ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

Seria: GÓRNICTVO z. 104

Nr kol. 640

Adam ŚWIDZIŃSKI

Piotr IGNACY Barbara PACHLA

BADANIA NAD KSZTAŁTOWANIEW SIĘ POROWATOŚCI WĘGLI KOPALŃ DOLNOŚLĄSKICH -

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań nad porowatością węgli pochodzących z kopalń DŚZPW. Czynnik porowatości odgrywa istotną rolę w problematyce zjawisk gazodynamicznych, kinetyce sorpcji i mechanice skał. Badania prowadzono za pomocą aparatury konstrukcji Kleczkowskiego - Mularza oraz Washburna - Buntinga.

1. WSTEP

Porowatość jest własnością substancji stałych, polegająca na istnieniu w nich porów, tj. otwartych lub zamknistych przestrzeni nie wypełnicnych daną substancją. Najogólniej pory można podzielić na: makropory  $(10^{-5} - 10^{-4} \text{ cm})$  i mikropory  $(10^{-6} - 10^{-7} \text{ cm})$ .

Makropory są bardzo zróżnicowane pod względem formy i pochodzenia; zalicza się do nich przestrzenie między skoagulowanymi strukturami, pustki powstałe po pęcherzykach gazowych, szczeliny tektoniczne powstałe wskutek kruszenia się itp. Powierzchnia makropor wynosi do kilku m<sup>2</sup>/g substancji węglowej.

Mikropory natomiast wg I.L. Ettingera można podzielić na 5 zlas [2]: Klasa I - pory molekularne; są to najdrobniejsze pory o średnicy otworu wejściowego ok. 5 Å. W porach tych możliwy jest jedynie proces dyfuzji Przykładowo średnice molekuł niektórych gazów wynoszą:  $N_2 = 3,76$  Å,  $H_2=2,73$ Å,  $O_2 = 3,62$  Å,  $CH_4 = 4,16$  Å,  $SO_2 = 4,63$  Å.

Klasa II - pory Volmers o średnicy 10 + 10 Å. Przepływ gazu przez takie pory odbywa się przez dwuwymiarową dyfuzję powierzchniową.

Klasa III - pory Knudsena o srednicy 10<sup>2</sup> - 1<sup>3</sup> Å. Średnica tych por jest taka sama jak droga swobodna molekuł. Przepływ gazów w tych warunkach jest molekularny i znacznie różni się od przepływu lepkiego i dyfuzyjnego.

Klasa IV - pory Browna o średnicy 10<sup>3</sup> - 1.<sup>4</sup> A. Koloidalne cząstki o tych rozmiarach doznają ruchów Browna. rzepłew gazów w tych porach jest pośredni między molekularnym a lepkin.

Klasa V - pory Poisselle'a o rozmiarach 10 - 10 Å. Przepływ gazu w takich porach można rozpatrywać jako ośrodek ciągły, podobny do lepkiej cieczy

19 0

Powierzchnie mikropor dochodzą do setek  $m^2/g$  substancji węglowej [2]. W nowszych pracach [4] I.L. Ettinger wprowadza pojęcie por przewodzących charakteryzujących się średnicami otworów wlotowych od 0,15 do 2000 Å; powierzchnia właściwa takich por wynosi 20 ÷ 80  $m^2/g$  substancji węgla, a ich pojemność sięga 0,02 ÷ 0,1 ml/g.

Ogólnie wyróżnia się:

- Porowatość kapilarną, obejmującą pory o średnicy <1 mm (10<sup>7</sup> Å) oraz szczeliny <0,25 mm,</li>
- Porowatość niekapilarną (aktywną), charakteryzującą się porami o średnicy > 1 mm.

W praktyce wyróżnia się natomiast:

- porowatość porównywalną, która jest stosunkiem łącznej pojemności por do szczelin węgla (skały),
- porowatość wagową, która jest stosunkiem masy wody pomierzonej przy wypełnianiu por do masy substancji węgla (skały),
- porowatość efektywną (całkowitą) m<sub>ef</sub>, która jest stosunkiem różnicy gęstości rzeczywistej (g) i pozornej (g<sub>0</sub>) węgła lub skały do gęstości rzeczywistej (g), czyli:

$$m_{e_{f}} = \frac{q - q_{o}}{q} \left[ cm^{3} \text{ por/cm}^{3} \text{ lub w \%} \right]$$
(1)



Rys. 1. Schemat stanowiska do określania porowatości skał

- E eksykator
- S pomost siatkowy
- Z zbiornik nafty
- K kolba grubościenna
- V manometr rtęciowy
- P pompa próżniowa
- 1+5 kraniki (2 i 5 zwykłe 1, 3 i 4 trójdrożne)

# Badania nad kształtowaniem się porowatości...



Washburna-Buntin-

2 - rtęć, 3 - wy-

tryczna

barome-

ga 1 - próba węgla, W zagadnieniach inżynierskich najważniejsze znaczenie posiada porowatość efektywna.

