UKD 622.333: 622.2: 622.83/.84

Nowe rozwiązania konstrukcji urządzeń do ukierunkowanego szczelinowania skał

New solutions for the design of devices for directional fracturing of rockmass

Dr hab. inż. Jan Drzewiecki, prof. GIG)* *Dr inż. Jacek Myszkowski*)*

Treść: Dotychczas stosowanie technologii ukierunkowanego szczelinowania skał zarówno w odmianie hydraulicznej, jak i strzelniczej sprowadzało się do wykonania jednej szczeliny zarodnikowej w dnie otworu. Czynność ta wykonywana jest za pomocą specjalnie w tym celu skonstruowanego urządzenia. Wadą tego urządzenia jest brak możliwości wykonania większej liczby szczelin zarodnikowych w otworze wiertniczym w trakcie jego wiercenia, bez konieczności przerywania tego procesu. Dlatego aby wykonać kolejne szczeliny w otworze konieczne jest jego przedłużanie do miejsca lokalizacji każdej następnej szczeliny zarodnikowej. Nowe rozwiązania konstrukcji urządzeń opracowane w Zakładzie Tąpań i Mechaniki Górotworu GIG pozwalają w zasadniczym zakresie skrócić czas wykonywania zespołu szczelin zarodnikowych. Konstrukcje te umożliwiają zarówno wiercenie otworu, jak i wykonywanie w nim dowolnej ilości szczelin zarodnikowych bez konieczności zamiany narzędzia wiercącego na urządzenie do wykonywania szczelin zarodnikowych.

Abstract: So far the use of directional fracturing technology of rocks in the hydraulic or blasting technique came down to perform one initiation fracture in the bottom of the borehole. This is done using specially constructed device. The disadvantage of this device is the inability to perform more initiation fractures in the borehole during the drilling, without having to interrupt the process. Therefore, to take another initiation fracture in the hole, it is necessary for it to be extended to the location of each subsequent slot spore. The new solution developed in the Department of Rockbursts and Rock Mechanics CMI, allows to significantly shorten the duration of performance of the band gaps of initiation fractures. These constructions allow to drilling and performing any number of initiation fractures without the necessity of changing the drilling tool to the device for making initiation fractures.

Słowa kluczowe:

górnictwo węgla kamiennego, prewencja zagrożeń naturalnych, ukierunkowane szczelinowanie skał

Key words:

hard coal mining, natural hazard prevention, directional fracturing

1. Wprowadzenie

Wprowadzona ponad dwadzieścia lat temu na skalę przemysłową metoda ukierunkowanego szczelinowania skał [2, 7, 8, 9] przy użyciu technologii hydraulicznej – UHS [3, 10] oraz z wykorzystaniem techniki strzelniczej – USS [6] charakteryzuje się wysoką skutecznością oraz niskimi kosztami stosowania, co stanowi niewątpliwie alternatywę dla dotychczas stosowanych metod. W metodzie wykorzystuje się mechaniczne urządzenie „rozwiertak" [4], pozwalający wycinać w pobocznicy otworu wiertniczego dysk nazwany szczeliną zarodnikową.

Konstrukcja dotychczas stosowanych rozwiertaków pozwala wykonywać szczelinę zarodnikową tylko w dnie otworu, po uprzednim wywierceniu tego otworu. Taki sposób wykonywania szczelinowania z pomocą dotychczas stosowanego narzędzia bardzo wydłuża czas stosowania technologii UHS i USS, gdyż niemożliwe jest wykonanie kilku szczelin w jednym otworze wiertniczym bez konieczności jego pogłębiania. Ogranicza to w istotny sposób stosowanie tej metody. Opracowane nowe prototypowe konstrukcje narzędzia do wiercenia i wycinania szczelin zarodnikowych pozwalają wykonywać dowolną ich liczbę w jednym otworze wiertniczym, bez konieczności przerywania wiercenia, co jest szczególnie istotne w przypadku stosowania technologii UHS i USS w długich otworach.

*) Główny Instytut Górnictwa w Katowicach

2. Metoda ukierunkowanego szczelinowania skał

Ideą metod ukierunkowanego szczelinowania jest wytworzenie w górotworze nieciągłości o precyzyjnie zdefiniowanej orientacji przestrzennej dzięki wykonaniu w pobocznicy otworu wiertniczego tzw. szczeliny zarodnikowej. Zadaniem tej szczeliny jest nadanie kierunku propagacji nieciągłości dzielącej fragment masywu skalnego na bloki. Proces podziału masywu skalnego wymuszany jest ciśnieniem cieczy wtłaczanej do otworu w rejonie szczeliny, bądź też ciśnieniem gazów postrzałowych wytworzonych w trakcie wybuchu ładunku materiału wybuchowego.

