ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

Seria: GÓRNICTWO z. 118

1983

Nr kol. 730

Adam ŚWIDZIŃSKI

ZASTOSOWANIE METOD GEOFIZYCZNYCH W PROGNOZOWANIU WYRZUTÓW GAZÓW I SKAŁ

> <u>Streszczenie</u>. Omówiono przykłady praktycznego zastosowania metod: sejsmicznej, elektrooporowej, sejsmoskustycznej i mikrosejsmologicznej w zegadnieniu prognozowania zegrożenia wyrzutowego. Szczególną uwagę zwrócono na metodę sejsmiczną i elektrooporową, przy pomocy których można określać in situ faktyczną szerokość strefy odprężonej (strefy spękań) przed czołem wyrobisk - ló, jak również określać niektóre własności fizyczne górotworu. W pracy oparto się głównie na badaniach własnych autora pracy [7]. Badania prowadzono w najbardziej zagrożonych wyrzutami pokładach, pola "Piast" kopalni "Nowa Ruda".

1. Watep

W problematyce wyrzutów gazów i skał zasadniczą sprawę stanowi znajomość niezbędnej szerokości strefy odprężonej (x_0+l_0) , która stanowi swojego rodzaju strefę buforową wstrzymującą wyrzut. Jak wykazano w pracy [7] szerokość strefy odprężonej można wyznaczać in situ metodami geofizycznymi (sejsmiczną i elektrooporową), metodą wychodu masy zwiercin, a pośrednio również na podstawie rozkładu w caliźnie parametrów gazowych (intensywności wypływu gazu oraz ciśnienia gazu). Znajomość strefy odprężonej (strefy spękań) posiada duże znaczenie również w zagadnieniu prognozowania tąpań oraz przy wyznaczaniu szerokości filarów bezpieczeństwa od zbiorników wodnych (zagrożenia wodne). Oprócz metod pomiarowych istnieją metody analityczne. Pierwsze wzory matematyczno-fizyczne określające zesięg strefy spękań przed czołem wyrobisk zostały zapoczątkowane przez A. Sałustowicza [5], który podał równanie dla zasięgu strefy spękań (R_z) w ociosie wyrobiska korytarzowege:

$$R_{z} = a \cdot e^{z} \dots, \qquad (1)$$

gdzie:

a - oznacza promień wyrobiska, natomiest z jest wyrażeniem postaci:

$$z = \frac{P - \frac{2}{\sqrt{3}}k}{\frac{4}{\sqrt{3}}k},$$
 (2)



Rys. 1. Zeleżność pomiędzy R_z 1 z wg A. Sałustowicza [5]



Rys. 2. Rozkład naprężenie wokół wyrobiske koryterzowego

Zastosowanie metod geofizycznych...

p - ciśnienie w obszarze plastycznym,

2k - granica plastyczności ośrodka.

Zależność między R_z i z obrazuje schematycznie rys. 1; natomiast rozkład naprężenia w otoczeniu wyrobiska korytarzowego obrazują wykresy na rys. 2 [5].

Dla przypadku zagrożenia tępaniami, zasięg strefy spękań można wyznaczyć ze wzoru podanego w pracy [4], wykorzystując równanie postaci:

$$\frac{2GW_0}{3T}\left(\frac{1}{x_0+1_0}-\frac{1}{x_0+1_0+\sqrt{T}}\right) - y^t H = \frac{kl_0}{h} - \frac{3Tk}{2} + hy^t H$$
(3)

Szerokość strefy spękań wynosi $x = x_0 + l_0$, przy czym x_0 oznacza odległość od ociosu, dla której słuszne jest rozwiązanie Prandtla. Dla przypadku zagrożenia wyrzutami gazów i skał (pokład i skały otaczające nasycone gazem), szerokość strefy $x_0 + l_0$ możne wyznaczyć z kryterium wyrzutu [2] postaci:

$$-2kl_{0} + 2(1 - m) \cdot (n_{0}^{2}H + x_{0}^{2}gradp)h = (x_{0} + l_{0}) \left[G_{6r} + (1-m_{1}) \cdot (3^{2}H-P_{0}\right] tgg$$
(4)

