

Jolanta LEBECKA

Główny Instytut Górnictwa

Krystyna MNICH

Dolnośląskie Gwarectwo Węglowe

Kazimierz LEBECKI

Zbigniew KOBIELA

Główny Instytut Górnictwa

## OBSERWACJE ZMIENNOŚCI STĘŻEŃ RADONU W GAZACH POKŁADÓW WYRZUTOWYCH

**Streszczenie.** W publikacji przedstawiono metodykę i wyniki wstępnych pomiarów stężenia radonu w gazach wydzielanych w pokładach węgla zagrożonych wyrzutami gazów i skał. Zmiany stężeń są przedstawione w funkcji postępu wyrobiska. Charakter zmian stężeń radonu wskazuje na związek między stężeniem radonu a prawdopodobieństwem zajścia wyrzutu.

### 1. WSTĘP

W pokładach zaburzonych geologicznie mogą występować zjawiska wyrzutów gazów i skał. Są one związane z dużą ilością sorbowanego gazu, którego ciśnienie jest związane z ciśnieniem górotworu [1]. Nasunęła się więc myśl, że ilość gazu wydzielanego z calizny może być wskaźnikiem stanu naprężeń górotworu, a tym samym wskaźnikiem zbliżającego się wyrzutu. Dodatkową wskazówkę stanowią zjawiska zwiększonego wydzielania się promieniotwórczego gazu radonu w rejonach sejsmicznych przed zbliżającym się trzęsieniem ziemi.

Postawiono więc pytania: czy w pokładach zagrożonych wyrzutami gazów i skał wydzielanie radonu się zmienia i czy zmiany te mogą wskazywać na zbliżanie się wyrzutu.

W referacie tym przedstawiono wyniki wstępnych badań mających na celu odpowiedź na powyższe pytania.

### 2. PRZESŁANKI BĘDĄCE PODSTAWĄ BADAŃ

Od wielu lat obserwowano zmiany stężeń radonu w wodach ze studni i źródeł, związane ze zjawiskami sejsmicznymi zachodzącymi w skorupie ziem-

skiej. Zjawisko to zostało odkryte przez W.J. Użanowa i B.J. Mawasięwa w 1966 r. przy okazji silnego trzęsienia ziemi w Taszkencie [2]. Zostało ono później potwierdzone w innych rejonach świata, między innymi w Kalifornii w 1971 r. [3]. Charakter zmian stężenia radonu bywa różny. W Taszkencie obserwowano najpierw powolny kilkuletni wzrost stężeń radonu, a potem gwałtowny wzrost i spadek przed samym trzęsieniem ziemi.

Inny przebieg zmian obserwowano w San Fernando (Kalifornia), gdzie wprawdzie wystąpił gwałtowny wzrost i spadek stężenia radonu, a później ponowny jego wzrost przed trzęsieniem. Zmiany stężeń radonu wywołane zjawiskami sejsmicznymi obserwowano również w gazach wydobywających się z wulkanu Chakone w Japonii. Po trzęsieniu ziemi w 1966 r. gwałtownie obniżyło się stężenie radonu.

W pokładach wyrzutowych jako wskaźnik naturalnej degazacji pokładów może być uważany hel [4]. Badacze radzieccy badali zawartość helu w gazach wydzielanych z dwóch niewyrzutowych i czterech wyrzutowych pokładów węgla w Donbasie. Stwierdzili oni, że wyższymi zawartościami helu w swobodnie wydzielającym się gazie odpowiadają wysokie ciśnienia gazu.

Zarówno hel, jak i radon są gazami szlachetnymi, odznaczają się dobrymi własnościami penetracyjnymi i mogą szybko przechodzić z górotworu do wydzielających się z niego gazów i do powietrza wentylacyjnego. W związku z tym zmiany naprężeń górotworu przejawiające się w powstawaniu i zaciskaniu szczelin mogą objawiać się zmianami wydzielania tych gazów, a tym samym dawać wskazówki o istnieniu sytuacji wyrzutowej.

