

Adam Stączek, Andrzej Simka

GRANICZNY WSKAŹNIK INTENSYWNOŚCI DESORPCJI GAZU Z WĘGLA CHARAKTERYZUJĄCY STAN ZAGROŻENIA METANOWEGO ORAZ WYRZUTAMI METANU I SKAŁ

Streszczenie

W artykule omówiono powszechnie stosowany desorbometr manometryczny cieczowy typu DMC-2 i elektroniczny przyrząd typu „Barbara” do określania szacunkowej zawartości metanu pochodzenia naturalnego w węglu (metanonośności) i wartości wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla do rozpoznawania i prognozowania (prognoza bieżąca) stanu zagrożenia gazowego i wyrzutami gazów i skał oraz nową metodę określania granicznego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla.

Stwierdzono, że stan zagrożenia wyrzutami gazów i skał w czole przodka drążonego wyrobiska górniczego oraz możliwość zaistnienia zagrożenia wyrzutowego w przodku można ocenić na podstawie granicznego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, $P_2 \geq 36,9$ hPa (Dokumentacja pracy statutowej GIG). Wskaźnik ten bezpośrednio w miejscu badania w drążonym wyrobisku górniczym wyznacza się przyrządem typu „Barbara” w czasie cyklu pomiarowego wynoszącego 240 s, z próbki węglowej umieszczonej w pojemniku przyrządu przy ciśnieniu absolutnym (otoczenia).

Boundary index of intensity gas desorption from coal characterizing state threat metanew and reproaches of methane and rocks

Abstract

In the article discussed often use a manometric liquid descorbmeter type DMC-2 and electronic tool type „Barbara” for definition of largeness of intensity index of gas desorption from coal and estimate contents of methane of natural origin in coal (methanity) for identifying and forecasting activity (current forecast) state threat metanew and reproaches of methane and rocks and new method of definition of boundary intensity index of gas desorption from coal.

It said, that state of threat reproaches of methane and rocks in the front of ancestor bored mining and capability to coming into being of this threat, it is possible to evaluate on base of boundary intensity index of gas desorption from coal, $P_2 \geq 36,9$ hPa. This index directly in place of research in bored mining by an instrument type „Barbara” is appointed in time of measuring cycle totalling 240 s from coal sample placed in container of instrument at absolute pressure (enclose).

WPROWADZENIE

Prognozowanie i zwalczanie zagrożeń metanowych, a także wyrzutami metanu i skał należą w polskim górnictwie węglowym do podstawowych zadań, które muszą być na bieżąco rozwiązywane z uwagi na bezpieczne prowadzenie eksploatacji w zagrożonych pokładach. Eksploatacja węgla w pokładzie metanowym i wyrzutowym powoduje zmiany w stanie równowagi górotworu. Zjawisko wyrzutu powstaje w chwili, gdy odprężone i odgazowane skały przyociosowej strefy są zbyt słabe, a strefa zbyt wąska na powstrzymanie przemieszczenia się gazu. Skały te zostają

zniszczone i wypchnięte do wyrobiska w rezultacie zamiany energii potencjalnej, zakumulowanej w ognisku wyrzutu, w energię kinetyczną gazu, masy węgla i skał biorących udział w tym zjawisku. Procesowi przemiany węgla w miał towarzyszy silna desorpcja gazu, co powiększa potencjał nośny wyrzutu (Kozłowski B. 1982).

Warunkiem bezpiecznej pracy w wyrobiskach górniczych zagrożonych wyrzutami metanu i skał jest dostateczne rozpoznanie przyczyn i mechanizmu ich powstawania. Problem ten dotychczas nie został w pełni wyjaśniony, a podejmowane próby sprowadzają się do pewnych hipotez, które różnią się oceną czynnika najbardziej aktywnego przy wzbudzeniu nagłego wyrzutu.

Podstawę analizy omówionych w artykule zagadnień wyrzutowych stanowił przede wszystkim bogaty materiał dokumentacyjny zaistniałych dotychczas wyrzutów, w szczególności w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym. Materiał taki, dotyczący Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, nie stanowi wystarczającej bazy dokumentacyjnej z uwagi na sporadyczność zdarzeń, które można by kwalifikować jako związane z wyrzutami metanu i skał, z wyjątkiem wyrzutu metanu i skał zaistniałego w dniu 23.08.2002 r. podczas wykonywania robót strzałowych związanym z drażeniem lunety rurowej na poziomie 1000 m w kopalni „Pniówek”.

W kopalniach Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego wyrzuty gazów i skał notowano od kilkudziesięciu lat. Pierwszy wyrzut nastąpił w 1894 roku. Ilości wyrzuconych do wyrobisk górniczych mas rozdrobnionego węgla wynosiły przeciętnie kilkadziesiąt ton. Największy z zaistniałych wyrzutów o masie 5000 ton węgla i skał miał miejsce w dniu 22.10.1958 r. w pokładzie „Franciszek” w obecnie nieczynnym rejonie pola „Piast” kopalni „Nowa Ruda”. Do wyrobisk górniczych podczas wyrzutu wydzielono około 750 000 m³ dwutlenku węgla.

W kopalniach górnośląskich, do tej pory, wystąpiło kilka zjawisk gazogeodynamicznych (Kobiela Z., Krzystolik P., Zawierucha M. 1988), w tym trzy w kopalni „Zofiówka”. W dniu 19.05.1979 r. w chodniku nadścianowym F-13 w pokładzie 363 podczas urabiania kombajnem chodnikowym nastąpiło odprężenie górotworu połączone z przemieszczeniem się do wyrobiska czterech ton urobku i wydzielaniem 411 m³ metanu. W dniu 10.08.1979 r. wyrzut metanu i skał wystąpił w przecince do uskoku z chodnika podścianowego F-5 w pokładzie 360/3. Przecinka była prowadzona w celu zbadania uskoku, najpierw w odprężonej, a następnie po minięciu krawędzi eksploatacyjnej w nieodprężonej części pokładu. Wskutek koncentracji ciśnień w strefie przodkowej nastąpiło odprężenie węgla w przodku. Przemieściło się 15 ton urobku i wydzielono 2170 m³ metanu. W dniu 12.06.1985 r. w chodniku badawczym H-5 w pokładzie 403/1 po wykonaniu robót strzałowych metodą strzelania wstrząso-urabiającego do wyrobiska przemieściło się 90 ton urobku oraz wydzielono około 5000 m³ metanu. Wyrobisko było drażone w nierozpoznanej i nieodprężonej części pokładu, wzdłuż strefy bezpieczeństwa od nadkładu w rejonie strefy uskoku o zrzucie wynoszącym 3,0 m. W czasie drażenia tego wyrobiska, już wcześniej, po wykonaniu robót strzałowych stwierdzono przekroczenie dopuszczalnych stężeń metanu oraz efekty tak zwanych „silnych strzałów” (większy postęp przodka po odstrzale niż założony w metryce strzałowej zabiór).

W kopalni „Zofiówka” zdarzyły się również trzykrotnie wypływy metanu. W dniu 12.03.1984 r. w chodniku badawczym H-1a w pokładzie 403/1 po wykonaniu

robót strzałowych nastąpił wypływ metanu w ilości 0,148 m³/s (łącznie wydzielilo się 450 m³), z kolei w dniu 30.05.1984 r. w chodniku badawczym H-3 w pokładzie 404/3, po wykonaniu robót strzałowych, wypływ metanu wyniósł 0,156 m³/s (łącznie wydzielilo się 250 m³), natomiast w dniu 13.10.1984 r. w chodniku nadścianowym H-1a w pokładzie 403/1, po wykonaniu robót strzałowych, ilość wydzielonego metanu wyniosła 0,370 m³/s (łącznie wydzielilo się 890 m³).