Metoda, z uwagi na swój charakter podziału masywu skalnego na mniejsze fragmenty, może być wykorzystywana jako:
- aktywna metoda profilaktyki zagrożenia tąpaniami, poprzez ograniczenie aktywności sejsmicznej podczas deformowania warstwy (warstw) wstrząsogennej [1, 5],
- metoda poprawy utrzymania funkcjonalności wyrobisk przyścianowych, poprzez skrócenia wspornika zawisającego stropu od strony zrobów,
- sposób skrócenia kroku rozruchu ścian, dla uzyskania pierwszego zawału technologicznego oraz dla poprawy rabowalności stropu w rejonie chodników przyścianowych prowadzone z tych chodników,
- metoda odmetanowania – „udrożnienie" masywu skalnego dla poprawy warunków wypływu metanu.

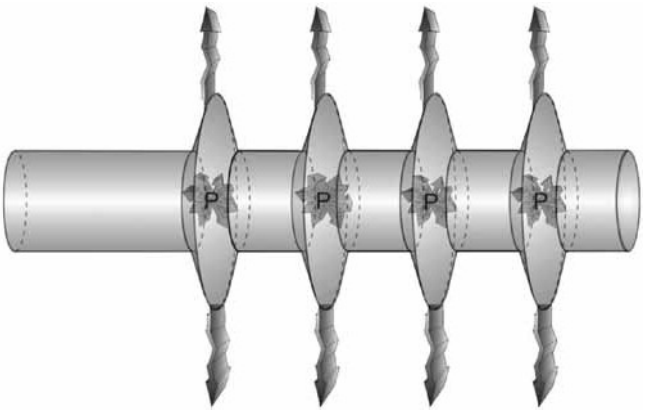
Dotychczas stosowane urządzenie do wykonywania szczelin zarodnikowych (rys. 1a) charakteryzuje się prostą i niezawodną konstrukcją. Zasada jego działania polega na nożycowym rozsuwaniu noży wycinających szczelinę zarodnikową poza obrys głowicy, uzyskany w trakcie docisku urządzenia do dna wcześniej wykonanego otworu (rys. 1b). Cechą tego urządzenia jest możliwość wykonywania tylko jednej szczeliny zarodnikowej w dnie otworu, po jego uprzednim wywierceniu za pomocą standardowo stosowanych w górnictwie narzędzi wiertniczych.

Wykonanie kolejnych szczelin związane jest z powtarzaniem procesu pogłębienia otworu wiertniczego do miejsca lokalizacji następnej szczeliny zarodnikowej, wycofaniu zestawu żerdzi wraz z koronką wiertniczą z otworu, wymianie koronki na rozwiertak i ponownym jego umieszczeniu w dnie otworu. W efekcie, wykonanie kilku szczelin wiąże się z powtarzaniem całego cyklu. Jest to proces długotrwały i racjonalność jego wykonywania jest uzasadniona tylko w przypadku szczelinowania za pomocą kilku szczelin w otworach o długości sięgających maksymalnie kilkunastu metrów. Prowadzenie ukierunkowanego szczelinowania w otworach dłuższych staje się bardzo czasochłonne.

3. Urządzenia do wielokrotnego wykonywania szczelin zarodnikowych

W związku z opisanymi niedogodnościami w Zakładzie Tąpań i Mechaniki Górotworu GIG powstało nowe rozwiązanie konstrukcji rozwiertaka, które pozwala w zasadniczym zakresie skrócić czas wykonywania otworu wraz z zespołem szczelin zarodnikowych (rys. 2). Konstrukcja ta umożliwia zarówno wiercenie otworu, jak i wykonywanie w nim dowolnej ilości szczelin zarodnikowych w trakcie wycofywania zestawu żerdzi wraz z koronką wiertniczą. Projekt pierwszego prototypu takiego narzędzia powstał przy współpracy z firmą TECH-TRADING sp.z o.o. w Chorzowie, zajmującą się hydrauliką, elektroniką i automatyką w górnictwie.

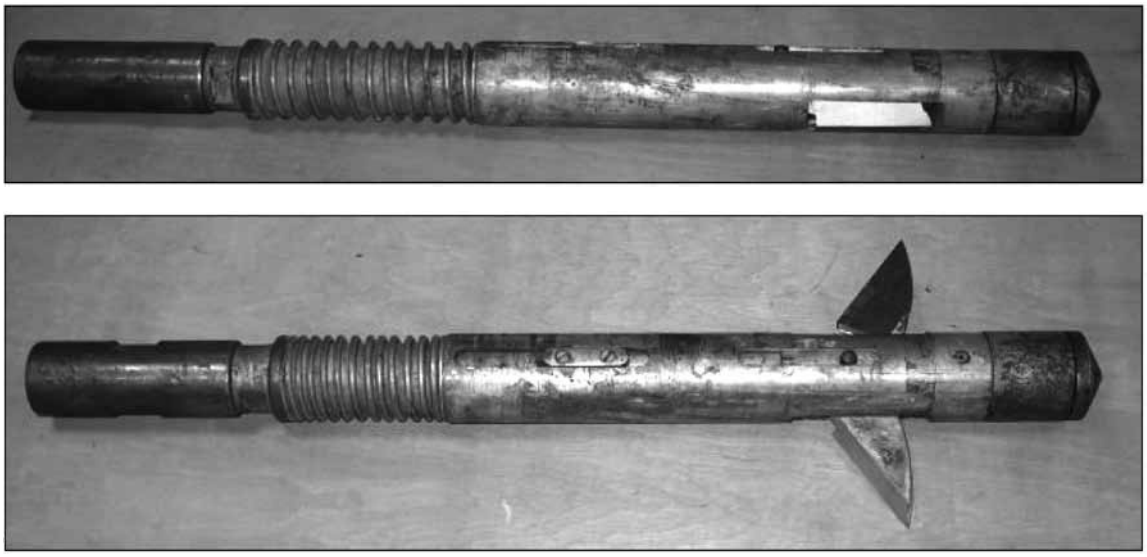
W oparciu o koncepcję działania dotychczas stosowanego w górnictwie węgla kamiennego urzadzenia (rys. 1) konstrukcji Głównego Instytutu Górnictwa [4] oraz uwzględniając