Badania porowatości prowadzi się metodami [8]: a) helowo-rteciową.

b) na podstawie wzoru (1).

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań prowadzonych wg drugiej metody, za pomocą aparatury konstrukcji Kleczkowskiego-Mularza oraz Washburna-Buntinga. Części składowe tych aparatur przedstawiono na rys. 1 i 2. Pomiaru dokonywano wg Instrukcji [3]. Badania prowadzono w Laboratorium ITEZ przy KWK "Wieczorek" oraz w Laboratorium Geologii Inżynierskiej GIG-u. W niniejszym artykule uwzględniono również badania porowatości prowadzonych w roku 1978 i podanych w pracach [4, 12].

### 2. ZNACZENIE BADAN POROWATOŚCI

Znajomość porowatości węgla i skał płonnych uwidacznia się szczególnie w zagadnieniach zjawisk gazodynamicznych (nagłe wyrzuty gazowo-skalne i wypływy gazów), w kinetyce sorpcji oraz mechanice skał [10]. W pracy [5] podano kryterium wyrzutu gazu węgla i skał. Osiągnięto istotny rezultat wykazując, że mechanizm wyrzutu jest ściśle związany z trzema zasadniczymi czynnikami: stanem naprężeń w porowatym szkielecie, ciśnieniem gazu wolnego zawartego w porach oraz z mechaniczną wytrzymałością ociosu.

Końcowym efektem pracy jest ujęcie wytrzymałości ociosu węglowego nasyconego gazem pod określonym ciśnieniem na gruncie teorii plastyczności. Warun-

kiem wystąpienia niestateczności ociosu (czyli zapoczątkowania wyrzutu) jest spełnienie nierówności:

$$-\pi k + 2[1-m][n_{\chi}H + \text{grad } p \cdot Xo] \ge 0$$

gdzie:

sokość

c	-	stała plastyczności węgle [MN/m <sup>2</sup> ],
q	-	porowatość węgla [%],
aγH	-	składowa pozioma naprężenia pierwotnego $[MN/m^2]$ ,
p	-	ciśnienie gazu w porach [KPa],
Ko.	_	neverety release of amphasis nothedu.

119

(2)

Przy wyprowadzeniu kryterium wyrzutu i warunku (2) posłużono się tensorem naprężenia ( $\Gamma_{ij}$ ) w ośrodku porowatym nasyconym gazem [7], który ma postać następującą:

$$i_{j} = (1-m) G_{j} - m \cdot p \cdot \delta_{j}$$
 (3)

gdzie:

m - porowatość efektywna,

<sup>6</sup>ij - tensor naprężenia fazy sprężystej,

oij - symbol Kronekera,

p - ciśnienie porowe gazu,

Ze związków (2) i (3) wynike, że wzrost porowatości ośrodka nasyconego gazem powoduje przede wszystkim zniżkę naprężeń w takim ośrodku. Występuje niejako częściowa ich akumulacja. Z drugiej strony wzrost porowatości powoduje zwiększenie pojemności gazu wolnego w porach oraz wzrost pojemności sorpcyjnej węgla.

Objętość gazu wolnego (Gw) w porach można wyznaczyć ze wzcru (1):

$$G_{m} = m_{ef} \cdot \frac{P}{\alpha \cdot Pa} [m^{3}/t]$$
 (4)

gdzie:

m - porowatość efektywna węgla [5],

P - ciśnienie gazu w pokładzie [KPa],

współczynnik ściśliwości gazu [od 0 do 1],

Pa - ciśnienie atmosferyczne [KPa].

W zależności (4) wynika jasno, że wzrost czynnika ne wpływa wprost proporcjonalnie na zwiększenie objętości gazu wolnego w pokładzie węgla.