W kopalni „Pniówek” w dniu 23.08.2002 r. wystąpił wyrzut metanu i skał podczas wykonywania robót strzałowych związanych z drażeniem lunety rurowej na poziomie 1000 m (Krause E., Chrószcz A. 2002). W wyniku zaistniałego zdarzenia do lunety przedostało się 250 m³ mocno rozdrobnionych mas powyrzutowych węgla i wydzielilo się około 55 000 m³ metanu; zasięg wyrzutu objął lunetę rurową na całej jej długości – około 60 m.

W kopalni „Pniówek” do partii zagrożonych wyrzutami metanu i skał zaliczono partie B, P i S. W partiach tych stwierdza się przekroczenie wskaźników zagrożenia wyrzutowego. Zagrożenie to, podobnie jak w kopalni „Zofiówka”, wzrasta z głębokością eksploatacji, przy czym występuje głównie w wyrobiskach drażonych w partiach nieodpreżonych złoza w pobliżu wychodni pokładów (gdzie związane jest z występowaniem wolnego metanu pod izolującym nadkładem). Zagrożenie zwiększa się szczególnie podczas prowadzenia wyrobisk górniczych w niekorzystnych warunkach tektonicznych.

W kopalni „Brzeszcze” w dniu 20.05.1986 r. w przodku chodnika nr 363 w pokładzie 364 po odpaleniu otworów strzałowych, stwierdzono szybki wzrost koncentracji metanu powyżej 5,0% oraz większą niż normalnie ilość urobku. Węgiel o objętości około 6,0 m³ był mocno rozdrobniony. Rozmiary zaistniałego wyrzutu oceniono na około 10 ton skał ponad normalną ilość urobku, przy zabiorze 1,5 m oraz około 300 m³ wydzielonego metanu. Szczegółowe badania przeprowadzone przez pracowników Kopalni Doświadczalnej „Barbara” potwierdziły, że wyrzut metanu i skał wystąpił w strefie o zmniejszonej wytrzymałości węgla w rejonie uskołu.

Stan zagrożenia wyrzutami metanu i skał jest określany na podstawie granicznego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla. Do wyznaczania wartości tego wskaźnika jest powszechnie stosowany desorbometr manometryczny cieczowy typu DMC-2. Nowy elektroniczny przyrząd typu „Barbara” służy do wyznaczania wartości wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, jak również szacunkowej zawartości metanu pochodzenia naturalnego w węglu (metanonośności) w miejscu badania pokładu.

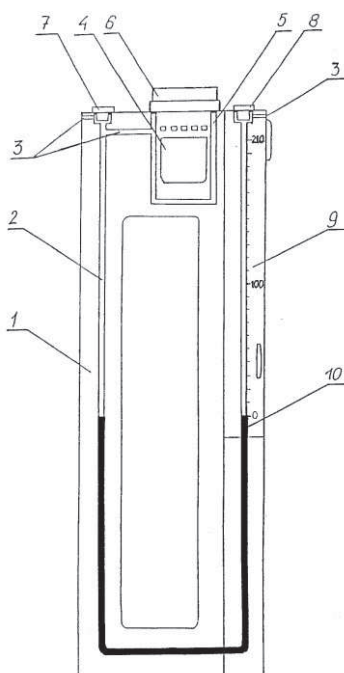
1. OKREŚLANIE PARAMETRÓW STANU ZAGROŻENIA METANOWEGO I WYRZUTAMI METANU I SKAŁ

1.1. Desorbometr manometryczny cieczowy typu DMC-2

Z uwagi na bieżące pomiary ruchowe szczególnie ważne są dane dotyczące związłości węgla pobranego z ociosu czoła przodka, zawartości metanu pochodzenia naturalnego w węglu (metanonośności) i intensywności desorpcji gazu z węgla pobranego z otworów badawczych o średnicy 42 mm, wykonywanych w pokładach węgla.

Zgodnie z przepisami górnictwymi (Zarządzenie nr 12 Ministra Górnictwa, Zarządzenie nr 2 Prezesa WUG, Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji Nr 841, Rozporządzenie Ministra Gospodarki Nr 1169) pomiary intensywności desorpcji gazu z węgla od trzydziestu lat, są wykonywane desorbometrem manometrycznym cieczowym typu DMC-2, (rys. 1). Intensywność desorpcji gazu z węgla jest uzależniona od ciśnienia nasycenia, temperatury, składu chemicznego gazu oraz od właściwości węgla. Stan zagrożenia wyrzutami gazów i skał zależy od stopnia nasycenia pokładu gazem i od intensywności desorpcji gazu z węgla (Borowski J. 1973, Tarnowski J. 1970). Przekroczenie wartości intensywności desorpcji, $\Delta P'_{2-2} \geq 11,77$ hPa (120 mm H₂O), wyznaczonej desorbometrem manometrycznym cieczowym typu DMC-2, (Rozporządzenie Ministra Gospodarki Nr 1169; Borowski J. 1975) oznacza wystąpienie zagrożenia wyrzutowego. Pierwsza cyfra przy symbolu $\Delta P'$ oznacza czas przygotowania próbki węgla do badań w minutach, zaś druga cyfra oznacza czas pomiaru kontrolowanej desorpcji gazu z węgla, również w minutach.

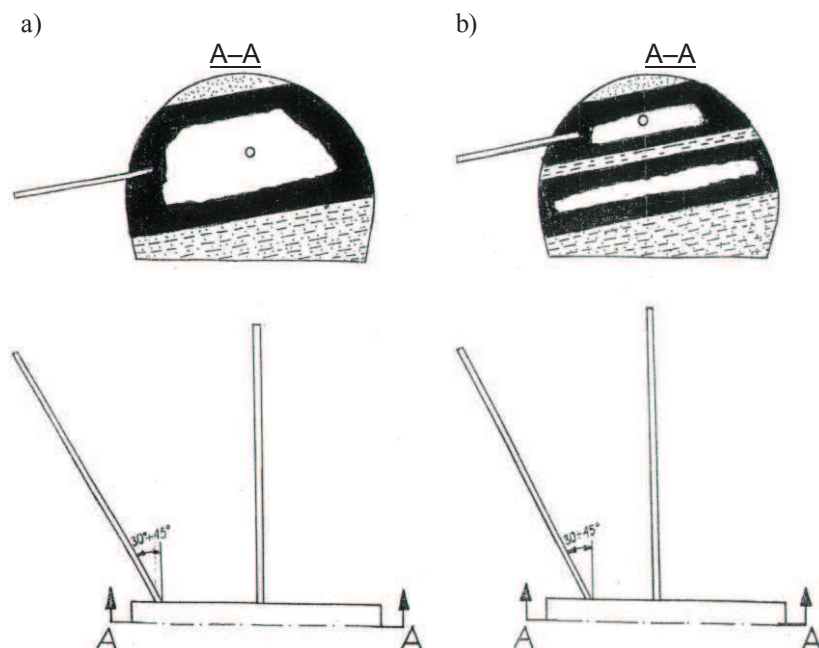
Całkowita masa desorbometru z zestawem sit i kasetą wynosi 2,033 kg.



Rys. 1. Desorbometr manometryczny cieczowy typu DMC-2. 1 – korpus, 2 – kanał w kształcie litery „U” o średnicy $d_{D-2} = 3,84$ mm, 3 – kanały o średnicy 2 mm do odprowadzenia gazu, 4 – pojemnik o objętości 5,5 cm³, 5 – komora desorpcyjna o objętości około 13 cm³, 6 – pokrywa, 7 i 8 – korki uszczelniające, 9 – skala przesuwna z zakresem odczytu od 0,0 do 210 mm H₂O, 10 – ciecz pomiarowa (woda zabarwiona fluoresceiną)

Fig.1. Manometric liquid desorbometer type DMC-2: 1 – body, 2 – canal in U form with diameter $d_{D-2} = 3,84$ mm, 3 – canals with diameter 2 mm to gas drain, 4 – container with capacity 5,5 cm³, 5 – desorption room with capacity 13 cm³, 6 – cover, 7 and 8 – plug crunching, 9 – scale sliding with range of lecture from 0,0 for 210 mm H₂O, 10 – water measuring (water coloured by fluorescence)

W celu wyznaczenia wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla $\Delta P'_{2-1}$, w narożach czoła przodka należy odwiercić po dwa otwory tak nachylone względem jego płaszczyzny, aby przecinały możliwie największą liczbę warstw węgla (rys. 2). Z każdego otworu należy pobrać po dwie próbki zwiercin, jedną z głębokości 1,8–2,0 m, a drugą z 2,8–3,0 m.