W równaniach 3 i 4. poszczególne symbole oznaczaję:

G - moduł sprężystości postaciowej Kirchhoffa,

W - końcowe osiadanie stropu,

VT - zasięg wybierania (v - prędkość, T - czas),

3 - cieżar objętościowy skał nadległych,

- H głębokość zalegania pokładu,
- k stała plastyczności węgla,

h - połowa grubości pokładu,

n - współczynnik bocznego rozpierania, równy $\frac{2}{1-2}$ (2- współczynnik Poissona),

P - ciśnienie gazu wolnego w pokładzie,

P. - ciśnienie porowe gazu w skałach stropowych,

O - kat tarcia wewnętrznego, węgla odprężonago,

porowatość wegla,

m, - porowatość skał stropowych,

Jak wykazano w pracy [7] z zagrożeniem wyrzutowym w pokładzie należy liczyć się w przypadku gdy:

$$l_{G} < x_{o} + l_{o}, \tag{5}$$

gdzie:

lg - faktyczna szerokość strefy odprężonej w pokładzie, określana pomiarami in situ.

(6)

Praktyczne wykorzystanie kryterium wyrzutu w prognozowaniu zagrożenia wyrzutowego przedstawiono między innymi w pracach [3, 7]. W niniejszej pracy podano przykłady zastosowań metod geofizycznych w tej problematyce.

2. Podstawy teoretyczne metod geofizycznych

Każda z metod geofizycznych opiera się na badaniu charakterystycznej dla niej własności materiału skalnego. W przypadku <u>metody sejemicznej</u> jest to pomiar prędkości rozchodzenia się sztucznie wytworzonej fali sejemicznej oraz określenie jej podstawowych parametrów, tzn. amplitudy i częstotliwości drgań. Jest rzeczą ogólnie znaną, że ze wzrostem naprężenia w górotworze wzrasta prędkość fal sejemicznych, jak również że obecność gazu w pokładzie i wzrost porowatości znacznie obniżają prędkość tych fal. Zaobserwowano także ciekawą prawidłowość, a mienowicie w ośrodku, w którym nastąpiło przekroczenie mechanicznej wytrzymałości węgla, następuje gwałtowny spadek prędkości fali. Niezwykle ważną sprawą dla praktyki górniczej jest zależność pomiędzy prędkościę fali poprzecznej ($V_{\rm o}$) i podłużnej ($V_{\rm p}$), a panującym ciśnieniem górotworu. Wzajemne relacje między nimi ujęte, sę wzorem [6]:

adzie:

- Pi V_{p,ē} – prędkość fal podłużnych lub poprzecznych przy ciśnieniu p p₁ działajęcym na szkielet porowaty skały,
- V_{p.s} prędkość fal podłużnych lub poprzecznych przy ciśnieniu P₂.

 $\frac{v_{p,s}^{P_1}}{v_{p,e}^{P_2}} = \left(\frac{v_{1}}{p_2}\right)^{K},$

K - wykładnik potęgowy, dobierany eksperymentalnie.

W przedziale ciśnień od 1,5 MPa (~ 15 at) do 60 MPa (~ 600 at) można przyjąć, że "K" nie zależy od ciśnienia działającego na szkielet skały. Wychodząc z równości 6 otrzymujemy główną informację o rozkładzie naprężenia wokół interesujących nas wyrobisk. W praktyce stosuje się 2 metody sejsmiczne: refrakcyjne mikroprofilowanie prędkości wzdłuż frontu wyrobisk (hodograf MPR) i mikrosondowanie prędkości przed czołem wyrobisk (hodograf MSP). Metodyka pomiarów w obu przypadkach polega na pomiarze czasu przejścia fali między źródłem sztucznie wzbudzonej fali sejsmicznej a odbiornikiem drgań, zwanym geofonem. Po uwzględnieniu geometrii układu pomiarowego otrzymujemy rozkład prędkości w badanym ośrodku. Schematy i geometrię stosowanych w badaniach [7] układów pomiarowych przedstawieję rysunki 3 (a,b) i 4 (a,b).