W odniesieniu do kinetyki sorpcji wykazano również zależność wprost proporcjonalną między porowatością a pojemnością sorpcyjną /ęgla [2,3]. Według Ettingera [2,3] w zasadniczy sposób na pojemność sorpcyjną węgla (adsorpcja gazów) wpływają mikropory i pory przewodzące, głównie ze względu na ich dużą powierzchnię właściwą (patrz punkt I), Pojemność sorpcyjna makropor w porównaniu z mikroporami jest niewielka. Wzrost porowatości prowadzi również do obniżenia parametrów mechanicznej wytrzymałości węgla i skał płonnych [9].

Z porowatością węgla i skał płonnych wiąże się ściśle różna przepuszczalność przepływających przez nie gazów i płynów. W aspekcie zagrożenie wyrzutowego takie proce w ITEZ są aktuelnie prowadzone. Wyniki niektórych badań nad kształtowaniem się współczynnika przepuszczalności węgli i skał otaczających pokłady wygla opalń DśZPW podano w pracy [12].

### 3. SPOSÓB PRZEPROVADZENIA POMIARU

Badania prowadzono na węglach pochodzących z następujących kopalń:

- 1) KWK "Nowa Ruda", pole "Piast", pokł. 410/2 + 412
- 2) KWK "Nowa Ruda", pole "Skupiec", pokł. 409,
- 3) KWK "Thorez", pokł. 672,
- 4) KWK "Watbrzych", pole "Chrobry", pokt. 309.

Badania porowatości węgla z pola "Słupiec" prowadzono w aparacie Washburna - Buntinga, natomiast badania porowatości węgla pozostałych kopalń prowadzono w aparacie konstrukcji Kleczkowskiego - Mularza [6]. Zdjęcie tej aparatury obrazuje rys. 3. W badaniach porowatości przy pomocy aparatury Washburna - Buntinga istotną sprawą jest pomiar objętości powietrza wydzielającego się z przestrzeni porowej pod wpływem ssania, które wywołuje się przez zmianę położenia zbiornika rtęciowego (rys. 2).



Rys. 3. Zdjęcie stanowiska do bedań porowatości skał

Efektywną porowatość węgla (m<sub>ef</sub>) wylicza się ze wzoru:

$$m_{e_{f}} = \frac{v_{1} - v_{0}}{v} \cdot 100$$
 (53)

gdzie:

 $V_1$  - objętość powietrza wydzielonego z próbki wegla [cm<sup>3</sup>],  $V_0$  - objętość powietrza określana przy zerowym odczycie [cm<sup>3</sup>], V - objętość próbki węgla [cm<sup>3</sup>]. (5)

Wyniki tych badań podano w tablicy 1.

W badaniach porowatości za pomocą aparatury Kleczkowskiego - Mularza najistotniejszą sprawą jest określenie masy próbki: w powietrzu (G<sub>p</sub>), w zanurzonym medium (G<sub>n</sub>) i próbki po wysuszeniu w temperaturze 105-110°C [6]. Porowatość efektywną wylicza się wzorem:

$$m_{e_{p}} = \frac{Gp - G}{Gp - Gn} \cdot 100 \ (\%)$$
 (6)

Do badań używano próbek węgla o masie 10-20 g. Wyniki badań przedstawiono w tablicach 2-4.

W czasie określania porowatości węgla można równocześnie określić odsączalność ( $\mu$ ). Jest to zdolność węgla nasyconego wodą do oddania wody wolnej, ściekającej pod działaniem siły ciężkości. Ilość wody odsączalnej jest uzależniona od wielkości porów i jest tym większa, im pory są większe.

Współczynnik odsączalności określano wzorem;

$$\mu = \frac{v_0}{v}$$

#### gdzie:

Vo - objętość wody odsączanej grawitacyjnie (m<sup>3</sup>),

V - objętość porowatej substancji (m<sup>3</sup>).

#### 4. PODSUMOWANIE

Z przedstawionych wyników badań wynika, że największą porowatością charakteryzują się węgle z pola "Piast" KWK "Nowa Ruda": mán = 9,21%, następnie węgiel z KWK "Wałbrzych", pola "Chrobry": 8,4%. Porowatość natomiast węgla z pola "Słupiec" i KWK "Thorez" jest stosunkowo niska i wynosi średnio odpowiednio: 6,15% i 6,25%. We wszystkich polach kopalnianych, z wyjątkiem pola "Słupiec" głównym zagrożeniem górniczym są wyrzuty węgla i gazu. Z przeprowadzonych badań nad kształtowaniem się współczynnika porowatości efektywnej węgla wynika, że wyrzuty węgla i gazu mogą zachodzić przy różnych współczynnikach porowatości: wysokich i niskich (np. KWK "Thorez"). Niemniej porównując wyniki badań przedstawionych w tablicach 1-4 można stwierdzić, że wzrost porowatości węgla powoduje zwiększenie zagrożenia wyrzutowego; największą porowatością charakteryzują się węgle z pola "Piast" KWK "Nowa Ruda", która to kopalnia jest najbardziej zagrożona wyrzutami kopalnią na świecie pod względem wyrzutów węgla i gazu. Czynnik porowatości jest niezwykle istotny w problematyce wyrzutów piaskowca i gazów. Wszystkie znachące prace badaczy radzieckich, np. [11], wskazują, że porowatość piaskowców wyrzutowych jest średnio 2 razy wyższa od porowatości piaskowców niewyrzutowych: odpowiednio m<sub>w</sub> = 7% i m<sub>w</sub> = 3,5%.Na-

