

Bernard DRZEŻŁA
Antoni MOTYCZKA
Alojzy KAPUSTA
Andrzej WIŚNIEWSKI
Jan ZIMONCZYK

PRZYRZĄD DO POMIARU NOŚNOŚCI SKAŁ SPĄGOWYCH

Streszczenie. W artykule zwrócono uwagę na konieczność prowadzenia badań nośności skał spągowych pod kątem właściwej współpracy obudowy ścianowej z górotworem. W tym celu, bazując na stojaku GSU-M, skonstruowano przyrząd do pomiaru nośności spągów. Przedstawiono szczegółową instrukcję sposobu wykonywania pomiarów oraz opracowano nomogramy ułatwiające przeliczenia przy prowadzonych pomiarach.

1. WSTĘP

W dotychczasowej praktyce górniczej zbyt mało uwagi poświęcano zagadnieniom własności mechanicznych skał spągowych. Zazwyczaj ograniczano się do prymitywnych wierceń oraz do przesłanek praktycznych, wynikających z doświadczeń uzyskanych przy prowadzeniu eksploatacji w identycznych lub zbliżonych warunkach.

Konsekwencją takiego stanu rzeczy są bardzo częste negatywne zjawiska towarzyszące pracy obudowy w wyrobiskach eksploatacyjnych oraz przygotowawczych, polegające na wgniataniu obudowy do spągu, pęcznieniu spągu, tworzeniu się bruzd i szczelin spągowych itp. W sumie, obudowa nie osiąga nominalnej podporności roboczej co prowadzi do powstania szczelin stropowych, lokalnych odpadów stropu, czy też nawet do groźnych zawałów wyrobisk górniczych.

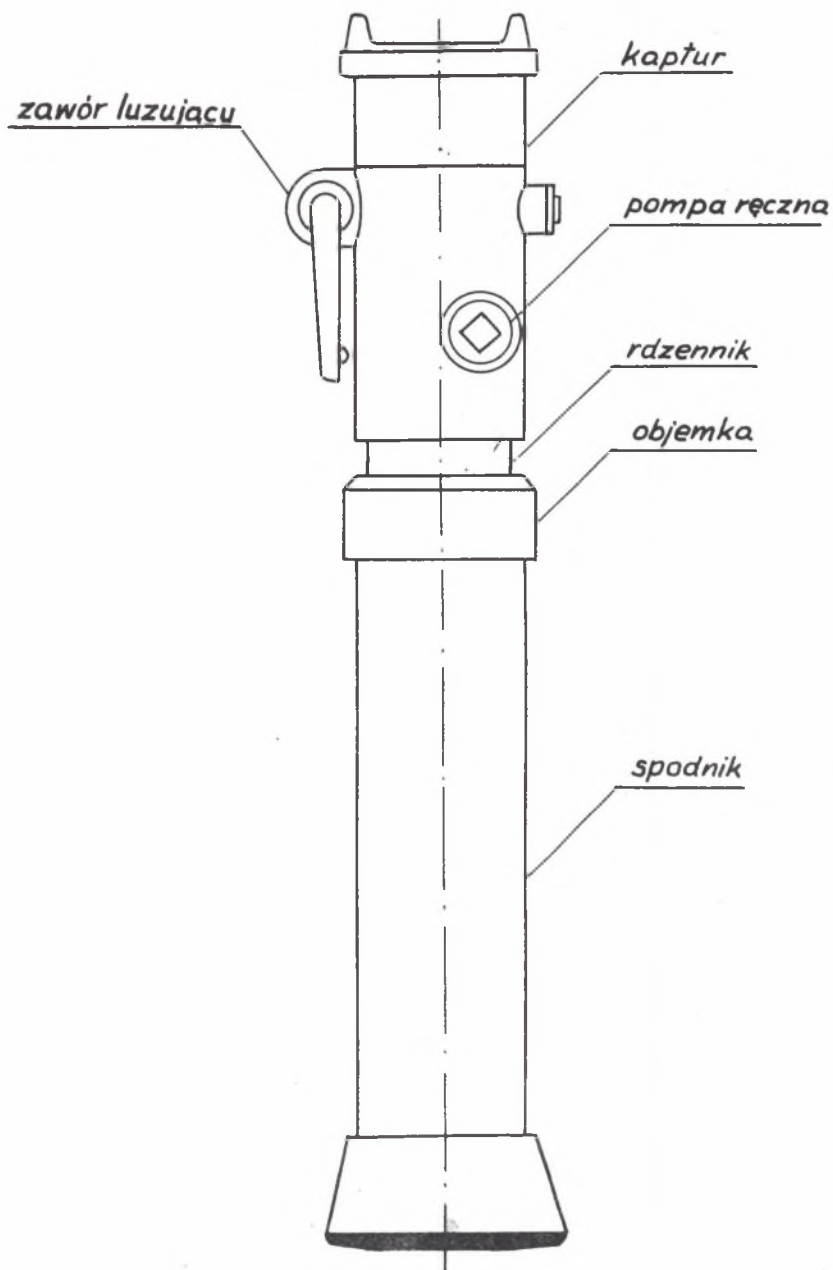
Niemal codziennie spotykamy się więc z naocznymi dowodami, że przy rozpatrywaniu pracy obudowy spąg stanowi czynnik równie ważny jak strop.