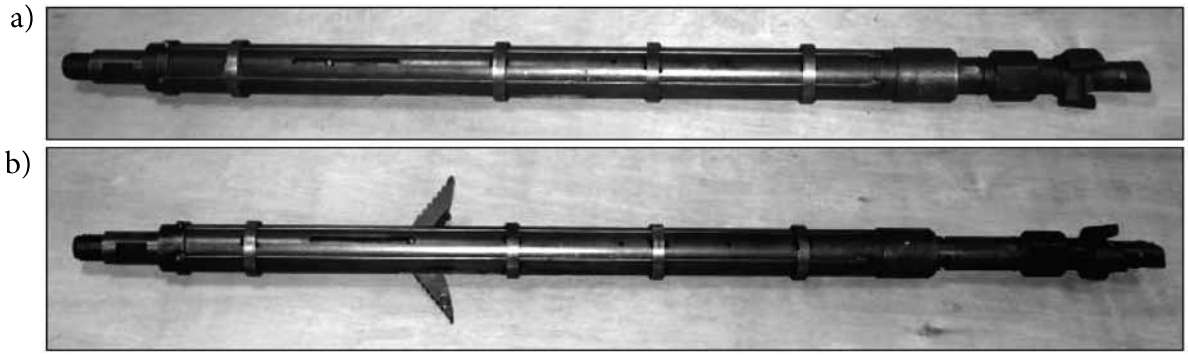
Rys. 2. Zespół szczelin zarodnikowych w otworze wiertniczym
Fig. 2. Group of initiation fractures in the borehole

a)

b)



Rys. 1. Dotychczas stosowane urządzenie do wykonywania szczelin zarodnikowych - a) ze złożonymi nożami, b) z wysuniętymi nożami
Fig. 1. Previously used device for making initiation fractures - a) with hidden cutters, b) with drawn out cutters



Rys. 3. Urządzenie do wielokrotnego wykonywania szczelin zarodnikowych w metodzie ukierunkowanego szczelinowania skał - a) w stanie złożonym podczas wiercenia otworu, b) z wysuniętymi nożami podczas wycinania szczelin

Fig. 3. Device for making mulitiple initiation fractures by the use of the method of directional fracturing of rocks - a) in the assembled state while drilling borehole, b) with forward cutters when cutting fractures

koncepcje nowych rozwiązań jego działania przedstawionych przez specjalistów Zakładu Tąpań i Mechaniki Górotworu GIG, projektanci firmy TECH-TRADING opracowali projekt takiego urządzenia. W efekcie przeprowadzonych prób specjaliści GIG i bezpośredni wykonawca ZPHU Maczek w Chełmie Śląskim wprowadzili wiele istotnych zmian konstrukcyjnych w projekcie urządzenia. W chwili obecnej GIG dysponuje prototypem urządzenia (rys. 3), a poprawność rozwiązania jego konstrukcji jest testowana w warunkach dołowych.

