

ZASTOSOWANIE TECHNIKI FOTOGRAFICZNEJ I FILMOWEJ
W BADANIACH SZCZELINOWOŚCI SKAŁ

Mieczysław Hobler

Instytut Projektowania i Budowy Kopalń
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

WSTĘP

Badania przeprowadzone w zakresie nauki o Ziemi coraz częściej i w coraz większym stopniu opierają się na zastosowaniu wszelkich odmian fotografii i techniki filmowej. Fotografowanie i filmowanie może odbywać się w warunkach naturalnych i sztucznych odsłoneń Ziemi, na powierzchni i pod Ziemią oraz w warunkach laboratoryjnych. Badania mogą dotyczyć zjawisk i procesów statycznych oraz dynamicznych lub występujących łącznie [1, 6, 7, 10, 11]. Niekiedy filmowanie lub fotografowanie może być jedynym sposobem rejestracji i kontroli tych zjawisk oraz procesów [2, 5, 8, 9, 12, 13]. Bardzo często rejestracja taka nie może być przeprowadzona innym sposobem lub innym rodzajem rejestracji. Nie otrzymuje się bowiem tak dokładnych oraz obiektywnych wyników.

Ostatnio w zakresie geologii i innych nauk o Ziemi, niezależnie od klasycznego, specjalnego fotografowania i filmowania, coraz częściej stosuje się zdalne fotografowanie i filmowanie specjalnymi kamerami z pokładów samolotów, satelitów Ziemi lub ze specjalnych międzygwiazdnych statków czy sputników obserwacyjnych, rejestrujących i przekazujących obrazy czarno-białe i barwne na Ziemię [15, 16]. Aparatura i przyrządy zainstalowane na samolotach, satelitach i statkach umożliwiają badanie i interpretację danych oraz podawanie ich w formie analogowej i cyfrowej. Uzyskane dane umożliwiają rozwiązywanie problemów mineralogicznych, zło-

żowych i energetycznych oraz uzyskiwanie wzrostu efektywności przy pracach poszukiwawczych i eksploatacji złóż.

Obecnie, gdy zmniejszają się zasoby minerałów i rud, bez których ludzkość nie może się obejść, większego znaczenia nabierają metody i sposoby eksploatacji oceanów, mórz, jezior i rzek, eksploatacji surowców mineralnych na Księżycu, Ziemi lub na innych planetach i gwiazdach, wyzyskiwania ciepła Ziemi, ługowania minerałów z mórz i oceanów, wykorzystywania energii związanej z przemieszczaniem się powietrza oraz energii przypływów i odpływów mórz i oceanów, tworzenia nowych stopów i tworzyw syntetycznych oraz rozwiązywania innych problemów, od których zależy postęp, a nawet byt ludzkości. I w tym przypadku udoskonalona fotografia i specjalne filmowanie mogą nam oddać nieocenione usługi zarówno w zakresie badań jak i utylizacji. Autor w swych badaniach wszechstronnie wykorzystał fotografowanie i filmowanie, co jest szerzej opisane w literaturze. W artykule tym opisuje badania własne ścianek otworów badawczych, filmowane kamerą do zdjęć szybkich w celu rejestracji ilości zmian oraz wielkości i konfiguracji szczelin w wyniku rozsadzania skał materiałem wybuchowym.

BADANIA SZCZELIN METODĄ WIZUALNĄ, FOTOGRAFICZNĄ ORAZ FILMOWANE KAMERĄ DO ZDJĘĆ SZYBKICH

Przy podziemnej i odkrywkowej eksploatacji złóż, mimo posuniętej mechanizacji i automatyzacji, w dalszym ciągu roboty strzelnicze są zasadniczym sposobem urabiania skał. Roboty strzelnicze, oprócz górnictwa, rozszerzają się również i w innych gałęziach przemysłowych, jak poszukiwanie kopalin użytecznych, badanie budowy powłoki Ziemi, urabianie skał do celów budowlanych, inżynieria wodna i inżynieria lądowa. Z uwagi na duży postęp w dziedzinie urabiania, związany z bardzo dużym zapotrzebowaniem na surowce i materiały budowlane otrzymywane ze skał, następuje stała koncentracja i intensyfikacja wydobycia oraz udoskonalanie technologii robót strzelniczych.

