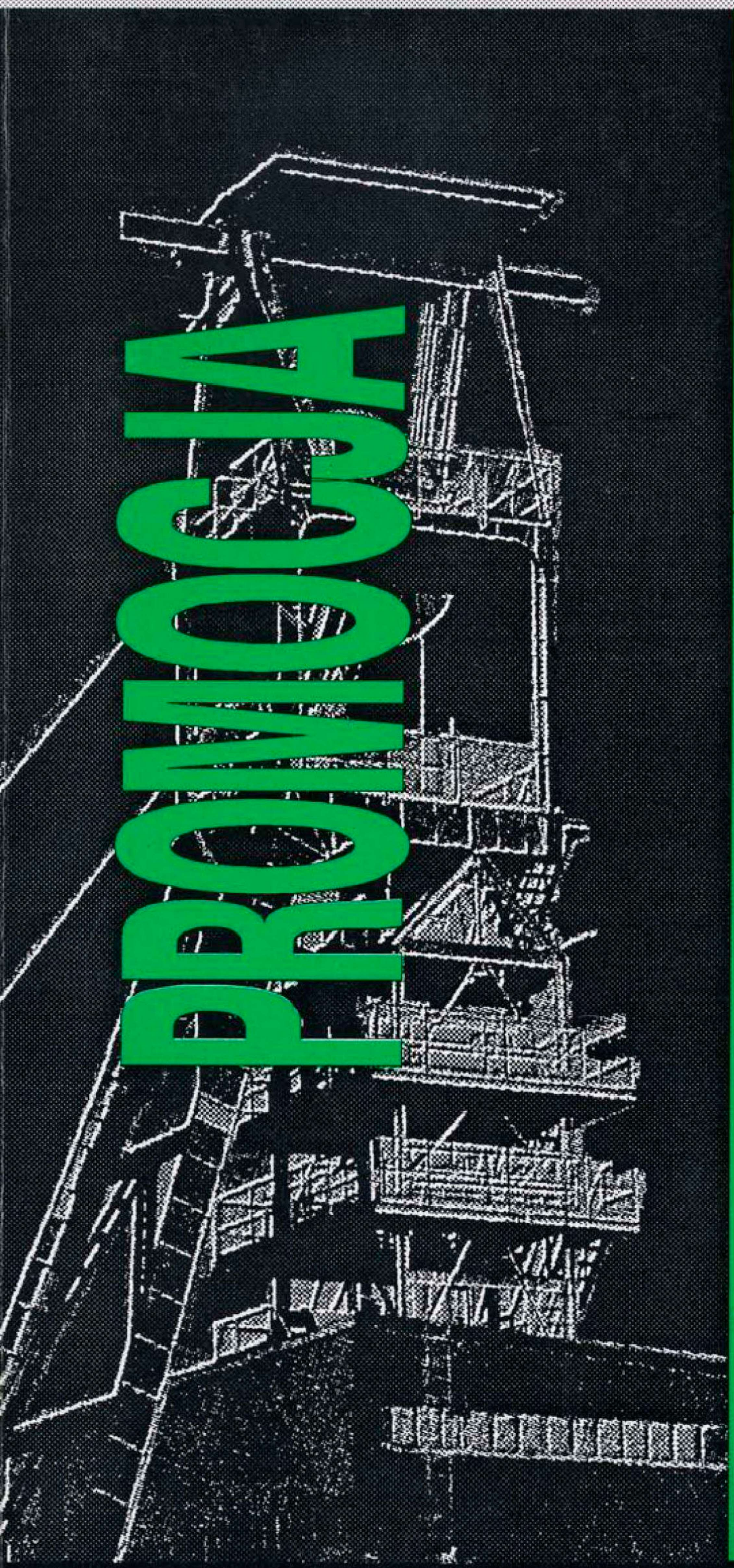
NR 1

UNDERGROUND EXPLOITATION SCHOOL



PROMOCJA

EKOCHEM S.A.

PRZEDSIĘBIORSTWO PRODUKCYJNO-HANDLOWO-USŁUGOWE

Patron
Jubileuszowego wydania
Materiałów Konferencyjnych SEP
1992-2021

KGHM
POLSKA MIEDŹ

SZKOŁA EKSPLOATACJI PODZIEMNEJ

CENTRUM PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW
GOSPODARKI SUROWCAMI MINERALNYMI PAN

ZAKŁAD GÓRNICTWA PODZIEMNEGO AGH

Spoiwa Mineralne I Środki Organiczne Do „Ulepszania Własności Skał" W Otoczeniu Wyrobisk Górniczych

Szkoła Eksploatacji Podziemnej

Jastrzębie Zdrój, 28 luty—4 marzec 1994

BIBLIOTEKA SZKOŁY EKSPLOATACJI PODZIEMNEJ

SERIA PROMOCJE NR 1

ADRES KOMITETU REDAKCYJNEGO
Szkoła Eksploatacji Podziemnej
ul. Wybickiego 7
31-261 Kraków
tel./fax (0-12) 36-12-24
fax 36-35-24

Druk publikacji wykonano na podstawie tekstów dostarczonych przez Autorów

Informacji dotyczących materiałów udziela Komitet Redakcyjny Szkoły

ISBN 83-900110-2-6

ADRES WYDAWNICTWA
Wydawnictwo — CPPGSMiE PAN, Kraków 1994
31-261 Kraków, ul. Wybickiego 7, CPPGSMIE PAN

Wydanie I. Nakład 500 egz.

Spis treści

Postawa Jacek, Witosiński Jan
Kierunki zastosowania spoiw mineralnych i środków organicznych do „ulepszania własności skał" w otoczeniu wyrobisk górniczych 5

Bereś Janusz, Postawa Jacek, Kleczko Wojciech
Solakryl SW/HŁ — nowy preparat akrylowy dla górnictwa 11

Stanisław Glados, Jacek Postawa
Zastosowanie pianki krylaminowej w górnictwie podziemnym 21

Jacek Postawa, Wojciech Schöpp
Krylamin DU i Krylamin DU/S — kleje iniekcyjne dla górnictwa 29

POSTAWA JACEK, WITOSIŃSKI JAN

Kierunki zastosowania spoiw mineralnych i środków organicznych do „ulepszania własności skał" w otoczeniu wyrobisk górniczych

1. Wstęp

Zagrożenia naturalne występujące w kopalniach podziemnych powodują wiele utrudnień i niebezpieczeństw w robotach górniczych. Praktycznie, większość z nich wymaga planowego „ulepszania własności skał" w otoczeniu wyrobisk górniczych. Przez pojęcie to rozumieć należy, konieczność dostosowania własności masywu skalnego, otaczającego wyrobiska górnicze, do wymagań długotrwałego i bezpiecznego ich utrzymania. Podstawowe zabiegi zmierzające do osiągnięcia tego celu polegają na: izolacji, uszczelnianiu i wzmacnianiu skał lub obudowy zabezpieczającej wyrobisko.

Przedstawione wyżej zamierzenia osiągnąć można stosując odpowiednie technologie polegające na: wykonywaniu natrysku powierzchniowego, wgłębnej iniekcji ciśnieniowej, strumieniowo-ciśnieniowej lub iniekcji ze zruszaniem ośrodka iniekowanego, a w niektórych przypadkach przez wypełnienie istniejących pustek metodą pompowania do nich odpowiednich środków mineralnych lub organicznych.

Aktualnie na rynku krajowym dostępne są środki chemiczne i spoiwa mineralne o bardzo dużej różnorodności, zrówno krajowe jak i zagraniczne, charakteryzujące się szerokim wahlarzem własności fizyko-chemicznych i bardzo zróżnicowaną wielkością cen.

Ponieważ osiągnięcie zamierzonego celu przy możliwie niskich kosztach jest zagadnieniem trudnym i wymagającym dobrej znajomości, zarówno dostępnych środków jak i umiejętności doboru najkorzystniejszych technologii, autorzy referatu podjęli próbę przedstawienia niektórych środków produkcji krajowej oraz zakres możliwości skutecznego ich zastosowania w specjalistycznych robotach, w kopalniach podziemnych.

2. Środki do uszczelniania i wzmacniania skał lub obudów zabezpieczających wyrobisko

Środkom używanym do izolacji, uszczelniania i wzmacniania skał lub obudów wyrobisk górniczych stawiane są ściśle określone wymagania, do których zaliczyć należy:

— niepalność,

— brak toksyczności,

— łatwość i szeroki zakres regulacji czasu polimeryzacji, żelowania lub wiązania,

— regulowaną lepkość,

— odporność na własności buforowe i adsorpcyjne ośrodka skalnego,

— odporność na korozję chemiczną i degradację biologiczną,

— dobrą adhezję,

— odpowiednie własności wytrzymałości mechanicznej po spolimeryzowaniu lub związaniu,

— łatwość sporządzania zaczynów,

— brak podatności na gromadzenie ładunków elektrycznych,

— względnie niski koszt stosowania.

Sprostanie tym wszystkim wymaganiom równocześnie okazuje się praktycznie niemożliwe lub co najmniej trudne do osiągnięcia.

W znacznym stopniu spełniają oczekiwane wymagania środki produkcji krajowej:

— z grupy środków organicznych:

SOLAKRYL SW,
SOLAKRYL SW/HŁ,
KRYLAMIN DU,
KRYLAMIN DU/S,
PIANKA KRYLAMINOWA,

— z grupy środków mineralnych:

spoiwa żużlowo — alkaliczne,
modyfikowane cementy,
spoiwa anhydrytowe.

SOLAKRYL SW i SOLAKRYL SW/HŁ, są kompozycjami opartymi na akrylanach wapnia, sodu i związkach diwinylowych oraz krzemionce hutniczej (HŁ).

KRYLAMIN DU i KRYLAMIN DU/S, są wodnymi roztworami żywicy mocznikowo — formaldehydowej, poliakryloamidu, środków zwiększających adhezję do skał i substancji modyfikujących oraz składników powodujących spienienie (S).

PIANKA KRYLAMINOWA reprezentuje grupę tzw. spienionych tworzyw mocznikowych (aminowych).

Spoiwa żużlowo — alkaliczne, stanowią granulowane, mielone żużle wielkopiecowe aktywowane alkaliami.

Modyfikowane cementy, zawierają dodatki regulujące czas wiązania, odporność na korozję chemiczną, eliminację skurczu, wzrost objętości w wyniku spieniania.

Spoiwa anhydrytowe, zawierają paloną mączkę anhydrytową, mielony surowy anhydryt, dodatki zwiększające odporność na wodę lub powodujące spienienie.

3. Kierunki zastosowania spoiw mineralnych

Spoiwa mineralne stosowane mogą być w różnych technologiach;

A. Technologie natryskowe:

— wykonywanie torkretu lub obudowy powłokowej (spoiwo żużlowo — alkaliczne, modyfikowane cementy, spoiwo anhydrytowe) dla ochrony ociosów wyrobisk przed migracją gazów lub cieczy i degradacją atmosferyczną,

— wykonywanie izolacji tam górniczych,

— uzupełnianie ubytków obudowy, powstałych w wyniku korozji chemicznej (modyfikowany cement),

B. Technologie iniekcyjne:

— wypełnianie pustek za obudową szybową (spoiwa żużlowo-alkaliczne, zaczyny cementowe),

— likwidacja długich otworów wiertniczych (spoiwa żużlowo-alkaliczne, modyfikowane zaczyny cementowe),

C. Technologie wypełniania pustek przez pompowanie lub transport pneumatyczny:

— rekonsolidacja gruzowiska zawałowego (spoiwa żużlowo-alkaliczne zwykłe lub spieniane, zaczyny popiołowo-cementowe itp.),

— wypełnianie stosów w wyrobiskach przyścianowych (tworzywa spieniane: żużlowe, cementowe lub anhydrytowe),

— wypełnianie wyrw w stropie wyrobisk korytarzowych lub ścianowych (tworzywa spieniane: żużlowe, cementowe lub anhydrytowe),

— budowa pasów podsadzkowych (spoiwo anhydrytowe),

— wykonywanie wykładki monolitycznej za obudową lub wypełnianie pustek (spoiwo anhydrytowe lub żużlowo-alkaliczne).