W świetle powyższego zagadnienie badania nośności spągów nabiera pierwszorzędного znaczenia szczególnie tam, gdzie spągi stanowią warstwy miękkich iłowców względnie tworzą naprzemianległe warstewki węgla i łupku.

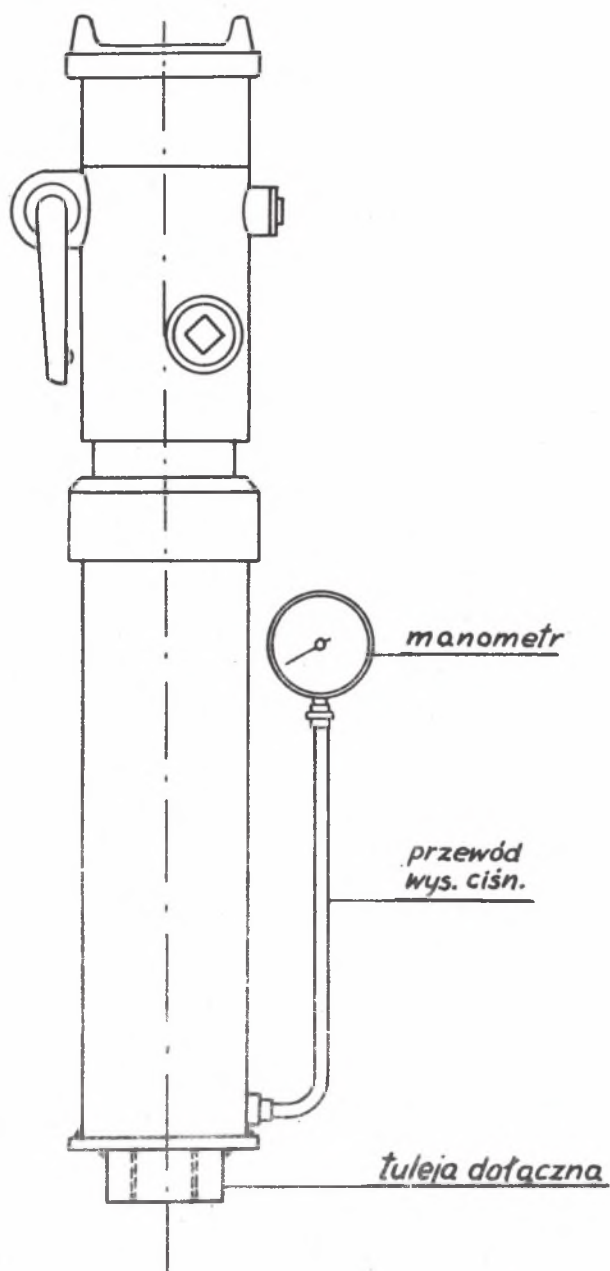
2. KONSTRUKCJA PRZYRZĄDU POMIAROWEGO

Po dokonaniu analizy istniejącego sprzętu, który mógłby być adaptowany pod kątem badania nośności spągów wybrano indywidualny stojak hydrauliczny typu GSU-M produkcji radzieckiej. Za wyborem tym przemawiają następujące przesłanki:

- duże rozpowszechnienie stojaków GSU-M w polskim górnictwie,



Rys. 1. Stojak GSU-M



Rys. 2. Stojak GSU-M po zmianach konstrukcyjnych

- stosunkowo prosta ich konstrukcja i obsługa,
- łatwość adaptacji do celów badawczych,
- łatwość transportu w warunkach kopalnianych,
- szeroki zakres rozpiętości stojaka,
- dostateczna siła nacisku na spąg,
- duża niezawodność działania.

