

Seria: GÓRNICTWO z. 99

Nr kol. 601

Edmund ZASTAWNY

BADANIE LABORATORYJNE ZJAWISKA TAPANÍ WĘGLA
KAMIENNEGO W TRÓJKIERUNKOWYM STANIE NAPRĘŻENIA

Streszczenie. Metoda badań laboratoryjnych, polegająca na doprowadzeniu w próbce prostopadłościennej do stanu naprężenia występującego w eksploatowanym pokładzie oraz zmniejszeniu jednej z wartości głównych składowych stanu naprężenia, dała możliwość określenia obszarów występowania tapaní w przestrzeni naprężeń. W artykule będącym poszerzeniem pracy [1] podano obszar występowania tapaní dla węgla pokł. 507 KWK "Dymitrow".

Wstęp

Tapaníe jest zjawiskiem, które zachodzi w miejscu o stosunkowo małych wymiarach w porównaniu do strefy zagrożenia. Dla określenia prawdopodobnego miejsca tapaníe w wyrobisku należy prowadzić badania w celu określenia wytrzymałości górotworu i zmienności warunków górniczo-geologicznych.

Powstanie zjawiska tapania zależy w szczególności od:

- stanu naprężenia w górotworze,
- własności górotworu,

których całkowite określenie jest trudne, gdyż wiele zjawisk mających wpływ na te czynniki jest mało znanych lub znany jest tylko ich jakościowy charakter.

Literatura wiele miejsca poświęca metodom instrumentalnym określenia naprężeń w górotworze in situ oraz deformacyjnym i wytrzymałościowym cechem masywu skalnego [1]. Badaniami tymi zajmowali się m.in. N. Hast, E.R. Leeman, L. Miller, T. Cyrul, H. Filcek, M. Borecki, A. Kidybiński, którzy opracowali aparaturę do pomiaru naprężeń w górotworze i podali metody pomiaru.

Wobec istnienia wielu metod pomiaru deformacji górotworu i stanu naprężenia należy również określić stan naprężenia (w tym dwukierunkowy i trójkierunkowy), w którym występuje zjawisko tapaníe.

1. Dotychczasowe badania laboratoryjne nad zjawiskiem tapania

Badania laboratoryjne nad zjawiskiem tapania w trójkierunkowym stanie naprężenia nie były dotychczas prowadzone. Dotychczasowe badania polegały na obciążaniu jednokierunkowym próbek [17] dla określania własności mechanicznych oraz naturalnej skłonności skał i węgla do tapania.

Określanie naturalnej skłonności węgla i skał do tapania oraz zaliczaniem pokładów do odpowiedniej kategorii zagrożenia zajmowało się wielu badaczy [3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 15, 19].

Badania laboratoryjne próbek węgla w jednokierunkowym obciążeniu prowadzi J. Znański w celu określenia podstawowych własności mechanicznych decydujących o skłonności do tapania [19] oraz A. Motyczka przy wyznaczaniu sprawności tapania [13], K. Drzewiecki [5], Z. Szecówka, J. Domżał i P. Ożana przy określaniu wskaźnika energetycznego skłonności naturalnej węgla do tapania W_{ET} [18], a także Z. Hładysz, badając własności reologiczne węgla [10].

Badania te w małym stopniu odzwierciedlają stan naprężenia występujący w górotworze podczas tapania.

Badania próbek walcowych ze skrepowaniem bocznym w aparaturze własnej konstrukcji prowadzi M. Borecki [1] i A.N. Stawrogin [1].

W oparciu o metodę i aparaturę Karmana badania próbek węgla przy różnym obciążeniu pionowym i bocznym prowadziło wielu badaczy [2, 4].