W czasie rozsadzania masywu skalnego materiałem wybuchowym tworzą się w nim fale uderzeniowe, naprężeniowe i sejsmiczne. W zależności od tego czy skały są jednorodne, czy niejednorodne (gdzie są już szczeliny i pęknięcia), tworzy się konfiguracja

szczelin oraz następują deformacje w masywie skalnym zależne od fali naprężeń i wytrzymałościowych własności skał. Do właściwego rozdrobnienia masywu skalnego oraz ochrony wyrobisk przed sejsmowybuchowym oddziaływaniem wybuchów (zapewnienie maksymalnej stateczności) należy przeprowadzać wiele badań doświadczalnych w celu zrozumienia i wykorzystania fizycznej istoty przebiegających procesów w masywie skalnym. Badaniami można ustalić zasadnicze zależności i prawidłowości sejsmicznego efektu wybuchów w zależności od warunków odstrzeliwania, parametrów drgań skał (gruntów) na urządzenie i budowle.

Najbardziej skomplikowany proces rozsadzania następuje w skałach niejednorodnych. Istniejące szczeliny powodują zmiany i zaburzenia procesu tworzenia się nowych szczelin przy wybuchu. Następują przy tym zmiany kierunku i prędkości rozprzestrzeniania się szczelin oraz zmiany ich wielkości (długości i rozwarcia). Niezależnie od fal naprężeniowych, rozprzestrzeniających się od ładunku i naruszających ciągłość masywu skalnego, oddziałuje na masyw skalny również strumień gazów powybuchowych, powodujący rozklinowanie szczelin lub - w przypadku ucieczki gazów - następuje obniżenie ciśnienia, które powoduje rozdrabnianie skał. Większe szczeliny mogą powodować odbicie fal naprężeniowych oraz niekorzystne rozdrabnianie w postaci dużych bloków skalnych. Szczeliny wąskie, istniejące w masywie skalnym, są ogniskami rozgałęźnymi dalszych szczelin, tworzących się od prostej lub odbitej fali naprężeń. Szczeliny te zmniejszają wyrzut skały oraz efekt wzajemnego oddziaływania fali rozrzedzenia ze szczelinami radialnymi. Powyższy proces przedstawiono w bardzo dużym skrócie i zarysie.

Badania szczelinowości w masywie skalnym przeprowadza się najczęściej przy zastosowaniu metod: sejsmometrycznej, ultradźwiękowej, radiometrycznej, tensometrycznej, reometrycznej, wizualnej, fotograficznej, telewizyjnej i filmowej. Autor z uwagi na możliwość badania szczelinowości jakościowo i ilościowo do badań przyjął metodę wizualną, fotograficzną oraz filmowanie kamerą do zdjęć szybkich. Badanie szczelinowości dokonywane dla wyrobisk czynnych (chodniki i komory) oraz w ociosach wyrobisk dla zaprojektowanych, specjalnych układów otworów badawczych i strzałowych. Ponieważ klasyczne sposoby pomiaru i zapisu szczelinowości okazały się niewystarczające, opracowano nową metodę badań oraz specjalny kod oznaczeniowy. Dzięki temu badania te umożliwiły wyzna-

czenie prawie wszystkich parametrów spękań i szczelin oraz dokładną ich interpretację.

Badania szczelinowości w otworze badawczym wymagały bardzo czystego otworu. Osiągnano to w sposób następujący. Niezależnie od ukierunkowania otworu badawczego, wynikającego z przesłanek teoretycznych, w celu rejestracji szczelin otwór nachylano do góry w celu lepszego spływu wody z otworu. Przed wizualną obserwacją i fotografowaniem szczelin do otworu wpuszczano wodę pod niskim ciśnieniem, aby wmywała dokładnie ścianki i dno otworu ze zwiercin i aby nie powodowała deformacji badanych szczelin.

Niezależnie od wizualnych form zapisu, zarejestrowanych w wyrobiskach kopalni Rudna, fotografowano szczeliny przed i po strzelaniu. Fotografie te dostarczyły bogatego materiału interpretacyjnego. Przykładowe fotografie szczelin przedstawiono na rysunkach 1 i 2.