Rys. 1 przedstawia budowę stojaka typu GSU-M w wykonaniu fabrycznym. Na rys. 2 przedstawiono stojak po wprowadzeniu zmian adaptacyjnych. Przyrząd ten składa się z następujących zasadniczych zespołów:

2.1. Spodnik

Jest to rura stalowa, od dołu zakończona przyspawaną płytą spagową, zaopatrzoną w kadłub ochronny. U góry spodnik zakończony jest objemką, wewnątrz której znajduje się pierścień zgarniający. Spodnik stanowi cylinder roboczy stojaka.

2.2. Rdzennik

Jest nim rura bez szwu, w którą wmontowane są wszystkie elementy pomocnicze, tj. zawór przelewowy, zawór rabunkowy, pompa oraz zawór odpowietrzający. Rdzennik zamknięty jest od dołu tłoczkiem zaopatrzonym w uszczelkę.

2.3. Pompa ręczna

Zadaniem pompy jest przetłoczenie medium z przestrzeni rdzennika pod tłok roboczy. Pompa uruchamiana jest ręcznie przez mechanizm korbowy, znajdujący się w głowicy rdzennika. Od góry rdzennik zamknięty jest na stałe przyspawanym denkiem, w którym znajduje się otwór zamknięty śrubą. Otwór ten służy do wlewania i wylewania medium roboczego oraz jako odpowietrznik.

2.4. Manometr

Jego zakres wskazań wynosi $0+2500 \text{ N/cm}^2$, przy czym dodatkowa wskazówka zatrzymuje się w pozycji maksymalnych wskazań manometru.

2.5. Tłoczki pomiarowe - rys. 3

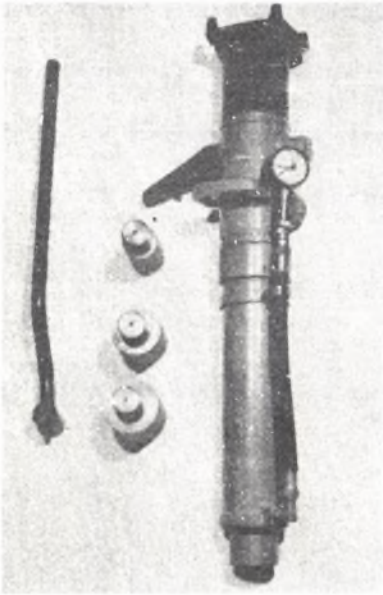
Są to walce stalowe o średnicach $d_1 = 80 \text{ mm}$, $d_2 = 71 \text{ mm}$, $d_3 = 51 \text{ mm}$, co odpowiada powierzchniom przekroju $F_1 = 50 \text{ cm}^2$, $F_2 = 40 \text{ cm}^2$, $F_3 = 20 \text{ cm}^2$.

Tłoczki te przymocowywane są do stopki siłownika za pomocą gwintu.

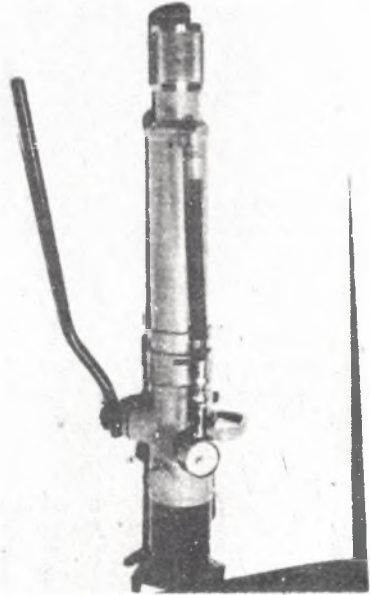
Adaptacja stojaka GSU-M do celów pomiarowych polega na:

- a) usunięciu kaptura ochronnego wokół stopki stojaka,
- b) zmniejszeniu średnicy stopki,
- c) przyspawaniu do stopki (koncentrycznie) odpowiedniej tulejki nagwintowanej wewnątrz,
- d) wykonaniu trzech tłoczków stalowych o przekroju kołowym, zaopatrzonych z jednej strony w nagwintowane króce,

e) wykonaniu wyprowadzenia (przy pomocy węża wysokociśnieniowego z odpowiednimi końcówkami) z dolnej części cylindra roboczego do manometru.



