURA

Nr próbki	Wyniki laboratorium				Wartości wyznaczone w trakcie kalibracji GAMMA NATURA				Różnice między wynikami lab. a GAMMA NATURA				
	A, %	W <sub>t</sub> , %	Q, kJ/kg	S, %	A, %	W <sub>t</sub> , %	Q, kJ/kg	S, %	Δ A, %	Δ W <sub>t</sub> , %	Δ Q, kJ/kg	Δ S, %	
próbka 1	4,6	7,4	28305	0,78	5,4	7,8	27826	0,81	-0,8	-0,4	479	-0,03	
próbka 2	4,2	8,8	27887	0,79	4,9	8,2	27836	0,78	-0,7	0,6	51	0,01	
próbka 3	25,2	10,2	19710	0,97	25,5	10,2	19610	0,96	-0,4	0,0	100	0,01	
próbka 4	10,6	9,6	25230	0,83	10,3	9,0	25538	0,85	0,3	0,6	-308	-0,02	
próbka 5	5,0	7,9	27992	0,77	3,7	8,1	28300	0,83	1,3	-0,2	-308	-0,06	
próbka 6	24,1	10,8	19830	1,03	24,3	11,2	19635	1,00	-0,2	-0,4	195	0,03	
próbka 7	4,7	7,4	28248	0,64	5,1	7,8	27935	0,86	-0,4	-0,4	313	-0,22	
próbka 8	4,5	8,2	28064	0,8	5,4	8,1	27689	0,79	-0,9	0,1	375	0,01	
próbka 9	6,6	7,5	27382	0,78	7,0	8,0	27160	0,84	-0,3	-0,5	222	-0,06	
próbka 10	24,4	8,7	20538	1,05	23,5	9,1	20804	0,88	0,9	-0,4	-266	0,17	
próbka 11	27,0	8,7	19623	0,95	28,0	9,4	19093	0,98	-0,9	-0,7	530	-0,03	
próbka 12	21,8	9	21382	0,94	21,9	9,8	21102	0,86	-0,1	-0,8	280	0,08	
próbka 13	8,8	9,8	25963	0,88	9,0	9,3	25926	0,82	-0,2	0,5	37	0,06	
próbka 14	5,8	10,8	26708	0,79	5,8	8,8	27245	0,83	0,0	2,0	-537	-0,04	
próbka 15	12,6	9,6	24468	0,83	11,1	9,1	25257	0,78	1,5	0,5	-789	0,05	
próbka 16	25,9	9	19967	0,95	25,7	8,7	20219	0,89	0,2	0,3	-252	0,06	
próbka 17	4,5	7,5	28164	0,68	3,7	8,2	28266	0,70	0,8	-0,7	-102	-0,02	
próbka 18	4,3	7,9	28160	0,83	4,8	8,3	27823	0,78	-0,5	-0,4	337	0,05	
									σ=	0,80%	0,70%	366 kJ/kg	0,08%

**Pomiary próbek ukraińskich / Измерения украинских образцов**

№ образца	Ar lab. %	Ar G-N, %	Δ Ar, %	Str lab., %	Str G-N %	Δ Str, %
Ukraina 1	36,2	35,6	0,6	1,09	1,00	0,09
Ukraina 2	19,1	19,9	-0,8	1,80	1,63	0,17
Ukraina 3	19,5	19,2	0,3	1,25	1,37	-0,12
Ukraina 4	26,0	25,3	0,7	1,03	1,08	-0,05
Ukraina 5	26,5	25,5	1,0	1,55	1,64	-0,09
		σ=	0,7		σ =	0,12



*Wyniki pomiarów GAMMA NATURA, wykonanych w Kopalni Węgla Kamiennego „Bielszowice” – marzec 2009 r.  
 Результаты измерений GAMMA NATURA, выполненных в Угольной шахте «Bielszowice» – март 2009*

**PODSUMOWANIE**

Instytut EMAG nieprzerwanie opracowuje nowe i udoskonala już istniejące metody i urządzenia pomiarowe, aby spełnić oczekiwania użytkowników przyrządów pomiarowych i podążać za postępem techniki. Takie działania mają celu uzyskanie najlepszej, możliwej do osiągnięcia, dokładności pomiaru i optymalnej konstrukcji, co pozwoli na stosowanie w przemyśle przyrządów pomiarowych, niezależnie od warunków technicznych i technologicznych.

