

WYZNACZANIE OPORÓW URABIANIA ZA POMOCA PRZYRZĄDU POU-BW/01-WAP

1.1 WPROWADZENIE

Górnictwo węgla kamiennego, które w Polsce jest strategiczną gałęzią przemysłu (szczególnie w regionie górnośląskim), charakteryzuje się złożonością i specyfiką problemów związanych z użytkowaniem środków technicznych.

Rozwój mechanizacji urabiania pokładów węglowych, stosowanie maszyn o różnych konstrukcjach organów urabiających, jak i zainstalowanych mocach, spowodowały potrzebę oceny i klasyfikacji pokładów węglowych pod względem urabialności, w celu prawidłowej lokalizacji stosowanych maszyn oraz prognozowania ich energochłonności.

Aby uwzględnić całą złożoność tego problemu, proces urabiania węgla należy rozpatrywać jako proces wzajemnego oddziaływania: calizna węglowa – maszyna.

Operacja skrawania, realizowana przez kombajn za pośrednictwem głowicy urabiającej polega na oddzieleniu cząstek skały lub calizny w sposób mechaniczny za pomocą narzędzi skrawających, umieszczonych na płatach oraz tarczy organu urabiającego. Urabianie wynika z faktu złożenia się dwóch ruchów głowicy urabiającej ścianowego kombajnu bębnowego – ruchu obrotowego oraz postępowego. Przyjmujemy, że ruchem głównym jest ruch obrotowy organu urabiającego wyrażony poprzez prędkość skrawania, natomiast ruch postępowy całego kombajnu to ruch pomocniczy.

Obecnie stosowane ścianowe kombajny bębnowe zaopatrzone są w głowice ślimakowe, których budowa wraz z odpowiednim układem nożowym powinna zapewnić jak najlepsze efekty urabiania, a więc małe zużycie mocy, dużą wydajność oraz małe rozdrobnienie węgla.

1.2. URABIALNOŚĆ

Urabialność w szerokim znaczeniu można definiować, jako interakcja pomiędzy urabianym materiałem a maszyną urabiającą. W swej istocie jest to opór jaki stawia urabiany (rozdrobiony) materiał organowi urabiającemu maszyny. Dlatego urabialność można zaliczyć do właściwości mechanicznych urabianej kopaliny użytecznej (węgiel kamienny, brunatny, skały).

Jednoznaczne zdefiniowanie urabialności praktycznie jest niemożliwe ze względu na wpływ na nią bardzo wielu czynników – między innymi sposób urabiania.

Urabialność traktowana jest również jako właściwość technologiczna. W zależności od techniki urabiania może być również określana następująco:

przy wierceniu

zwiercalność

przy urabianiu głębinowym
przy urabianiu odkrywkowym

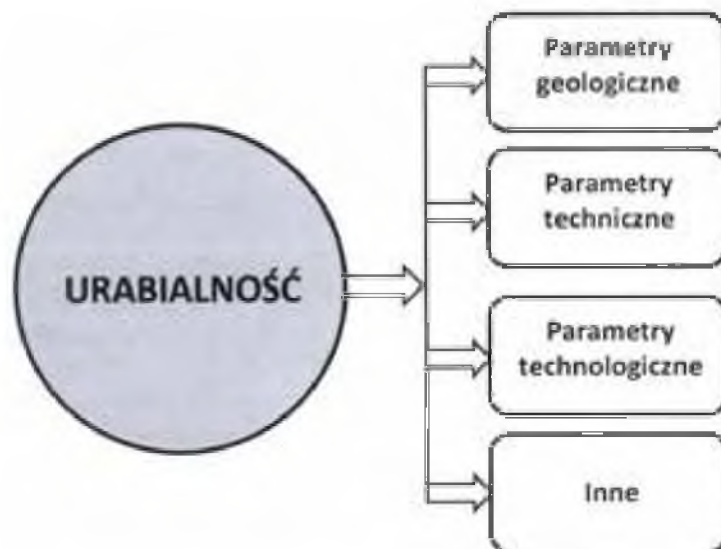
urabialność, skrawalność
opór odspajania

W każdym z w/w procesów urabiania istotny jest proces technologiczny w nim zastosowany. Pomiędzy powyższymi procesami zależności są bardzo luźne. Dlatego wyniki uzyskane w jednym procesie urabiania nie można aproksymować na inny proces.