Rys. 3. Dźwignia pompy rozpierającej, tłoczki pomiarowe i siłownik do badania nośności spągów



Rys. 4. Przyrząd przygotowany do pomiarów

Przyrząd przygotowany do pomiarów pokazano na rys. 4. Rozsuw stojaka uzyskiwany jest przez wahadłowy ruch korby pompy.

Ruch zesuwny uzyskiwany jest przez uruchomienie zaworu rabunkowego.

Ruch rozsuwny posiada dwie prędkości:

- bez obciążenia 15+18 mm na 1 ruch korby,
- z obciążeniem 1 mm na 1 ruch korby.

Siła przykładana do końca ramienia korby wynosi ok. 400+500 N, co w efekcie wywołuje w przestrzeni roboczej cylindra ciśnienie rzędu 2000 N/cm² i podporność do 10⁵ N (ok. 10 ton).

3. OPIS BADAŃ NOŚNOŚCI SPĄGÓW

Badania, o których mowa, polegają na wywieraniu określonego nacisku na spąg przy pomocy siłownika hydraulicznego skonstruowanego przyrządu. Siła nacisku siłownika określana jest w sposób pośredni, tj. przez odczyt wskaźnika manometru, podłączonego do przestrzeni roboczej siłownika. Siła ta jest przenoszona na spąg poprzez tłoczki o kołowym przekroju.

Podczas pomiaru następuje stopniowy wzrost siły nacisku, a co za tym idzie proporcjonalny wzrost naprężenia ściskającego w spągu. Po osiągnięciu przez to naprężenie wartości krytycznej dla danej skały spągowej następu-

je zniszczenie struktury wewnętrznej skały, co objawia się nagłym obniżeniem nośności. Obserwowany manometr wykaże wyraźny spadek ciśnienia medium w cylindrze roboczym siłownika. Największe uzyskane ciśnienie odczytane na manometrze pozwala wyliczyć naprężenie krytyczne, przy którym następuje niszczenie warstwy spągowej.

Ciśnienia p_1, p_2, p_3 odnoszące się odpowiednio do średnic tłoczków spągowych d_1, d_2, d_3 odczytujemy na manometrze siłownika.

Średnice d_1, d_2, d_3 są równoznaczne z powierzchniami przekroju tłoczków F_1, F_2, F_3 .

Siła działająca na tłoczek pomiarowy wynika z pomnożenia ciśnienia p_1 przez powierzchnię tłoka siłownika F_t .

$$P_1 = p_1 \cdot F_t$$

dla opisywanego przyrządu $F_t = 50 \text{ cm}^2$.

Naprężenie w spągu otrzymamy więc z podzielenia siły nacisku przez wielkość powierzchni tłoczka pomiarowego.

$$\sigma_1 = \frac{4 \cdot P_1}{d^2} = \frac{P_1}{F_1} = p_1 \cdot \frac{F_t}{F_1} = p_1 \cdot C_1,$$

gdzie:

F_1 - przybiera wartość zależną od średnicy stosowanego tłoczka pomiarowego, tzn. odpowiednio $F_1 = 50 \text{ cm}^2$, $F_2 = 40 \text{ cm}^2$, $F_3 = 20 \text{ cm}^2$.

Celem uproszczenia sposobu obliczeń wyznaczono wartości współczynnika C_1 , które wynoszą odpowiednio:

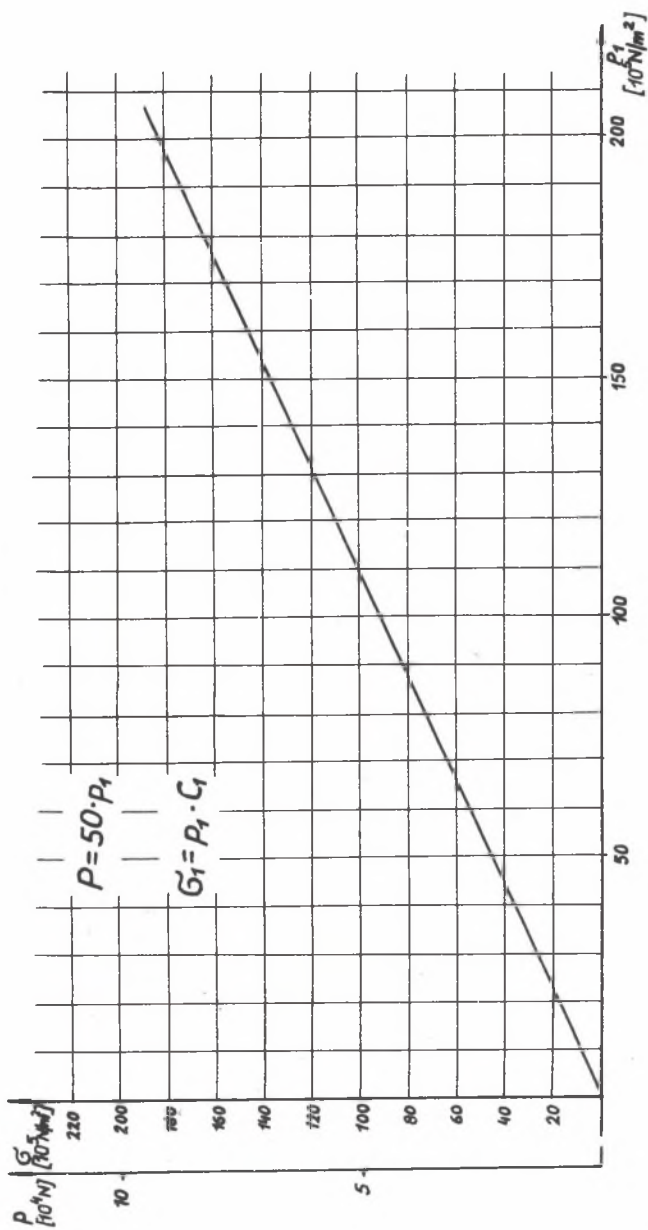
$$C_1 = \frac{F_t}{F_1} = \frac{50}{50} = 1,00,$$

$$C_2 = \frac{F_t}{F_2} = \frac{50}{40} = 1,25,$$

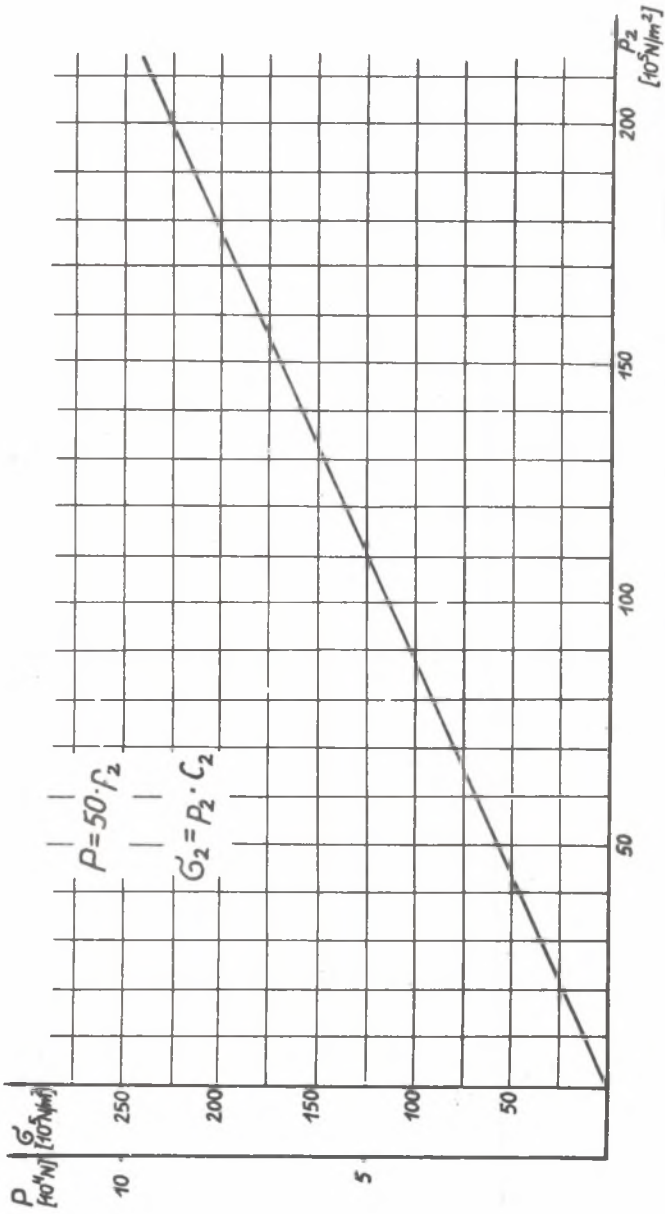
$$C_3 = \frac{F_t}{F_3} = \frac{50}{20} = 2,50.$$