Opracowany popiołomierz RODOS stwarza możliwość pomiaru zawartości popiołu i masy w węglu kamiennym i brunatnym, a także odpadach o wymiarach 0-300 mm.

Istotnymi zaletami, w porównaniu z przyrządami izotopowymi są:

- dokładność pomiaru zawartości popiołu jest niezależna od składu chemicznego i wilgotności węgla;
- szeroka strefa pomiaru – duża reprezentatywność pomiarów
- prosta konstrukcja i niezawodność działania;
- pełne bezpieczeństwo (nie ma izotopu promieniotwórczego).

**ПРЕДЛОЖЕНИЯ**

Центр EMAG непрерывно разрабатывает новые или улучшает существующие уже методы измерений и измерительную технику, чтобы удовлетворить ожидания потребителей измерительных приборов и не отставать в процессе развития компьютерных и электронных техник. Такие действия имеют цель – разработки максимальной точности измерений и универсальной конструкции, что позволит широко применять в промышленности приборы, независимо от условий потребителя.

Разработанный в последнее время золомер RODOS предоставляет возможность измерения содержания золы и массы в каменном и буром угле, а также в отпадах размером 0-300 мм.

Стоящими преимуществами по сравнению с изотопными приборами являются:

- точность измерения содержания золы независима от химического состава и влажности угля;
- широкая зона измерения – большое представление измерений;
- несложная конструкция и безотказность действия;
- полная безопасность (нет источника радиоактивности).

Podobnymi zaletami cechują się przenośny popiołomierz WALKER oraz analizator GAMMA NATURA.

Instytut EMAG od ponad 10 lat jako jedyny w Polsce zajmuje się wykorzystaniem technologii pomiaru naturalnej promieniotwórczości gamma węgla do określania zawartości popiołu w węglu i stale doskonali tę technologię; jest także jedynym w Polsce i jednym z trzech na świecie producentem aparatury, opartej na tej technologii.

Центр ЭМАГ в течение нескольких лет занимается использованием технологии измерения естественной гамма радиоактивности угля для определения содержания золы и непрерывно совершенствует эту технологию; является также единственным в Польше производителем именной аппаратуры, основанной на этой технологии.

#### ANALYZERS FOR MONITORING COAL QUALITY IN COAL PROCESSING PLANTS AND IN LABORATORIES

For over 30 year EMAG's experts have been specializing in the development of a system and devices for on-line monitoring of coal quality parameters and in the implementation of this system in coal mines and electrical power plants. Such systems, based on advanced radiometric technologies such as reverse dissipation of gamma radiation (ALFA 05 and GAMBIT systems) as well as transmission of dual gamma radiation energy (ALFA-05/2E ash meter), have found many applications in Poland. Currently there are over 40 systems of on-line coal quality analysis in Polish hard coal and brown coal mines. Recently, the RODOS ash meter has been extended and applied in many locations. RODOS is used for on-line measurements and is based on natural gamma radioactivity of coal. In the article the authors described the RODOS ash meter and presented measurement results of the contents of ash in hard coal and brown coal – the measurements carried out with the use of RODOS and a portable MWT scales. The possibilities and benefits of using this system, both under the ground and on the surface, were presented. Additionally, the article gives information about devices which evaluate coal quality in mining laboratories as well as on dumps, wagons or cars, i.e. the WALKER portable ash meter and the GAMMA NATURA analyzer.