(7)

## Tablica 1

Porowa-Odsaczal-Średnia Nr wartość m (%) Lp. Miejsce pobrania próby tość ność próby m (%) 11 (%) 1 2 4 6 5 1 13 Ch. podścianewy, ściany 1 6,07 6,01 11 11 -2 14 7.63 4,32 6,9 3 15 11 88 11 7,00 7,50 16 Ściana 1 4 10 m od ch. nadścianowego 8,70 7,50 5 16**a** 6,46 7.20 7,39 11 6 16b 56 7,02 4,16 17 25 m od ch. nadścianowego 7 5,22 3,84 8 17a 89 22 11 6.33 4.46 6,23 11 11 9 17b 11 7,14 7.23 10 18 40 m od ch. nadścianowego 5,83 4,44 11 11 11 11 18a 5,55 4,84 5.80 11 99 11 12 18b 6,01 5.33 4,90 13 19 1/2 długości ściany 1 3,27 11 99 14 19a 5,11 3,48 4,66 n 15 19b 11 21 3,98 3,16 16 20 10 m od ch. nadścianowego 3,51 2,00 81 99 91 17 20a 4,86 3,18 4,25 11 11 11 18 20ъ 4,39 3,33 21 Ch. podścianowy ściany 2 19 5,61 3,65 11 17 20 21a 11 5,97 3,86 5,97 21 11 11 11 21b 6,33 4,39 S - 322 Ch. podścianowy ściany 7,08 2, poz. -110 dc -140 8,91 22 89 23 S - 46,13 8,01 7.07 24 S - 611 115 8,02 6,76 Ściana z poz. - 110 do -140, 10 m od ch. 25 S = 10nadścianowego 9,13 8,18 88 26 ŧ. S - 11 4,94 5,94 6,97 91 27 S - 12 11 6,84 6,18

Wyniki badań porowatości węgla z KWK "Nowa Ruda", pole "Słupiec", pokład 409

A. Świdziński i inni

Tablica 2

Lp.	Nr próby	Miejsce pobrania próby	Poro- watość m (%)	Odsą- czalność μ(%)	Srednia wartość m(%)
1	2	3	4	5	6
		Pokład 410/2 + 412			
1	P - 1	Sciana 3, ch.nadścianowy	8,98	7,46	10,995
2	P - 4	11 H 11	13,01	10,11	10,995
3	P = 5	10 m od ch-nadścianowego	7,98	6,43	
4	P - 6	н	17,01	10,33	11,00
5	P = 7	н н	9,99	8,44	
6	P - 9	н	9,01	\$ 6,17	
7	P -10	50 m od ch.podścianowego	11,12	10,40	
8	P - 13	11 H	7,62	4,18	
9	P - 15	91 91	8.97	5.54	8,96
10	P = 16	11 11	8,16	7,29	
11	P - 18	10 m od ch.podścianowego	10,11	6,18	-
12	P - 19	91 91	14,16	10,11	11,08
13	P - 20	81 99	8,99	7,01	
14	R = 2	<u>Sciana 3a</u>	-		
14	R - 2	ch. nadścianowy	10,57	4,82	
15	R - 3	TV TV	9,00	4,18	10,57
16	R = 5	87 BT	14,00	11,54	
17	R - 7	99 99	8,72	7,11	
18	R - 1	10 m od ch-nadścianowego	7,43	6,42	
19	R - 8	11 H	7,37	6,64	8,07
20	R - 10	н	9,40	8,07	
21	R - 11	40 m od ch.nadścianowego	11,84	10,42	
22	R - 12	87 88	7,13	3,32	8.69
23	<b>E</b> - 14	17 17	8,57	7,23	0,05
24	R = 15	99 99	7,21	4,56	
25	R - 16	80 m od ch.nadścianowego	8,73	5,76	
26	R - 17	H H	9,93	7,46	
27	<b>R - 1</b> 8	H H	8,99	6,42	10,22
28	R - 20	87 59	11,34	10,63	
29	R - 22	п п	12,10	8,92	