Rys. 1. Szczelina w otworze badawczym przed strzelaniem

Fot. M. Hobler

Bardzo ważną sprawą przy badaniu szczelin metodą fotograficzną i filmową jest obliczenie i dobór optymalnego natężenia oświetlenia ścianek otworu. łączy się to z właściwym doбором wielkości i



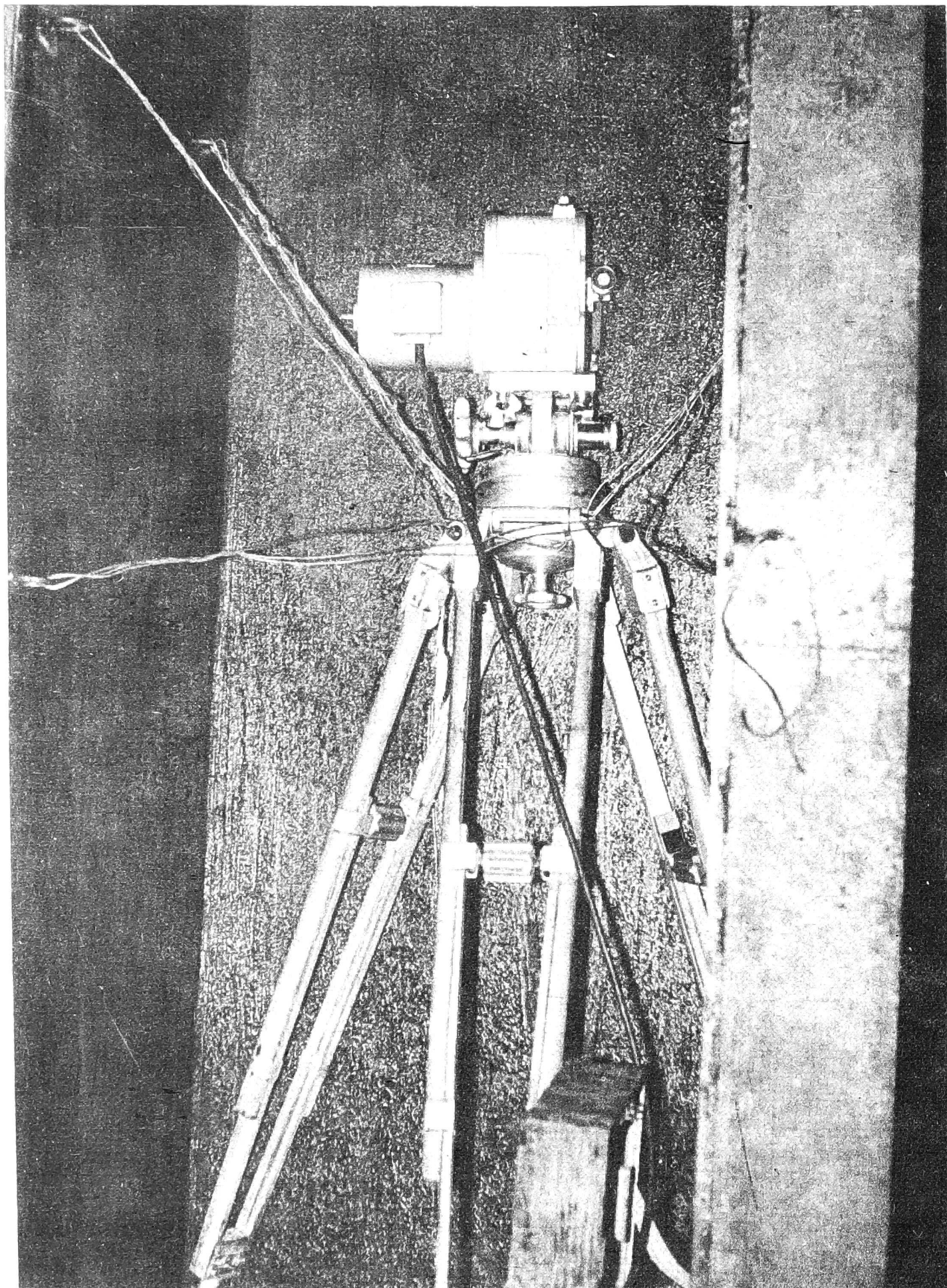
Rys. 2. Szczelina w otworze badawczym po strzelaniu

Fot. M. Hobler

i położenia źródła światła oświetlającego powierzchnię ścianek otworu. Przy punktowym źródle światła natężenie oświetlenia zależy od kwadratu odległości punktu świetlnego po powierzchni naświetlanej.