Rys. 3a. Przebieg fali aejamicznej przy mikrosondowaniu prędkości w otworze



Rys. 3b. Wykres zmian prędkości sejsmicznej wzdłuż otworu (hodograf MSP)







Rys, 4b. Wykres zmian prędkości sejsmicznej wzdłuż profilu (hodograf MPR)





Metoda elektrooporowa, polega na określeniu elektrycznego oporu skał. W strefie spękanej opór wzrasta, natomiast w strefie podwyższonych koncentacji naprężenie opór przyjmuje wartości minimalne (patrz rys. 5). Przy czym wzrost elektrycznego oporu skały w strefie spękań jest tak duży, że pomyłki w interpretacji wyników są praktycznie niemożliwe. Podstawę tej metody stanowią podstawowa prawa elektrotechniki. Równanie cięgłości dla prądów stacjonarnych wyraża się różniczkowym prawem Kirchhoffa:

$$div I = 0, (7)$$

natomiast różniczkowe prawo Ohma daje inne podstawowe prawo przepływu prędu:

$$\vec{I} = \frac{\vec{E}}{Q},$$
 (8)

gdzie:

- I gęstość prędu elektrycznego,
- E natężenie pola elektrycznego,
- Q opór właściwy ośrodka.

Po uwzględnieniu związku natężenia pola elektrycznego E z jego potencjałem U (tzn. E = -grad U), otrzymuje się wyrażenie analityczne rozkładu stałego pola elektrycznego (zwane równaniem Laplace'a):

$$\nabla^2 \mathbf{U} = \mathbf{0}, \tag{9}$$

gdzie:

 $\nabla^2 U$ - laplasjan funkcji U, postaci $\nabla^2 U$ = div (grad U).

We współrzędnych prostokątnych (kartezjańskich). x, y, z równanie 9 przyjmie postać [1]:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0$$
(10)

Całkę równania 10 jest skalarna funkcja U, będęca potencjałam pola elektrycznego. Rozwiązanie szczegółowe tego równania uzyskuje się po uwzględnieniu warunków brzegowych w oparciu o superpozycję. Po ich ustaleniu otrzymuje się wzór na wielkość elektrycznego oporu właściwego (Q) badanego ośrodka:

$$Q = \mathcal{K}. \stackrel{\Delta U}{=}. \tag{11}$$

gdzie:

△U - różnica potencjałów w 2 punktach badanego ośrodka,

K - współczynnik geometrii układu pomiarowego,

I - natężenie prądu przepływającego przez ośrodek-

Znajęc wartości \mathcal{K} i I oraz znajęc z pomiarów ΔU , drogą nieskomplikowanych obliczeń otrzymuje się Q badanego ośrodka.

Podstawowymi pojęciami w <u>metodzie sejsmoakustycznej</u> są: impuls posiadajęcy amplitudę (A), której wartość podzielono na 10 klas, następnie ilość impulsów (N) w jednostce czasu i ilość energii umownej (E) jaką w tej samej jednostce czasu zarejestrowała aparatura, przy czym $E \approx A^2$. Pojęciami pochodnymi są: średni poziom ilości impulsów (N) oraz średni poziom energii umownej (Ē), określane jako:

$$\vec{N} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} N_{i}$$

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} E_{i}$$
(12)
(12)
(13)

Zastosowanie metod geofizycznych...

gdzie:

n - oznacza liczbę kolejnych dni wchodzących do przedziału uśredniania (wchodzę wielkości pomierzone w okresie ostatnich 30 dni, uaktualniane co 15 dni) (6).