Proces urabiania można podzielić na aktywny i pasywny. Wpływ urabianego materiału na zużycie zastosowanego do tego procesu narzędzia, jest uznawane jako urabialność aktywna. Urabialność pasywna obejmuje wszystkie te parametry które mają wpływ na wnikanie w głąb narzędzia urabiającego i odspajanie części urobionej od calizny.

Proces urabiania który odbywa się w warunkach naturalnych z zastosowaniem konkretnej technologii jest procesem złożonym [7, 9]. Proces ten najczęściej znacznie różni się od przyjętego modelu. Złożoność tego procesu przedstawiona została na rys. 1.1.

Parametry geologiczne można wyznaczyć jako zespół właściwości mechanicznych i petrograficznych. Z punktu widzenia urabialności wśród właściwości mechanicznych najistotniejsze to wytrzymałość na ściskanie. Natomiast na właściwości petrograficzne wpływ ma skład mineralny, udział minerałów twardych a także skład ziarnowy. Pojedyncza właściwość nie może być decydującym parametrem, który decyduje o urabialności. Parametry te są niezmiennie, tzn. nie mamy możliwości wpływu na ich zmianę.



Rys. 1.1 Parametry wpływające na urabialność

Parametry techniczne są określone właściwościami narzędzia urabiającego, które jest ściśle związane z przyjętą technologią urabiania. Do tych właściwości można zaliczyć geometrię ostrza oraz materiał z którego zostało wykonane narzędzie. Wybór narzędzia dokonuje się przed rozpoczęciem procesu urabiania i nie dokonuje się zmiany w trakcie procesu urabiania, pomimo zmieniających się warunków górniczo-geologicznych.

Parametry technologiczne są określone parametrami technicznymi maszyny urabiającej. Zalicza się do nich prędkość obrotową głowicy, prędkość posuwu które z kolei określają wielkość bruzdy skrawu, wydajność. W przypadku braku pełnej automatyzacji procesu urabiania, na proces urabiania wpływ ma również czynnik ludzki. W trakcie całego procesu urabiania operator zmienia parametry urabiania w wyniku zmieniających się warunków

górnictwo-geologicznych. Zmiana ta następuje w wyniku subiektywnych decyzji, a wynika ona z doświadczenia. Mają one większy lub mniejszy wpływ na proces urabiania.

Ostatnia grupa parametrów która ma wpływ na proces urabiania jest trudna do przewidzenia. Możemy tutaj zaliczyć stan naprężenia w strefie pracy maszyny urabiającej, jego wielkość a także zmieniający się skład petrograficzny oraz temperatura kopaliny.

Wynika stąd, że w miarę obiektywne określenie urabialności jest niemożliwe bez uwzględnienia w/w parametrów. Stąd do każdej technologii urabiania należy stosować inną metodę wyznaczania urabialności. Jak wynika z przeprowadzonej analizy, metody wyznaczania urabialności muszą się znacznie między sobą różnić [9]. Dlatego też, mogą być stosowane różne metody wyznaczania urabialności tak w laboratorium (na stanowisku badawczym) jak i „in situ”.

1.3. DOBÓR PRZYRZĄDU DO WYZNACZANIA OPORÓW URABIANIA

Opory urabiania calizny węglowej wyrażone za pomocą wskaźnika urabialności muszą uwzględniać właściwości mechaniczne pokładu węglowego a także mieć możliwość:

- odwzorowania rzeczywistego charakteru pracy maszyny urabiającej,
- prowadzenia skrawów grubych,
- wykonywania skrawów we wszystkich możliwych stanach naprężenia i odkształcenia,
- prowadzenia skrawów pomiarowych dla dowolnego kierunku i zwrotu urabiania,
- prowadzenia skrawów ostrzem rzeczywistym w celu pominięcia wpływu geometrii noża na wyniki,
- wykonywania skrawów pomiarowych w warunkach laboratoryjnych oraz „in situ”.