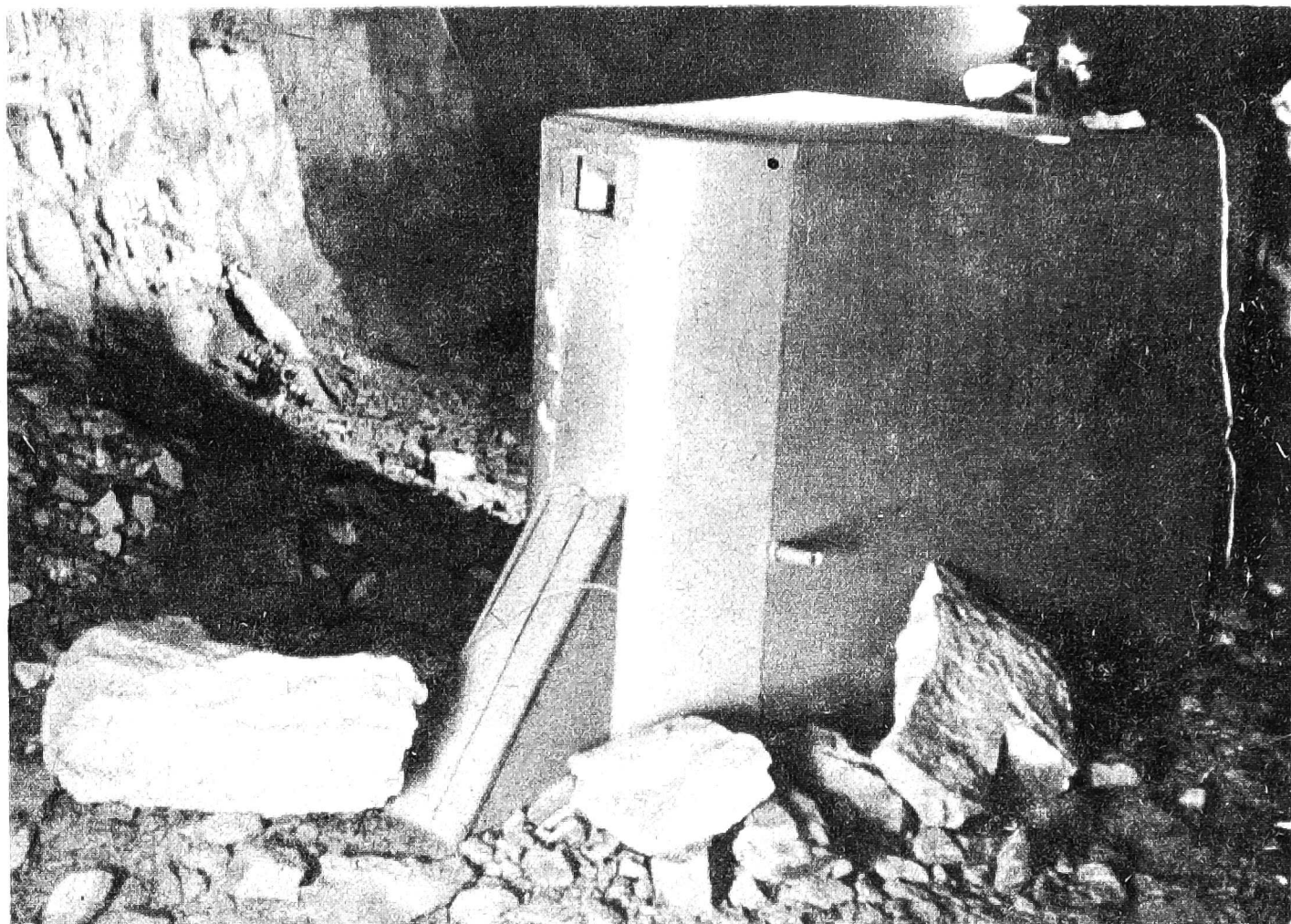
Przed przeprowadzeniem obserwacji wizualnych i fotografowania na wziernik peryskopowy naklejono dokładne punkty pomiarowe (cztery główne kierunki pomiarowe), a sam wziernik dokładnie usztywniano na złączach. Przed każdym pomiarem przeprowadzano próby polegające na odczytaniu gazety wziernikiem oraz na właściwym wymiernym zagłębieniu się wziernika peryskopowego. Pomiary dokonywano przez zagłębienia wziernika do otworu, a pomiary sprawdzające dokonywano przy wyciąganiu wziernika z otworu.

Proces obserwacji wizualnych i fotografowania otworów obejmował: dokładne opracowanie metodyki badań, prace i próby przygotowawczo-sprawdzające przed umieszczeniem wziernika peryskopowego do otworu, obserwacje wizualne wraz z zapisem i wykonaniem rysunków szczelin, wprysnięć skalnych, ważniejszych szczegółów przy wzierniku znajdującym się w otworze oraz ostateczne opracowanie i interpretacja jakościowa i ilościowa wyników badań.