4. Kierunki zastosowań środków organicznych.

Środki organiczne stosowane mogą być w różnych technologiach;

A. Technologie natryskowe:

— uszczelnianie migracji gazów (CH_4, CO, CO_2, powietrze) w ociosach wyrobisk korytarzowych, zrobach (pianka krylaminowa, SOLAKRYL SW/HŁ),

— uszczelnianie i budowa tam pożarowych (pianka krylaminowa),

— uszczelnianie pól pożarowych (pianka krylaminowa),

— wypełnianie nierówności w stropie wyrobisk korytarzowych dla eliminacji zagrożenia CH_4 (pianka krylaminowa),

B. Technologie iniekcyjne:

— klejenie stropu w wyrobiskach korytarzowych i ścianowych (KRYLAMIN DU, KRYLAMIN DU/S),

— uszczelnianie ociosów wyrobisk korytarzowych przed migracją gazów i wód (SOLAKRYL SW, SOLAKRYL SW/HŁ, KRYLAMIN DU, KRYLAMIN DU/S),

— uszczelnianie ociosów tam górniczych: wentylacyjnych, pożarowych, wodnych (SOLAKRYL SW, SOLAKRYL SW/HŁ, KRYLAMIN DU, KRYLAMIN DU/S),

— szybka budowa tam (KRYLAMIN DU/S),

— wgłębna rekonstrukcja obudów kamiennych (SOLAKRYL SW/HŁ, KRYLAMIN DU),

— stabilizacja podsadzki przy przekraczaniu pól podsadzkowych wyrobiskiem korytarzowym (SOLARYL SW, KRYLAMIN DU),

— stabilizacja warstw kurzawkowych (SOLAKRYL SW, SOLAKRYL SW/HŁ, KRYLAMIN DU),

— uszczelnianie ociosów węglowych po strzelaniach kamufletowych (SOLAKRYL SW, SOLAKRYL SW/HŁ).

5. Kontrola skuteczności stosowania spoiw mineralnych i środków organicznych w specjalistycznych robotach górniczych

Kontrola skuteczności wykonanych robót przy użyciu omawianych środków stanowi bardzo ważny element całości przedsięwzięcia związanego z realizacją zamierzeń projektowych.

Złożoność zagadnień związanych z określeniem skuteczności, wymaga indywidualnego podejścia do każdego przypadku, przede wszystkim zaś wyboru odpowiedniego sposobu realizacji badań lub pomiarów. Z uwagi na ograniczoną objętość artykułu, autorzy pragną przedstawić jedynie kierunki realizacji tego

typu przedsięwzięć, natomist szersze omówienie problemu będzie przedmiotem osobnej publikacji.

Proponowane kierunki badań skuteczności wykonywania robót, głównie iniekcyjnych to:

— obserwacja zmiany temperatury iniekowanego ośrodka,
— wykonywanie otworów kontrolnych,
— próbne pompowanie wody,
— określanie szczelności metodą aerometryczną,
— obserwacja przy użyciu mikrokamery w otworach kontrolnych.

6. Podsumowanie

Przedstawione w artykule spoiwa mineralne i środki organiczne, z uwagi na charakteryzujące je własności posiadają odpowiednie atesty z zakresu nieszkodliwości dla ludzi i otoczenia oraz konieczne dopuszczenia WUG do stosowania w kopalniach podziemnych.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że iniekcyjne uszczelnianie, izolacja i wzmacnianie skał otaczających wyrobiska lub obudowy kamienne wyrobisk poziomych (przekopy, podszybia) i pionowych (szyby, szybiki) stanowi ważną dziedzinę techniki, w specjalistycznych robotach górniczych, z racji możliwości wysokiego stopnia mechanizacji oraz szerokiego zakresu modyfikacji środków iniekcyjnych, dużej skuteczności realizacji zamierzonych przedsięwzięć, przy względnie niskich kosztach.

BEREŚ JANUSZ, POSTAWA JACEK, KLECZKO WOJCIECH

Solakryl SW/HŁ — nowy preparat akrylowy dla górnictwa

Streszczenie

W artykule przedstawiono własności preparatu SOLAKRYL SW/HŁ, wyniki badań decydujących o dopuszczeniu do stosowania w kopalniach podziemnych oraz praktyczne przykłady skutecznego zastosowania preparatów akrylowych w kopalniach podziemnych.

1. Wstęp

Zalety preparatów akrylowych są ogólnie znane. Utwardzone plaże desantowe, lotniska polowe i inne obiekty wojskowe do dziś świadczą o cennych właściwościach tych preparatów. Szczególną rangę, zwłaszcza w aspekcie zastosowań w górnictwie nadaje im: całkowity brak toksyczności, niepalność oraz odporność na czynniki agresywne.

Nie bez znaczenia, przy zastosowaniach w specjalistycznych robotach górniczych jest również możliwość regulacji czasu polimeryzacji w szerokim zakresie, elastyczność utworzonych żeli, odporność na korozję biologiczną, chemiczną i światło oraz całkowitą wodoszczelność.

W kraju, skuteczność preparatów akrylowych w różnych zastosowaniach potwierdzona została wieloletnimi badaniami Instytutu Górnictwa Podziemnego i Bezpieczeństwa Pracy AGH oraz Instytutu Wiertniczo-Naftowego AGH [6, 7, 8, 9, 10], Ośrodków Badawczo — Rozwojowych „Budokop" i „Cuprum", Przedsiębiorstwa Budowy Szybów i wielu innych instytucji. Gama produktów wytwarzanych według licencji ICSO „Blachownia" w Kędzierzynie, pod wspólną nazwą SOLAKRYLE [1, 2, 3, 4, 5, 10], umożliwia rozwiązanie wielu problemów technicznych. Szczególne zainteresowanie budzą ostatnio nowe odmiany tych preparatów, wytwarzane w postaci stałej [5, 11]. Proszkowa postać preparatów akrylowych nie tylko przedłuża ich żywotność, upraszcza transport i magazynowa-

że przy stosowaniu SOLAKRYLU SW/HŁ wykorzystywać można dotychczasową technikę i urządzenia stosowane przy innych preparatach akrylowych [7, 8, 9].

Podobnie jak w przypadku innych preparatów organicznych, prawidłowe zastosowanie SOLAKRYLU SW/HŁ składa się z następujących operacji:

a) prac przygotowawczych, obejmujących rozpoznanie geologiczne, testy laboratoryjne, wytypowanie i skompletowanie urządzeń oraz określenie metod oceny skuteczności zabiegu. Etap ten winien być zakończony projektem przedsięwzięcia;

b) przygotowanie iniektu, obejmuje sporządzenie wodnej zawiesiny SOLAKRYLU SW/HŁ i ewentualnie dodatków modyfikujących własności. W etapie tym do iniektu wprowadzić można środki upłynniające. W końcowej fazie tego etapu do iniektu wprowadza się trietanoloaminę lub inny reduktor, dostarczony przez producenta. Stabilność tak przygotowanego iniektu wynosi powyżej 8 godzin. Ma on własności tiksotropowe, tzn. zmniejsza lepkość pod wpływem mieszania;

c) inicjowanie, polega na wprowadzeniu roztworu nadsiarczanu amonu lub potasu i szybkim rozmieszaniu zaczynu. Ilość użytego inicjatora oraz dokładność jego rozprowadzenia w masie zaczynu iniekcyjnego decyduje o czasie przetłaczalności, związanym z początkiem czasu polimeryzacji;

d) iniekcja — obowiązują tutaj ogólne prawidła stosowane w technologiach wzmacniania i uszczelniania ośrodków skalnych. W końcowej fazie tego procesu wszystkie urządzenia praz przewody tłoczne muszą być przepłukane wodą, aby nie dopuścić do zniszczenia sprzętu.

4. Praktyczne przykłady możliwości zastosowania SOLAKRYLU SW/HŁ w kopalniach podziemnych [7, 9]

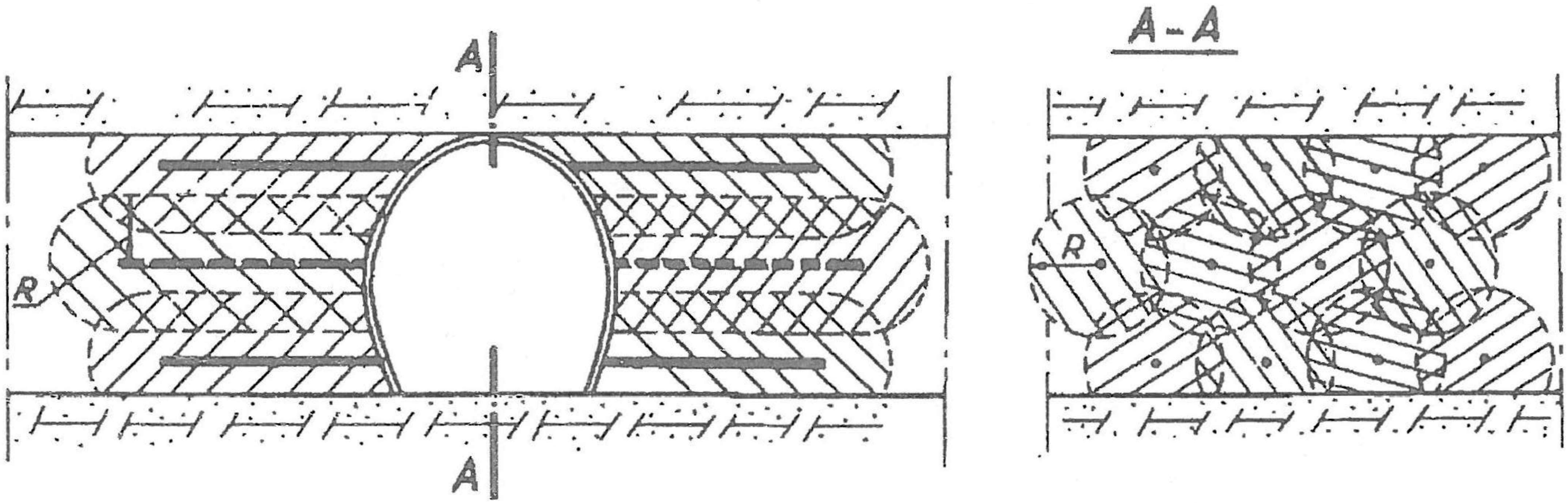
W artykule przedstawiono wybrane przykłady, skutecznych zastosowań w przemyśle preparatów akrylowych typu SOLAKRYL.

Na rys. 1 przedstawiono schemat uszczelniania skłonnych do samozapalenia ociosów węglowych, szczególnie po wykonanych wcześniej strzelaniach kamufletowych.