Prawidłowo wyznaczony wskaźnik urabialności powinien umożliwić przy zastosowaniu odpowiedniej metodyki obliczeń:

- określenie chwilowej mocy urabiania,
- wyznaczenia wartości sił na nożach urabiających znajdujących się na płatach ślimakowych,
- wyznaczenia wartości sił na nożach urabiających zamocowanych na tarczy odcinającej,
- prowadzenie atestacji maszyn.

Powyższe kryteria spełnia przyrząd POU-BW/01-WAP (rys. 1.2) szczegółowo opisany został w pracach [2, 3, 4, 5, 6]. Przyrząd do wyznaczania oporów urabiania POU-BW/01-WAP jest modyfikacją przyrządu POS-1, eliminującym pewne mankamenty poprzedniego przyrządu, a jednocześnie umożliwiającym pomiar dotychczas nie wyznaczanego parametru – mocy urabiania.

Koncepcja przyrządu POU-BW/01-WAP do wyznaczania oporów urabiania oparta została na wykorzystaniu aktuatora, stosowanego powszechnie w konstrukcji urządzeń, gdzie istotna jest zamiana ruchu posuwistego na ruch obrotowy, bez dodatkowych urządzeń. Przedstawiony przyrząd został nazwany POU – przyrząd określający urabialność.

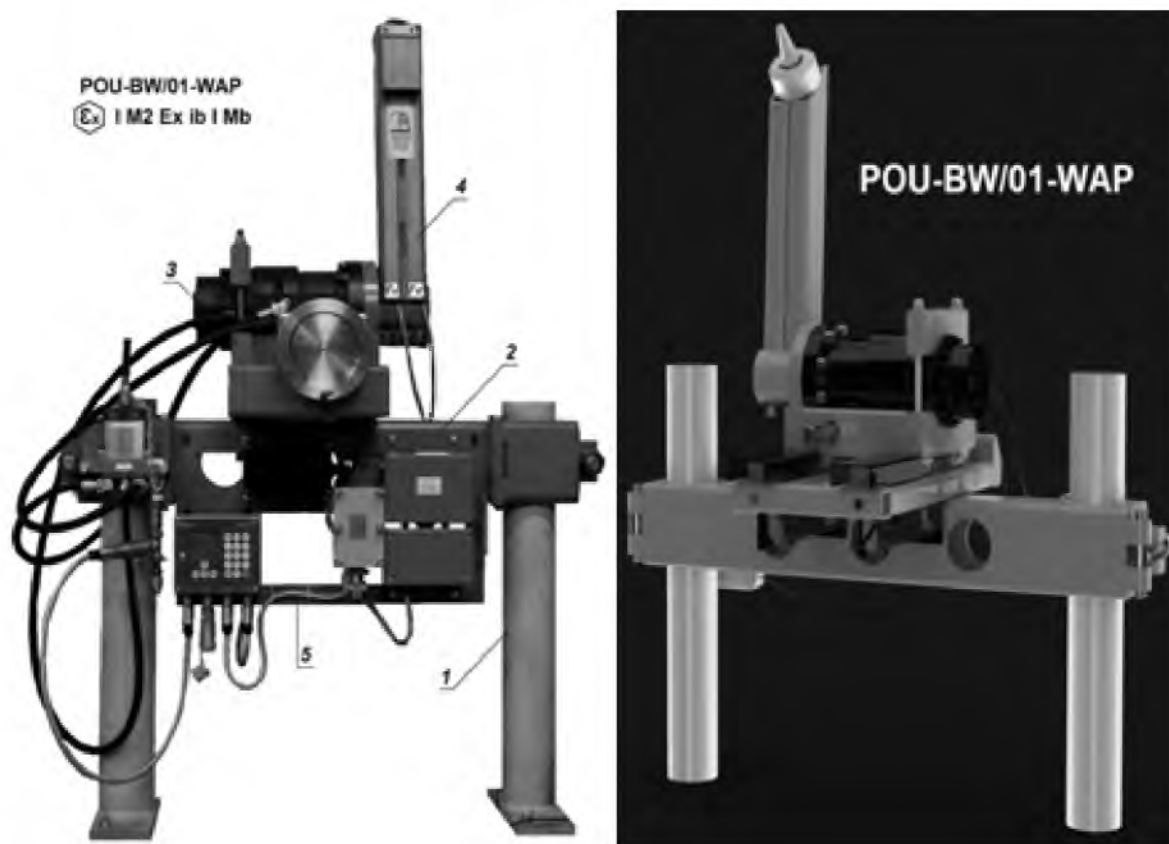
Przyrząd POU-BW/01-WAP techniką urabiania odwzorowuje sposób pracy narzędzi instalowanych w głowicach urabiających, przy czym główny kierunek i zwrot urabiania jest ten sam. Skraw pomiarowy, wykonany przyrządem POU-BW/01-WAP, ma zmienny kierunek skrawania, poczynając od poziomego poprzez pionowy do poziomego, ale o przeciwnym na