Przydatność radonu do obserwacji zmian naprężeń górotworu wynika z dwóch faktów:

- małego potencjału sorpcyjnego, dzięki czemu radon jest słabo wiązany w węglu i może łatwo przechodzić w stan wolny (gaz niesorbowany),
- właściwości promieniotwórczych, co sprawia, że radon jest stosunkowo łatwo wykrywalny w bardzo małych ilościach.

Z tego ostatniego względu jest dużo bardziej przydatny niż hel, którego analiza jest trudna. Czułość metod chromatograficznych dla helu sięga 0,1 ppm, a w pobliżu granic czułości aparatury prawie niemożliwe jest obserwowanie zmian stężenia helu. Dlatego obserwacja zmian stężenia helu w pokładach wyrzutowych nie rokuje dużych nadziei na szerokie zastosowanie dla obserwacji wyrzutów gazów i skał. Możliwości detekcji radonu są dużo lepsze.

Stosując do pomiaru komory scyntylacyjnej Lucasa można mierzyć stężenie  $^{222}\text{Rn}$  większe od kilku  $\text{Bq/m}^3$ , co odpowiada stężeniu rzędu  $10^{-17}\%$ .

W powietrzu kopalnianym spotyka się stężenia  $^{222}\text{Rn}$  od kilku do kilku tysięcy  $\text{Bq/m}^3$ , są więc łatwo mierzalne. Można oczekiwać, że w gazach występujących w pokładach węgla zawartość radonu będzie również łatwo mierzalna.

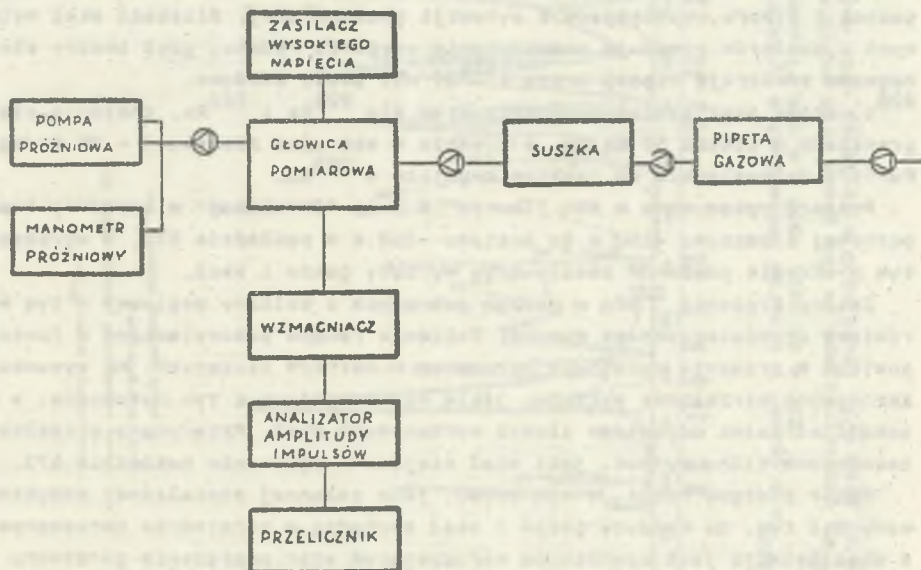
### 3. SPOSÓB PRZEPROWADZANIA BADAŃ

#### 3.1. Pobieranie prób

Próby gazu pobierano w różnych kopalniach Dolnośląskiego Gwarectwa Węglowego z otworów wierconych w caliznie węglowej w przodkach aktualnie drążonych wyrobisk korytarzowych. Długości otworów wynosiły do 6 m, ale najczęściej 3 m. Gazy pobierano do pipet szklanych o pojemności 0,5 dm<sup>3</sup> zgodnie z zasadami pobierania prób do analizy.

Pierwsze próby pobierano przypadkowo celem uzyskania informacji o stężeniach radonu i ich zróżnicowaniu. Po wykonaniu badań orientacyjnych skoncentrowano się na wyrobisku w polu "Chwalibóg" rajon 6 w KWK "Thorez", gdzie wyrzuty występowały dość często.