Zasada działania urządzenia polega na wsunięciu noży wycinających do wnętrza urządzenia w momencie działania siły docisku koronki wiertniczej do dna otworu (rys. 3a). W takim położeniu wiercenie otworu odbywa się bez udziału noży wycinających. Warunkiem koniecznym uzyskania oczekiwanych efektów całego procesu technologicznego jest wykonanie w pierwszej kolejności otworu na całym odcinku projektowanej jego długości. Po wywierceniu otworu, przewód wiertniczy wraz z urządzeniem wycofywany jest z otworu. Brak działania siły nacisku na koronkę stwarza możliwość swobodnego wysunięcia noży za pomocą sprężyny umieszczonej wewnątrz urządzenia. Ponieważ ostrza noży skierowane są w kierunku dna otworu, możliwe jest wysuwanie żerdzi wraz z urządzeniem z otworu. Wykonanie szczeliny zarodnikowej polega na zatrzymaniu przesuwu całego zestawu do miejsca projektowanej lokalizacji szczeliny zarodnikowej i utrzymaniu ruchu obrotowego. Po wykonaniu szczeliny zarodnikowej, co podczas przeprowadzonych prób trwało około 2÷3 minuty, następuje zatrzymanie ruchu obrotowego wiertnicy i wysunięcie rozwiertaka do miejsca projektowanej lokalizacji kolejnej szczeliny. Jego przemieszczenie do miejsca lokalizacji kolejnej szczeliny jest możliwe ze względu na kształt wykonanej szczeliny zarodnikowej i kształt noży. W związku z powyższym kolejność wykonywania szczelin zarodnikowych wynika z konstrukcji urządzenia i ich wykonywanie powadzone jest od dna otworu w kierunku jego wylotu. Istotnym elementem technologii wykonywania szczelin zarodnikowych za pomocą urządzenia przedstawionego na rysunku 3 jest brak możliwości powrotu na większą głębokość w otworze, gdyż uniemożliwia to konstrukcja urządzenia.

Przedstawione na rysunku 3 urządzenie przeznaczone jest dla skał charakteryzujących się niskimi parametrami wytrzymałościowymi, w szczególności do pokładów węgla. Wynika to z konstrukcji urządzenia, w którym siła nacisku noży na skałę wymuszana jest naciskiem sprężyny umieszczonej we wnętrzu narzędzia.

Budowa urządzenia została opracowana w taki sposób, aby jego praktyczne zastosowanie w warunkach dołowych możliwe było z wykorzystaniem standardowych narzędzi wiertniczych stosowanych do tego typu prac. Dlatego urządzenie zostało wyposażone w typowy rodzaj gwintów pozwalających na jego połączenie z koronką wiertniczą oraz żerdzią wiertniczą.

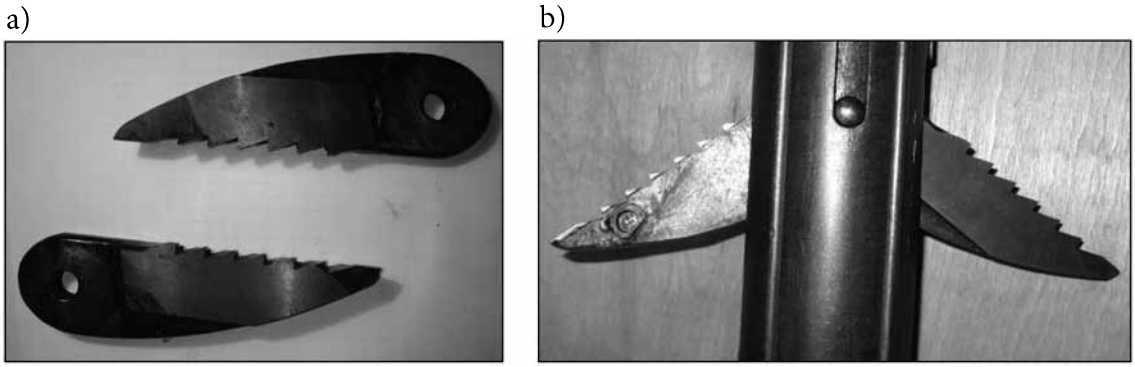
4. Testy urządzenia w warunkach dołowych

Prototyp urządzenia przedstawionego na rysunku 3 po sprawdzeniu w warunkach laboratoryjnych poddano pierwszej próbie w warunkach dołowych. Próba została przeprowadzona w Kopalni „Piekary" w pokładzie węgla, o wysokich parametrach wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie R_c, dochodzącej do 28,7 MPa. Wykonany test nie spełnił w pełni oczekiwań, jednak w perspektywie dalszych prac prowadzonych w tym temacie okazał się bardzo pomocny. Najistotniejszym wnioskiem wynikającym z tej próby okazała się konieczność modernizacji urządzenia w kontekście transportu przepłuczki do koronki wiertniczej. Stwierdzone trudności spowodowane były brakiem szczelności systemu transmisji wody w niedomkniętych kanałach wykonanych w korpusie rozwiertaka. Nieprawidłowe rozwiązanie w projekcie spowodowało wydostawanie się przepłuczki w okolicy noży wycinających w trakcie wiercenia otworu, co z kolei zrodziło kłopoty z dostarczaniem dostatecznej jej ilości w okolicy koronki wiertniczej. W trakcie wykonywania otworu nastąpiły trudności z jego wierceniem, co objawiało się kleszczeniem koronki wiertniczej w otworze.

Jak wcześniej wspomniano, próbę powyższą przeprowadzono w pokładzie węgla charakteryzującym się, jak na warunki GZW, stosunkowo wysokimi parametrami wytrzymałościowymi. Wykonana w efekcie tej próby szczelina zarodnikowa osiągnęła niedużą głębokość, ponieważ noże wycinające nie zdołały wysunąć się na oczekiwaną głębokość.