końcu zwrocie (rys. 1.2). Podobnie przedstawia się urabianie głowicą urabiającą ścianowego kombajnu bębnowego.

Za pomocą przyrządu POU-BW/01-WAP istnieje możliwość wykonywania skrawów pomiarowych w dowolnej płaszczyźnie, tak w wyrobisku ścianowym jak i na stanowisku badawczym.

Przyrząd składa się z następujących części (rys.1.2) [10]:

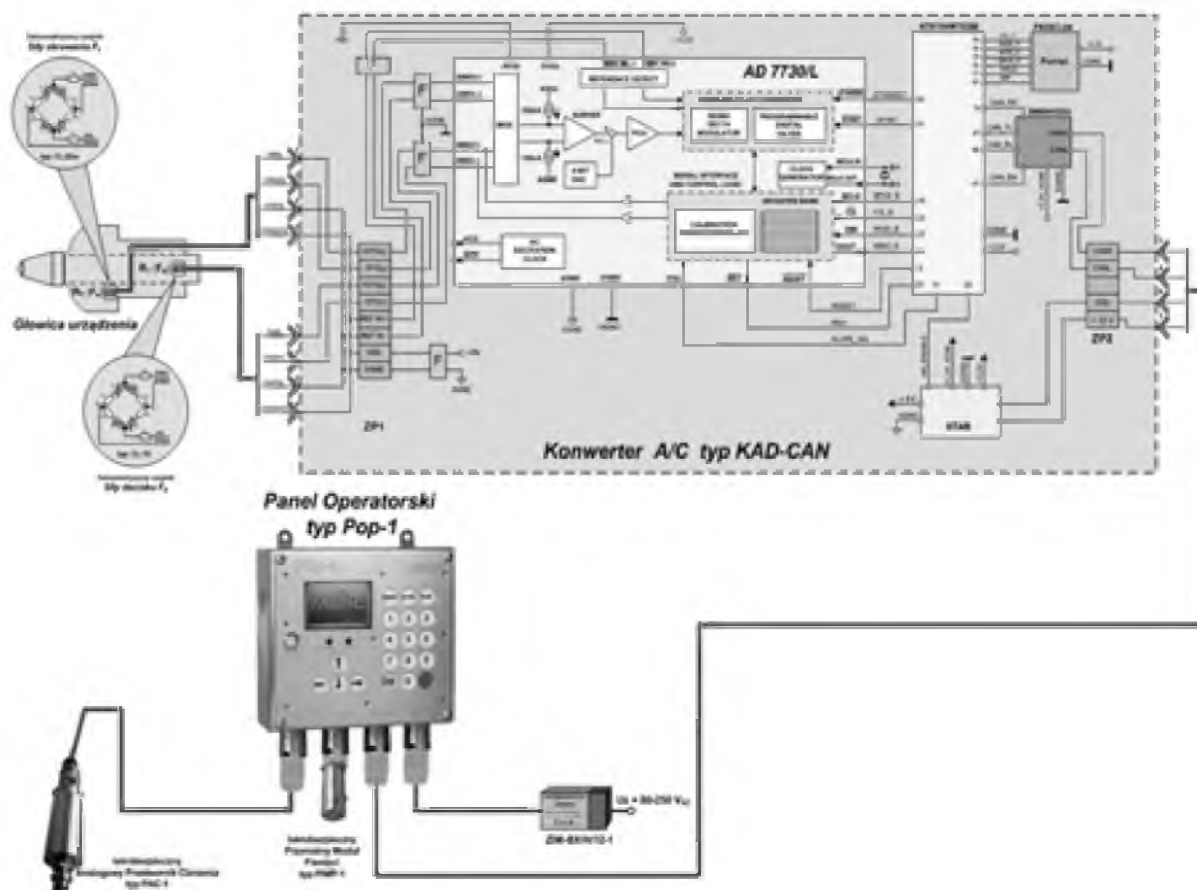
- 1 – stojaki SHI/SHC,
- 2 – rama mocowana do stojaków,
- 3 – suport (wózek) z aktuatorem,
- 4 – ramię z nożem pomiarowym,
- 5 – zestaw urządzeń do rejestracji i pomiaru sił skrawania węgla (PSSW) [11].