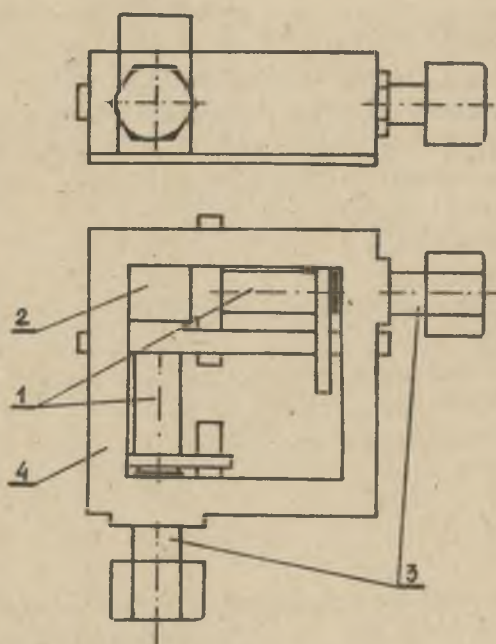
Zjawisko tapania w badaniach laboratoryjnych realizowano tylko przy jednokierunkowym obciążeniu próbek. Aby bardziej przybliżyć badanie zjawiska tapania do stanu naprężenia, jaki występuje w górotworze, należy je realizować w dwu- i trójkierunkowym stanie naprężenia. Pozwoli to dokładnie poznać zjawisko tapania i odpowiednio je zwalczać, a nawet wykorzystywać przy eksploatacji górnictwa.

2. Badanie laboratoryjne próbek prostopadłościennych węgla z doprowadzeniem do zjawiska tapania

2.1. Metoda badań

Laboratoryjne badanie próbek prostopadłościennych w trójkierunkowym stanie naprężenia z doprowadzeniem do zjawiska tapania [17] polega na tym, że próbkę umieszcza się w przyrządzie do trójkierunkowego ściskania (rys. 1), a wraz z przyrządem w prasie wytrzymałościowej. Zastosowany przyrząd pozwala na realizowanie ściskania próbki w trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach z możliwością zmiany wartości dowolnej ze składowych stanu naprężenia.

Realizowane naprężenia główne nazwano σ_x , σ_y i σ_z , przy czym próbkę wycięto tak, że σ_x odpowiada naprężeniu prostopadłemu do układowej



Rys. 1. Przyrząd do trójkierunkowego ściskania próbek prostopadłościennych:

- 1 - czujnik tensometryczny
- 2 - tłoczek
- 3 - śruby

nia, σ_x naprężeniu równoległemu do uławicenia i czoła ściany, σ_y naprężeniu równoległemu do uławicenia i prostopadłemu do czoła ściany. W przypadku obciążania próbki wzrastającymi naprężeniami σ_z , σ_y i σ_x zjawiska tapania nie udało się zrealizować, co najwyżej doprowadzając do wytrzymałościowego zniszczenia próbki.

Analizując teoretyczną definicję wyężeniową tapania W. Szuścika [14] [15], [16] : "Zburzenie struktury pod wpływem stanu naprężenia przekraczającego wytrzymałość skały przylegającej do odkrytych powierzchni wyrobiska przy istnieniu dalszych objętości skał, w których przy przejściu z trójkierunkowego stanu naprężenia w dwukierunkowy następuje przekroczenie ich wytrzymałości, co objawia się nagłym i momentalnym zruszeniem skał w kierunku wyrobiska", rozpoczęto badania, w których w wyniku zmniejszania jednej ze składowych stanu naprężenia po uprzednim obciążeniu do wyjściowych składowych głównych σ_z , σ_y i σ_x wystąpiło w badanych próbkach zjawisko tapania (rys. 2). Tym gwałtownym zmianom wartości naprężeń towarzy-

szy zjawisko akustyczne w postaci trzasku (huku).

2. 2. Badania laboratoryjne

Bryły węgla o wymiarach ok. 30 x 30 x 30 cm pobrano z pokładu 507 metodą bruzdową, a następnie wycinano próbki prostopadłościennie o wymiarach 50 x 50 x 50 mm. Przygotowanie próbek do badań oparto o wytyczne Międzynarodowego Biura Mechaniki Górniczej IBG [11].

Badania prowadzono za pomocą:

- prasy wytrzymałościowej,
- przyrządu do trójkierunkowego ściskania próbek prostopadłościennych (rys. 1),
- aparatury do rejestrowania wartości naprężeń wytwarzanych w przyrządzie do trójkierunkowego ściskania próbek.

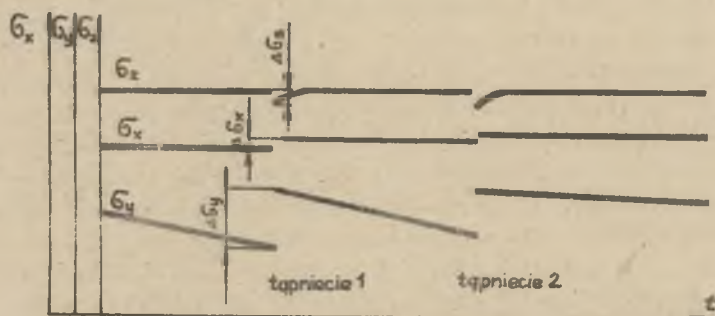
Technologię badań opisano w pracy [17].