Tak więc naprężenie w spągu σ_1 obliczać będziemy przez pomnożenie wartości ciśnienia odczytanego na manometrze przyrządu przez odpowiednią wartość współczynnika " C_1 " zależną od średnicy stosowanego tłoczka.

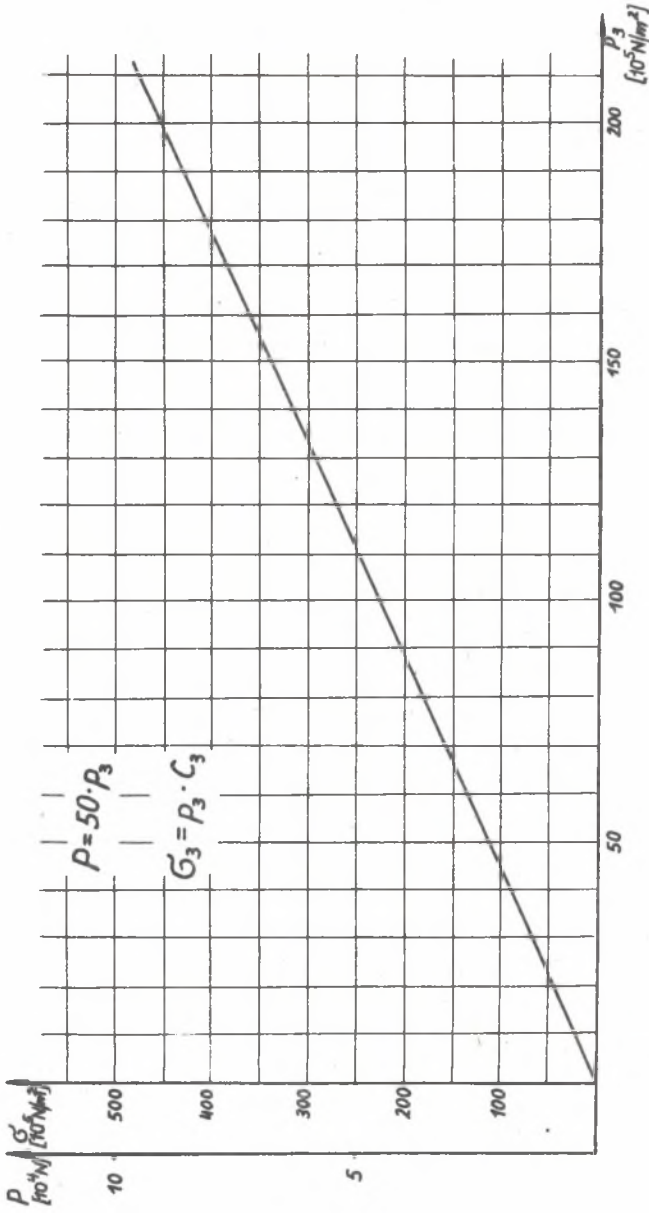
Maksymalne ciśnienie odczytywane w czasie dokonywania pomiaru jest ciśnieniem krytycznym " p_{kr} ", charakteryzującym maksymalną nośność skał spągowych. Dla uściślenia pomiarów naprężeń krytycznych każdy pomiar powtarzany jest



Rys. 5. Nomogram dla tarczka nr 1 $d_1 = 8$ cm, $P_1 = 50$ cm², $C_1 = 1$



Rys. 6. Nomogram dla tarczka nr 2 $d_2 = 7,1 \text{ cm}$, $F_2 = 40 \text{ cm}^2$, $C_2 = 1,25$



Rys. 7. Nomogram dla tłoczka nr 3 $d_3 = 5,1 \text{ cm}$, $F_3 = 20 \text{ cm}^2$, $C_3 = 2,5$

trzykrotnie z zastosowaniem trzech różnych powierzchni tłoczków atakujących spąg.