Po tym teście zmieniony został sposób transportu przepłuczki wiertniczej. Po zmianie konstrukcji przepłuczka do koronki wiertniczej jest dostarczana za pomocą przewodów umieszczonych na zewnątrz urządzenia, widocznych na rysunku 3. Jednocześnie do kolejnych prób zastosowano mocniejszą sprężynę dającą większy nacisk noży na ścianki otworu. Trudność z zastosowaniem odpowiedniej sprężyny polega na takim doborze jej siły nacisku, aby uzyskać możliwość wycinania szczelin, a jednocześnie po ich wykonaniu możliwe było wysunięcie narzędzia z otworu.

Tak zmodernizowane urządzenie poddano kolejnym testom w Kopalni Doświadczalnej „Barbara" w Mikołowie, które zaowocowały wprowadzeniem kolejnych zmian konstrukcyjnych. Polegały one na zabezpieczeniu przewodów

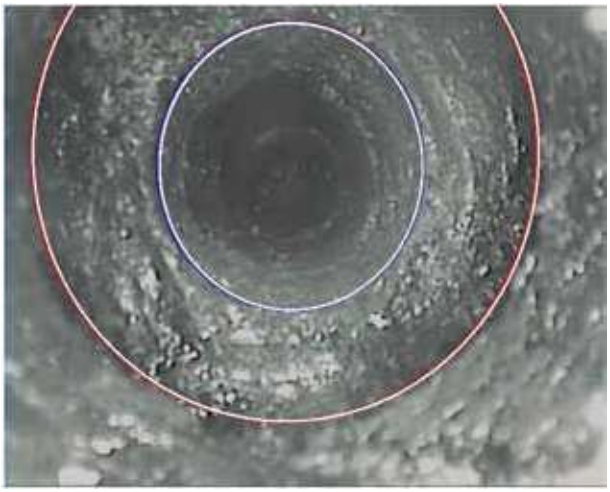


Rys. 4. Noże wycinające szczeliny zarodnikowe z ząbkowanymi ostrzami
Fig. 4. Cutters with serrated blades for making initiation fractures

hydraulicznych odpowiednimi pierścieniami, które miały za zadanie ochronę przewodów przed zniszczeniem podczas wiercenia otworu. Zmieniony został również kształt ostrzy noży wycinających szczeliny zarodnikowe. Do dalszych prób zastosowano noże, którym ostrzom (krawędziom tnącym, atakującym skałę) nadano ząbkowany kształt (rys. 4).

Zmodyfikowany kształt krawędzi ostrza noży wycinających szczeliny zarodnikowe przedstawiono na rysunku 4a, a ich widok po zamontowaniu w urządzeniu na rysunku 4b.

Próby z nożami o zmodyfikowanym kształcie pokazały, że dają one znacznie lepszy efekt urabiania skały. Za ich pomocą wykonano szczeliny zarodnikowe, których głębokość (zmierzona mechanicznie) wynosiła co najmniej 5 cm. Po wykonaniu szczelin zarodnikowych w otworze badawczym przeprowadzono jego obserwację za pomocą kamery wziernikowej. Badania te potwierdziły poprawność konstrukcji urządzenia oraz jego pełną funkcjonalność. Widok wykonanej szczeliny zarodnikowej przedstawia rys. 5. Z uwagi na płaski obraz przedstawionej fotografii, na zdjęciu z wykonanych badań zaznaczono granice białymi okręgami, pomiędzy którymi widoczna jest wykonana szczelina zarodnikowa.



Rys. 5. Widok wykonanej szczeliny zarodnikowej w otworze wiertniczym
Fig. 5. View of the performed initiation fracture in a borehole

5. Drugi prototyp urządzenia

Wyniki przeprowadzonych badań pozwoliły uzyskać szereg doświadczeń i dały możliwość wykonania projektu następnego prototypu urządzenia (rys. 6), którego konstrukcja eliminowałaby napotkane niedociągnięci i problemy, o których wspomniano wcześniej. Dlatego zrezygnowano przede wszystkim ze sprężyny jako elementu wymuszającego wysuwanie noży wycinających szczeliny zarodnikowe. Z uwagi na różne parametry wytrzymałościowe skał, w których prowadzi się szczelinowanie, w poprzednim rozwiązaniu konieczne byłoby używanie różnych rodzajów sprężyn. Taki system wiąże się z koniecznością każdorazowej wymiany odpowiednio dobranej do rodzaju skał sprężyny. W praktyce takie rozwiązanie wydaje się problematyczne, ponieważ bardzo często warstwy skalne na odcinku kilkudziesięciu metrów mogą charakteryzować się dużą zmiennością parametrów wytrzymałościowych. W skrajnym przypadku możliwa jest sytuacja, kiedy informacja o parametrach wytrzymałościowych skały, w której projektowane będzie szczelinowanie, jest niekompletna. Dlatego w projekcie nowego prototypu urządzenia powrócono do pierwotnej i sprawdzonej koncepcji wymuszania wysuwu noży wycinających z pomocą siły nacisku wiertnicy. Aby zapobiec przesuwaniu się urządzenia w otworze wiertniczym, zaprojektowano specjalny system jego kotwienia (rys. 7b).