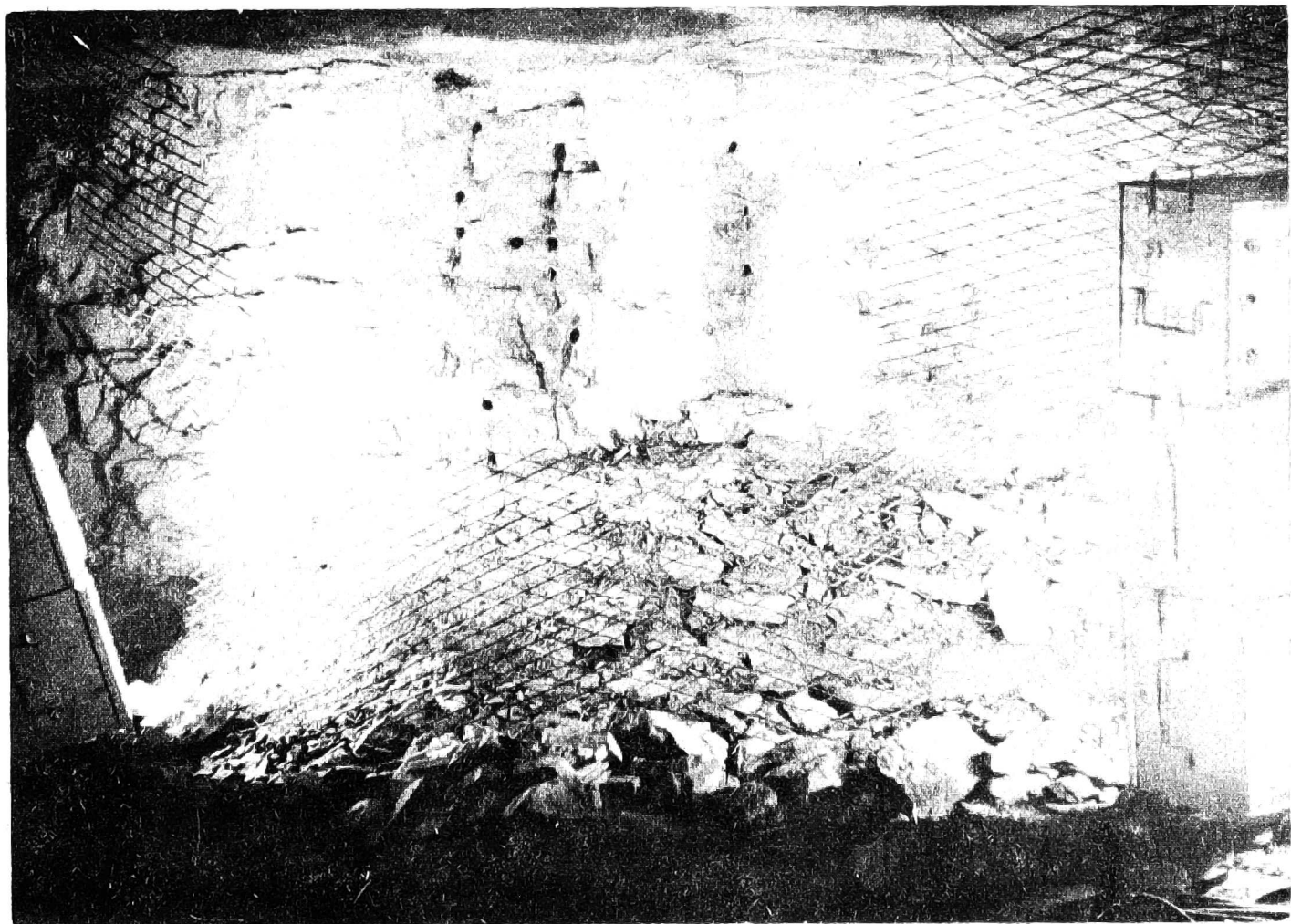
Rys. 3. Widok kamery Pentazet, przymocowanej do osłony ochronnej