Rys. 2. Rozmieszczenie otworów badawczych w wyrobiskach chodnikowych węglowych: a) w pokładzie o grubości węgla przekraczającej 0,4 m, b) w pokładzie węgla rozdzielonym na warstwy przerostem o grubości większej niż 0,1 m (otwory wykonane w warstwie o najniższej zwięzłości węgla)

Fig. 2. Placing of research holes in mining paths: a) in coal board with thickness over 0,4 m, b) in coal board divided on tiers with thickness over 0,1 m (holes made in tier with the higher coal conciseness)

Czas przygotowania próbki, od momentu nawiercania odcinka otworu badawczego od głębokości 1,8 do 2,0 m, przesiania węgla, zamknięcia pojemnika 4 wraz z próbką węgla w komorze desorpcyjnej do zamknięcia korka uszczelniającego 7 (rys. 1), wynosi 120 s.

1.2. Przyrząd elektroniczny typu „Barbara”

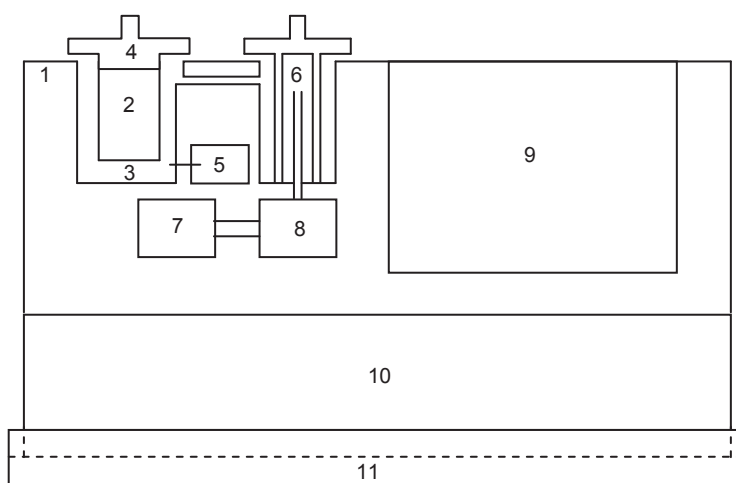
Zawodność metod stosowanych do prognozowania zagrożenia metanowego i wyrzutowego gazów i skał, jak również mały zakres pomiarowy i niedostateczna czułość, przy małej intensywności desorpcji desorbometru typu DMC-2 spowodowały konieczność opracowania nowych metod i udoskonalenia obecnie stosowanego desorbometru. Wynikiem tych prac było skonstruowanie w Kopalni Doświadczalnej „Barbara” – GIG i w Zakładzie Badawczo-Projektowym „LAT” Spółka z o.o. nowego przyrządu do określania wartości wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla

i szacunkowej zawartości metanu pochodzenia naturalnego w węglu (metanności), (fot. 1), który został zgłoszony w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej w celu udzielenia patentu.



Fot. 1. Przyrząd do wyznaczania intensywności desorpcji gazu z węgla i szacunkowej zawartości metanu, pochodzenia naturalnego, w węglu (metanności)
Phot. 1. Tool to show intensity of gas desorption from coal and empirical methane content, natural origin at coal (methanity)

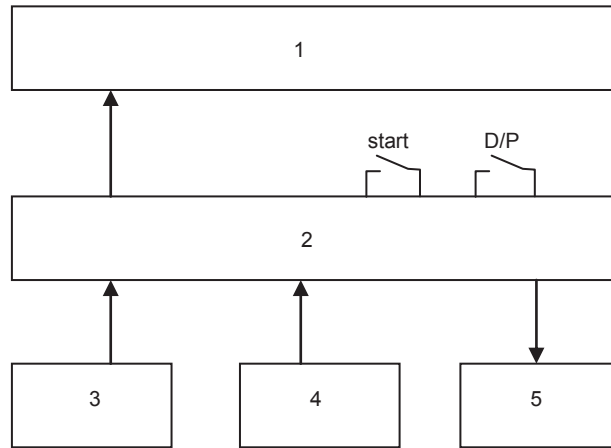
Elektroniczny przyrząd typu „Barbara” służy do pomiaru intensywności desorpcji gazu z węgla w zakresie od 0,0 do 100,0 hPa bezpośrednio w miejscu badania i szacunkowej zawartości metanu pochodzenia naturalnego w węglu (metanności). Schemat blokowy części pomiarowej i elektronicznej przyrządu przedstawiono na rysunku 3a i 3b, a widok jego płyty czołowej na rysunku 4.



Rys. 3.a. Schemat blokowy części pomiarowej przyrządu typu „Barbara”: 1 – korpus, 2 – pojemnik, 3 – komora pomiarowa, 4 – uchwyt pojemnika, 5 – czujnik temperatury, 6 – filtr, 7 – czujnik ciśnienia, 8 – elektrozawór, 9 – blok elektroniczny, 10 – pojemnik baterii, 11 – zestaw sit

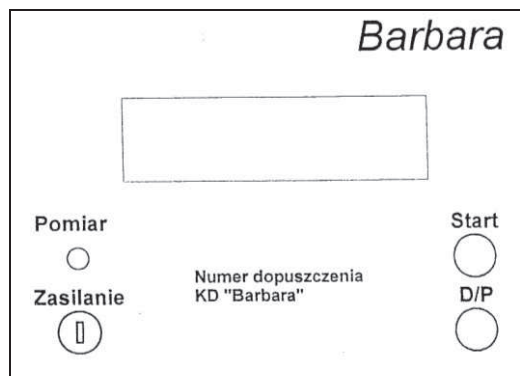
Fig. 3.a. Block scheme of measuring part of tool Barbara type: 1 – body, 2 – container, 3 – research room, 4 – container’s handle, 5 – temperature sensor, 6 – filter, 7 – pressure sensor, 8 – electric valve, 9 – electronic block, 10 – battery container, 11 – bolters’ complete

Masa przyrządu wraz z zestawem dwóch sit w obudowie blaszanej i futerałem wynosi 0,980 kg, a jego wymiary: 160 x 60 x 180 mm oraz zasilanie: 5 x NiCd N600 AAC. Przyrząd jest urządzeniem przenośnym.



Rys. 3.b. Schemat blokowy części elektronicznej przyrządu typu „Barbara”: 1 – wyświetlacz, 2 – mikroprocesor, 3 – czujnik ciśnienia, 4 – czujnik temperatury, 5 – elektrozawór

Fig. 3.b. Block scheme of electronic part of tool Barbara type: 1 - LCQ , 2 – microprocessor, 3 – pressure sensor, 4 – temperature sensor, 5 – electric valve



Rys. 4. Widok płyty czołowej

Fig. 4. Front panel view

Przebieg pomiaru z zastosowaniem przyrządu typu „Barbara” jest następujący:

Spod wiertła, z określonej głębokości otworu badawczego, pobiera się zwierciny, które po przesianiu do frakcji uziarnienia od 0,5 do 1,0 mm wsypuje się do pojemnika przyrządu. Czas nawiercenia, przesiania i zamknięcia próbki w przyrządzie wynosi 120 s. Czas jest odmierzany od chwili włączenia stopera przyciskiem „START” (fot. 1). Następnie pojemnik z próbką węgla umieszcza się w korpusie

przyrządu. Dalsze czynności są wykonywane automatycznie. W 120 sekundzie od rozpoczęcia pomiaru następuje kompensacja czujnika ciśnienia i pomiar temperatury w komorze pomiarowej. Po upływie 120 s zostaje zamknięty elektrozawór, co powoduje hermetyzację całego układu pomiarowego. Po upływie 180 s od rozpoczęcia nawiercania jest mierzony przyrost ciśnienia i temperatura w komorze pomiarowej. Jeśli nastąpiła zmiana temperatury, następuje kompensacja przyrostu ciśnienia. Po upływie 240 s zostaje zmierzony ponownie przyrost ciśnienia i temperatura w komorze pomiarowej oraz, w razie potrzeby, jest obliczany skompensowany termicznie przyrost ciśnienia. Następnie, za pomocą układu elektronicznego, jest sprawdzany stosunek przyrostu ciśnienia po upływie czasu 240 s ($\Delta P_{2-2}''$) do przyrostu ciśnienia po upływie 180 s ($\Delta P_{2-1}''$), który powinien zawierać się w granicach od 1,20 do 1,90. Jeżeli uzyska się inną wartość na wyświetlaczu, pojawia się napis:

– POWTÓRZ POMIAR.