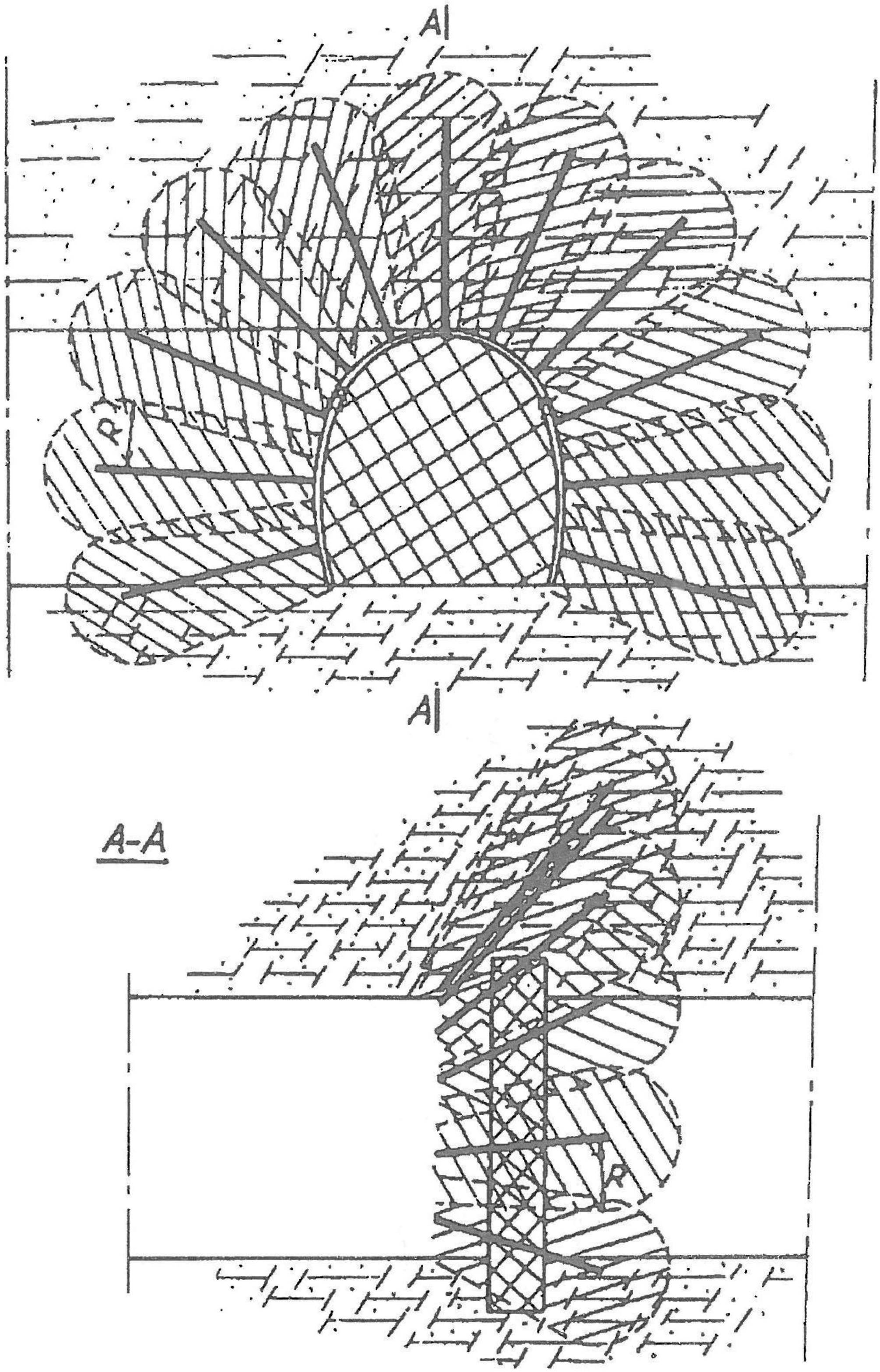
Rys. 2, to przykład obwiertu dla uszczelniania ociosów tam górniczych (wentylacyjnych lub pożarowych).

Uszczelnianie odcinka obudowy murowej rury szybowej, w strefie wypływów silnie zmineralizowanej wody, pokazano na rys. 3.

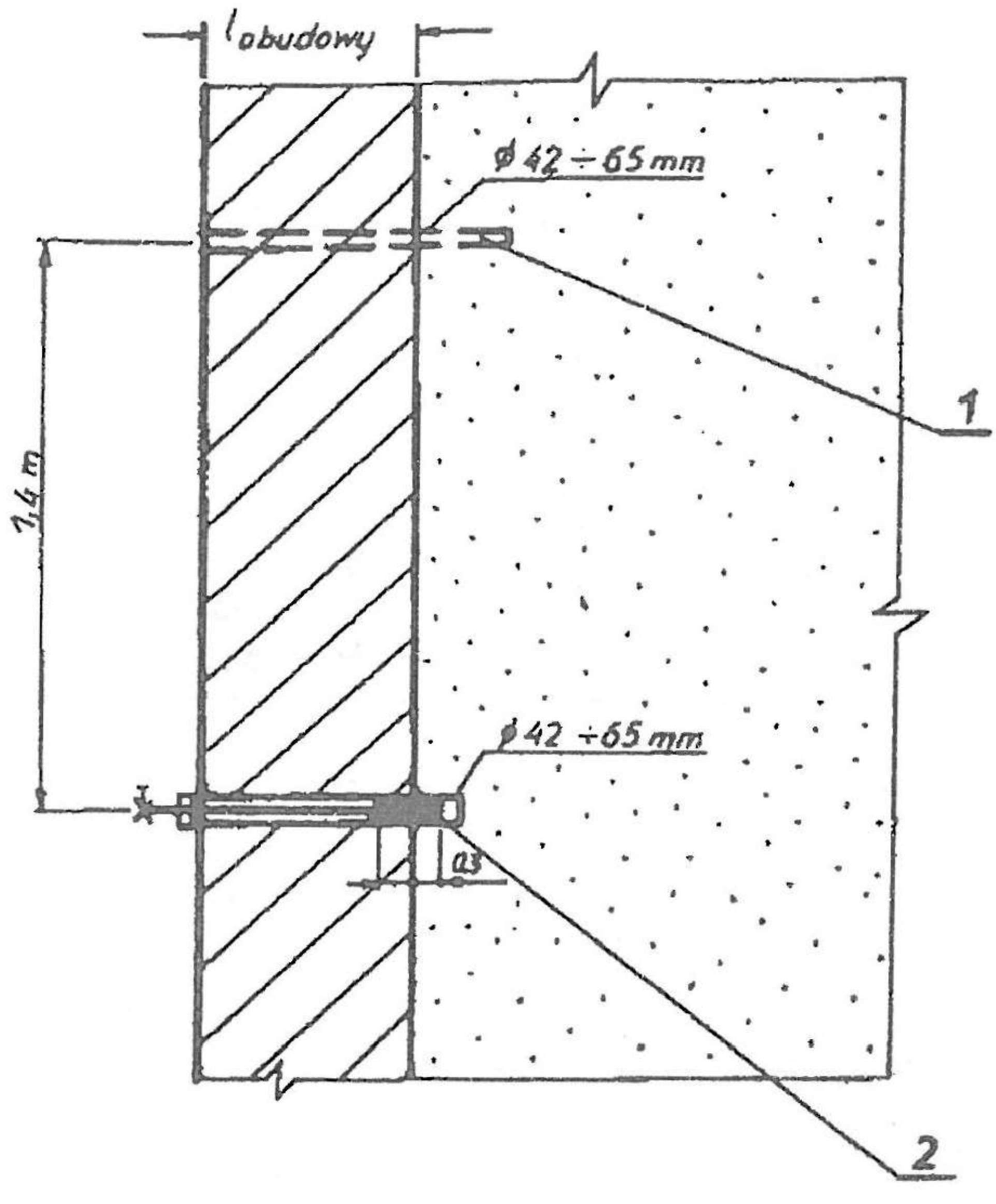
Przykład aktywnego gaszenia ogniska pożaru endogenicznego w ociosie węglowym wyrobiska korytarzowego pokazano na rys. 4.

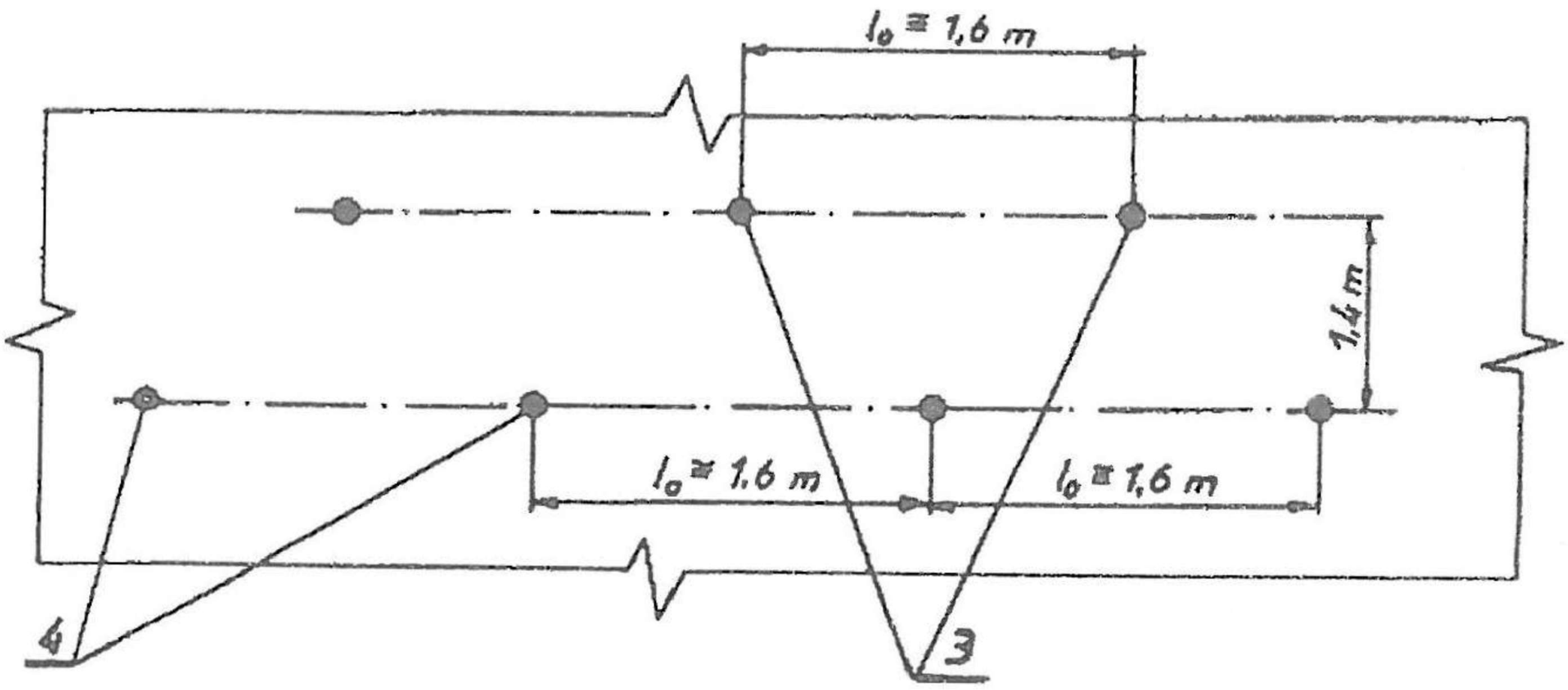


Rys. 1 — Schemat iniekcyjnego uszczelniania migracji gazów w ociosach wyrobisk korytarzowych