3. Wyniki badań

Na podstawie prowadzonych badań próbek prostopadłościennych węgla z pokładu 507 KWK "Dymitrow" uzyskano wyniki potwierdzające założoną metodę.

Pobrano próbki węgla z całej grubości pokładu. Pokład zaliczony jest do III stopnia zagrożenia tąpnięciami. Miejsce pobrania próbek znajduje się na głębokości 774 m, gdzie wyrobisko prowadzone jest systemem ścianowym poprzecznym z podsadzką hydrauliczną. Urabianie i ładowanie odbywa się kombajnem KWB-3RDS, a obudowę ściany stanowi obudowa zmechanizowana typu Fazos-70. Średni postęp ściany wynosi 3,6 m/dobę.

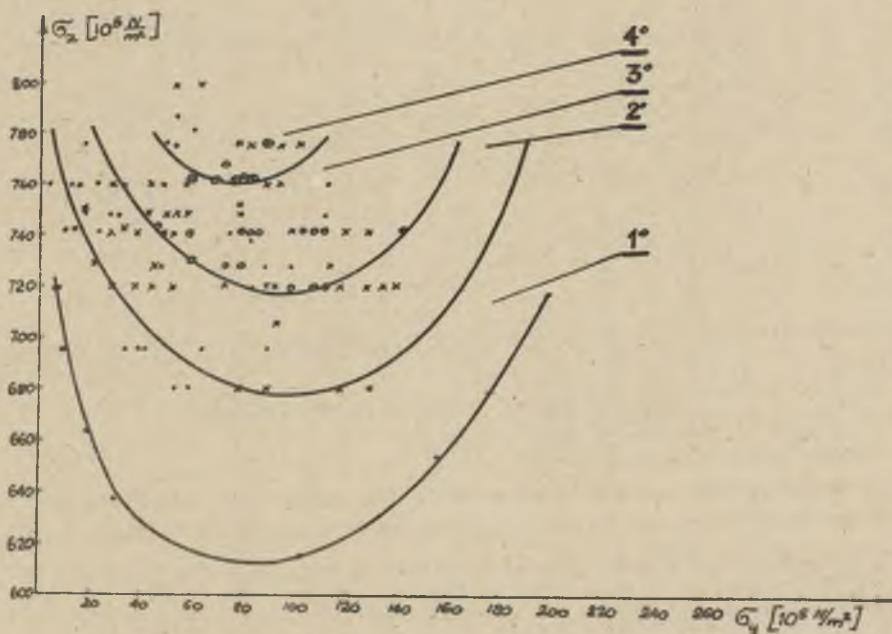
Podczas badań zarejestrowano wartości naprężeń σ_x , σ_y i σ_z oraz przyrosty naprężeń $\Delta\sigma_x$, $\Delta\sigma_y$ i $\Delta\sigma_z$, powstałe w wyniku tąpnięcia (rys. 2).



Rys. 2. Wykres wartości składowych stanu naprężenia

Wyniki badań przedstawione w niniejszej pracy dotyczą jednej grupy próbek węgla z pokładu 507 o składzie petrograficznym: duryn twardy z rzadkimi mikropasemkami wiotrynu w ilości około 10%.

Na podstawie przebadanych 66 próbek węgla przedstawiono wartości naprężeń σ_x , σ_y i σ_z , przy których zachodzi zjawisko tapani w układzie współrzędnych σ_z , σ_y (rys. 3) σ_z , σ_x (rys. 4) oraz σ_z , σ_y , σ_x (rys. 5).