Rys.1.2 Przyrząd POU-BW/01-WAP

Obrót ramienia następuje w wyniku podania emulsji wodno-olejowej pod ciśnieniem do aktuatora, który powoduje obrót ramienia, umożliwiając tym samym zagłębienie się noża pomiarowego w badany pokład węgla. Kąt obrotu można ograniczać w sposób mechaniczny, bądź hydrauliczny (zastosowanie wyłącznika krańcowego, bądź wyłączenie ruchu roboczego po podaniu odpowiedniej ilości oleju).

Sposób pomiaru i rejestracji sił występujących w procesie skrawania, który został zastosowany i wykorzystany w przyrządzie POU-BW/01-WAP, charakteryzują się prostotą oraz dokładnością pomiaru. Ponieważ przyrząd został wyposażony w dwa niezależne układy rejestrujące, w związku z tym istnieje możliwość weryfikacji uzyskanych wyników pomiarów – siły skrawania (F_s) oraz siły docisku noża (F_d) (rys. 1.3).



Rys. 1.3 Układ pomiarowo-rejestrujący

Wykorzystując wyniki pomiarów można określić klasę węgla (sklasyfikować wg trudności urabiania), a tym samym wyznaczyć przewidywaną moc ścianowego kombajnu bębnowego pracującego w konkretnych warunkach geologiczno-górnicych.

Przed montażem w ścianie przyrząd należy wyskalować, korzystając w tym celu z przepływomierza wbudowanego w układ hydrauliczny oraz zaworów dławiących na magistralach zasilających. Przeprowadzając skalowanie wyznacza się moc, potrzebną do pokonania oporów własnych przyrządu [8]. Obliczona w ten sposób poprawka potrzebna jest do wyznaczenia właściwej mocy procesu urabiania. Przerobienie rozdzielacza po wykonaniu ruchu roboczego powoduje powrót ramienia przyrządu do położenia wyjściowego.

PODSUMOWANIE

W aktualnie produkowanych ścianowych kombajnach bębnowych szeroko stosowane są noże stożkowe oraz stożkowo-obrotowe. W związku z powyższym należałoby sporządzić klasyfikacje polskich pokładów węglowych dla tej grupy noży. Do tego celu ma służyć przyrząd do wyznaczania oporów urabiania POU-BW/01-WAP, który jest modyfikacją przyrządu POS-1, eliminujący pewne mankamenty poprzedniego przyrządu, a jednocześnie umożliwiającą pomiar dotychczas nie wyznaczanych parametrów.

Wykorzystując wyniki pomiarów można określić klasę węgla, a tym samym przewidywaną moc ścianowego kombajnu bębnowego pracującego w konkretnych warunkach

górnictwo-geologicznych [1].