Fot. M. Hobler



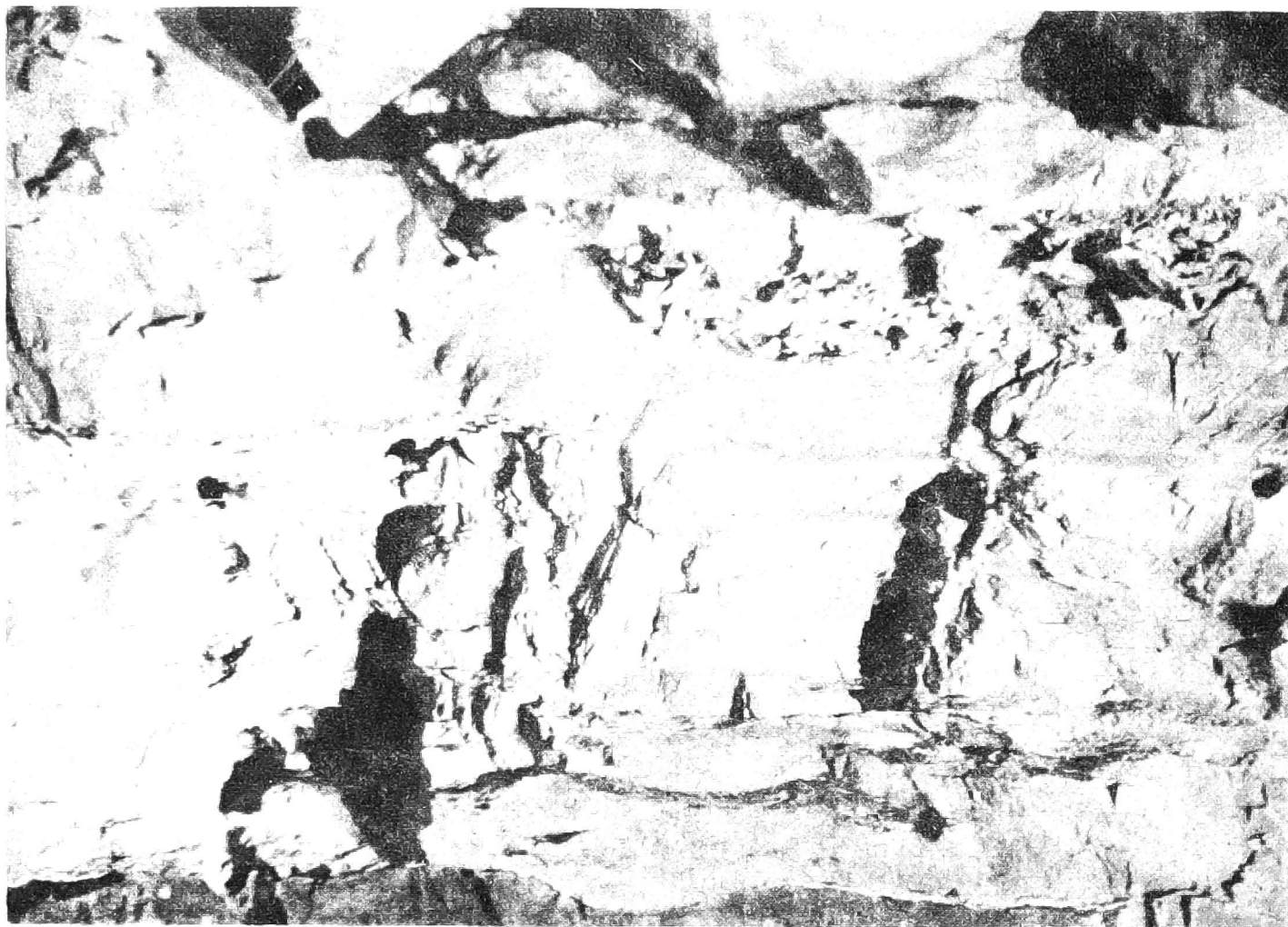
Rys. 4. Widok osłony ochronnej przed strzelaniem

Fot. M. Hobler



Rys.5. Włomy szczelinowe pionowe przed filmowaniem i odstrzeleniem

Fot. M. Hobler



Rys.6. Widok masywu skalnego po odstrzeleniu włomów szczelinowych pionowych

Fot. M. Hobler

Sposób fotografowania i filmowania szczelin w otworach badawczych eliminuje bardzo kosztowny, pracochłonny, niedogodny i niedokładny sposób badań na podstawie pobranych rdzeni i za pomocą inklinometrii.