#### 3.2. Sposób pomiaru stężeń <sup>222</sup>Rn w gazach



Rys. 1. Schemat blokowy aparatury pomiarowej

Fig. 1. Block scheme of the measuring equipment

Rysunek 1 przedstawia schemat blokowy aparatury stosowanej do pomiaru zawartości <sup>222</sup>Rn w gazach pobranych z pokładu. Główną jej częścią jest głowica pomiarowa składająca się z kubka o pojemności 400 cm<sup>3</sup> osadzonego na fotopowielaczu połączonym z układem zasilania oraz układami liczenia impulsów.

Kubek pokryty jest od wewnątrz warstwą siarczku cynku aktywowanego srebrem ( $ZnS(Ag)$ ) i zamknięty od dołu szkłem organicznym, stanowiącym światłowód sprzęgający kubek z fotopowielaczem.

Siarczek cynku pod wpływem pochłanianych w nim cząstek alfa emituje błyski świetlne, przekształcane przez fotopowielacz w impulsy elektryczne, które są następnie liczone i dają informacje o intensywności promieniowania.

Na kubku znajdują się również krany umożliwiające odpompowanie powietrza i wprowadzenie badanego gazu. Ze względu na charakter rozpadu promieniotwórczego  $^{222}Rn$  (tworzenie promieniotwórczych produktów rozpadu) maksymalną aktywność osiąga się po trzech godzinach.

Dla uzyskania przeliczenia ilości impulsów na jednostki aktywności  $Bq/m^3$  aparatura została wykalibrowana.

#### 4. WYNIKI BADAŃ

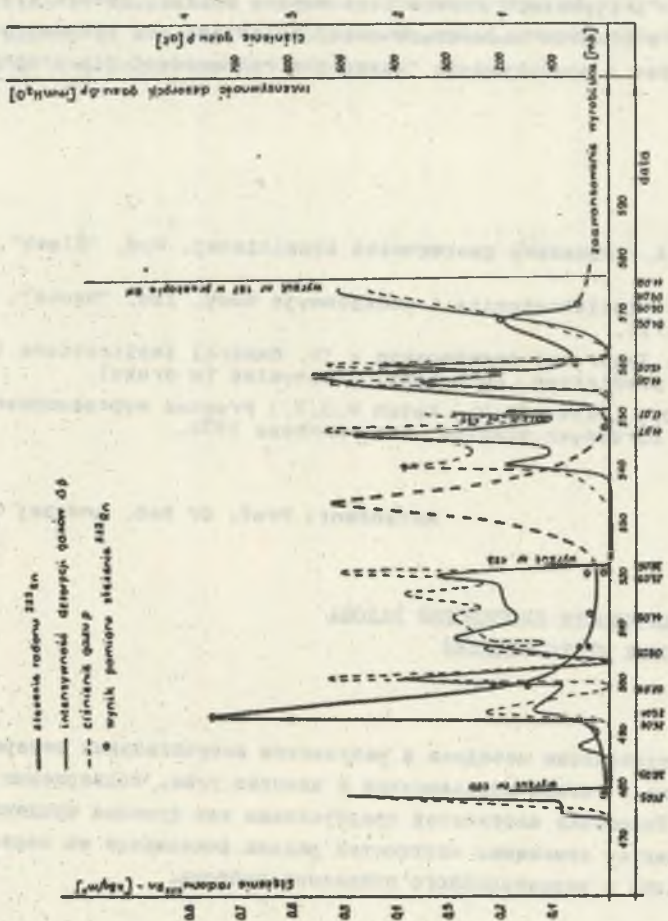
Wstępne badania wykazały bardzo duże zróżnicowanie zawartości  $^{222}Rn$  w gazach z otworu, wynikające z sytuacji geologicznej. Bliskość skał wylewnych - porfirów powoduje podwyższenie stężenia radonu, gdyż kwaśne skały magmowe zawierają więcej uranu ( $^{238}U$ ) niż skały osadowe.

$^{238}U$ , który jest izotopem macierzystym dla  $^{226}Ra$  i  $^{222}Rn$ , znajduje się w granitach w ilości 59  $Bq/kg$ , a średnio w skorupie ziemskiej - 25  $Bq/kg$ . Porfiry dolnośląskie są jeszcze bogatsze w  $^{226}Ra$ .