Ważność zagadnienia, jakim jest pomiar i ocena urabialności węgla (skał), potwierdza ilość opracowanych metod jego pomiaru w różnych ośrodkach naukowych na świecie [7]. Z dotychczas przeprowadzonych badań oraz analiz wynika, że wielkość wskaźnika urabialności (skrawalności), ma istotny wpływ na moc, wydajność oraz trwałość i niezawodność pracy urządzeń urabiających. Wynika stąd również, że parametr ten ma decydujący wpływ na energochłonność, instalowaną moc oraz gabaryty maszyny urabiającej, a tym samym wpływa na koszty zakupu i eksploatacji. Duże moce instalowane na maszynach urabiających zwiększają gabaryty maszyn, wpływają na wzrost zagrożenia klimatycznego, zaburzenia w przepływie powietrza, zagrożenie metanowe, czy wreszcie konieczność wykonywania wyrobisk o większych przekrojach.

Dlatego tak istotny jest pomiar urabialności węgla, który pozwoli na optymalny dobór parametrów eksploatacyjnych maszyn urabiających i może być jednym z decydujących czynników dla oceny możliwości efektywnej eksploatacji.

Wykorzystując wyniki pomiarów można określić klasę węgla (sklasyfikować wg trudności urabiania), a tym samym przewidywaną moc ścianowego kombajnu bębnowego pracującego w konkretnych warunkach górnictwo-geologicznych.

Istotną nowością przyrządu POU-BW/01-WAP jest możliwość bezpośredniego pomiaru mocy urabiania – parametru, który nie był wyznaczany za pomocą znanych, istniejących przyrządów.

Przyrząd POU-BW/01-WAP, został dostrzeżony i nagrodzony za swe innowacyjne rozwiązania na wielu Międzynarodowych Targach, Wystawach Innowacji Technologicznych:

1. Bruxelles Eureka. **Srebrny medal** w Brukseli na europejskich targach – *THE BELGIAN AND INTERNATIONAL TRADE FAIR FOR TECHNOLOGICAL INNOVATION*.

Instrument determining workability of coal or rock enclosing the coal deposit – POU-BW/01-WAP. Bruksela/Belgia, 17 listopada 2012.

2. Dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za rozwiązanie – **Przyrząd określający urabialność węgla lub skał otaczających złoża węglowe – POU-BW/01-WAP.** – XX GIEŁDA WYNAŁAZKÓW WYRÓZNIONYCH NA ŚWIATOWYCH WYSTAWACH w 2012r. Warszawa luty 2013.

3. Narodowa Wystawa Badań i Innowacji BACĂU 2013. **Diplomă de excelență. POU-BW/01-WAP.** Bacău/Rumunia, 19-21.09.2013.


4. Międzynarodowe Targi Wynalazków i Technologii INST 2013. **Dyplom INST – Excellent Idea Certificate. POU-BW/01-WAP.** Taipei/Tajwan, 26-29 września 2013.

5. Międzynarodowe Targi Wynalazków i Technologii INST 2013.

Nagroda specjalna: Medal i Dyplom od delegacji z Japonii – Leading Innovation Award POU-BW/01-WAP. Taipei/Tajwan, 26-29 września 2013.

6. Dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za projekt pod nazwą: **Przyrząd określający urabialność węgla lub skał otaczających złoża węglowe – POU-BW/01-WAP.** Warszawa luty 2014.

W przyrządzie tym zostały zastosowane najnowocześniejsze rozwiązania, tak pod

względem konstrukcji jak i pomiaru oraz rejestracji mierzonych wartości. Posiada certyfikat ATEX,  I M2 Ex ib I Mb, umożliwiającą pracę w warunkach rzeczywistych (zakładach górniczych), jako urządzenia przeznaczonego do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem – zgodnie z dyrektywą 94/9/EC.





MINISTER
NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO

DYPLOM

dla

Instytutu Inżynierii Produkcji Wydziału Organizacji i Zarządzania
Politechniki Śląskiej

za projekt pod nazwą
Przyrząd określający urabialność węgla
lub skał otaczających złoża węglowe
– POU-BW/01-WAP

Twórcy:

dr hab. inż. Witold Biały, prof. rzw. w Pol. Śl, Marek Marczak.

Prof. Barbara Kudrycka
Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Warszawa, lipiec 2013



Salonul Național al Cercetării și Inovării

BACĂU 2013



DIPLOMĂ DE EXCELENȚĂ

Se acordă:

TECHNICAL UNIVERSITY OF SILESIA

POU-BW/01-WAP

pentru activitatea de cercetare și inventică.