Niezależnie od badania szczelin w otworach badawczych przeprowadzano również filmowanie ociosów kamerą do szybkich zdjęć Pentazet 16. Na rysunku 3 przedstawiono kamerę umocowaną do osłony, a na rysunku 4 samą osłonę kamery, widzianą z zewnątrz.

W tym celu odstrzelano ładunki materiału wybuchowego w otworach strzałowych, które tworzyły włom szczelinowy prosty lub kombinację dwóch włomów szczelinowych wzajemnie do siebie prostopadłych (krzyżowych).

Na rysunku 5 przedstawiono 3 włomy szczelinowe pionowe przed filmowaniem i odstrzeleniem. Na rysunku widać specjalnej konstrukcji (wzmocnionej) naświetlacze oraz siatkę metalową, chroniącą naświetlacze. Na rysunku 6 przedstawiono masyw skalny po odstrzeleniu włomów szczelinowych pionowych.

Badania te mogą być zastosowane nie tylko w górnictwie, geologii, geofizyce, geodezji, lecz również w inżynierii lądowej, rolnictwie (a specjalnie do celów melioracji) oraz w innych pokrewnych gałęziach nauki i przemysłu.

WNIOSKI

1. Do badań spękań i szczelin w otworach badawczych zastosowano wizualną metodę badań wziernikiem peryskopowym. Do zaprojektowanego układu otworów badawczych opracowano nową metodę badań wziernikiem peryskopowym, zapewniającą nie osiąganą do tej pory dokładność spękań i szczelin. Metodyka ta umożliwia dwuwymiarowe i trójwymiarowe badania spękań i szczelin.

2. Nowo opracowana metodyka badań wziernikiem peryskopowym umożliwia zwiększenie dokładności obiektywnego zapisu spękań i szczelin oraz skraca czas badań. Zapis ten może być uzyskany przez:

- wizualną obserwację szczelin i rejestrowanie ich na rysunku otworu badawczego (profil szczelinowości),

- fotografowanie bezpośrednio szczelin, znajdujących się na ściankach otworu badawczego,

- telewizyjną obserwację szczelin i fotografowanie obrazu na ekranie telewizora,

- urządzenie fototelewizyjne, umożliwiające zarówno obserwacje jak i fotografowanie szczelin.

3. Istniejące do tej pory informacje uzyskiwane były z odwierconego rdzenia skalnego. Uszkodzony i często wymyty rdzeń był niekiedy podstawą mylnych informacji o budowie przewierconej warstwy skalnej. Sposób fotografowania i filmowania eliminuje te błędy.

4. Sposób fotografowania i filmowania ścianek otworów badawczych umożliwia obiektywną informację dotyczącą szczelinowości skał, makro - mezo i mikrostruktury skał, elementów zalegania warstw pokładów itp., stanu rur wiertniczych, filtrów, rur mrożeńiowych itp.

5. Sposób fotografowania i filmowania umożliwia dostarczenie wystarczających informacji do przedstawienia budowy i zalegania skał. Sposób ten eliminuje kosztowny i pracochłonny sposób rdzeniowania lub inklinometrii oraz charakteryzuje się dużą efektywnością technologiczną i ekonomiczną.

6. Przeprowadzone badania szczelinowości umożliwiły autorowi opracowanie sposobów prowadzących do zwiększenia efektywności urabiania materiałami wybuchowymi oraz opracowania postulatów zmierzających do zwiększenia bezpieczeństwa pracy i wielkości produkcji.