Celem ułatwienia przeliczeń opracowano nomogramy (rys. 5, 6, 7).

4. TECHNIKA WYKONYWANIA POMIARU

Dla wyrobisk ścianowych przyjęto następującą zasadę wykonywania pomiarów:

- a) pomiary odbywają się w odległości 1,5 m od świeżo odsłoniętego ociosu węglowego,
 - b) punkty pomiarowe dla pomiarów jednej serii oddalone są od siebie na odległość co najmniej 1 m,
 - c) każdy pomiar rozpoczyna się przy użyciu tłoczka o największej średnicy,
 - d) pomiary wykonywane są wzdłuż frontu ścianowego w odstępach co 10 m.
- Przed zjazdem na dół do kopalni należy wykonać następujące czynności przygotowawcze:

1. Dokonać oględzin zewnętrznych siłownika, tłoczków, klucza korbowego i skrzynki transportowej.
 2. Sprawdzić, czy kaptur głowicy odpowiada miąższości pokładu, w którym prowadzony będzie pomiar,
 3. Zabudować przyrząd do stanowiska próbnego i sprawdzić jego działania.
- Po dojściu do miejsca pomiaru należy:

- sprawdzić, czy nie nastąpił wyciek oleju z głowicy. W razie konieczności, uzupełnić olej z podręcznego pojemnika,
- wybrać punkty do badań i oczyścić w tym miejscu spąg z luźnego urobku. Punkty te winny znajdować się pod stropnicami obudowy ścianowej,
- zamocować do siłownika odpowiedni pod względem wymiarów kaptur oraz do denka spodnika tłoczek pomiarowy nr 1, tj. o największej średnicy,
- rozprzeć wstępnie siłownik pomiędzy stropnicą i spągim,
- obserwując wskazania manometru łagodnymi ruchami klucza korby zwiększać siłę rozparcia siłownika,
- jeżeli podczas tej czynności strzałka manometru siłownika w pewnej chwili opadnie na skali o pewien odcinek w kierunku zera - ostatnie wskazanie strzałki odczytujemy jako ciśnienie krytyczne. W przypadku pomiaru tłoczkiem nr 1 ciśnienie to zapisujemy jako p_1 ,
- jeżeli mimo zwiększenia ciśnienia w siłowniku do $2 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$ zjawisko to nie nastąpi, luzujemy siłownik i powtarzamy pomiar tłoczkiem nr 2. Uzyskane w tym pomiarze ciśnienie krytyczne zapisujemy jako p_2 ,
- jeżeli sytuacja powtórzy się z tłoczkiem nr 3, tzn. jeśli i w tym przypadku nie nastąpi zniszczenie struktury spągu postępujemy jak poprzednio i zakładamy tłoczek nr 3. Tłoczek ten zapewnia osiąganie naprężeń w spągu rzędu $5 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$.

5. OBLICZANIE MINIMALNEJ NOŚNOŚCI SPĄGU DLA DANEGO TYPU STOJAKÓW

Nośność spągu wyliczamy w odniesieniu do jednego stojaka umownego. Założmy przykładowo stosowanie stojaków ciernych natychmiast podporowych typu Valent. Obowiązująca w górnictwie instrukcja ruchowa dopuszcza, by

średnia pomierzona podporność tego stojaka w ścianie spełnia warunek $P_{rz} \geq 31,38 \cdot 10^4 \text{ N}$, (32T) natomiast powierzchnia stopy tego stojaka wynosi $F_0 = 200 \text{ cm}^2$. Wynika stąd, że jednostkowy nacisk, który powinien przenosić spąg wynosi

$$\sigma_{\min} \geq \frac{P_{rz}}{F_0}$$

Dla stojaka typu Valent $\sigma_{\min} = 1569 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$, ($\sim 160 \text{ kg/cm}^2$). Tak więc ciśnienie krytyczne " P_{kr} " przy badaniu spągu powinno osiągać wartość

$$P_{kr} \geq \frac{\sigma_{\min} \cdot F_1}{F_t} \quad \text{czyli} \quad P_{kr} \geq \sigma_{\min} \cdot C_1,$$

co dla trzech różnych średnic tłoczków pomiarowych omawianego przyrządu daje wartości:

$$P_{1 \text{ kr}} \geq 1569 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2,$$

$$P_{2 \text{ kr}} \geq 1255 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2,$$

$$P_{3 \text{ kr}} \geq 628 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2.$$

Jeśli pomiar siłownikiem wykaże ciśnienie krytyczne mniejsze od wyliczonego, nośność spągu jest niedostateczna i należy się liczyć w tym przypadku z wciskaniem spodników stojaków w spąg. Wiąże się to ze zmniejszonym bezpieczeństwem pracy i kłopotami ruchowymi utrzymania takiej ściany.