Jeżeli otrzymana wartość ilorazu mieści się w wyznaczonych granicach, wówczas układ elektroniczny oblicza szacunkową zawartość metanu pochodzenia naturalnego w węglu (metanonośność) badanego pokładu.

Po dokonanych przeliczeniach na wyświetlaczu pojawia się komunikat:

– D XX,XX m³/Mg_{csw}

– KAT X.

Jeżeli interesuje nas przyrost ciśnienia, to należy nacisnąć przycisk D/P i na wyświetlaczu pojawia się komunikat:

– $\Delta P_{2-}''$ zastąpione jest oznaczeniem P_1 XX,XX hPa,

– $\Delta P_{1-}''$ zastąpione jest oznaczeniem P_2 XX,XX hPa,

co odpowiada wartości intensywności desorpcji gazu z próbki węgla po upływie 180 s (P_1) i 240 s (P_2).

Wykonanie kolejnego pomiaru wymaga jedynie naciśnięcia przycisku START.

Pomiar temperatury w komorze pomiarowej przyrządu typu „Barbara” pozwala na wyeliminowanie błędów przy określaniu wartości wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, który występuje podczas stosowania desorbometru manometrycznego cieczowego typu DMC-2. Możliwe jest także dokładniejsze określenie wartości wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, co przyczynia się do polepszenia bezpieczeństwa pracy załóg górniczych przez dokładniejsze rozpoznanie zagrożenia gazowego oraz lepszy wybór środków zwalczania.

2. WYZNACZANIE WSKAŹNIKA INTENSYWNOŚCI DESORPCJI GAZU PRZYRZĄDEM TYPU „BARBARA”

W związku z powszechnym stosowaniem w polskich kopalniach węgla desorbometru manometrycznego cieczowego typu DMC-2, porównano wyniki badań uzyskane desorbometrem i przyrządem typu „Barbara”.

W desorbometrze typu DMC-2 intensywność desorpcji gazu z próbek węgla jest odczytywana na podziałce wycechowanej w milimetrach słupa wody, a w przyrządzie typu „Barbara” na wyświetlaczu cyfrowym wyskalowanym w hPa.

W celu korelacji wyników uzyskanych desorbometrem i przyrządem elektronicznym, wyznaczono zależności, które przedstawiono w dokumentacji GIG (Stączek A. i inni 2002). Posłużyły one do ustalenia wzoru na zależność między wskaźnikiem intensywności desorpcji gazu z węgla Δ_{D-2} oznaczonym przyrządem typu „Barbara”, a wskaźnikiem intensywności desorpcji gazu z węgla Δ_{D-1} oznaczonym desorbometrem manometrycznym cieczowym typu DMC-2, a mianowicie

$$\Delta_{D-1} = \frac{\Delta_{D-2} \cdot V_{0D-2} + 1,3925 d_{D-2}^2 \Delta_{D-2} (p_1 + \Delta_{D-2}) m_1}{V_{0D-2} \cdot m_3} \quad (1)$$

gdzie:

- Δ_{D-1} – wskaźnik intensywności desorpcji gazu z węgla oznaczony w desorbometrze manometrycznym cieczowym typu DMC-2, Pa;
- Δ_{D-2} – wskaźnik intensywności desorpcji gazu z węgla oznaczony w przyrządzie typu „Barbara”, Pa;
- V_{0D-2} – objętość gazu (powietrza) zajmująca stałą wolną objętość w desorbometrze (w komorze desorpcyjnej pomniejszona o objętość pojemnika wraz z próbką węgla o frakcji ziarnowej o średnicy od 0,5 do 1,0 mm), m³;
- d_{D-2} – średnica kanału w desorbometrze, ($d_{D-2} = 3,84$ mm);
- Δh_{D-1} – różnica między poziomami słupów cieczy pomiarowej (wody) w lewym i prawym ramieniu desorbometru, m;
- p_1 – ciśnienie barometryczne absolutne (otoczenia), przy którym następowało wydzielanie się gazu z próbki węgla, Pa;
- m_1 – masa gazu (powietrza) wypełniająca stałą wolną objętość V_{0D-2} w desorbometrze, kg;
- m_3 – masa gazu (powietrza) wypełniająca stałą wolną objętość V_{0p} w przyrządzie typu „Barbara”, kg;
- V_{0p} – objętość gazu (powietrza) zajmująca stałą wolną objętość w przyrządzie typu „Barbara” (w komorze desorpcyjnej, pomniejszona o objętość pojemnika wraz z próbką węgla o frakcji ziarnowej (od 0,5 do 1,0 mm), m³).

2.1. Metoda pomiaru i zakres badań

Migracja gazu w węglu jest zjawiskiem bardzo złożonym i jej poznanie ma zasadnicze znaczenie dla prawidłowego prognozowania gazowości kopalń i wyrobisk górniczych. Węgiel stanowi stosunkowo jednorodny układ, mocno porowaty, pocięty

siecią szczelin o rozwarciu od tysięcznych części do kilku milimetrów w zależności od stopnia tektonicznego zaangażowania.

Ilość gazu zakumulowanego w pokładach węgla jest w znacznej mierze wynikiem procesów przemieszczania się gazu w złożach. Intensywność przemieszczania zależy od charakteru i zawodnienia skał oraz od właściwości gazu; szybciej i w większej ilości migrują gazy o mniejszej lepkości. Fizyczne właściwości skał zbiornikowych charakteryzuje porowatość, szczelinowatość i przepuszczalność.

Do określania charakteru zmian zachodzących w pokładach węgla silnie nasyconych gazem, co dotyczy przede wszystkim kopalń silnie metanowych GZW, służą pomiary ruchowe wykonywane w czole przodka drążonego wyrobiska górniczego. Szczególnie ważne są informacje wynikające z pomiarów zawartości metanu pochodzenia naturalnego w węglu i intensywności desorpcji gazu. Pomiar wskaźnika intensywności desorpcji gazu wykonuje się na próbkach pobranych z otworów badawczych, zgodnie z przepisami górnictwymi (Rozporządzenie Ministra Gospodarki Nr 1169, Zarządzenie nr 12 Ministra Górnictwa, Zarządzenie nr 2 Prezesa WUG). Wartości wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla oznacza się desorbometrem typu DMC-2 według normy branżowej nr BN-78/0408-08.

Desorpcja jest to proces polegający na uwalnianiu cząstek gazów, zaadsorbowanych przez węgiel kamienny, natomiast wskaźnik desorpcji gazów z węgla kamiennego jest to liczba wyrażająca ciśnienie gazów wydzielających się z próbki węgla kamiennego w znormalizowanych warunkach. Metoda badania polega na pomiarze ciśnienia gazów, wydzielających się z pobranej próbki węgla, desorbometrem. Wynikiem końcowym badania jest wskaźnik intensywności desorpcji gazów z węgla kamiennego. W przypadku pobierania próbki bezpośrednio z pokładu jest to największa wartość ciśnienia oznaczona po upływie 120 s pomiaru, co najmniej na czterech próbkach pobranych z dwóch otworów badawczych. Przekroczenie wartości wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, $\Delta P_{2-1}' \geq 11,77$ hPa (120 mm H₂O – odpowiadający po zaokrągleniu około 1,2 kPa) (Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji Nr 841; Rozporządzenie Ministra Gospodarki Nr 1169; Borowski J. 1975) określonej desorbometrem oznacza możliwość wystąpienia zagrożenia wyrzutami metanu i skał w drążonym przodku wyrobiska górniczego.