Metoda sejsmoakustyczna polega na rejestracji naturalnych sygnałów sejsmicznych emitowanych przez górotwór w trakcie wyzwalania się zakumulowanej w nim energii sprężystej. Ponieważ częstotliwość tych sygnałów (impulsów) ma bardzo szeroki zakres, w którym mieszczą się również fale akustyczne, dlatego metodę opartą na rejestracji i analizie ww. impulsów nazwano metodą sejsmoakustyczną. Zmiany natężenia zjawisk sejsmoakustycznych są wykładnikami zmian stanu naprężenia. Zmniejszone ich natężenie świadczy o procesie akumulacji energii, wzrost o wydzielaniu się energii z górotworu. Metoda ta stanowi uzupełnienie metody sejsmicznej, ponieważ daje możliwość uchwycenia ciągłych zmian naprężenia.

W polu "Piast" za jednostkę czasu w tej metodzie przyjęto okres < 1,5 godz. od czasu zakończenia centralnego strzelania.

Metoda mikrosejamologiczna oparta jest na rejestracji przy pomocy sejsmografów wstrzęsów w górotworze, ich lokalizowania (współrzędnych) oraz na określaniu wielkości wyzwalanej w czasie wstrzęsów energii. W polu "Piast" do tego celu zainstalowano aparaturę typu "Górnik"; dołową część tej aparatury stanowi 12 sejamografów rozmieszczonych w 5 komorach. Jest to zawężona metoda sejamologiczna z wykorzystaniem lokalnej sieci stacji sejamograficznych usytuowanych w obrębie jednej kopalni. Metody sejamologiczne polegają na wykorzystaniu regionalnych sieci stacji sejamograficznych usytuowanych w obrębie całago zagłębia węglowego.

Wstrząsy w górotworze są wynikiem wyzwalania się olbrzymich energii zakumulowanych w górotworze kopalnianym. Charakteryzują się one znaczną energią sejsmiczną dochodzącą do 10⁹ J, przy czym przedmiotem badań są wstrząsy począwszy od około 10² J. Tak duża rozpiętość skali energetycznej spowodowała konieczność właśnie stosowania dwóch metod: sejsmologicznej i mikrosejsmologicznej.

3. Badania z zastosowaniem metody seismicznej

Badania prowadzono w pokładach 410/2 + 412 i 415/2 z zastosowaniem aparatury typu CS-2 (badania te obrazują zdjęcia na rys. 13a,b,c). Mikroprofilowaniem wzdłuż ociosu objęto ścianę 3/1, która w wyniku sprowokowanego wyrzutu była unieruchomiona w okresie 27.04.79-5.07.79. Wykonano 2 profile: 7.06.79, gdy ściana była zatrzymana i 7.07.79, gdy w ścianie wykonano 3 zabiory. Pierwszy profil obrazuje rys. 6, z którego wynika że naprężenie w ścianie na odcinku od chodnika nadścianowego do 190 m ściany są niewysokie (prędkość fali < 1000 m/s). Zwyżka naprężenia występuje w bezpośredniej bliskości chodnika podścianowego, który to obszar, jak należy sę-