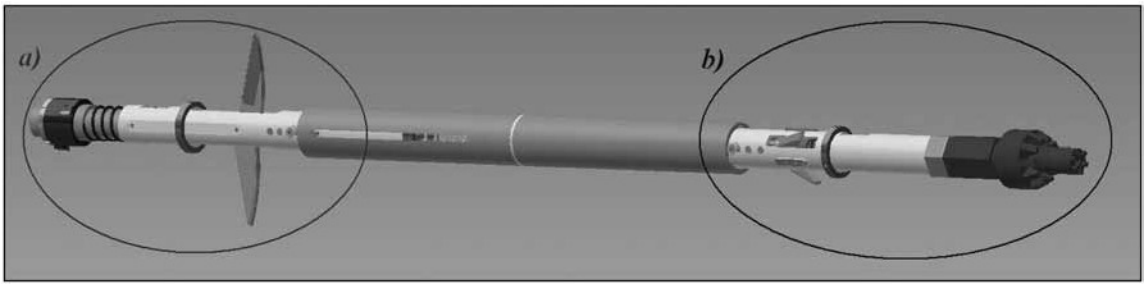
Prototyp urządzenia, które jest drugą wersją narzędzia do wielokrotnego wykonywania szczelin zarodnikowych (rys. 6), charakteryzuje się budową modułową. Składa się z trzech modułów, z których każdy stanowi odrębny element i może być wymieniony, przy niezmiennej konstrukcji pozostałych modułów urządzenia. Środkowy moduł jest elementem, w którym częściowo mieszczą się dwa pozostałe moduły:

a) moduł odpowiedzialny za wykonywanie szczelin zarodnikowych (rys. 7a), którego konstrukcja jest taka sama jak urządzenia przedstawionego na rysunku 1, sprawdzona w trakcie wieloletniego stosowania tego narzędzia,
b) moduł wiercąco-kotwiący (rys. 7b), którego zadaniem jest wiercenie otworu za pomocą narzędzia skrawającego na nim umieszczonego, a po jego wykonaniu zablokowanie urządzenia w otworze i niedopuszczenie do możliwości jego przemieszczania w kierunku dna otworu w trakcie wykonywania szczeliny zarodnikowej.

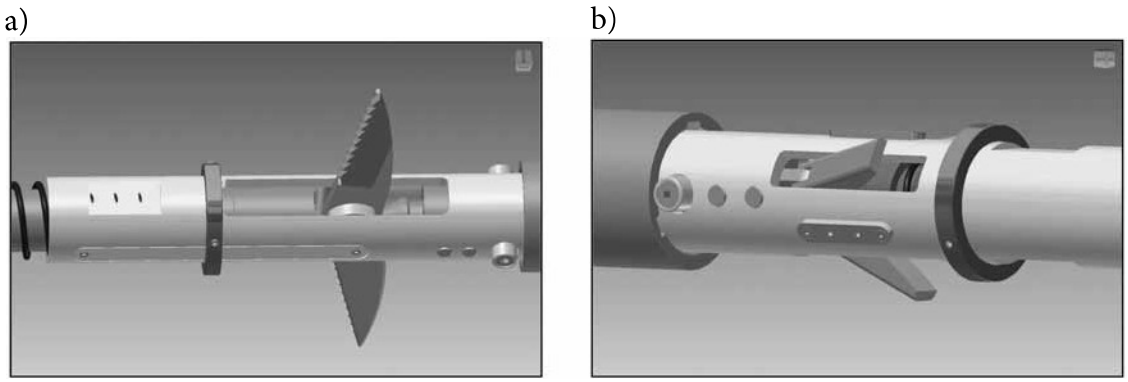
Takie rozwiązanie ma na celu spełnienie dwóch zadań:

1. Umożliwienie transportu przepłuczki w trakcie wiercenia otworu do koronki wiertniczej za pomocą systemu przewodów wykonanych wewnątrz urządzenia. Projektowana szczelność tego rozwiązania powinna być na poziomie szczelności połączeń gwintowych na żerdziach wiertniczych.
2. Ochronę dwóch wcześniej wymienionych modułów, które w trakcie wiercenia otworu chowają się do wnętrza środkowego modułu.