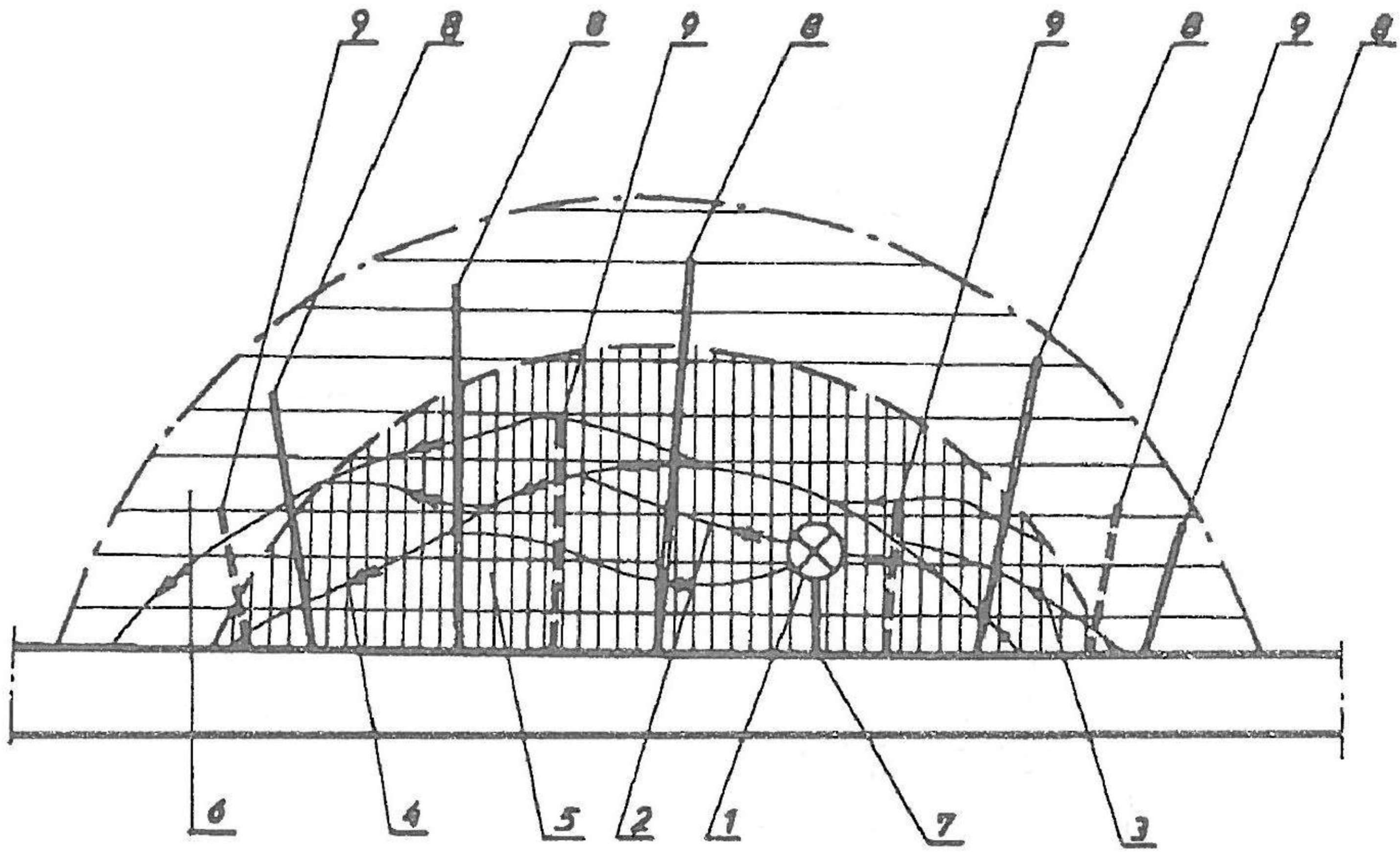


Rys. 2 — Schemat iniekcyjnego uszczelniania ociosów tam górniczych





Rys. 3 — Schemat rozmieszczenia (fragment) otworów iniekcyjnych do uszczelniania wypływów wody z obudowy szybowej
1, 3 — otwory kontrolno obserwacyjne (odciążające) w II-ej fazie iniekcyjnej,
2, 4 — otwory iniekcyjne



Rys. 4 — Schemat aktywnego sposobu gaszenia ogniska pożaru endogenicznego
1 — ognisko pożarowe, 2 — szczeliny w ociosie, 3 — przepływ powietrza z tlenem, 4 — przepływ gazowych produktów spalania, 5 — strefa podwyższonej temperatury, 6 — strefa iniekcji,

Schemat technologii stabilizacji skał sypkich lub kurzawkowych metodą iniekcji środkami chemicznymi przedstawia rys. 5.

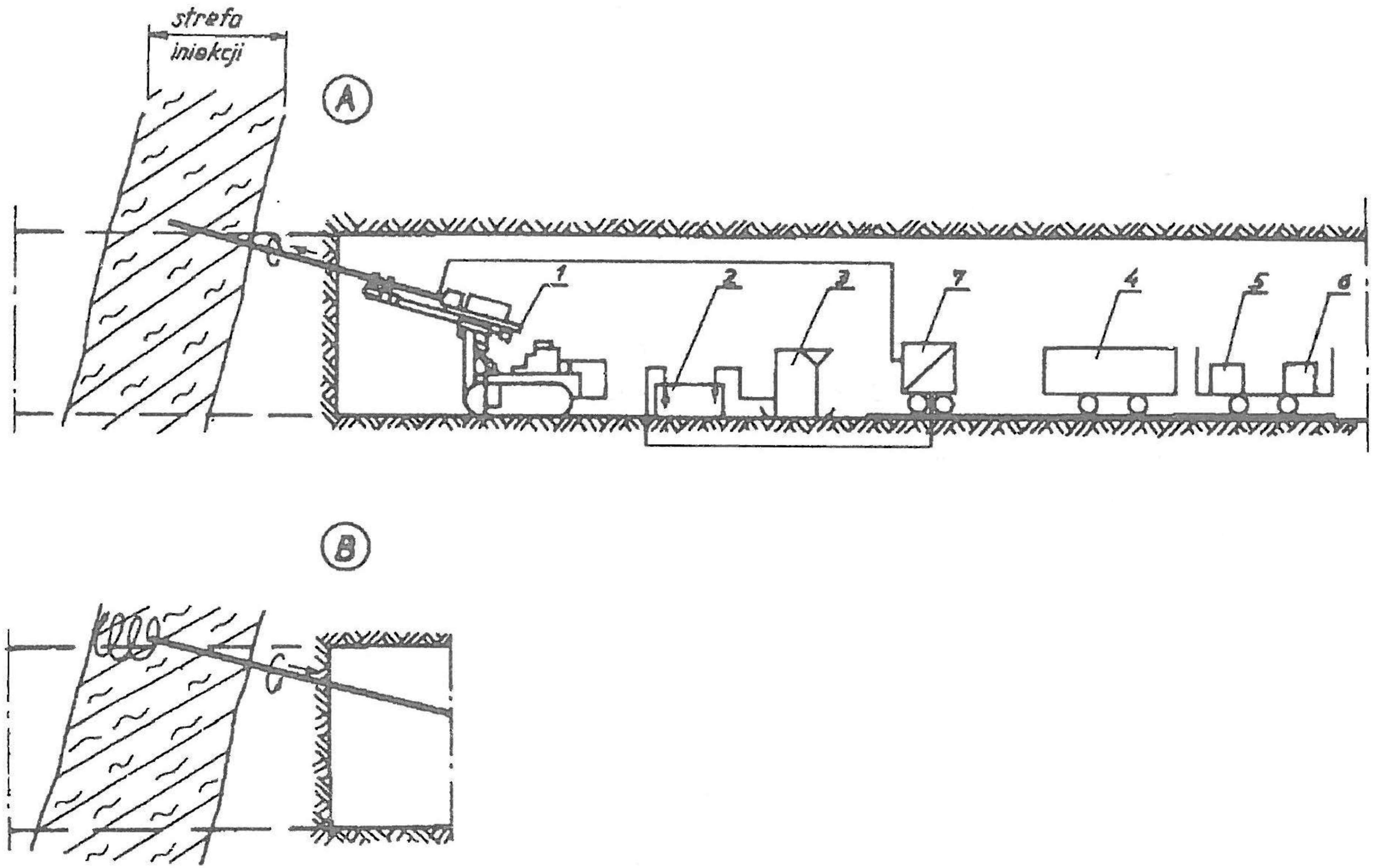
Przedstawione na rysunkach przykłady świadczą o szerokich możliwościach skutecznego stosowania preparatów akrylowych w specjalistycznych robotach górniczych, w kopalniach podziemnych.

5. Zakończenie

W wyniku przeprowadzonych badań własności żelu SOLAKRYL SW/HŁ takich jak:

— trudnopalność,
— własności antyelektrostatyczne,
— produkty rozkładu termicznego,
— wytrzymałość na ścinanie i ściskanie,
— odporność na korozję mikrobiologiczną,
— ocena toksyczności żelu

oraz możliwości technologicznych stosowania w róznych robotach specjalistycznych, nalezy stwierdzić, że środek ten spełnia wszystkie wymagania stawiane bezpiecznym materiałom, które mogą być stosowane w górnictwie podziemnym.



Rys. 5 — Schemat technologii stabilizacji skał sypkich lub kurzawkowych metodą iniekcji środkami chemicznymi
A — faza zawiercania, B — faza iniekcji,
1 — wiertnica, 2 — zbiornik przelewowy, 3 — mieszalnik, 4 — zbiornik środka chemicznego, 5 — zbiornik inicjatora,
6 — zbiornik aktywatora, 7 — pompa

Na szczególne podkreślenie zasługuje również możliwość uzyskania wymiernych efektów ekonomicznych związanych z niską ceną omawianego preparatu, produkowanego w kraju i łatwo dostępnego dla użytkowników.

Literatura

[1] Bereś J.; Przemysł Chemiczny, 1981, 60, 264.

[2] Bereś J., Kołądkowska M.; Chemik, 1988, 41, 207.

[3] Bereś J., Kołądkowska M.; Materiały Budowlane, 1988, 16, 18.

[4] Bereś J., Kołądkowska M.; Drogi kolejowe, 1988, 16, 18.

[5] Bereś J., Kołądkowska M.; Przemysł Chemiczny, 1992, 71, 267.

[6] Postawa J., Stryczek St., Kraj Ł.; Badania laboratoryjne środków chemicznych do izolacji i uszczelniania ociosów węglowych. Bezpieczeństwo Pracy w Górnictwie, 1988, 1(82).

[7] Postawa J.; Skuteczne środki dla izolacji, uszczelniania i wzmacniania ociosów wyrobisk góniczych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Nr 1179, Górnictwo, z. 205, Gliwice 1992.

[8] Postawa J., Witosiński J.; Sposoby iniekcyjnej rekonstrukcji obudów szybowych w oparciu o badania nieniszczące oraz uszczelnianie górotworu za obudową. PAN, Sympozja i Konferencje nr 6. Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Kraków 1993.

[9] Stryczek St., Postawa J., Capik M., Bereś J.; Abdichtungen mittels Polymerlosungen in Grubenbauen und Tiefkohrungen. Neu Bergbautechnik 18, 168, 1988.