6. WNIOSKI

- Dotychczas stosowane przyrządy, nazywane w skrócie UBRS nie spełniają stawianych wymogów, gdyż posiadają zbyt mały skok i przy ich pomocy nie sposób określić pracy spągu w funkcji zagłębiania się stojaka w podłoże.
- Badania nośności spągu opisanym przyrządem charakteryzują się prostotą oraz stosunkowo dokładnymi wynikami.
- Otrzymane wyniki badań są podstawą dla wyboru technologii prowadzenia ściany i rozstrzygają problemy stawiania obudowy na powszechnie występujących łatach przyspągowych.
- Badania należy wykonywać już w czasie drążenia dowerzchni ścianowej, a następnie kontynuować podczas normalnej eksploatacji ściany.
- Należy dążyć do rozszerzenia zakresu badań w następujących kierunkach:
 - opracować i wdrożyć badania nośności spągu przy pomocy siłownika o stałej sile nacisku $P = 40 \cdot 10^4 \text{ N}$, co odpowiadać będzie rzeczywistym warunkom pracy stojaka obudowy ścianowej,

- b) uwzględnić w badaniach czynnik czasu, tj. dążyć do określenia nośności spągu w zależności od czasu jaki upłynął od momentu posadowienia obudowy,
- c) uwzględnić w badaniach zależność nośności spągu w funkcji oddalenia od ociosu węglowego, co stanowić może przyczynek do projektowania dobowego postępu ścian,
- d) uwzględnić w badaniach wpływ wody kopalnianej.

LITERATURA

- [1] Borecki M., Chudek M.: Mechanika górotworu. K-ce 1972, Wyd.Śląsk.
- [2] Biliński A., i Zespół: Kryteria doboru schematów obudowy indywidualnej i zmechanizowanej dla wyrobisk ścianowych. K-ce 1973, GIG.
- [3] Chmura K.: Własności fizykotermiczne niektórych polskich zagłębi górniczych. K-ce 1970, Wyd.Śląsk.
- [4] Kidybiński A.: Światowe kierunki prac badawczych nad zagadnieniami zaważów i obrywania się skał stropowych w wyrobiskach podziemnych. Przegląd Górniczy 1969 nr 4. Wyd.Śląsk.
- [5] Konopko W.: Wpływ podporności obudowy na strop bezpośredni w ścianach zaważowych. Komunikat GIG nr 501, Katowice 1971.
- [6] Motyczka A., Drzęźła B., Podkładki zwiększające powierzchnię nacisku stojaka stosowane w kopalni Dębieńsko. Wiadomości Górnicze 1975 nr 2, Wyd.Śląsk.
- [7] Śmieja R., Skórka I.: Klasyfikacja spągów i dobór stóp spągowych indywidualnej obudowy ścianowej. Komunikat GIG nr 635, Katowice 1974.

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ПОЧВЕННЫХ ПОРОД

Р е з ю м е

В статье обращается внимание на необходимость ведения исследований грузоподъемности почвенных пород с точки зрения соответствующего содействия лавочной крепи с горной породой. С этой целью, базируясь на стойке GSU-M, сконструирован прибор для измерения грузоподъемности почв. Представлена подробная инструкция способа ведения измерений, а также обработаны номограммы, облегчающие перерасчеты при проводимых измерениях.

AN INSTRUMENT FOR MEASURING LOAD-CAPACITY OF FLOOR ROCKS

S u m m a r y

In the paper attention has been turned on the necessity of conducting investigations concerned with floor rocks, putting special emphasis on the problem of wall lining cooperation with a rock-mass.

Basing on GSU-M stand, there was made a device for measurement, the load-capacity of floors.

A special detailed instruction how to make measurements has been presented, and nomograms were worked over, which enable calculations of measurements.