Kolejność wykonywanych czynności w trakcie prowadzenia szczelinowania za pomocą tego urządzenia jest identyczna,

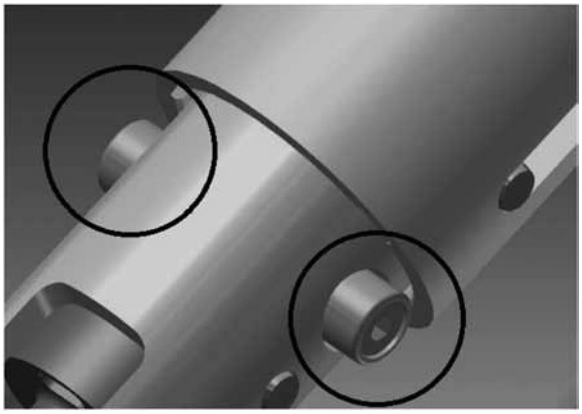


Rys. 6. Prototyp nowego urządzenia do wykonywania wielokrotnych szczelin zarodnikowych (projekt)
Fig. 6. Prototype of a new device to perform multiple initiation fractures (project)



Rys. 7. Moduły w prototypie nowego urządzenia: a) moduł wykonujący szczeliny zarodnikowe, b) moduł kotwiący
Fig. 7. Modules in the prototype of the new device: a) module for performing initiation fractures, b) anchor module

jak w przypadku wcześniej omawianego prototypu, przedstawionego na rysunku 3. W pierwszej kolejności wiercony jest otwór na całej projektowanej długości i dopiero po zakończeniu jego wiercenia wykonywane są szczeliny zarodnikowe. Zasadnicza różnica pomiędzy dwoma przedstawionymi prototypami urządzenia polega na konieczności manualnego zwolnienia blokady przed rozpoczęciem wiercenia otworu w drugim rozwiązaniu. Blokada składa się z systemu sworzni (zaznaczonych czarnymi okręgami na rys. 8), których zadaniem jest niedopuszczenie do samoistnego złożenia się urządzenia po wywierceniu otworu. W przypadku modułu wiercąco-kotwiącego, dodatkowo sworznie blokady będą toczyć się po zewnętrznej powierzchni modułu środkowego. Konstrukcja urządzenia po jego rozblokowaniu pozwala na niezależny obrót względem siebie modułu wiercąco-kotwiącego i pozostałych elementów narzędzia wraz z żerdziami.



Rys. 8. System blokowania przed złożeniem urządzenia do wielokrotnego wykonywania szczelin zarodnikowych (projekt)
Fig. 8. Blocking system against the device submitting to perform initiation fractures (project)

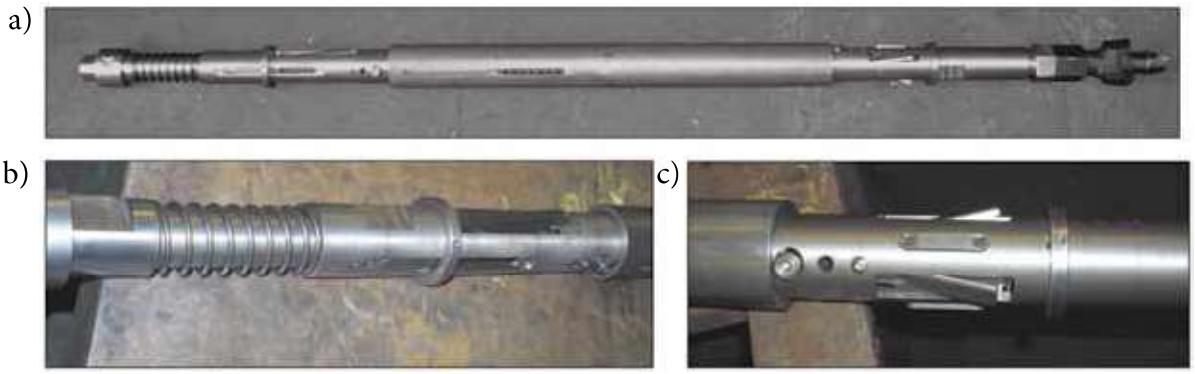
Czynność wsunięcia sworzni blokujących na obu końcach modułu środkowego powinna zostać wykonana przed podjęciem wiercenia otworu. W wyniku tej operacji, przy zadanym nacisku na koronkę wiertniczą, następuje przemieszczenie się dwóch modułów zewnętrznych do wnętrza modułu środkowego. Tak zabezpieczonym urządzeniem wiercony jest otwór. Po wykonaniu otworu i zwolnieniu nacisku na koronkę wiertniczą – pod wpływem działania sprężyn – następuje wysunięcie dwóch modułów zewnętrznych i jednoczesne ich zablokowanie za pomocą sytemu sworzni pokazanego na rysunku 8.

Sposób wykonywania szczelin zarodnikowych polega na wysuwaniu urządzenia w kierunku wlotu otworu na żądaną głębokość, a następnie przy ruchu obrotowym, nacisk na cały zestaw powoduje jego blokadę na module wiercąco-kotwiącym oraz wysuniecie się noży umieszczonych w module odpowiedzialnym za wykonywanie szczeliny zarodnikowej i jej wycięcie. Po zwolnieniu nacisku noże chowają się do wnętrza urządzenia i jest ono wycofywane do miejsca lokalizacji następnej szczeliny. Powyższe czynności są powtarzane dla każdej kolejnej szczeliny.