[10] Patenty polskie: Nr 86068, 101571, 155107, 120817, 124769, 151668, 160469.

[11] SOLAKRYL SW/HŁ — Informacja techniczna, PPHU „EKOCHEM" S.A.

[12] Orzeczenie wstępne GIG. Nr AT-53/93 Katowice, 1993 r.

STANISŁAW GLADOS, JACEK POSTAWA

Zastosowanie pianki krylaminowej w górnictwie podziemnym

Streszczenie

W artykule przedstawiono własności pianki krylaminowej, mechanizm jej wytwarzania oraz przykłady możliwości praktycznego zastosowania.

1. Wstęp

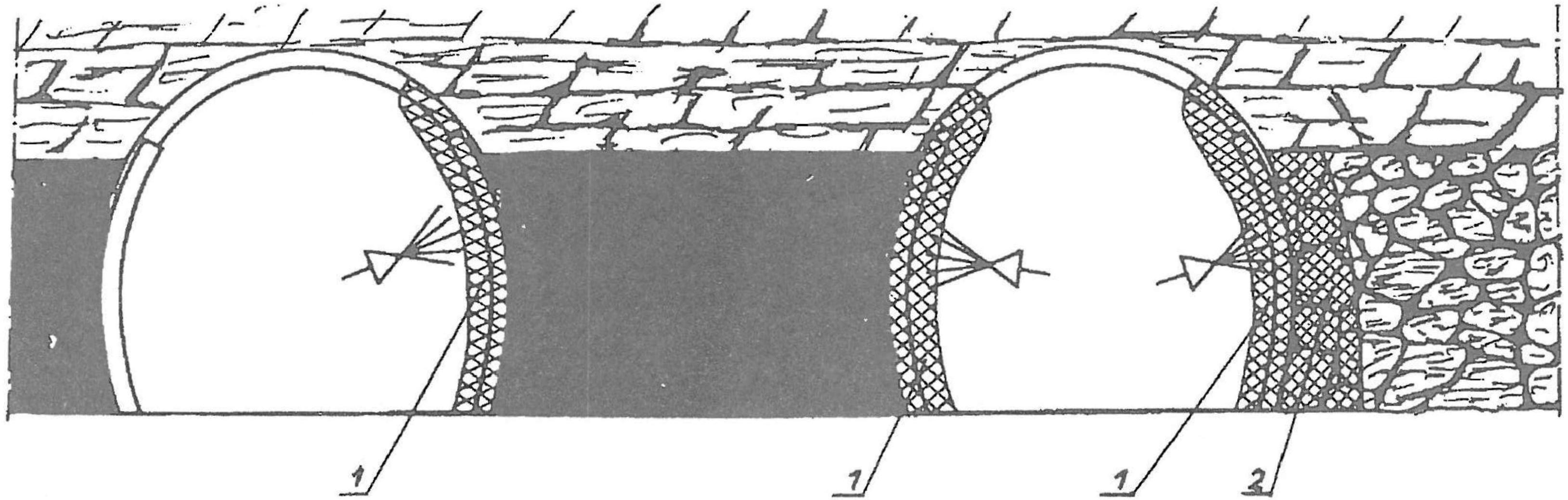
Historia żywic aminowych (mocznikowych) sięga roku 1884, jednak dopiero w roku 1920 zostały one — w postaci tzw. „żywic lanych" — wprowadzone do produkcji przemysłowej.

W Polsce wytwarzanie żywic aminowych rozpoczęto w roku 1950 — jako środków pomocniczych w różnych branżach przemysłu.

Otrzymywanie żywic mocznikowych opiera się na reakcjach polikondensacji. Pierwszym etapem jest tworzenie metylomoczników. Związki te — bardzo nietrwałe — w odpowiednich warunkach ulegają dalszym przemianom z tworzeniem wiązań metylenowych i dwumetyloeterowych. Reakcje tego typu, którym towarzyszyć może wydzielanie formaldehydu prowadzą do otrzymania liniowych polikondensatów stosowanych powszechnie jako kleje. Żeby wyeliminować wydzielający się formaldehyd, wprowadza się do środowiska reakcji średniocząsteczkowy polimer akryloamidu, który wiąże wolny formaldehyd do pochodnych metylolowych. Tak w skrócie można przedstawić chemizm powstawania składnika tworzywa mocznikowego — żywicy.

PIANKA KRYLAMINOWA reprezentuje grupę tzw. spienionych tworzyw mocznikowych (aminowych).

Spienione tworzywa mocznikowe wytwarza się metodą „in situ" przez spienienie powietrzem mieszaniny dwóch ciekłych składników — żywicy i katalizatora.



Rys. 1 — Schemat uszczelniania ociosów chodników w sąsiedztwie zrobów lub pól pożarowych
1 — warstwa izolacyjna z pianki, 2 — strefa doszczelnionego pianką gruzowiska zawałowego

Własności PIANKI KRYLAMINOWEJ zbliżone są parametrami do znanych pianek mocznikowych produkowanych od wielu lat w Europie.

PIANKA KRYLAMINOWA jest doskonałym materiałem do izolacji termicznej, ogniowej i akustycznej. Wykorzystana może być również do zapobiegania przenikaniu powietrza i gazów.

Wysokie własności izolacyjne, niepalność, nietoksyczność i odporność na procesy starzeniowe spowodowały zainteresowanie tym produktem resortu górnictwa. Przemysł górniczy zaczął jednak z dużą ostrożnością sondować przydatność krajowych pian mocznikowych w podziemiach kopalń.

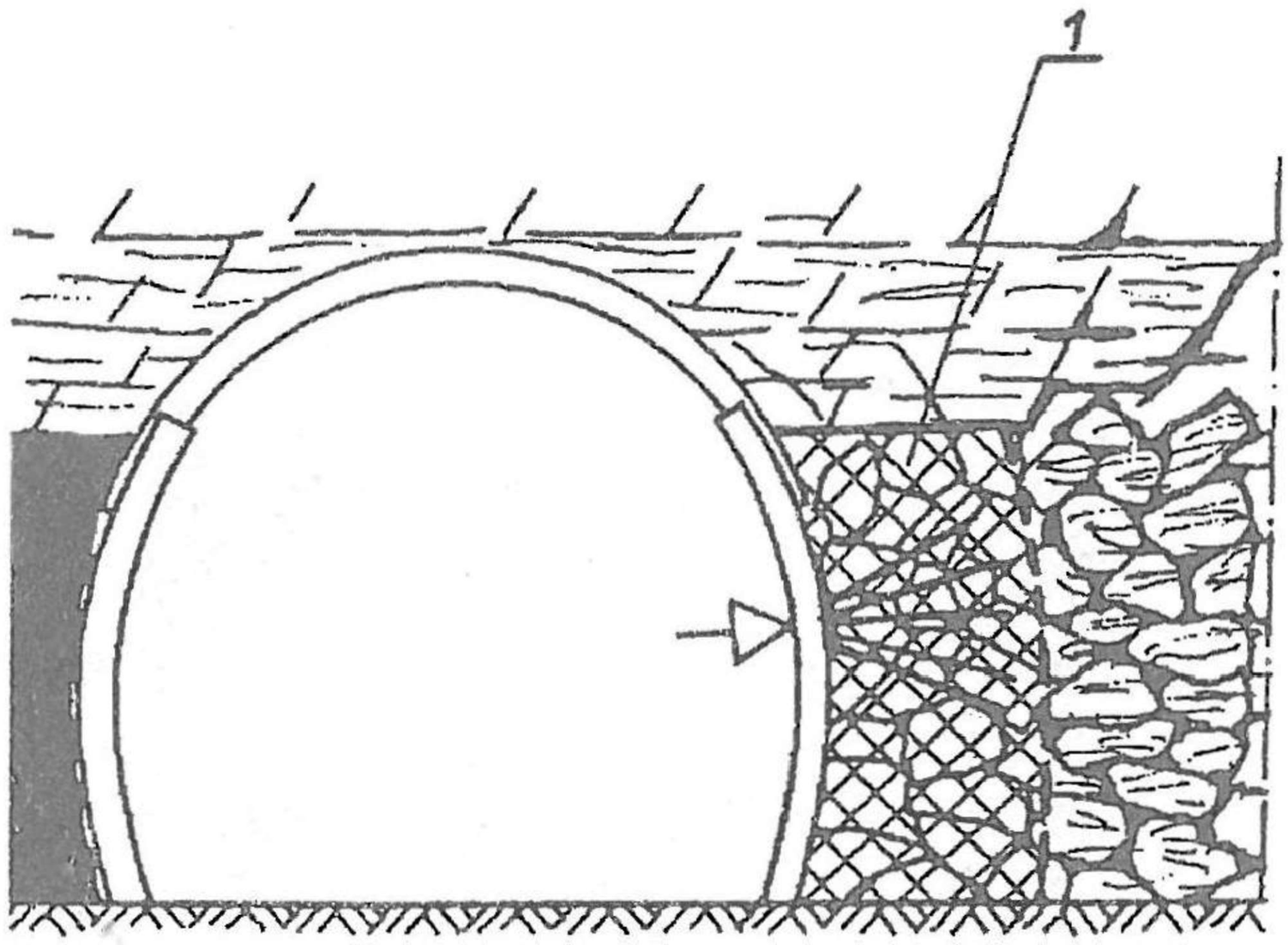
Producenci krajowi proponowali piany o niewielkiej wytrzymałości mechanicznej i dużej emisji formaldehydu. Dopiero produkt zmodyfikowany w latach 1992—1993 przez „EMES" Mining Service sp. z o.o. i PPHU „EKOCHEM" S.A. w Katowicach, uzyskał wysokie kwalifikacje jakościowe.

PIANKA KRYLAMINOWA oferowana przez „EMES" Mining Service sp. z o.o. jest jedynym tego typu produktem krajowym spełniającym wymogi górnictwa i dopuszczonym przez Wyższy Urząd Górniczy do stosowania w podziemiach kopalń.