Pomiary wykonywano w KWK "Thorez" w polu "Chwalibóg" w upadowej transportowej z poziomu -150 m do poziomu -350 m w pokładzie 672. W wyrobisku tym w okresie pomiarów zaszczyły trzy wyrzuty gazów i skał.

Zmiany stężenia  $^{222}Rn$  w gazach pobranych z calizny węglowej w tym wyrobisku przedstawiono na rys. 2. Stężenie radonu przedstawiono w funkcji postępu w drążeniu wyrobiska wyrażonym w metrach bieżących. Na rysunku zaznaczono strzałkami wyrzuty, jakie miały miejsce w tym wyrobisku, a wysokość strzałek odpowiada ilości wyrzuconych skał. Przerwaną strzałką zaznaczono silny wyrzut, jaki miał miejsce w sąsiednim pokładzie 673.

Wybór postępu robót, a nie czasu, jako zmiennej niezależnej podyktowany był tym, że wyrzuty gazów i skał zachodzą w górotworze naruszonym, a eksploatacja jest czynnikiem naruszającym stan naprężenia górotworu jest właśnie eksploatacją. Z rysunku widać, że stężenie radonu w gazach silnie się zmienia w miarę postępu robót. Przed wszystkimi wyrzutami zaobserwowano znaczny spadek stężenia radonu i wzrost po wyrzucie. Mimo niewielkiego materiału pomiarowego (12 pomiarów na 100 m postępu) można mieć nadzieję na uzyskanie "radonowego wskaźnika" wyrzutowości.



Rys. 2. Wahania stężeń  $^{222}\text{Rn}$  w gazach z otworów badawczych w upadłej transportowej w pokładzie 672 poz. -210 m do poz. -350 m w KWK "Thorez"

Fig. 2. Variations of  $^{222}\text{Rn}$  concentrations in the gases from exploratory bore holes in the transport dip heading in seam 672, level -210 m to level -350 m in "Thorez" colliery

## 5. WNIOSKI

1) W gazach występujących w pokładach węgla na terenie Dół. GW występuje radon  $^{222}\text{Rn}$  w stężeniach od kilku do 10 tysięcy  $\text{Bq/m}^3$ , a najczęściej spotyka się wartości od 0,2-0,4  $\text{KBq/m}^3$ .

2) Zawartość radonu w gazach jest w dużej mierze zależna od warunków geologiczno-górnictwowych.

3) W badanych przypadkach zawsze obserwowano znaczny spadek stężenia radonu w gazach z otworów badawczych przed wyrzutami, co stanowi podstawę dla dalszych badań i poszukiwania "wskaźnika radonowego" dla prognozowania wyrzutów.

## LITERATURA

- [1] Kidybiński A.: Podstawy geotechniki kopalnianej. Wyd. "Śląsk", Katowice 1982.
- [2] Kissin I.G.: Zemletrasenijs i podziemnyje wody. Izd. "Nauka", Moskwa 1982 (161-171).
- [3] Brady B.T.: Theory of earthquakes - IV. General implications for earthquakes prediction. Pure Appl. Geophysics (w druku).
- [4] Nikolin V.J., Lysikov B.A., Katch W.J.T.: Prognoz wybrosoopasnosti ugolnych i porodnych ptastow. Izd. Donbass 1972.

Recenzent: Prof. dr hab. Andrzej Zastawny

#### НАБЛЮДЕНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПЛОТНОСТЕЙ РАДОНА В ГАЗАХ ВЫБРОСОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИИ

#### Резюме

В статье представлены методика и результаты вступительных измерений плотности радона в газах, выделяющихся в пластах угля, подверженных выбросам газов и скал. Изменения плотностей представлены как функция продвижения выработки. Характер изменения плотностей радона показывает на связь между плотностью радона и вероятностного появления выброса.

OBSERVATION OF VARIABILITY IN RADON CONCENTRATIONS  
IN THE GASES OF ERUPTIVE SEAMS

S u m m a r y

The methods and results of preliminary measurements of radon in the gases emitted in coal seams threatened with gases and rocks ejections have been presented in the paper. Changes of concentrations are given in the function of excavation progress. The character of radon concentration changes points at a relationship between radon concentration and the probability of the occurrence of breakout.

II. GEODYNAMIKA I GEOFIZYKA