A. Świdziński

dzić, nie został odpreżony zaistniałym wyrzutem (kawerna powyrzutowa rozciąga się na odcinku 145-162 m od chodnika nadścianowego). Ogólnie niskie naprężenie wzdłuż ociosu ściany spowodowane jest faktem, że ściana od 6 tygodni była zatrzymana oraz zaistniałym wyrzutem (odpreżenie srodkowe1 części ściany), Po wykonaniu 3 zabiorów rozkład naprężenia uległ zmianie (rys. 7). Na odcinku 15-20 m od chodnika nadácianowago wystąpił gwałtowny wzrost naprężenia (ściana na tym odcinku prowadzona jest w partii nieodprężonej). Druga zwyżka naprężenia obserwuje się na odcinku 88-95 m. W wyniku prowadzonej eksploatacji nieznacznie zmniejszyło się naprężenie na skrzyżowaniu ściany z chodnika podścianowego. Opierając się na wykonanym hodografie MPR (rys. 7) w miejscách o stwierdzonych zwyżkach naprężenia, wykonano mikrosondowanie prędkości (MSP). Wybrano 2 odcinki, tj. 121 i 166 m licząc od chodnika podácianowego (rys. 8 i 9). Badania sejsmiczne w otworach długości 10 m łączono z wychodem masy zwiercin (określonych co 1 m). Z porównania wykresów na rys. B i 9 wynika, że prędkość fali w otworze wykonanym na 195 m jest nieznacznie wyższa aniżeli w otworze wykonanym na 121 metrze ściany. Pokrywa się to z mikroprofilowaniem (rys. 7). Z przedstawionych badań na rys. 8 i 9 wynika również, że maksimum prędkości fali występuje na głębokości 6-7 m od czoła frontu (są to miejsca maksymalnych koncentracji naprężenia - 5_{zmax}), by następnie gwałtownie opadać w dół. Gwałtowne spadki prędkości fal tuż za strefę G_{zmax} oznaczają strefy o przekroczonej wytrzymałości. Natomiast krzywe wychodu masy zwiercin do strefy G_____ narastaję stopniowo, by następnie również gwałtownie opadać w dół. Ma to związek z prawem Jehnsa. W praktyce w strefach G_{zmax} stwierdza się wychód zwiercin > 200 kg/l m otworu.

Badano również stałe materiałowe (*S*, E i G). Wielkości te określano ze związków [1]:

$$V_{p} = \sqrt{\frac{E(1-3)}{3(1+3) \cdot (1-23)}}$$
(14)

$$V_{s} = \sqrt{\frac{E}{2g(1+2)}}$$
(15)

$$k = \frac{V_{p}}{V_{g}} = \sqrt{\frac{2(1-2)}{(1-22)}}$$
(16)

$$\Psi = \frac{0.5k^2 - 1}{k^2 - 1}$$
(17)

 $\mu = 5'v_a^2$ (18)

$$E = 2\mu(1 + 3)$$
 (19)

126



Rys. 6. Rozkład prędkości fali sejemicznej wzdłuż ociosu ściany 3/1 w pokł. 410/2 + 412 oddz. G1 (ściana unieruchowiona po wyrzucie z dn. 27.04.79 r.)







r





$$G = \frac{E}{2(1+2)},$$

gdzie:

- μ moduł sztywności (g/cm² . s²).
- X ciężar właściwy skał (g/cm³),
- E moduł sprężystości Younga (MPa).

Z przeprowadzonych badań wynika, że o zmienia się wzdłuż calizny ściany 3/1 w szerokim zakresie od 0,19 do 0,48 (w strefach uskokowych), natomiast w ławie łupku ogniotrwałego od 0,11 do 0.38. Wartości modułów sprężystości (E 1 G) zawierają się także w szerokim zakresie: E zawiera się od 600-900 MPa, a G w granicach 200-300 MPa [7].

4. Badania z zastosowaniem metody elektrooporowej

Prowadzono je także w ścianie 3/1, pokł. 410/2 + 412 pola "Piast" z zastosowaniem miernika geoelektrycznego PLH. Zastosowano symetryczny układ pomiarowy A-O, 2-O-MO, 1-N-O,2-B, mierząc zmiany oporu elektrycznego co 0,25 m. Elektrody zasilające A i B podłączano do źródła prądu o natężeniu I. Na 2 pozostałych elektrodach (zwanych pomiarowymi) M i N mierzono różnicę potencjałów △U. Opór właściwy określano na podstawie wzoru 11, przyjmując odpowiednie wartości współczynnika %. Dla układu czteroelektrodowego, współczynnik ten wyznacza się wzorem (4).

$$\mathcal{K} = \frac{4\pi}{\frac{1}{\sqrt{AM'} - \frac{1}{\sqrt{BM'} + \frac{1}{\sqrt{BM'} - \frac{1}{\sqrt{AM'}}}}},$$
(21)

gdzie:

 V_{AM} , V_{BM} , V_{AN} , V_{BN} - odległości między elektrodami AM. BM. AN i BN(m). Badaniami objęto dolną część ściany 3/1, w której zenotowano wyrzut węgla i gazu; kawerna powyrzutowa znajdowała się na 45 m od chodnika podścianowego (rys. 10a). Wykonano 7 otworów badawczych (I-VII), głębokości 8 m. w odległości od siebie co 5 m. Wyniki badań w formie wykresów funkcji $Q_p = f(1)$ dla wybranych otworów badawczych przedstawiono na rys. 10 (b.c.d.e). Krzywe pomiarowe z otworów I i II wykazują silne zaburzenia w swym przebiegu, co wyjaśnia sytuacja górnicza na rys. 10a - uskok i skrzyżowanie ściany z chodnikiem. Głębokość strefy spękań ustalono w otworze IV i VII. W pierwszym przypadku wynosi ona ok. 2 m,w drugim przypadku ok. 4 m.

129

(20)



Zastosowanie metod geofizycznych...

5. Badania z zastosowaniem metody sejsmoakustycznej

Tego typu badania podjęto najwcześniej w polu "Piast" kopalni "Nowa Ruda". Badania prowadzi się z zastosowaniem aparatury sejsmo-akustycznej (geofony) z rejestrację i centralną dyspozytornią na powierzchni. Aparatura ta pracuje na częstotliwości ok. 20 kH i ma za zadanie sygnalizować wzrost aktywności dynamicznej w pokładach, bezpośrednio przed czołem przodków: geofony umieszczone sę na głębokości 3 m w caliźnie. Za stan zagrożenia przyjęto w oparciu o dokonane wstępne obserwacje stan, w którym rozkład wielkości N i A, liczony w danym dniu w 1,5 godzinnym przedziałe czasu po strzelaniu, przekracza 2 i więcej razy poziom \tilde{N} i \tilde{E} , tzn. N > 2 \tilde{N} i $E > 2\tilde{E}$, co oznacza nadmierne wydzielanie się energii. Za stan akumulacii energii uważa się stan



79 r. do 27.04.79 r.

niejsza. Pierwsza część tego zapisu (rys. 12) świadczy o bardzo gwałtownym, erupcyjnym charakterze tej fazy wyrzutu, druga część natomiast świad-

w którym powyższe wartości nie przekraczaja połowy średnich wartości im odpowiadajacych, tzn. N<0,5 N i E < 0.5 E. Na rvs. 11 i 12 przedstawiono kształtowanie sie energii umownej E/E w okresie kilkunastu dni, w tym kilka dni przed wyrzutem. Na rys. 11 pokazano kształtowanie się E/E w przypadku zwiercania i strzelania odprężającego. wartości E/E Niewysokie oznaczaja proces akumulacji energii przed wyrzutem, który nastapił w dniu 27. 04.79 r. W czasie wyrzutu zarejestrowano wysoką wartość energii umownej E/E 🛎 ≅ 6. Na rys. 12 wartości energii umownet przed wyrzutem są wyższe (nie była stosowana profilaktyka przeciwwyrzutowa), w momencie wyrzutu zarejestrowano E/E = = 6,3. Po wyrzucie aktywność sejsmoakustyczne stopniowo stawała się spokoj-



nej w rejonie chodn. podścianowego pokład 410/2 + 412 G-1

czy o ustalaniu się nowego stanu równowagi w górotworze. Ogólnie można stwierdzić, że podczas wyrzutu wydziela się bardzo duża ilość zarówno energii jak i impulsów. Charakter zapisu jast zmienny w czasie. Uzupeżnieniem metody sejsmoakustycznej jest metoda mikrosejsmologiczna. Na podstawie tych metod można przykładowo wnioskować, że zaistnienie wyrzutu węgla i gazu w ścianie 3/1 w dniu 27.04.79 r. było spowodowane tępnięciem stropowym w mocnych skałach nadległych. Wskazują na to zarejestrowane wyniki sejsmoakustyczne (E/E = 6,3) i mikrosejsmologiczne – energia wstrzęsu równa E = 7. 10^5 J.