Wyniki badań porowatości węgla z KWK "Nowa Ruda", pole "Piast", pokłady: 410/2 + 412 i 415/2

## Badania nad kształtowaniem się porowatości...

cd. tablicy 2

1	2	3	4	5	6
30	R - 23	110 m od ch. nadścianowego	8,20	5,61	8,25
31	R - 25	n n	9,13	5,98	
• 32	R - 26	n n	7,60	3,80	
33	R - 28	u n	8,05	6,12	
34	R = 30	Ch. podścianowy	5,34	3,98	7,69
35	R = 31	w w	8,94	4,96	
36	R = 32	w w	8,47	7,06	
37	R = 33	w w	8,00	6,79	
<b>38</b> <b>3</b> 9 40	M - 2 M - 6 M - 8	<u>Pokład 415/2, śc. 9</u> ch. nadścianowy n n u n	10,09 6,21 7,82	7,14 5,59 6,62	8,04
41	M - 9	20 m ch. nadścianowego	5,31	5,48	4,51
42	M - 15	W W	3,70	6,14	
43	M - 42	70 m od ch-nadścianowego	6,04	6,62	10,64
44	M - 43	n n	18,37	10,32	
45	M - 1	n n	7,50	9,18	
46	M - 11	90 m od ch•nadścianowego	13,85	9,48	9,20
47	M - 22	n n	10,09	8,11	
48	M - 80	n n	3,67	4,16	
<b>4</b> 9	M - 71	10 m od ch.podścianowego	7,77	6,13	8,34
50	M - 75	" "	8,91	7,14	

Wartość średnia porowatości dla węgla ze ściany 3 wynosi: 10,39%, natomiast ze ściany 3a: 9.00%.

Wartość średnia porowatości dla węgla z pokładu 410/2 +412 wynosi: 9,495. Wartość średnia porowatości dla ściany 9 w pokładzie 415/2 wynosi: 8,415. Wartość średnia porowatości dla węgla z pola "Piast" wynosi: 9,21%.

125

Tablica 3

Lp.	Nr próby	Miejsce pobrania próby	Poro- watość m (%)	Odsączal- ność μ (%)	Wartość średnia m (%)
		<u>Ściana 4</u>			
1	T - 13	Skrzyżowanie ściany z ch. nadścianowym	3,32	1,57	
2	<b>T</b> - 10	10 m od ch.nadścianowego	4,40	2,46	
3	T - 4	17 11	4,26	2,58	
4	T - 12	25 m od ch.nadścianowego	4,02	2,38	
5	T - 11	40 m od ch.nadścianowego	8,63	2,12	
6	T - 5	70 " "	5,27	3,51	6.45
7	T - 1	1/2 długości ściany	4,14	2,46	6,25
8	T - 2	11 17 11	3,62	1,76	1 1 1 X
9	т - 3	н н н	3,02	1,31	
10	т - 7	30 m od ch.podścianowego	5,89	0,10	
11	T - 8	TT 99	8,33	1,71	
12	T - 14	25 m od ch.podścianowego	10,66	2,56	
13	T - 15	88	10,98	2,74	
14	<b>T</b> - 6	20 m od ch.podścianowego	8,39	1,45	
15	<b>T -</b> 9	10 m od ch.podścianowego	4,15	2,47	
16	T = 16	Skrzyżowanie ściany z ch. podścianowym	10,89	2,02	

Wyniki badań porowatości węgla z KWK "Thorez", pokład 672

Tablica 4

Wyniki badań porowatości węgla KWK "Wałbrzych", pokład 309

Lp.	Nr próby	Miejsce pobrania próby	Poro- watość m (%)	Odsączal- ność μ (%)	Srednia wartość m (%)
1 2 3 4 5 6 7 3	<ul> <li>₩ - 2</li> <li>₩ - 3</li> <li>₩ - 5</li> <li>₩ - 6</li> <li>₩ - 8</li> <li>₩ - 10</li> <li>₩ - 11</li> <li>₩ - 14</li> </ul>	Ściana 313 Skrzyżowanie ściany z ch. podścianowym 10 m od ch.nadścianowego """"" 30 m od ch.nadścianowego 55 m od ch.nadścianowego 80 m od ch.nadścianowego 110 m od ch.nadścianowego 10 m od ch.podścianowego	6,04 18,37 10,44 8,44 8,43 6,94 7,85 7,46	0,862 0,688 0,663 1,72 0,964 0,852 1,04 1,38	8,40
9	W - 15 W - 16	51 55 FF 11	7,38	0,881	
10 11	W - 16 W - 17	" " Skrzyżowanie ściany z ch. podścianowym	6,07 5,04	0,948	