Stan zagrożenia wyrzutami metanu i skał, jak wspomniano, jest uzależniony od stopnia nasycenia pokładu węgla gazem i od intensywności desorpcji gazu z węgla. Intensywność desorpcji gazu z węgla jest uzależniona od ilości gazu zakumulowanego w węglu i można ją przedstawić w postaci (Borowski J. 1975)

$$\Delta P_{2-1}' = f(D) \quad (2)$$

gdzie:

$\Delta P_{2-1}'$ – intensywność desorpcji gazu z węgla, mm H₂O;

D – zawartość gazu pochodzenia naturalnego w węglu, m³/Mg_{csw}.

Jak wspomniano do określania wskaźnika intensywności desorpcji gazu i szacunkowej zawartości metanu pochodzenia naturalnego w węglu (metanonośności) opracowano elektroniczny przyrząd typu „Barbara”. Nowy przyrząd ma tę zaletę, że

pomiar wartości intensywności desorpcji gazu można wykonać po ustabilizowaniu się temperatury w komorze desorpcyjnej z temperaturą otoczenia w miejscu badania. Czas przygotowania próbki węgla odpowiadający 120 s (czas niekontrolowanej desorpcji) jest pokazywany na wyświetlaczu, a nie oznaczany stoperem jak w przypadku desorbometru. Po upływie czasu przygotowania następuje automatyczne hermetyczne zamknięcie komory desorpcyjnej, co powoduje, że pomiar odbywa się w standartowym ustalonym czasie. W przypadku stosowanego do tej pory desorbometru, ręczne zamykanie komory korkiem uszczelniającym powoduje możliwość nieprzestrzegania reżimu czasowego, a w konsekwencji niedokładne określanie wartości intensywności desorpcji gazu z węgla.

W elektronicznym przyrządzie typu „Barbara” niedotrzymanie reżimu czasowego powoduje nakaz powtórzenia pomiaru. Również dotyczy to i samego czasu pomiaru, intensywności desorpcji gazu z węgla przy niezachowaniu stosunku wartości przyrostu ciśnienia uzyskanego po 240 s do przyrostu ciśnienia uzyskanego po 180 s, wynoszącego od 1,20 do 1,90.

Nowy przyrząd w porównaniu do powszechnie stosowanego desorbometru typu DMC-2, jest wersją doskonalszą pod względem dokładności i zakresu pomiaru (jest około 3,0 krotnie dokładniejszy i ma około 5,0-krotnie większy zakres pomiarowy).

W celu określenia umownego granicznego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla w wyrobiskach górniczych wykonano pomiary przyrządem typu „Barbara” i desorbometrem (Stączek A. i inni 2003). Uzyskane wyniki przeliczono na warunki umowne według opracowanych zależności:

– dla przyrządu typu „Barbara”

$$P_{u1} = \gamma_1 \frac{m}{w_p} \frac{p_d}{p_u} \quad (3)$$

i

$$P_{u2} = \gamma_2 \frac{m}{w_p} \frac{p_d}{p_u} \quad (4)$$

– dla desorbometru typu DMC-2

$$\Delta_{..1} = \lambda_{..} \frac{m}{w_{D-}} \frac{p_d}{p_u} \quad (5)$$

i

$$\Delta_{..2} = \lambda_{..} \frac{m}{w_{D-}} \frac{p_d}{p_u} \quad (6)$$

gdzie:

P_{u1} i P_{u2} – wartości umowne wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla określone przyrządem typu „Barbara” (przeliczone na umowną masę nasypanej próbki węgla m do pojemnika oraz umowne ciśnienie absolutne p_u panujące

w miejscu pomiaru w wyrobisku górniczym), po stałym umownym czasie pomiaru, $t = 60$ s i 120 s, Pa;

P_1 i P_2 – wartości wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla określone przyrządem typu „Barbara” z masy próbki węgla w_p nasypanej do pojemnika przy ciśnieniu absolutnym p_d (otoczenia) panującym w miejscu pomiaru w wyrobisku górniczym, po stałym umownym czasie pomiaru, $t = 60$ s i 120 s, Pa;

m – umowna masa próbki węgla nasypanej do pojemnika, wynosząca $3,0000$ g;

w_p – masa próbki węgla nasypanej do pojemnika w przyrządzie typu „Barbara” (zważona w laboratorium z dokładnością 10^{-4} g), g;

p_u – umowne ciśnienie absolutne panujące w wyrobisku górniczym podczas wykonywania pomiaru desorpcji, Pa;

p_d – ciśnienie absolutne (otoczenia) panujące w miejscu pomiaru desorpcji w wyrobisku górniczym, Pa;

Δ_{s1} i Δ_{s2} – wartości umowne wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla określone desorbometrem (przeliczone na umowną masę nasypanej próbki węgla m do pojemnika oraz umowne ciśnienie absolutne p_u panujące w miejscu pomiaru w wyrobisku górniczym), po stałym umownym czasie pomiaru, $t = 60$ s i 120 s, mm H₂O;

$\Delta P'_{s1}$ i $\Delta P'_{s2}$ – wartości wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla określone desorbometrem z masy próbki węgla w_{D-2} nasypanej do pojemnika przy ciśnieniu absolutnym p_d (otoczenia) panującym w miejscu pomiaru w wyrobisku górniczym po stałym umownym czasie pomiaru, $t = 60$ s i 120 s, mm H₂O; w_{D-2} – masa próbki węgla nasypanej do pojemnika w desorbometrze (zważona w laboratorium z dokładnością 10^{-4} g), g.

Również wartości wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla zmierzone obydwoma przyrządami przeliczono na skorygowane, przyjęte warunki bez uwzględnienia czynnika $\frac{p_d}{p_u}$ w zależnościach (3), (4), (5) i (6):

– dla przyrządu typu „Barbara”

$$P_{s1} = \varphi_1 \frac{m}{w_p} \quad (7)$$

i

$$P_{s2} = \varphi_2 \frac{m}{w_p} \quad (8)$$

– dla desorbometru typu DMC-2

$$\Delta P_{s1} = \Delta P_{-} \frac{m}{w_{D-}} \quad (9)$$

i

$$\Delta P_{s2} = \Delta P_{s1} \cdot \frac{m}{w_{D-2}} \quad (10)$$

gdzie:

P_{s1} i P_{s2} – wartości skorygowane wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla określone przyrządem typu „Barbara” (przeliczone na umowną masę próbki węgla m nasypanej do pojemnika), po stałym umownym czasie pomiaru, $t = 60$ s i 120 s, Pa;

ΔP_{s1} i ΔP_{s2} – wartości skorygowane wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla określona desorbometrem (przeliczona na umowną masę próbki węgla m nasypanej do pojemnika), po stałym umownym czasie pomiaru, $t = 60$ s i 120 s, mm H₂O.