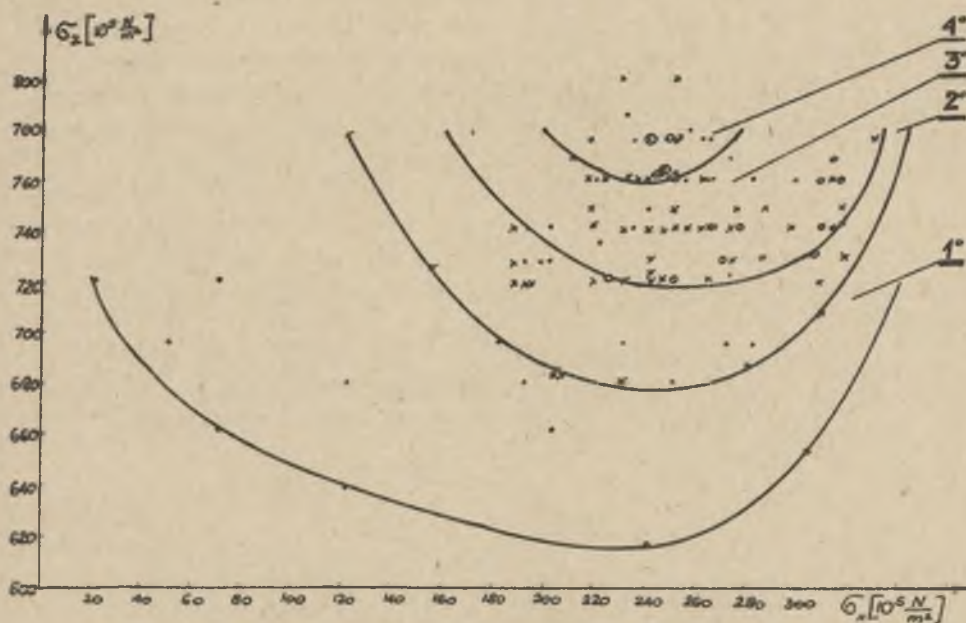


Rys. 3 . Wykres obzarów z tapaniami

Jako podstawę do określania nasilenia zjawiska tapani przyjęto stosować wartość przyrostu naprężenia $\Delta\sigma_y$ wzdłuż osi y.

Na rysunkach zaznaczono:

- 1°-4° obszar, gdzie występują tapania o $\Delta\sigma_y \geq 1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
- 2°-4° obszar, gdzie występują tapania o $\Delta\sigma_y \geq 25 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
- 3°-4° obszar, gdzie występują tapania o $\Delta\sigma_y \geq 50 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
- 4° obszar, gdzie występują tapania o $\Delta\sigma_y \geq 75 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$