Najważniejsze kierunki to [6]:

— uszczelnianie ociosów chodników w sąsiedztwie zrobów lub pól pożarowych (rys. 1),

— izolacja zrobów dla zmniejszenia zagrożenia pożarowego (rys. 2),



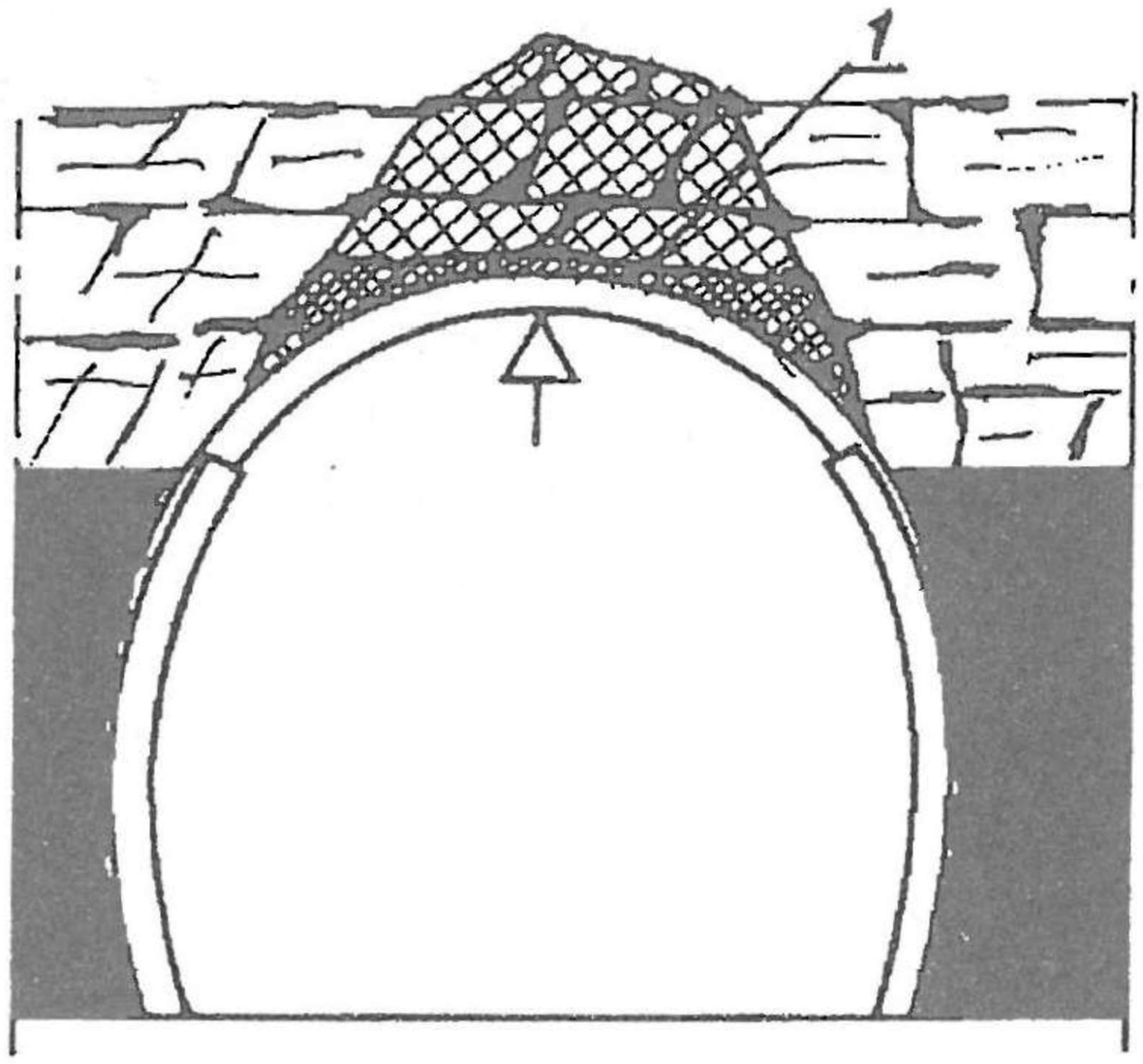
Rys. 2 — Schemat izolacji zrobów dla zmniejszenia zagrożenia pożarowego
1 — gruzowisko zawałowe doszczelnione pianką

— wypełnianie wyrw w stropie wyrobisk w celu likwidacji zagrożenia metanowego i pożarowego (rys. 3, 6),

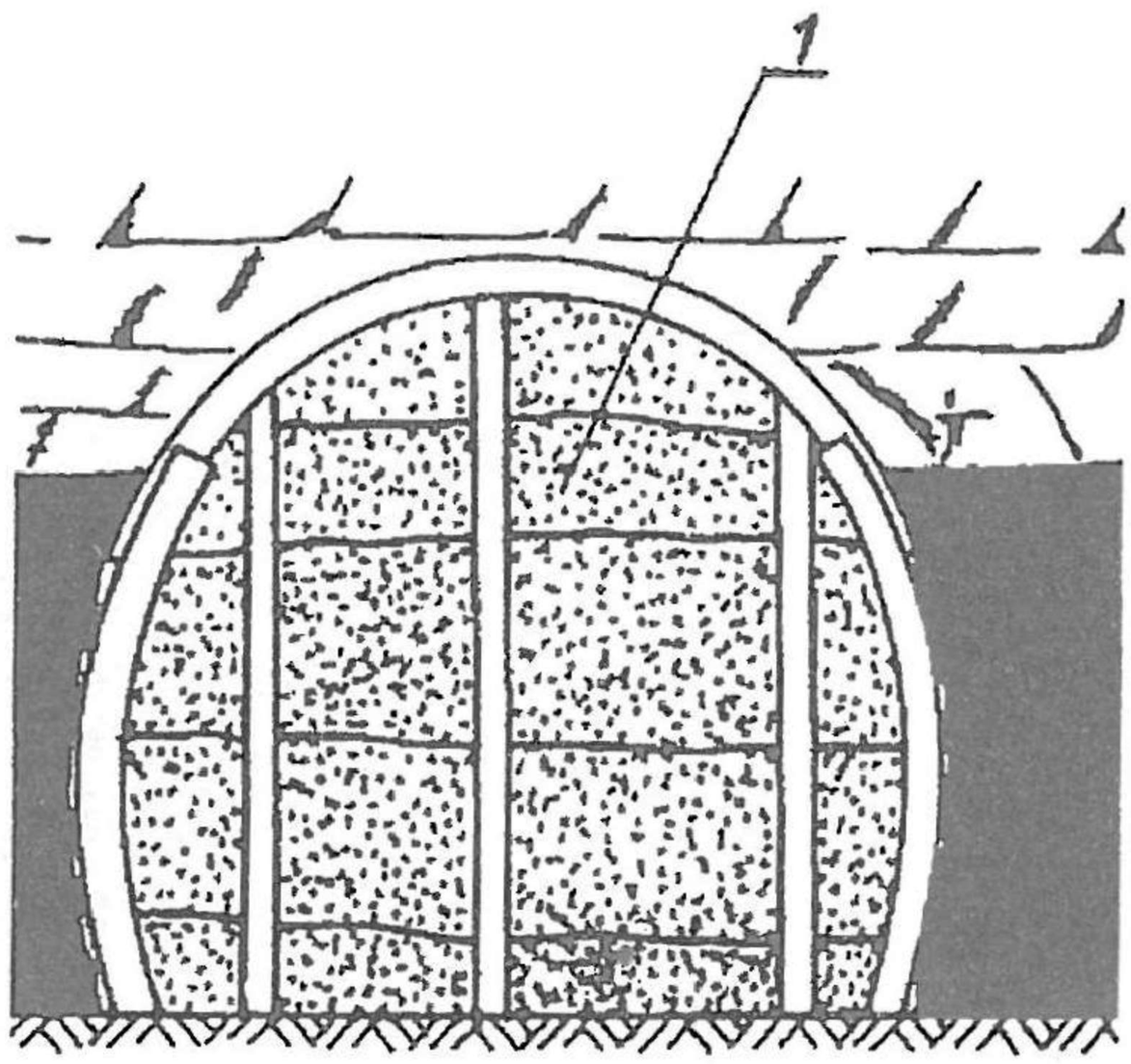
— uszczelnianie zrobów wzdłuż chodników przyścianowych (rys. 2, 5),

— wykonanie tam izolacyjnych (rys. 4),

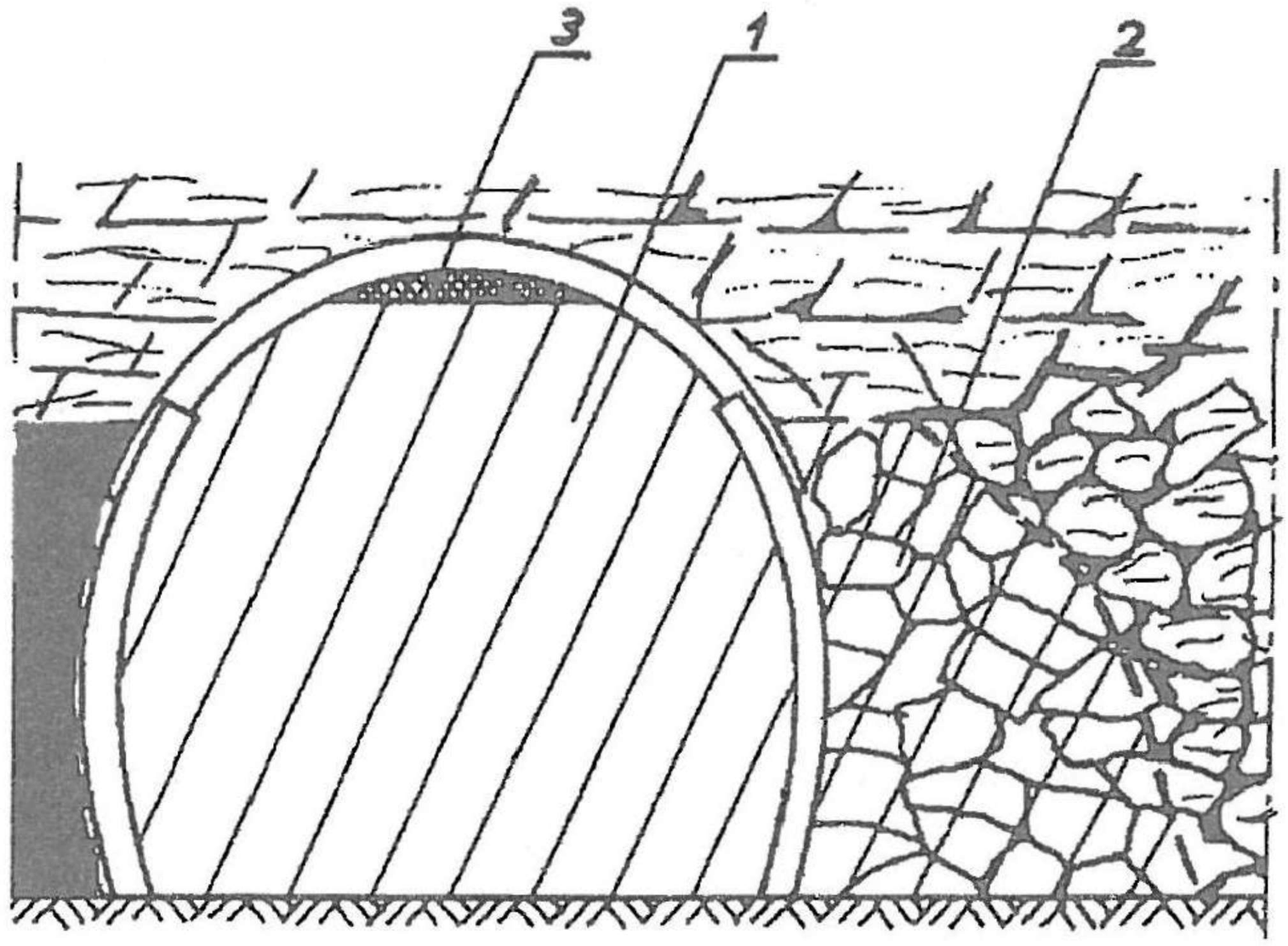
— wypełnianie zer podsadzkowych i likwidacja wolnych przestrzeni poza obudową wyrobisk (rys. 5, 6).