Ciśnienie barometryczne absolutne p_d (otoczenia) powietrza kopalnianego w miejscu pomiaru w wyrobisku górniczym, przy którym następował proces desorpcji gazu z próbek węgla umieszczonych w obu przyrządach na dole kopalni wyznaczano baroluksem lub aneroidem. W przypadku braku takich przyrządów, ciśnienie absolutne powietrza w punkcie pomiarowym, w wyrobisku górniczym, można obliczyć z następującego wzoru

$$p_d = p_z + 12,6654 \left(z_1 - z \right) \quad (11)$$

Wzór (11) może być stosowany do obliczania ciśnienia powietrza w wyrobisku górniczym do głębokości $z = -1400$ m. W przypadku większej głębokości, należy korzystać ze wzoru

$$p_d = p_z \left(1 + \frac{z_1 - z}{44300} \right)^{2,256} \quad (12)$$

gdzie:

p_z – ciśnienie absolutne powietrza na zrębie szybu wdechowego, Pa;

z_1 – wysokość niwelacyjna przekroju tego zrębu, m;

z – wysokość niwelacyjna w wyrobisku górniczym, w którym jest wykonywany pomiar wskaźnika desorpcji, m.

2.2. Wyniki badań i ich analiza

W celu określenia granicznego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla wykonano pomiary następujących wielkości (Stączek A. i inni 2003):

- wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla przy użyciu przyrządu typu „Barbara” (P_1 i P_2) i desorbometru (ΔP_{s1} i ΔP_{s2}) na próbkach węgla o masach (w_p i w_{D-2}) pobranych z pokładów węgla z otworu na głębokości od 2,7 do 3,0 m, od 3,7 do 4,0 m oraz od 5,7 do 6,0 m,

- ciśnienia absolutnego powietrza kopalnianego p_d w miejscu wykonywania pomiaru wskaźników w wyrobisku górniczym, przy użyciu baroluksu lub aneroиду,
- mas (w_p i w_{D-2}) próbek węgla o frakcji od 0,5 do 1,0 mm, uprzednio umieszczonych w pojemnikach po zakończeniu pomiaru wskaźników desorpcji w wyrobisku górniczym.

Wartości wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla wyznaczone obydwoma przyrządami przy ciśnieniu absolutnym p_d (otoczenia) w miejscu pomiaru w wyrobisku górniczym, na próbkach węgla o masie w_p i w_{D-2} umieszczonych w pojemnikach, przeliczono na wartości wskaźników umownych odpowiadające umownej masie próbki węgla m wynoszącej 3,0000 g i umownego ciśnienia absolutnego p_u według podanych wyżej wzorów (3), (4), (5) i (6). Przyjęto umowne ciśnienie absolutne p_u (otoczenia w miejscu pomiaru w wyrobisku górniczym) wynoszące około 109800 Pa, które odpowiada głębokości około 850 m, licząc od wysokości niwelacyjnej zrębu szybu wdechowego (od powierzchni). Głębokość ta odpowiada głębokości krytycznej, na której występują ciśnienia krytyczne (naprężenia) oraz strefa wysokiej metanonośności w pokładach węgla Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.

Również wartości wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla wyznaczonych obydwoma przyrządami przy w warunkach ciśnienia absolutnego p_d (otoczenia) w miejscu pomiaru w wyrobisku górniczym i na próbkach węgla o masach w_p i w_{D-2} umieszczonych w pojemnikach, przeliczono na wartości skorygowane odpowiadające przyjętej umownej (skorygowanej) masie próbki węgla m , wynoszącej 3,0000 g, według podanych wyżej wzorów (7), (8), (9) i (10).

Wykonano porównawcze badania wskaźników intensywności (ΔP_{-} , ΔP_{-} , P_1 , P_2) desorpcji gazu z węgla w desorbometrze i w przyrządzie typu „Barbara”, przy zachowaniu stałych warunków panujących w miejscu wykonywania pomiaru desorpcji w wyrobisku górniczym na dole w kopalni. Próbkę zwiercin węglowych do badań pobrano w pokładach węgla następujących kopalń (Stączek A. i inni 2003):

KWK Brzeszcze:

- w pokładzie 405/1 w chodniku taśmowym I nr 141, poziom 740–640 m,
- w pokładzie 510 w chodniku badawczym II nr 224, poziom 640–512 m,
- w pokładzie 405/1 w pochylni wentylacyjnej I nr 831, poniżej poziomu 740 m,
- w pokładzie 510 w chodniku badawczym IV nr 227, poziom 640–740 m.

KWK JAS-MOS:

- w pokładzie 502/1 w ścianie nr 24 W3

KWK Pniówek:

- w pokładzie 360/1 w pochylni K-2, poziom 830 m,
- w pokładzie 404/4 w chodniku S-2, powyżej poziomu 830 m,
- w pokładzie 360/1 w chodniku W-7, poniżej poziomu 830 m,
- w pokładzie 405/2 w lunecie rurowej do szybu II, poziom 1000 m,
- w pokładzie 360/1 w pochylni K-3, poziom 830 m,
- w pokładzie 404/4 w chodniku S-2, poniżej poziomu 830 m,

- w pokładzie 406/2 w chodniku wodnym II, poziom 1000 m.

KWK Zofiówka:

- w pokładzie 409/4 w pochylni H-2, poziom 900 m,
- w pokładzie 409/3 w chodniku podścianowym G-4, poziom 705 m,
- w pokładzie 409/4 w pochylni H-2, poziom 900 m.

KWK Borynia:

- w pokładzie 403/1 w chodniku F-21, poziom 838 m,
- w pokładzie 409/1-2 w chodniku C-32, poziom 838 m,
- w pokładzie 405/1 w chodniku D-31, poziom 838 m,
- w pokładzie 405/1 w chodniku D-31a, poziom 838 m,
- w pokładzie 406/2-3 w chodniku F-20, poziom 838 m.

KWK Bolesław Śmiały:

- w pokładzie 324/3 w rozcince nr 422, poziom 420 m

KWK Jankowice:

- w pokładzie 415/1 w przekopie I zachodnim, poziom 565 m,
- w pokładzie 413/4 w przekopie I zachodnim, poziom 565 m,
- w pokładzie 413/3 w przekopie I zachodnim, poziom 565 m.

Wartości umownych wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla P_{u2} i $\Delta_{..2}$ zestawiono w układzie współrzędnych, a metodą najmniejszych kwadratów określono korelację liniową (rys. 5)

$$P_{u2} = 0,30248 \Delta_{..2} + 0,5768 \quad (13)$$

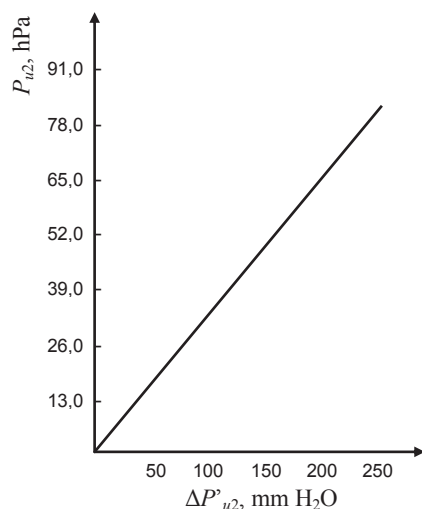
Współczynnik korelacji liniowej r wynoszący 0,97474 wykazał, że między umownymi wskaźnikami desorpcji P_{u2} i $\Delta_{..2}$ istnieje bardzo wysoka korelacja i bardzo pewna zależność.

Również wartości skorygowanych wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla P_{s2} i $\Delta_{..2}$ zestawiono w układzie współrzędnych, a metodą najmniejszych kwadratów określono równanie regresji liniowej (rys. 6)

$$P_{s2} = 0,30310 \Delta_{..2} + 0,5303 \quad (14)$$

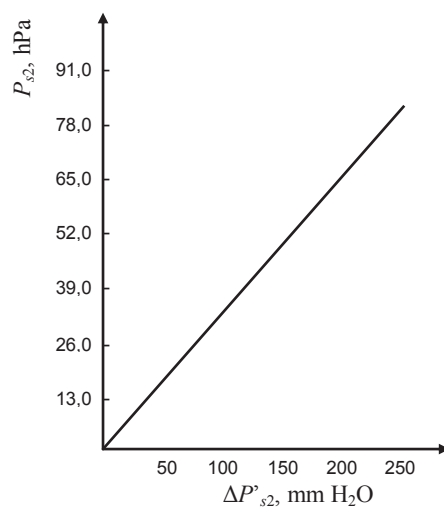
Na podstawie współczynnika korelacji liniowej, $r = 0,97501$ stwierdzono, że między skorygowanymi wskaźnikami P_{s2} i $\Delta_{..2}$ istnieje bardzo wysoka korelacja i bardzo pewna zależność.