LITERATURA

1. Drukowanyj M. F., Pietraszin Ł. F., Biłokoń W. P., Kuźniecowa G. W.: Metody i środki rejestracji dziejstwa wżrywa w górnym porodach. Izd. Naukowa Dumka, Kijew 1971.
2. Hobler M.: Badania nad efektywnością rozsadzania materiałem wybuchowym w wyrobisku węglowym. Zesz. Nauk. Akademii Górniczo-Hutniczej, Górnictwo, Kraków 1972, z. 41.
3. Hobler M.: Badania nad określeniem jakościowych i ilościowych parametrów rozsadzania węgla materiałem wybuchowym. XXVI Sesja Naukowa AGH, Kraków 1973.
4. Hobler M.: Blasting in coal heading. Colliery Guardian 1974, nr 4.
5. Hobler M.: Badania laboratoryjne i w chodniku węglowym nad efektywnością rozsadzania materiałem wybuchowym. Prz. Górn. 1975, nr 3.
6. Hobler M.: Strzelanie obrysowe w kopalniach rud. Rudy i metale Nieżelazne 1977, nr 1.
7. Hobler M.: Badania fizykomechanicznych własności skał. PWN, Warszawa 1977.
8. Hobler M.: Zastosowanie zdjęć szybkich do badania rozpadu próbek i rozsadzania ociosu węglowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 1977, z. 188.
9. Hobler M.: Investigations on the rock burst process by blasting with the simultaneous film recording, using a high speed camera. Research Film. 1977, vol. 9, nr 3.
10. Hobler M.: Optymalne parametry robót wiertniczo-strzelniczych w wyrobiskach korytarzowych i komorowych kopalń, rud cynku i ołowiu. Prz. Górn. 1978, nr 3.
11. Hobler M.: Wpływ szczelinowości na stateczność wyrobisk górniczych przy prowadzeniu robót strzelniczych. Technika Poszukiwań Geologicznych, 1978, nr 6.
12. Hobler M.: Zastosowanie fotografowania i techniki zdjęć szybkich przy badaniu strzelania w kopalniach rud. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 1981, z. 237.
13. Hobler M.: Możliwości i perspektywy zastosowania techniki filmowej zdjęć szybkich i ultraszybkich do badania procesów dynamicznych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 1981, z. 237.
14. Lintz J., Simonett D. S.: Remote-Sensing of Environment. Addison-Wesley Publishing Company. Massachusetts-London-Amsterdam-Don Mills, Ontario-Sydney-Tokyo 1976.
15. Smith W. L.: Remote-Sensing Applications for Mineral Exploration. Stroudsburg, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. Pennsylvania 1977.

Мечислав Хоблер

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОГРАФИЧЕСКОЙ И ФИЛЬМОВОЙ
ТЕХНИКИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ЩЕЛИНОВАТОСТИ

Р е з ю м е

В статье описываются исследования щелей образующихся в результате разрыва скал взрывчатым материалом с использованием визуального фотографического метода и фильмовой кинокамеры для быстрых съемок, равно как и собственного метода автора, разработанного для этой цели. В специально выбуренных опытных отверстиях расположенных в соответствующих расстояниях и направлениях от шпуровых отверстий, исследовали распределение и параметры щелей, скальных включений и другие важные детали до и после взрыва.

Процесс визуальных наблюдений с помощью перископного смотрового глазка и фотографирования стенок опытных отверстий охватывал:

- подробную разработку исследовательской методики,
- подготовительно-проверочные работы и пробы перед помещением смотрового глазка перископа в отверстие,
- визуальные наблюдения с описанием и выполнением рисунков щелей, скальных включений и других деталей замеченных в опытном отверстии,
- окончательную разработку, а также качественную и количественную интерпретацию проведенных исследований.

Разработанная методика исследований обеспечила недостижимую до настоящего времени точность исследования параметров трещин, щелей и скальных включений, а также позволила их исследовать в двух - и трехразмерном масштабе в скальном массиве. Методика исследований позволяет получать объективные информации касающуюся щелеватости скал, залегания слоев, состояния охлаждающих труб, фильтров и буровых скважин. Она характеризуется также высокой технологической и экономической эффективностью.

Mieczysław Hobler

APPLICATION OF PHOTOGRAPHIC AND FILM TECHNIQUE
IN INVESTIGATIONS OF SLITTINESS

S u m m a r y

Investigations of slits formed in consequence of blowing out rocks with explosives at application of the visual and photographic method and of filming with the use of film cameras for rapid shots as well as of the author's own method developed for this purpose are described in the paper.

In specially bored experimental openings laying at an appropriate distance from blast holes and suitably directioned the arrangement and parameters of slits, rock inclusions and other important details were investigated before and after firing.

The process of visual observations with the use of the periscope sight-glass and of photographs of experimental openings comprised:

- an accurate elaboration of the investigation methods,
- preparing and verifying works and tests prior to placement of the periscope sight-glass in the opening,
- visual observations jointly with recording and drawings of slits, rock inclusions and other details observed in the experimental opening as well as photographing experimental opening walls,
- final elaboration as well as qualitative and quantitative interpretation of the investigation results.

The developed investigation methodics ensured the hitherto unattained accuracy of investigation of parameters of cracks, slits and inclusions as well as enabled their two- and threedimensional examination in the rock mass. The investigation methodics renders possible to get information concerning slittiness of rocks, occurrence of layers, state of freezing casings, filters and drill pipes. It is characterized also by a high technologic and economic efficiency.