6. Wnioski końcowe

 Największe nadzieje w problematyce prognozowania wyrzutów gazów i skał rokuje metoda sejamiczna. Stosowanie tej metody pozwala na określenie rozkładu naprężenia wzdłuż frontu (MPR), w głębi calizny (MSP), jak





b



 Rys. 13. Badania rozkładu naprężenia w pokł. 410/2 + 412 zagrożonym wyrzutami węgla i gazu za pomocą metody sejsmicznej
 a) sonda z przewodami wkładana do otworu, b) sonda w otworze badawczym, c) odczyt czasu przejścia fali na odbiorniku również pozwala na określanie in situ niektórych stałych materiałowych węgla (\Im , E, G). Metoda ta daje dobre wyniki w zakresie określania in situ faktycznej szerokości strefy odprężonej (1G).

2. Dobre wyniki przy określaniu 16 w caliżnie daje metoda elektrooporowa, z tym że jej stosowanie w kopalniach dolnośląskich jest ograniczone ze względu na obecność w pokładach kopalń (za wyjątkiem pola "Piast" kop. "Nowa Ruda") metanu.

3. Cennym uzupełnieniem powyższych metod stanowią metody: sejamoakustyczna i mikrosejsmologiczna. Przy ich stosowaniu można określać w sposób ciągły stan naprężenia w pokładach oraz rejestrować i lokalizować wstrzęsy górotworu.

LITERATURA

- Fajklewicz Z. i inni: Zarys geofizyki stosowanej. Wyd. Geologiczne 1972.
- [2] Gil H.: Kryterium wyrzutu gazów, węgla i skał. Przegląd Górniczy Nr 5. 1977.
- [3] Gil H., Świdziński A.: Wyrzuty gazowo-skalne w kopalniach podziemnych. Skrypt Politechniki Śląskiej, Gliwice 1981.
- [4] Praca badawcza: Wyznaczanie zasięgu strefy spękań wokół wyrobiska korytarzowego metodami geofizycznymi (Czyn XXXV-lecia PRL), wykonana pod kierunkiem H, Gila.
- [5] Sałustowicz A.: Ciśnienie górotworu na obudowę wyrobisk górniczych. Biuletyn IW nr 60. 1950.
- [6] Stalski L., Górkiewicz P.: Najnowsze kierunki przewidywania zagrożenia wyrzutami gazów i skał oparte ne wykorzystaniu metod sejsmicznych i sejsmoakustycznych (w druku).
- [7] Świdziński A.: Weryfikacja analitycznego kryterium prognozowania wyrzutów węgla, gazu i skał w oparciu o pomiary in situ. Praca doktorska. Biblioteka Politechniki Śląskiej, 6.V.1980.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Stanisław MAŁOSZEWSKI

Wpłynęło do Redakcji 26.04.1982 r.

134

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ВЫБРОСОВ ГАЗА И ГОРНЫХ ПОРОД

Резрие

В работе рассмотрены примеры практического применения сейсмической, электрорезистивной, сейсмоакустической и микросейсмологической методов для проблемы прогнозирования угрозы выбросов. Особое внимание было уделено сейсмическому и электрорезистивному методам при помощи которых можно определить, в месте нахождения, фактическую ширину зоны отжима (зоны посечки) перед грудыю выработки – l₆, а также определить некоторые физические свойства горной породы. Иастоящая работа базирует в основном на собственных иссмедованиях автора [7]. Исследования проводились в подверженных найбольшей угрозе выброса пластах поли "Пласт" шахты "Нова Руда".

THE APPLICATION OF GEOPHYSICAL METHODS IN FORECASTING SQUEALERS AND ROCK OUTBURSTS

Summary

Examples of the application of the seismic, seismoacoustic, microseismological, and electroresisting methods in forecasting squealer and outburst hazard are discussed. Special emphasis has been put on the seismic and electroresisting methods with the help of which one can determine in situ real width of a decompressed zone (a zone of cracks) before a head and some properties of rock mass. The article is based mainly on author's own research. The research has been carried out in coal-beds of the coal mine "Piast" which are most imperilled by outbursts and sequalers.