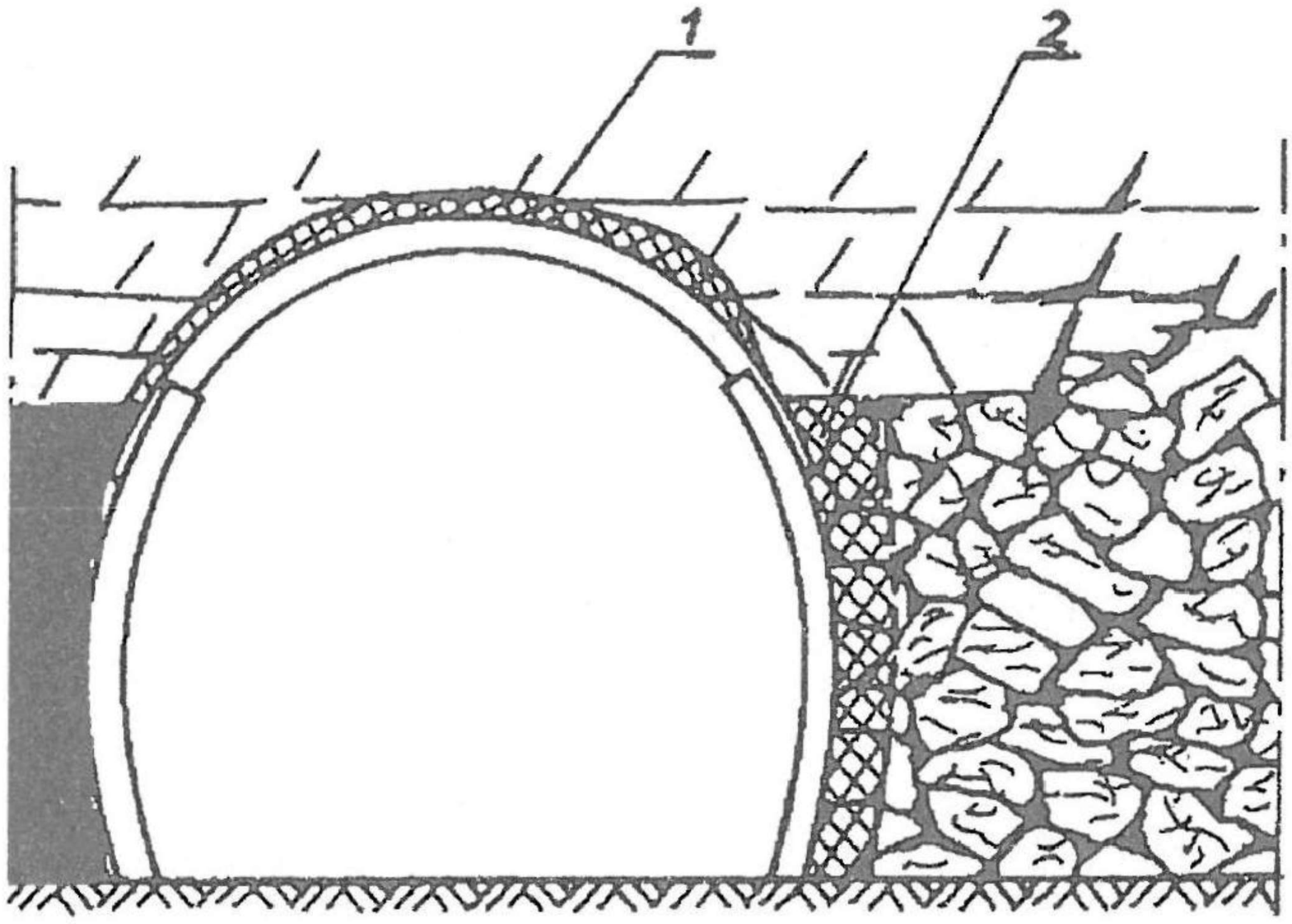
Rys. 3 — Przykład wypełnienia wyrw i szczelin w stropie w celu likwidacji zagrożenia metanowego i pożarowego
1 — strefa nierówności stropu wypełniona pianką



Rys. 4 — Przykład wykonania tamy tymczasowej z pianki
1 — czoło tamy wykonane z płótna rozpiętego na stojakach



Rys. 5 — Przykład wypełniania zer podsadzkowych
1 — korek podsadzkowy; 2 — gruzowisko zawałowe doszczelnione podsadzką;
3 — wypełnione pianką zero podsadzkowe



Rys. 6 — Przykład wypełnienia pustych przestrzeni za obudową

2. Własności pianki krylaminowej

PIANKĘ KRYLAMINOWĄ uzyskuje się przez spienienie mieszaniny żywicy i katalizatora. Stopień spienienia zależy od warunków pracy aparatu spieniającego i proporcji składników. Z 1 Mg żywicy można uzyskać 20—40 m^3

piany o gęstości pozornej w zależności od stopnia spienienia w przedziale 15—30 kg/m^3. Można uzyskać również tzw. pianę lekką o gęstości 10—15 kg/m^3. Ze wzrostem gęstości pozornej piany ulegają poprawie jej parametry wytrzymałościowe, wzrasta jednak współczynnik przewodnictwa cieplnego. Opuszczając aparat spieniający pianka ma plastyczną, półpłynną postać pozwalającą na dopasowanie jej kształtu do wszelkich potrzeb, a także na wprowadzenie w niedostępne dla innych materiałów miejsca.

PIANKĄ KRYLAMINOWĄ można wypełniać przekroje zamknięte, ale można też prowadzić natryski powierzchniowe, np. bezpośrednio na siatkę lub pod płótno wentylacyjne.

Po opuszczeniu aparatu pianka traci rozlewność w czasie około 60 sekund i tężeje całkowicie po 10—15 minutach. W tym czasie traci około 50% zawartej w niej wody. Pozostała część zawartej w układzie wody usunięta zostaje w czasie sezonowania, który w zależności od warunków tj. temperatury, przewiewności i wilgotności otoczenia, grubości warstwy pianki, wynosi kilka do kilkunastu dni.

Skurcz liniowy towarzyszący wysychaniu nie przekracza 3%.

Tak otrzymana pianka uzyskuje następujące własności:

— wysoką opornośc termiczną, współczynnik przewodnictwa cieplnego mieści się w przedziale 0,025—0,045 W/m °K,

— odpornośc na temperaturę do 150°C, przy czym pianka nie traci własności przy wielokrotnym zamrażaniu i rozmrażaniu,

— trudnopalność określoną w badaniach Głównego Instytutu Górnictwa. PIANKA KRYLAMINOWA nie pali się i nie żarzy się (wynika to z jej chemicznego charakteru). Rozkład termiczny pianek mocznikowych przebiega w każdej fazie endotermicznie. Pianka wykazuje cechy materiału samogasnącego,

— odpornośc na degradację biologiczną,

— nietoksyczność. Jak wynika z badń Instytutu Medycyny Pracy [1] preparat krylaminowy nie jest związkiem toksycznym,

— antyelektrostatyczność. Rezystancja powierzchniowa $R_o = 5{,}6 \cdot 10^6 \Omega$ kwalifikuje piankę do grupy materiałów antystatycznych. Wielkość potencjału ładunku elektrostatycznego równa 0,02 kV gromadzonego na jej powierzchni stwarza małe prawdopodobieństwo powstawania wyładowań iskrowych. Badania GIG-u wukluczyły też możliwość zapalenia mieszaniny wybuchowej metanu [2],

— spełnia wymagania Instrukcji nr 558/88 w zakresie zdolności ochronnej pochłaniacza przed tlenkiem węgla [2].

Taki konglomerat parametrów fizyko — chemicznych i użytkowych PIANKI KRYLAMINOWEJ w wersji zmodyfikowanej przez „EMES" Mining Service i PPHU „EKOCHEM" w Katowicach, potwierdzonych badaniami atestacyjnymi,

pozwolił w lipcu, 1993 r. uzyskać w Wyższym Urzędzie Górniczym w Katowicach dopuszczenie do stosowania, zgodnie z przeznaczeniem, w wyrobiskach podziemnych zakładów górniczych o stopniu „a", „b" i „c" niebezpieczeństwa wybuchu metanu.

3. Mechanizm wytwarzania i stosowania pianki krylaminowej

PIANKĘ KRYLAMINOWĄ wytwarza się przy użyciu aparatu spieniającego. Aparat taki składa się z dwóch pomp tłokowych połączonych wężami z pistoletem spieniającym. Składniki piany poprzez układ tłokowy wprowadzane są do pistoletu spieniającego. Pistolet skonstruowany jest w postaci kolumny wypełnionej szklanymi kulkami. Na wlot kolumny doprowadzony jest składnik (katalizator), silnie spieniający się oraz sprężone powietrze. Po przejściu przez kolumnę spieniającą i przewód tłoczny piana dostarczana jest do miejsca przeznaczenia. Opuszczając kolumnę spieniającą piana posiada sztywną drobnokomórkową strukturę. Żywica rozpuszcza się w pęcherzykach piany przyjmując jej postać. Obecny w katalizatorze kwas powoduje utwardzenie żywicy bez niszczenia osiągniętej struktury. Reakcja utwardzania wymaga określonego czasu, dlatego opuszczając aparat piana posiada półpłynny charakter umożliwiający wprowadzenie jej w miejsce przeznaczenia.

Powierzchnie izolowane mogą być wilgotne, jednak szczeliny i zagłębienia nie powinny być wypełnione wodą, która utrudnia związanie tworzywa z podłożem. Wytworzona w aparacie PIANKA KRYLAMINOWA wypełnia szczelnie wszelkie pęknięcia i zagłębienia. Bezpośrednio po wylaniu może być również rozprowadzana i wyrównywana. Istotną właściwością piany jest to, że świeżo naniesiona łączy się trwale z pianką już utwardzoną, tworząc warstwę izolacyjną jednorodną.

Literatura

[1] Instytut Medycyny Pracy w Przemyśle Węglowym i Hutniczym — Ekspertyza toksykologiczna preparatu Krylamin D. Sosnowiec.

[2] Orzeczenie AT-636/93 Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach, lipec 1993.

[3] Pianka krylaminowa — niepalne tworzywo porowate, wytwarzane bezpośrednio w miejscu zastosowania, oprac. ICSO „Blachownia", Kędzierzyn.

[4] Badania bioodporności trzech wersji pianki izolacyjnej Krylamin — Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa, Zakład Ochrony Biologicznej.

[5] Orzeczenie ITB Warszawa, w zakresie niepalności Krylaminu. Zakład Badań Ogniowych.

[6] Postawa J.: Skuteczne środki dla izolacji, uszczelniania i wzmacniania ociosów wyrobisk górniczych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Nr 1179. Górnictwo, z. 205, Gliwice 1992 r.

JACEK POSTAWA, WOJCIECH SCHÖPP

Krylamin DU i Krylamin DU/S — kleje iniekcyjne dla górnictwa

Streszczenie

W artykule przedstawiono charakterystyke i własności klejów iniekcyjnych KRYLAMIN DU i DU/S oraz technologię ich stosowania i wybrane przykłady praktycznego zastosowania w kopalniach podziemnych.

1. Wstęp

Żywice mocznikowo — formaldehydowe należą do środków znajdujących szerokie zastosowanie do uszczelniania i wzmacniania skał, ze względu na korzystne parametry technologiczne zaczynów iniekcyjnych sporządzanych na ich bazie oraz stosunkowo niską cenę.

Dobór odpowiednich receptur zaczynu iniekcyjnego pozwala na podwyższanie wytrzymałości mechanicznej na ściskanie skał luźnych powyżej 10 MPa [6] z jednoczesnym zapewnieniem koniecznej szczelności.

Omawiane żywice charakteryzują się odpornością na działanie:

— silnie zasolonych wód,
— roztworów w szerokim zakresie pH [7, 8],
— promieniowania UV — VIŚ,
— biodegradacji.

Szczególną ich zaletą jest również niepalność i brak toksyczności.