-

### Badania nad kształtowaniem się porowatości ...

leży nadmienić, że przedstawione wyniki badań dotyczą węgla częściowo już odprężonego (po wywiezieniu go na powierzchnię). W górotworze nienaruszonym istnieje skrępowany stan naprężeń, bez możliwości odkształcania się skał na boki. Jest to więc szczególny przypadek trójwymiarowego stanu naprężenia w ośrodku porowatym. Naprężenia boczne w takim przypadku zależą od wielkości ciśnienia pionowego, liczby Poissona i porowatości (patrz formuła 3). Zachodzi więc konieczność badania zmian porowatości pod wpływem zmian obciążenia. Badania takie zostaną podjęte w ITEZ w najbliższej przyszłości.

#### LITERATURA

- BOROWSKI J.: Gazowa pojemność silnie uwęglonych, zagrożonych wyrzutami pokładów Zagłębia Dolnośląskiego. Materiały z Prac Komisji.Zeszyt 4. Wyd. Geologiczne, Warszawa 1976.
- [2] ETTINGER I.L.: Gazojemkost iskopajemych ugliej. Izd. "Niedra", Moskwa 1966.
- [3] ETTINGER I.L.: Wniezapnyje wybrosy uglia i gaza i struktura uglia. Izd. "Niedra", Moskwa 1966.
- [4] GACH M.: Wpływ własności fizykomechanicznych węgli i skał otaczających pokłady węgla na wyrzutowość pokładów. Praca magisterska wykonana w ITEZ. Politechnika Sląska, Gliwice 1978.
- [5] GIL H.: Kryterium wyrzutu gazów węgla i skał. Przegląd Górniczy.Nr 5, 1977.
- [6] KLECZKOWSKI A., MULARZ S.: Przyczynek do metodyki wyznaczania porowatości skał. Przegląd Geologiczny. Nr 2, 1964.
- [7] NIKOLAJEWSKIJ W.N., BASNIEW K.S., GORBUNOW A.T., ZOŁOTOW G.A.: Miechanika nasiszcziennych poristych sred. Izd. "Niedra", Moskwa 1970.
- [8] PISKORSKA-KALISZ Z.: Laboratoryjne metody oznaczania własności fizykomechanicznych próbek węgla pobranych z pokładów zagrożonych wyrzutami gazów i skał. Opracowanie dla ITEZ. Politechnika Sląska, marzec 1978.
- [9] PODGÓRSKI K.: Wykłady z mechaniki górotworu. Wydział Górniczy. Politechnika Śląska, Gliwice 1977/78.
- [10] ŚWIDZIŃSKI A.: Charakterystyka głównych czynników wpływających na możliwość zaistnienia wyrzutów węgli, gazów i skał. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. "Gárnictwo", Zeszyt 87, 1978.
- [11] Wybrosy porody i gaza. AN. SSSR. Izd. "Naukowa Dumka". Kijew 1971.
- [12] Przemysłowa weryfikacja analitycznego kryterium prognozowania wyrzutów węgli gazów i skał. Praca badawcza wykonana w ITEZ Pol.Sl. pod kierunkiem prof. H. Gila. Gliwice, XII 1978.

127

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ПОРИСТОСТИ УГЛЕЙ НИЖНЕСИЛЕЗСКИХ ШАХТ

### Резюме

В статье приводятся результаты исследований по пористости углей из Нижнесилезского угольного бассейна. Фактор пористости имеет большое значение в проблематике газодинамических явлениях, кинетике сорбции и механике пород. Исследования были проведены с помощью алпаратуры конструкции Клечковского--Муляжа, а также Васбурна-Еунтинга.

INVESTIGATIONS INTO COAL POROSITY AT COALLIERIES IN THE LOWER SILESIA

Summary

The paper presents the results of investigation into coal porosity at coalliries in the Lower Silesia. The coefficient of porosity plays a significant role in gas/dynamic phenomena, kinetics of sorption and rock mechanics. The investigation was carried out by appying the apparatus designed by the engineers: Kleczkowski and Mularz, Washburn and Bunting.