Można zatem przyjąć, że równania regresji (13) i (14) w sposób dokładniejszy niż wyprowadzone teoretycznie równanie (1), odzwierciedlają zależność między wartościami wskaźników intensywności desorpcji gazu oznaczonymi obydwoma przyrządami, ponieważ uwzględnione są w nich błędy systematyczne tych przyrządów i przyjętej metody. A zatem wyniki pomiarów uzyskane desorbometrem na wyniki pomiarów uzyskane przyrządem typu „Barbara” należy przeliczać równaniami (13) i (14).



Rys. 5. Zależność między umownym wskaźnikiem intensywności desorpcji gazu P_{u2} , hPa, określonym przyrządem typu „Barbara”, a umownym wskaźnikiem intensywności desorpcji gazu, $\Delta P'_{u2}$, mm H₂O określonym desorbometrem

Fig. 5. Dependence between conventional index of intensity gas desorption P_{u2} , hPa, define by instrument Barbara type, and conventional index of intensity gas desorption $\Delta P'_{u2}$, mm H₂O define by descorbmeter



Rys. 6. Zależność między skorygowanym wskaźnikiem intensywności desorpcji gazu, P_{s2} , hPa określonym przyrządem typu „Barbara”, a skorygowanym wskaźnikiem intensywności desorpcji gazu, $\Delta P'_{s2}$, mm H₂O określonym desorbometrem

Fig. 6. Dependence between corrected index of intensity gas desorption P_{s2} , hPa, define by instrument Barbara type, and corrected index of intensity gas desorption $\Delta P'_{s2}$, mm H₂O define by descorbmeter

Stan zagrożenia wyrzutami gazów i skał jest uzależniony od stopnia nasycenia pokładu gazem i od intensywności desorpcji gazu z węgla (Borowski J. 1973; Tarnowski J. 1970). Wyznaczenie granicznego wskaźnika intensywności desorpcji

gazu z węgla przy zastosowaniu elektronicznego przyrządu typu „Barbara” pozwoli na scharakteryzowanie stopnia nasycenia gazem pokładów węgla pod względem zagrożenia wyrzutowego w miejscu badania.

W Polsce przyjęcie granicznej wartości wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla wyznaczonej przy zastosowaniu desorbometru izobarycznego, wynoszącej $0,75 \text{ cm}^3/\text{g}$, zaproponował J. Tarnowski (1970, 1966, 1968).

J. Borowski (1975 i 1976), na podstawie badań wykonanych w kopalniach Zagłębia Dolnośląskiego i Górnośląskiego, potwierdził słuszność propozycji J. Tarnowskiego i przy zastosowaniu desorbometru manometrycznego cieczowego typu DMC-2 ustalił graniczną wartość wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, $\Delta P_{-1} \geq 120 \text{ mm H}_2\text{O}$ próbki węgla o masie równej 3,0 g.

Na podstawie wyników badań dołowych wykonanych w kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i ich korelacji, przyjęto wielkość granicznego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, $P_2 \geq 36,9 \text{ hPa}$ wyznaczanego przy użyciu elektronicznego przyrządu typu „Barbara” bezpośrednio w miejscu pomiaru w wyrobisku górniczym, przy ciśnieniu absolutnym (otoczenia) p_d i próbce węgla luźno umieszczonej w pojemniku, nasypanej równo z krawędzią o masie w_p (Stączek A. i inni 2003). Wielkość granicznego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, $P_2 \geq 36,9 \text{ hPa}$ wyznaczana jest z średnim błędem względnym, wynoszącym 6,99% od określonego granicznego umownego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, $P_{u2} = 36,9 \text{ hPa}$, który został określony na podstawie zależności (13) i z błędem względnym, wynoszącym 6,05% od określonej wielkości granicznego skorygowanego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, $P_{s2} = 36,9 \text{ hPa}$, która została określona na podstawie zależności (14).

Stan zagrożenia wyrzutami gazów i skał w czole przodka drążonego wyrobiska górniczego oraz możliwość zaistnienia zagrożenia wyrzutowego w przodku ocenić można na podstawie granicznego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla wynoszącego $P_2 \geq 36,9 \text{ hPa}$, wyznaczonego przy użyciu elektronicznego przyrządu typu „Barbara” bezpośrednio w miejscu badania pokładu węgla w drążonym wyrobisku górniczym w czasie całkowitego pomiaru wynoszącego 240 s, przy czasie przygotowania próbki węglowej 120 s. Odczyt wskaźnika P_1 w przyrządzie zmierzony w hektopaskalach w czasie pomiaru 180 s, przy czasie przygotowania próbki węglowej równym 120 s, ma charakter kontrolny.

3. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Opracowano elektroniczny przyrząd typu „Barbara” do określania stanu zagrożenia gazowego i wyrzutowego na podstawie pomiaru wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla w miejscu wykonywania badania.
2. Przyrząd ten, w porównaniu z obecnie stosowanym desorbometrem typu DMC-2, charakteryzuje się większą dokładnością i ma mniejsze wymiary oraz masę.
3. Badania porównawcze wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla z zastosowaniem desorbometru manometrycznego cieczowego typu DMC-2

- i elektronicznego przyrządu typu „Barbara”, przy zachowaniu stałych warunków panujących w miejscu pomiaru desorpcji w wyrobisku górniczym, wykonano na próbkach zwiercin węgla pobranych z pokładów w kopalniach: „Brzeszcze”, „JAS-MOS”, „Pniówek”, „Zofiówka”, „Borynia”, „Bolesław Śmiały” i „Jankowice” (Stączek A. i inni 2003).
4. Na podstawie uzyskanych wartości wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla i średnich błędów względnych wartości umownych wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla P_{u2} i $\Delta_{..2}$, określono wartość średniego błędu względnego, wynoszącego 6,99% dla przyrządu typu „Barbara”. Błąd ten jest 2,73-krotnie mniejszy od wartości średniego błędu względnego wynoszącego 19,06%, określonego dla desorbometru typu DMC-2 (Stączek A. i inni 2003). Również na podstawie uzyskanych średnich wartości błędów względnych wartości skorygowanych wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla P_{s2} i $\Delta_{..2}$, stwierdzono, że wartość średniego błędu względnego wynoszącego 6,05%, dla przyrządu typu „Barbara” jest 2,90-krotnie mniejsza od wartości średniego błędu względnego wynoszącego 17,52%, dla desorbometru typu DMC-2 (Stączek A. i inni 2003). Metodą najmniejszych kwadratów wyznaczono korelację zachodzącą między wartościami intensywności desorpcji gazu z węgla pomierzonymi przyrządem typu „Barbara” i desorbometrem. Uzyskane równania regresji (13) i (14) w sposób dokładniejszy niż wyprowadzone teoretycznie równanie (1), odzwierciedlają zależność między wartościami wskaźników intensywności desorpcji gazu pomierzonymi na obu przyrządach. A zatem do przeliczania wyników pomiarów uzyskanych desorbometrem na wyniki pomiarów uzyskane przyrządem typu „Barbara”, należy stosować te równania.
 5. Przyjęcie granicznej wartości wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, wyznaczonego przy zastosowaniu desorbometru izobarycznego, wynoszącej $0,75 \text{ cm}^3/\text{g}$ zaproponował J. Tarnowski (1970), J. Borowski (1975, 1976) w wyniku zastosowania desorbometru manometrycznego cieczowego typu DMC-2 ustalił graniczną wielkość wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, $\Delta P_{-1} \geq 120 \text{ mm H}_2\text{O}$ w przeliczeniu na próbkę węgla o masie równej $3,0000 \text{ g}$. Wskaźnik ten zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Nr 1169 wyznaczony przy zastosowaniu desorbometru manometrycznego cieczowego typu DMC-2, umożliwia ocenę stanu zagrożenia wyrzutami gazów i skał bezpośrednio w miejscu badania pokładu węgla w czole przodka w czasie całkowitego cyklu pomiarowego wynoszącego 240 s , przy czasie przygotowania próbki węglowej równym 120 s oraz przy ciśnieniu absolutnym (otoczenia) p_d i próbce węglowej umieszczonej w pojemniku, luźno nasypanej równo z krawędzią o masie w_{D-2} . Wartość granicznego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, $\Delta P_{-1} \geq \geq 120 \text{ mm H}_2\text{O}$ jest wyznaczana bezpośrednio w miejscu badania z średnim błędem względnym, wynoszącym $19,06\%$ od wartości granicznej umownego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, $\Delta_{..2} = 120 \text{ mm H}_2\text{O}$ (przy założeniu, że $\Delta_{..2} = \Delta P_{-1} = 120 \text{ mm H}_2\text{O}$ w przeliczeniu na próbkę węgla