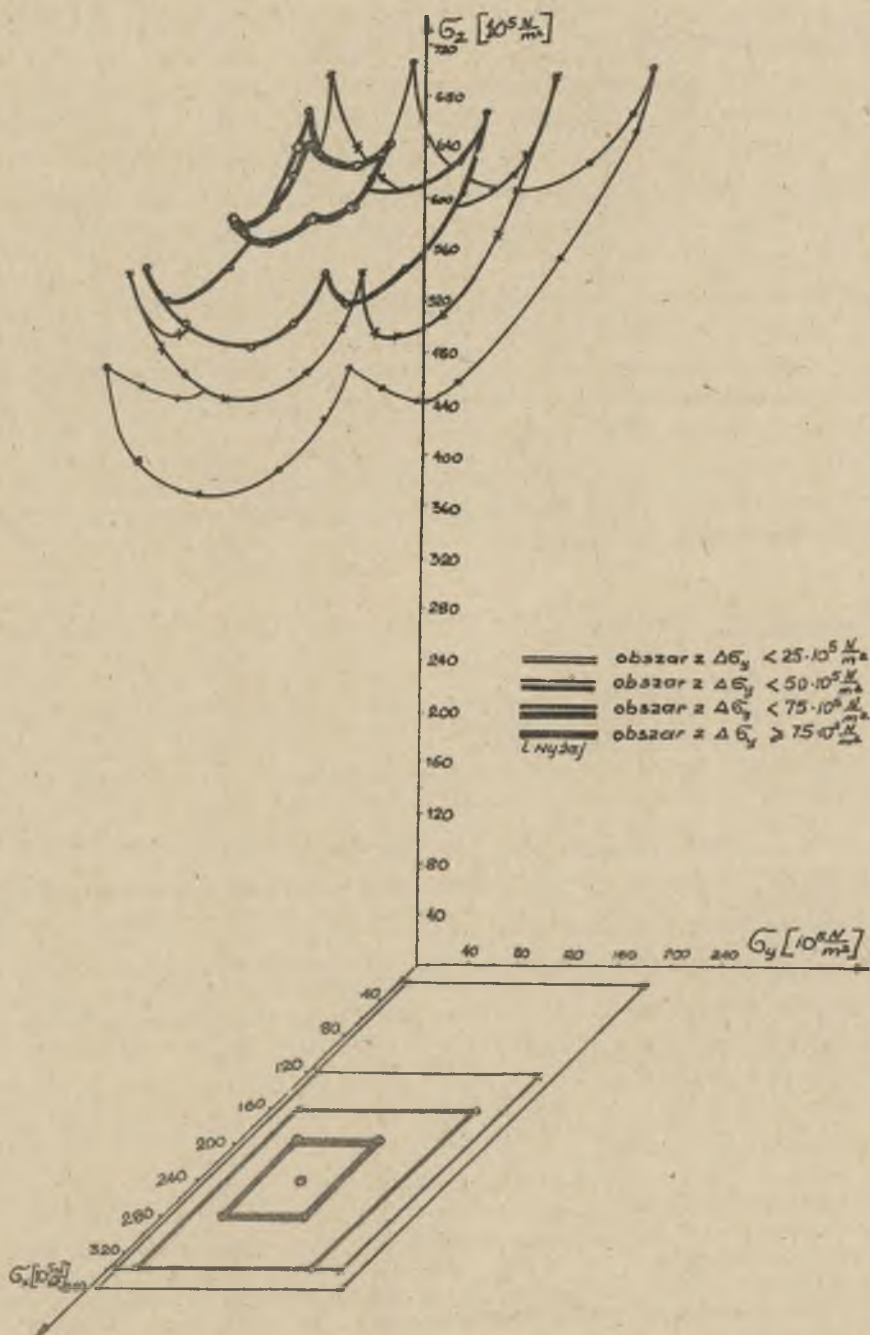
Rys. 4. Wykres obszarów z tąpnięciami

Z badań wynika, że tąpnięcie o większym nasileniu zachodzi przy stosunkowo dużej wartości składowej stanu naprężenia σ_z (w granicach powyżej $720 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$), natomiast przy mniejszych wartościach $\sigma_z < 600 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$ tąpnięcie nie występuje, a po przekroczeniu wartości $\sigma_z \approx 600 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$ występujące tąpnięcie ma słaby (mały) skutek, gdzie przyrost naprężenia $\Delta \sigma_y < 25 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$ i trzaski są słabsze.

Zjawisko tąpnięcia można wywołać wielokrotnie na jednej i tej samej próbie, przy tych samych składowych stanu naprężenia.

4. Wnioski

1. Badania laboratoryjne próbek w trójkiernkowym stanie naprężenia pozwalają bardziej przybliżyć je do stanu naprężenia, jaki występuje w górotworze.
2. Zaproponowana metoda badania prostopadłościennych próbek w trójkiernkowym stanie naprężenia z doprowadzeniem do zjawiska tąpnięcia po-



Rys. 5. Wykres obszarów z tapaniami

zwala określić wartości składowych stanu naprężenia w momencie tąpnięcia.

3. Na podstawie wartości składowych stanu naprężenia, przy których zachodzi zjawisko tąpnięcia, można wyznaczyć obszary w przestrzeni naprężeń σ_x , σ_y i σ_z o różnym nasileniu zjawiska tąpnięcia.
4. Przebadanie próbek węgla z całego przekroju pokładu pozwala określić dla niego w przestrzeni naprężeń niebezpieczny obszar, w którym wystąpią tąpnięcia.
5. W wyniku realizowania wspomnianej metody i badań można określić składowe stanu naprężenia σ_x , σ_y i σ_z , przy których następują zjawiska tąpnięcia, które wywołane są w pokładzie głębokością zalegania pokładu, spiętrzeniem naprężeń wywołanych eksploatacją oraz naturalnymi własnościami węgla.
6. Wyznaczenie niebezpiecznego obszaru, w którym występuje zjawisko tąpnięcia, pozwoli prognozować stan zagrożenia tąpnięciami i stosować odpowiednią profilaktykę.