W chwili obecnej trwają końcowe prace związane z budową tego urządzenia, a widok wykonanego egzemplarza przedstawia rysunek 9.

6. Podsumowanie

W artykule przedstawiono przebieg prac, których celem jest modyfikacja metody ukierunkowanego szczelinowania. Stosowanie tej technologii z zastosowaniem kilku szczelin zarodnikowych było uciążliwe, ponieważ dotychczas stosowane narzędzie służące do ich wykonywania pozwala wyciąć tylko jedną szczelinę zarodnikową w dnie otworu. Aby umożliwić wykonanie większej liczby szczelin, zbudowano prototypowe urządzenie do wielokrotnego wykonywania szczelin zarodnikowych. Przeprowadzone testy w warunkach dołowych



Rys. 9. Wykonany prototyp urządzenia do wielokrotnego wykonywania szczelin zarodnikowych: a) całe urządzenie, b) moduł wykonujący szczeliny zarodnikowe, c) moduł kotwiący
Fig. 9. Prototype device to perform multiple initiation fractures: a) device model, b) module for executing the initiation fractures, c) anchor module

potwierdziły działanie prototypu urządzenia, po wprowadzeniu kilku niezbędnych i istotnych zmian konstrukcyjnych eliminujących stwierdzone problemy.

Pozwoliło to zaprojektować drugi prototyp urządzenia, które w chwili obecnej zostało zbudowane i w najbliższym czasie planowane są jego testy w warunkach dołowych. Badania te dadzą odpowiedź czy zastosowane rozwiązania okażą się skuteczne i urządzenie potwierdzi swoją funkcjonalność w warunkach praktycznych.

Jednocześnie, równolegle do opisanych w tym artykule działań, trwają prace nad opracowaniem receptury nowych rodzajów materiałów, tzw. gazogeneratorów inicjujących wytworzenie gęstej sieci spękań w ośrodku skalnym ze szczelin zarodnikowych. Materiały te pozwolą uzyskać w otworze z wykonanymi szczelinami zarodnikowymi ciśnienia w czasie dłuższym niż uzyskuje się to za pomocą typowych, stosowanych w górnictwie materiałów wybuchowych. Badania materiałów wybuchowych w tym zakresie pozwalają stwierdzić, że impuls przyrostu ciśnienia dla nich jest bardzo krótki i wynosi od około 130 do 270 ms. Aby przedłużyć znacząco ten okres, przewiduje się prowadzenie ukierunkowanego szczelinowania skał za pomocą materiałów innych niż materiały wybuchowe.

Publikacja została wykonana w ramach prac statutowych Głównego Instytutu Górnictwa

Literatura

1. *Drzewiecki J.*: Neue verfahren zur bekämpfung von naturgefährdungen, insbesondere der gebirgsschlaggefahr", (Nowe metody zwalczania zagrożeń naturalnych, w szczególności zagrożenia tąpaniami), Glückauf 1/2, 2002, p. 34-37.
2. *Drzewiecki J., Kabiesz J.*: Dynamic events in roof strata – occurrence and prevention, Coal Science & Technology Magazine. Magazine House of coal science & technology magazine, No. 235 Huaihai Road (W) Xuzhou, Jiangsu, China, 221006, 2008 p. 55–57.
3. *Konopko W.*: Ukierunkowane Hydroszczelinowanie Skał (UHS). „Przegląd Górniczy" 1991, nr 6.
4. *Konopko W., Kabiesz J., Makówka J.*: Urządzenie do wykonywania radialnych szczelin zarodnikowych. Polska. Opis patentowy. 300838. Opubl. 1997.
5. *Konopko W., Myszkowski J.*: Wyprzedzająca aktywna profilaktyka tąpaniowa. „Przegląd Górniczy", 2005, nr 9, s. 33-38.
6. *Myszkowski J.* 1996: Ukierunkowane szczelinowanie skał techniką strzelniczą. Prace Naukowe GIG, Seria Konferencje nr 16, 1996, s. 57-66.
7. *Myszkowski J.*: Metoda ukierunkowanego szczelinowania skał. Część 1. Istota metody i badania laboratoryjne jej skuteczności. „Przegląd Górniczy" 2007, nr 9, s. 11-15.
8. *Myszkowski J.*: Metoda ukierunkowanego szczelinowania skał. Część 2. Badania poligonowe skuteczności metody ukierunkowanego szczelinowania skał. „Przegląd Górniczy" 2007, nr 10, s. 1-5.
9. *Myszkowski J.*: Metoda ukierunkowanego szczelinowania skał. Część 3. Zasady projektowania ukierunkowanego szczelinowania. „Przegląd Górniczy" 2007, nr 11, s. 21-25.
10. Praca zbiorowa pod kierunkiem W. Konopko: Ukierunkowane hydroszczelinowanie skał i możliwości jego wykorzystania. Prace naukowe GIG nr 824, Katowice 1997.