19-21 SEPTEMBRIE 2013

O MINTE CREATIVĂ E MEREU TÂNĂRĂ!

Președinte Juriu

Prof.univ.dr.ing. Gheorghe STAN

Co - organizatori:



Camera de Comerț și Industrie BACĂU



Forumul Inventatorilor Romani - Filiala BACĂU



2013年台北國際發明暨技術交易展
2013 TAIPEI INT'L INVENTION SHOW & TECHNOMART

發明人：SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Faculty of Organization and Management
Institute of Production Engineering

之

參展作品：POU-BW/01-WAP

榮獲「2013年台北國際發明暨技術交易展」—發明競賽

Excellent Idea

特頒此狀，以茲表揚

發明競賽評審委員主任委員

2013年9月28日於臺北市

This Excellent Idea Certificate is presented to

Product : POU-BW/01-WAP

In recognition for the invention of

Inventor : SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Faculty of Organization and Management

Institute of Production Engineering

2013 Taipei International Invention Show & Technomart
Invention Contest

Award Committee Chair

September 28, 2013, Taipei City

Series No: 201309-020



IIPNF

國際知識產權交流會

International Intellectual Property Network Forum

Leading Innovation Award

Presented to

*Silesian University of Technology
Faculty of Organization and Management
Institute of Production Engineering*

for excellent invention of

*Instrument determining workability of coal on rock
enclosing the coal deposit - POU-BW/01-HAP*

exhibited at



2013 TAIPEI INT'L
INVENTION SHOW & TECHNOMART

Lok Kam Lam (dr.) Patrick
IIPNF - Founder / President
JPO/IPR 2010 (IPPE)
Japan Patent Office: IP FRIENDS 101P068



MINISTER
NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO

DYPLOM

dipl.

Politechniki Śląskiej, Wydziału Organizacji i Zarządzania
Instytutu Inżynierii Produkcji

za projekt pod nazwą

**Przyrząd określający urabialność węgla
lub skał otaczających złoża węglowe – POU-BW/01-WAP**

Twórcy:

dr hab. inż. Witold Biący, prof. Tadeusz
Marek Marczak

Elżbieta - Bobińska

Prof. Elżbieta Kolarska-Bobińska
Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Warszawa, July 2014

Przyrząd POU-BW/01-WAP, został zgłoszony do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej o udzielenie patentu. Wniosek został przyjęty dnia 20.04.2012 i zarejestrowany pod numerem P.398897 jako: Przyrząd określający urabialność węgla lub skał otaczających złoża.

Warszawa, 2012-04-20

**URZĄD PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ**
Kancelaria Ogólna
Al. Niepodległości 188/192
00-950 Warszawa
skr. poczt. 203

PA-NUP.398897/Potw.1/iskow
POLITECHNIKA ŚLĄSKA BIURO
RZECZNIKA PATENTOWEGO
rzesz. pat. Urszula Ziobkówna
ul. Akademicka 2 A
44-100 Gliwice

Nasz znak: BA-NUP.398897/Potw.1/iskow
Wasz znak: RR10/Pat156/2012

POTWIERDZENIE

Urząd Patentowy RP stwierdza, że dnia 2012-04-20 przyjęto wniosek o udzielenie patentu na wynalazek pt.:

Przyrząd określający urabialność węgla lub skał otaczających złoża węglowe

Zgłoszenie oznaczone numerem P.398897

[WIPO ST 10/C PL398897]

Zgłaszający: **POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, Polska**

Pouczenie:

1. Strony oraz ich przedstawiciele i pełnomocnicy mają obowiązek zawiadomić Urząd o każdej zmianie swojego adresu. W razie zaniedbania tego obowiązku doręczenie pisma pod dotychczasowym adresem ma skutek prawny (art. 41 kpa).
2. W korespondencji należy powoływać się na nr P.398897.
3. O zgłoszeniu wynalazku Urząd Patentowy dokonuje ogłoszenia niezwłocznie po upływie 18 miesięcy od daty pierwszeństwa do uzyskania patentu. Zgłaszający może w okresie 12 miesięcy od daty pierwszeństwa złożyć wniosek o dokonanie ogłoszenia w terminie wcześniejszym (art. 43 ustawy Prawo Własności Przemysłowej).