- o masie 3,0000 g), natomiast wielkość wskaźnika, $\Delta P_{-1} \geq 120$ mm H₂O wyznaczana jest również z średnim błędem względnym, wynoszącym 17,52% od wartości granicznej skorygowanego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, $\Delta_{-2} = 120$ mm H₂O przy czym, $\Delta_{-2} = \Delta P_{-1} = 120$ mm H₂O (Stączek A. i inni 2003).
6. Ocenę stanu zagrożenia wyrzutami gazów i skał w przodku drążonego wyrobiska górniczego umożliwi graniczny wskaźnik intensywności desorpcji gazu z węgla, P_2 w hPa wyznaczony przy użyciu przyrządu typu „Barbara” bezpośrednio w miejscu badania pokładu w czasie całkowitego cyklu pomiaru wynoszącego 240 s od rozpoczęcia nawiercania próbki, ciśnieniu absolutnym (otoczenia) p_a i próbce węglowej o masie w_p .
 7. W wyniku przeprowadzonych badań i uzyskanych korelacji, określono wielkość granicznego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla wynoszącego, $P_2 \geq 36,9$ hPa (Stączek A. i inni 2003), umożliwiającą bezpośrednią ocenę stanu zagrożenia wyrzutami metanu i skał w wyrobisku górniczym. Wartość ta wyznaczana jest z średnim błędem względnym 6,99% do wartości granicznego umownego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, $P_{u2} = 36,9$ hPa określonego z zależności (13), po podstawieniu za Δ_{-2} wartości 120 mm H₂O oraz z średnim błędem względnym 6,05% do wartości granicznego skorygowanego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, $P_{s2} = 36,9$ hPa, obliczonego z zależności (14), po podstawieniu za Δ_{-2} wartości 120 mm H₂O.
 8. Na niedokładność metody wyznaczania wartości granicznego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla ma wpływ przede wszystkim:
 - nieprawidłowe pobranie próbki węgla nie z przedziału zadanej głębokości,
 - nieoczyszczenie otworu,
 - obsypywanie się ścianek otworu,
 - niedokładne odsianie frakcji pylastej z próbki węgla,
 - masa próbki węgla umieszczonej w pojemniku przyrządu typu „Barbara” wynosząca średnio 3,0481 g, a powinna 3,0000 g.
 9. Wyznaczanie granicznych wskaźników intensywności desorpcji gazu z węgla P_2 pomierzonych przyrządem typu „Barbara”, stanowić będzie podstawę do nowej klasyfikacji pokładów węgla pod względem zagrożenia wyrzutami metanu i skał, pozwoli ocenić predyspozycje pokładów węglowych do występowania zjawisk gazogeodynamicznych.
 10. Wyznaczanie w sposób dokładniejszy (około 3-krotnie) granicznego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla, P_2 przyrządem typu „Barbara” w porównaniu z granicznym wskaźnikiem ΔP_{-1} wyznaczanym desorbometrem manometrycznym typu DMC-2, pozwoli na zapobieganie zjawiskom gazogeodynamicznym w wyrobiskach górniczych, w których pokłady węgla wykazują zmienny stopień nasycenia metanem.

Literatura

1. Borowski J. (1973): *Gazowe tło wyrzutów w antracytowych pokładach kopalni „Nowa Ruda” w kierunku prognozowania zagrożenia*. Prace GIG. Komunikat nr 583. Katowice.
2. Borowski J. (1975): *Badanie gazonośności pokładów węglowych z zastosowaniem nowych metod*. Prace GIG. Komunikat nr 645. Katowice.
3. Borowski J. (1975): *Określenie gazonośności pokładów węgla przy zastosowaniu desorbometru manometrycznego*. Bezpieczeństwo Pracy w Górnictwie nr 4.
4. Borowski J. (1976): *Określenie ciśnienia gazu w pokładach węgla*. Przegląd Górniczy nr 9.
5. Stączek A., Krause E., Simka A. (2003): *Opracowanie granicznego wskaźnika intensywności desorpcji gazu z węgla przy zastosowaniu nowego przyrządu typu „Barbara”*. Dokumentacja pracy statutowej GIG o symbolu komputerowym: 11020303-210. Katowice.
6. Kobiela Z., Krzystalik P., Zawierucha M. (1988): *Strefy wysokiej metanonośności a zagrożenie wyrzutami metanu i skał w pokładach węgla Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego*. XII Międzynarodowe Kolokwium pt. „Kierunki Zwalczania Zagrożenia Wyrzutami Gazów i Skał w Górnictwie Podziemnym”. SITG Nowa Ruda–Radków. 19–23 września.
7. Kozłowski B. (1982): *Zwalczanie zagrożeń metanowych, pyłowych i wyrzutowych w górnictwie*. Skrypt Pol. Śl. nr 1050 Gliwice.
8. Krause E., Chrószcz A. (2002): *Wyrzut metanu i skał w lunecie rurowej, poziom 1000 m w KWK „Pniówek”*. XXVIII dni techniki. Seminarium pt. „Zagrożenie wybuchem metanu i pyłu węglowego – teoria i praktyka”. Politechnika Śląska Rybnik, 30 października.
9. Norma Branżowa nr BN-78/0408-08.: *Oznaczanie wskaźnika desorpcji gazów*.
10. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Nr 1169 z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych.
11. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji Nr 841 z dnia 14 czerwca 2002 r. w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych.
12. Stączek A., Krause E., Simka A., Gruszka A. (2002): *Opracowanie założeń oraz wykonanie prototypu urządzenia do prowadzenia badań metanonośności metodą desorbometryczną*. Praca statutowa GIG o symbolu komputerowym 11020302-210. Katowice.
13. Tarnowski J. (1966): *Desorbometryczna metoda pomiaru ciśnienia gazu w pokładzie węgla*. Zeszyty problemowe górnictwa. PAN 1966, t. II, z. 2.
14. Tarnowski J. (1968): *Desorbometryczne metody pomiaru ciśnienia gazu w pokładach węgla*. Przegląd Górniczy nr 11.
15. Tarnowski J. (1970): *Wnioski wynikające z masowych pomiarów ciśnienia gazu metodą desorbometryczną dla badania zagrożenia wyrzutami węgla i gazu*. Archiwum Górnictwa, t. XV, z. 4.
16. Zarządzenie nr 12 Ministra Górnictwa z dnia 1 lipca 1977 r. w sprawie szczegółowych przepisów prowadzenia ruchu w zakładach górniczych DZPW eksploatujących pokłady zagrożone wyrzutami gazów i skał.
17. Zarządzenie nr 2 Prezesa WUG z dn. 30 stycznia 1986 r. w sprawie zaliczania pokładów węgla kamiennego w zakresie zagrożenia wyrzutami metanu i skał oraz ustalenie granic tego zagrożenia w kopalniach węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.

Recenzent: dr inż. Eugeniusz Krause