LITERATURA

- [1] BORECKI M.: Zachowanie się skał w układach jednoosiowych obciążeń wysokociśnieniowych ze skrępowanym odkształceniem poprzecznym. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej nr 321 Górnictwo z.50, Gliwice 1971.
- [2] CHUDEK M., MOROZ R.: Badania skał karbońskich w trójosiowym stanie naprężeń. Przegląd Górniczy nr 9/1970.
- [3] CYRUL T.: Pomiar deformacji i określanie naprężeń w górotworze in situ. IV Zimowa Szkoła Mechaniki Górotworu 1977.
- [4] DUNIKOWSKI A., KARMAN St., KOHSLING J.: Laboratoryjne badania wskaźników fizyko-mechanicznych własności skał w trójosiowym stanie naprężenia. Przegląd Górniczy nr 11/1969.
- [5] DRZEWIECKI K.: Tąpnięcia spągu wyrobisk chodnikowych w kopalniach węgla badania laboratoryjne. Zeszyty Problemowe Górnictwa t.II. z.1/1964.
- [6] FILCEK H., SKUDRZYK F., ZORYCHTA A.: Matematyczne i mechaniczne metody prognozowania tąpań. Praca GIG. Sympozjum Naukowe 28.1.77 r. Katowice pt. Zwalczanie tąpań w kopalniach.
- [7] FILCEK H., SKUDRZYK F., ZORYCHTA A.: Propozycja metod prognozowania krytycznych stanów wyteżenia górotworu. Międzynarodowe Sympozjum na temat: Tąpnięcie w kopalniach węgla i rud. Materiały posympozjalne. Katowice 14-16.VI.77 r.
- [8] GIL H., DRZĘŻLA B.: Metody oceny skłonności węgla do tąpań. Przegląd Górniczy nr 12/1973.
- [9] GIL H.: Analityczna metoda prognozowania i zwalczania tąpań w kopalniach. Przegląd Górniczy nr 9/1977.
- [10] HŁADYSZ Z.: Reologiczne kryterium skłonności węgla do tąpań w świetle badań laboratoryjnych. Praca doktorska. Katowice 1978.
- [11] KIDYBIŃSKI A.: Prace Międzynarodowego Biura Mechaniki Górotworu IBG w zakresie ustalenia metodyki badań wytrzymałości skał. Przegląd Górniczy nr 4/1966.

- [12] KIDYBIŃSKI A.: Ocena skuteczności i kierunku rozwoju współczesnych metod zapobiegania i zwalczania tapan. Referat generalny Sekcji V. IV Szkoła Zimowa Mechaniki Górniczej, 1977.
- [13] MOTYCZKA A.: Badanie laboratoryjne nad określeniem wskaźnika naturalnej skłonności do tapan wybranych pokładów grupy 500. Praca doktorska, Gliwice 1972.
- [14] SZUSCIK W.: Określenie możliwości wystąpienia tapan z punktu widzenia hipotez wytężeńowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo z. 52. Gliwice 1972.
- [15] SZUSCIK W.: Grubs in the light of the Effort Hypothesis. Studia Geotechnica, Wrocław 1973.
- [16] SZUSCIK W.: Tapania w świetle hipotezy wytężeńowej. Międzynarodowe sympozjum ochrony przeciw zawałowi skał. Katowice 23-24.X.1973 r. Materiały sympozjalne.
- [17] SZUSCIK W., ZASTAWNY E.: Laboratoryjne badanie węgla kamiennego dla określenia przestrzeni naprężeń, w którym występują tapania. Materiały VIII Sympozjum Doświadczalnych Badań w Mechanice Ciężkiego. PIMTS Warszawa 4-6.IX.1978 r.
- [18] SZECÓWKA Z., DOMZAŁ J., OZANA P.: Wskaźnik energetyczny skłonności naturalnej węgla do tapan. Prace GIG. Komunikat nr 594/1973.
- [19] ZNAŃSKI J.: Analogia zjawiska tapan do zgniatania próbek w prasie. Przegląd Gorniczy nr 5/1953.

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРНОГО УДАРА В УГЛЕ В ТРЕХОСНОМ СОСТОЯНИИ НАПРЯЖЕНИИ

Резюме:

Представлен метод лабораторных исследований, который заключается в том, чтобы в образце, имеющем вид параллелепипеда, вызвать состояние напряжения выступающего в разрабатываемом пласте, а также уменьшение одной из составных величин состояния напряжений. Данный метод дал возможность поределиния зон проявления нарушений в районе напряжений. В статье являющейся расширением работы 17 представлен район выступления нарушений в угольном пласте 507 каменноугольной шахты "Димитров".

LABORATORY TESTING OF THE PHENOMENON OF CRUMPING
OF HARD COAL IN THE THREE DIMENSIONAL STRESS STATE

S u m m a r y :

The laboratory test method based on putting a rectangular sample into the state of stress present in the exploited coal-bed, and on diminishing one of the values of main components of the state of stress, opened the possibility of determining the areas of crumping in the stress space. In the paper being the evaluation of the paper 17 the area of cruping in the coal-bed number 507 of the coal mine "Dymitrow" was presented.