REFERENDARZ

Marek Sidoron

LITERATURA

1. Biały W.: *Empiryczne prognozowanie mocy ścianowych kombajnów bębnowych*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej Zeszyty Naukowe seria Górnictwo z. 262, 2005. stron 175. ISSN 0372-9508.
2. Biały W.: *Przyrząd do badania urabialności węgla i skał otaczających złoża*. Rozdział 4. Problemy bezpieczeństwa w budowie i eksploatacji maszyn i urządzeń górnictwa podziemnego. Monografia red. Krauze K. Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o. Łędziny 2012. ISBN 978-83-929335-7-1. s. 42-52.
3. Biały W.: *Przyrząd POU-BW/01-WAP określający urabialność węgla i skał otaczających złoża*. XXII Szkoła Eksploatacji Podziemnej 18-22.02.2013 Kraków. str. 65 + CD.
4. Biały W.: *Innowacyjne narzędzia do wyznaczania właściwości mechanicznych węgla*. Przegląd Górniczy nr 6/2013. Katowice. ISSN 0033-26X. s. 17-26.
5. Biały W.: *Sposób pomiaru sił na głowicy urabiającej przyrządu POU-BW/01-WAP*. Rozdział 8. Problemy bezpieczeństwa w budowie i eksploatacji maszyn i urządzeń górnictwa podziemnego. Monografia red. Krauze K. Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o. Łędziny 2013. ISBN 978-83-936657-0-9. s. 86-96.
6. Biały W.: *The effect of experimental research on the durability and reliability of mining equipment*. Scientific Journals Maritime University of Szczecin 2013, 34(106) ISSN 1733-8670. str. 27-34.
7. Biały W.: *The selection of optimal method determining mechanical properties of coal layers*. Management Systems in Production Engineering 2/2011. s. 26-30.
8. Mizgała J., Biały W.: *Wyznaczanie wartości sił na głowicy urabiającej przyrządu POU-BM/1*. Przegląd Górniczy nr 9/2007. ISSN 0033-26X str. 24-30.
9. Voštova V., Křemen T., Fries J., Sládková D., Jurman J.: *Progresivní technika v technologiích zemních prací*. Wydawnictwo České Vysoké Učení Technické v Praze. Fakulta strojní Praha. 2008.
10. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa Przyrządu POU-BW/01-WAP. Welding Alloys Polska sp. z o.o. Gliwice 2012.
11. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa – Urządzenie do Pomiaru Siły Skrawania Węgla. ITI EMAG, Katowice 2012.

WYZNACZANIE OPORÓW URABIANIA ZA POMOCĄ PRZYRZĄDU POU-BW/01-WAP

Streszczenie: *Przedstawiono przyrząd do wyznaczania oporów urabiania POU-BW/01-WAP. Przyrząd ten jest udoskonaloną wersją przyrządu POS-1, który został opracowany w ITG „KOMAG, odwzorowując charakter pracy ścianowych kombajnów bębnowych. Za pomocą przyrządu POU-BW/01-WAP istnieje możliwość wykonywania skrawów pomiarowych w dowolnej płaszczyźnie, tak w wyrobisku ścianowym jak i na stanowisku badawczym. Jest jedynym na świecie przyrządem, który umożliwia równoczesny pomiar dwu składowych sił skrawania – siły skrawania F_s oraz siły docisku noża do calizny F_d .*

Posiada certyfikat ATEX, umożliwiający pracę w warunkach rzeczywistych (zakładach górniczych), jako urządzenia przeznaczonego do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem – zgodnie z dyrektywą 94/9/EC.

Słowa kluczowe: *przyrząd do wyznaczania oporów urabiania, urabialność, pomiary, klasyfikacja pokładów węglowych*

dr hab. inż. Witold BIAŁY, prof. Pol. Śl.
Politechnika Śląska Gliwice, Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
tel. +4832 277 7349 e-mail: Witold.Bialy@polsl.pl