Używane w różnych technologiach, specjalistycznych robót górniczych,żywice mocznikowo — formaldehydowe są wodnymi roztworami monomerów mocznikowo — formaldehydowych, często modyfikowanych różnymi środkami np.: furfuramidem, ługami posulfitowymi, furfurolem, alkoholem poliwinylowym, efanodiolem, pochodnymi amoniaku i innymi [1, 2, 3, 4, 5, 21, 22, 23, 24].

Badania nad wzmacnianiem spękanych skał i kruchego węgla podjęte zostały w Polsce w 1956 roku przez GIG w Katowicach. Pierwsze zastosowania dotyczyły żywicy KMC — 60 [9], a następnie wprowadzono do praktycznego stosowania klej iniekcyjny 116 [10, 11].

Podobne badania prowadzone były w latach 50-tych również za granicą [12, 13, 14].

Firma „EKOCHEM" S.A. w Katowicach przeprowadziła w szerokim zakresie badania nad udoskonaleniem stosowanych dotychczas klejów mocznikowo — formaldehydowych. Efektem tych działań jest produkowany obecnie klej iniekcyjny KRYLAMIN DU, o własnościach znacznie przewyższających stosowane dotychczas kleje oraz samospieniający się klej KRYLAMIN DU/S.

2. Własności kleju KRYLAMIN DU

Klej KRYLAMIN DU jest wodnym roztworem żywicy mocznikowo — formaldehydowej, poliakryloamidu oraz środków zwiększających jego adhezję do skał i substancji modyfikujących. Wyglądem przypomina on mleczno — białą ciecz, przekształcającą się pod wpływem katalizatora w stałe tworzywo, odporne na działanie czynników atmosferycznych, degradację biologiczną, silnie zmineralizowaną wodę i wodne roztwory w szerokim zakresie pH.

Własności fizyko-chemiczne kleju KRYLAMIN DU przedstawiono w tabeli 1.

W stosunku do stosowanych dotychczas żywic mocznikowo — formaldehydowych, klej KRYLAMIN DU charakteryzuje się bardzo małą zawartością wolnego formaldehydu, około 30 krotnie mniejszą niż żywica KMC-60 i około 10—15 krotnie mniejszą niż klej iniekcyjny 116. Znaczne obniżenie ilości wolnego formaldehydu (HCHO) uzyskano dzięki zastosowaniu w procesie kondensacji mocznikowej, niewielkich ilości akryloamidu i rozpuszczalnych w wodzie węglanów, co prowadzi do wiązań HCHO w grupy metylolowe, a następnie metylenowe, a w ostatniej fazie kondensacji do przestrzennych struktur podobnych w swojej budowie do tzw. superabsorbentów. Bardzo cenną własnością KRYLAMINU DU jest jego wysoka wytrzymałość mechaniczna na ściskanie i zginanie, około 5 krotnie wyższa niż dla kleju iniekcyjnego 116 i 10 krotnie wyższa niż dla żywicy KMC-60.

Poprzez dobór odpowiednich detergentów oraz środków modyfikujących uzyskano poprawę adhezji kleju oraz wzrost jego odkształcalności.

Dzięki zastosowaniu technologii iniekcji z wykorzystaniem pomp dwukanałowych oraz dobór odpowiedniego stężenia katalizatora, można regulować w szerokich granicach, czas reakcji żelowania i utwardzania się kleju (praktycznie w granicach 2—20 min.) [15, 16].

TABELA 1

Własności fizyko-chemiczne kleju KRYLAMIN DU i KRYLAMIN DU/S

Lp.	Własność	Jednostka	KRYLAMIN DU	KRYLAMIN DU/S
1.	Postać	—	ciecz, mleczno-biała	ciecz, biała do kremowej
2.	Gęstość	g/cm^3	1,20—1,35	1,15—1,30
3.	Zawartość suchej substancji	% wag.	min. 60	min. 55
4.	Lepkość	m·Pa·s	50—2000	50—1800
5.	pH	—	7—9	8—10
6.	Temperatura krzepnięcia	°C	ok. 0	ok. 0
7.	Czas reakcji żelowania	min.	2—120	2—10
8.	Zawartość wolnego HCHO	% wag.	< 0,1	< 0,1
9.	Palność	—	niepalny	niepalny
10.	Toksyczność	—	nietoksyczny	nietoksyczny
11.	Stopień ekspansji	—	1	5—7
12.	Wytrzymałość mechaniczna R_c R_g	 MPa MPa	 ≈ 30 ≈ 14	 ≈ 8 —

Przeprowadzone badania [17, 18] pozwalają na stwierdzenie, że KRYLAMIN DU jest środkiem nietoksycznym i nie wykazuje drażniącego działania na skórę.

Na podstawie wykonanych badań, w orzeczeniu GIG [18] określono, że:

— oporność powierzchniowa wynosi $Rs = 8{,}15 \cdot 10^7 \Omega$, co odpowiada wymaganiom własności antyelektrostatycznych stawianym materiałom stosowanym w kopalniach podziemnych,

— średni czas palenia się próbek wynosił 1,2 s, a wskaźnik tlenowy $w_T = 41{,}1\%$, co spełnia wymagania trudnopalności oznaczonej metodą płomieniową.

Wszystkie te własności zadecydowały o dopuszczeniu przez WUG, kleju KRYLAMIN DU do stosowania w podziemnych wyrobiskach zakładów górniczych niemetanowych oraz metanowych ze stopniem „a", „b" i „c" niebezpieczeństwa wybuchu metanu.

Zgodnie z tą decyzją KRYLAMIN DU może być stosowany do specjalistycznych robót górniczych, związanych ze wzmacnianiem, uszczelnianiem i klejeniem skał płonnych i węgla oraz wypełniania szczelin i pustek w górotworze.

3. Własności kleju iniekcyjnego KRYLAMIN DU/S

Produkowany przez „EKOCHEM" S.A. klej iniekcyjny KRYLAMIN DU/S charakteryzuje się własnościami fizyko — chemicznymi przedstawionymi w tabeli 1.

W odróżnieniu od KRYLAMINU DU, w połączeniu z katalizatorem ulega spienieniu, zwiększając objętość około 5—7 krotnie, a po utwardzeniu osiąga wytrzymałość mechaniczną na ściskanie około 8 MPa.

W przeciwieństwie do tworzyw spienianych przy użyciu sprężonego powietrza, KRYLAMINU DU/S posiada strukturę **„zamknięto — porowatą"**, co umożliwia wykorzystanie go do uszczelniania i izolacji skał lub zrobów, budowy ekranów przeciwfiltracyjnych oraz wypełniania pustek i dużych szczelin w górotworze otaczającym wyrobiska górnicze.

Z uwagi na podobny skład chemiczny do KRYLAMIN DU, główne własności decydujące o możliwości zastosowania KRYLAMINU DU/S w kopalniach podziemnych są praktycznie jednakowe, co potwierdzają badania wykonane w GIG [18].

Na podkreślenie zasługuje natomiast znacznie większa adhezja oraz możliwość uzyskania wymiernych efektów ekonomicznych związanych ściśle z wielkością stopnia spienienia po zakończeniu reakcji

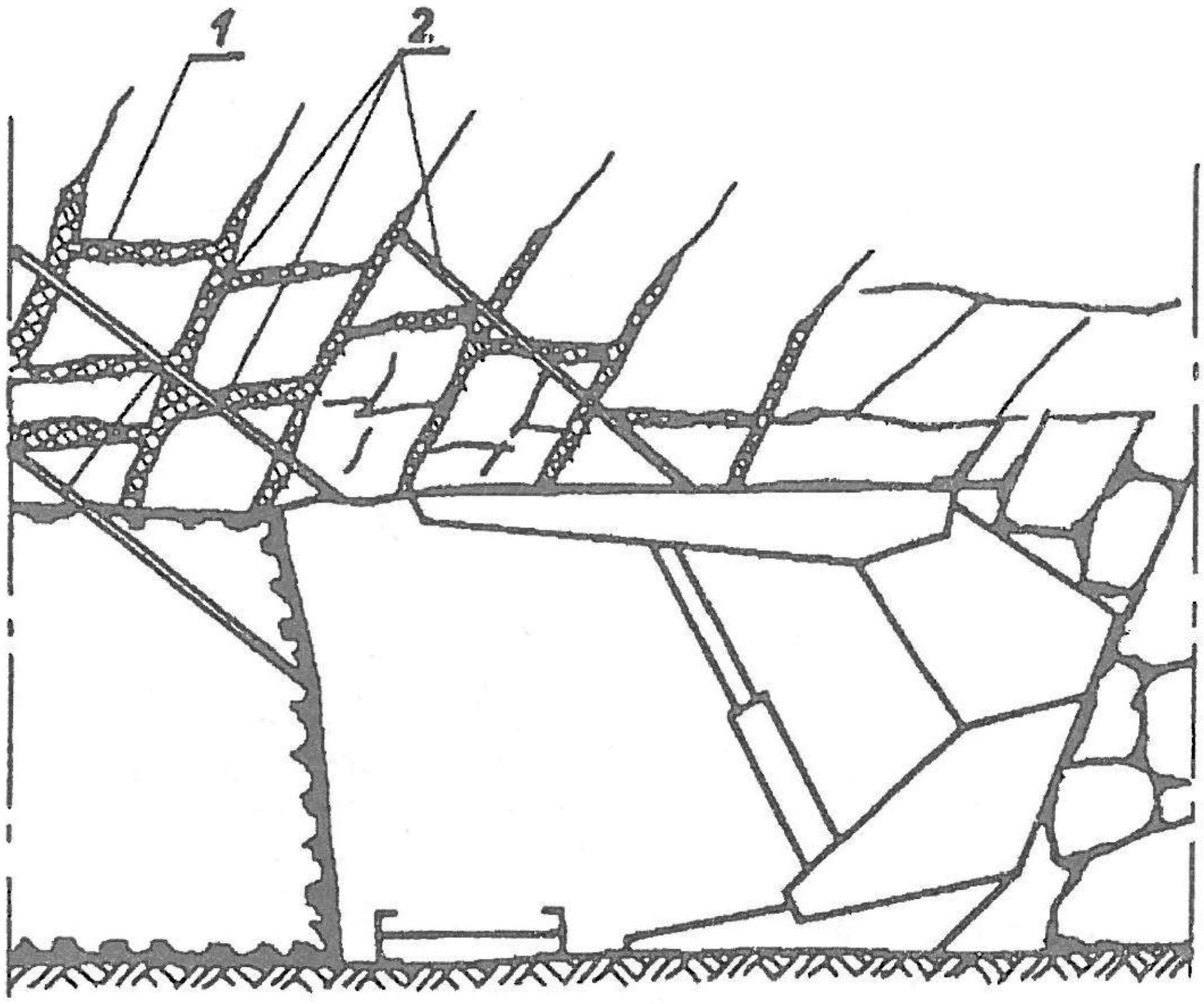
4. Stosowanie klejów KRYLAMINU DU i KRYLAMINU DU/S

Kleje KRYLAMIN DU i DU/S znajdują szerokie zastosowanie do klejenia luźnych mas skalnych, wzmacniania, uszczelniania i izolacji skał w otoczeniu wyrobisk górniczych w kopalniach podziemnych, wzmacniania fundamentów budowli technicznych na powierzchni, budowy ekranów przeciwfiltracyjnych odcinających migrację toksycznych roztworów lub produktów ropopochodnych oraz wiązania luźnych skał i hałd pylastych odpadów przemysłowych [16, 25].

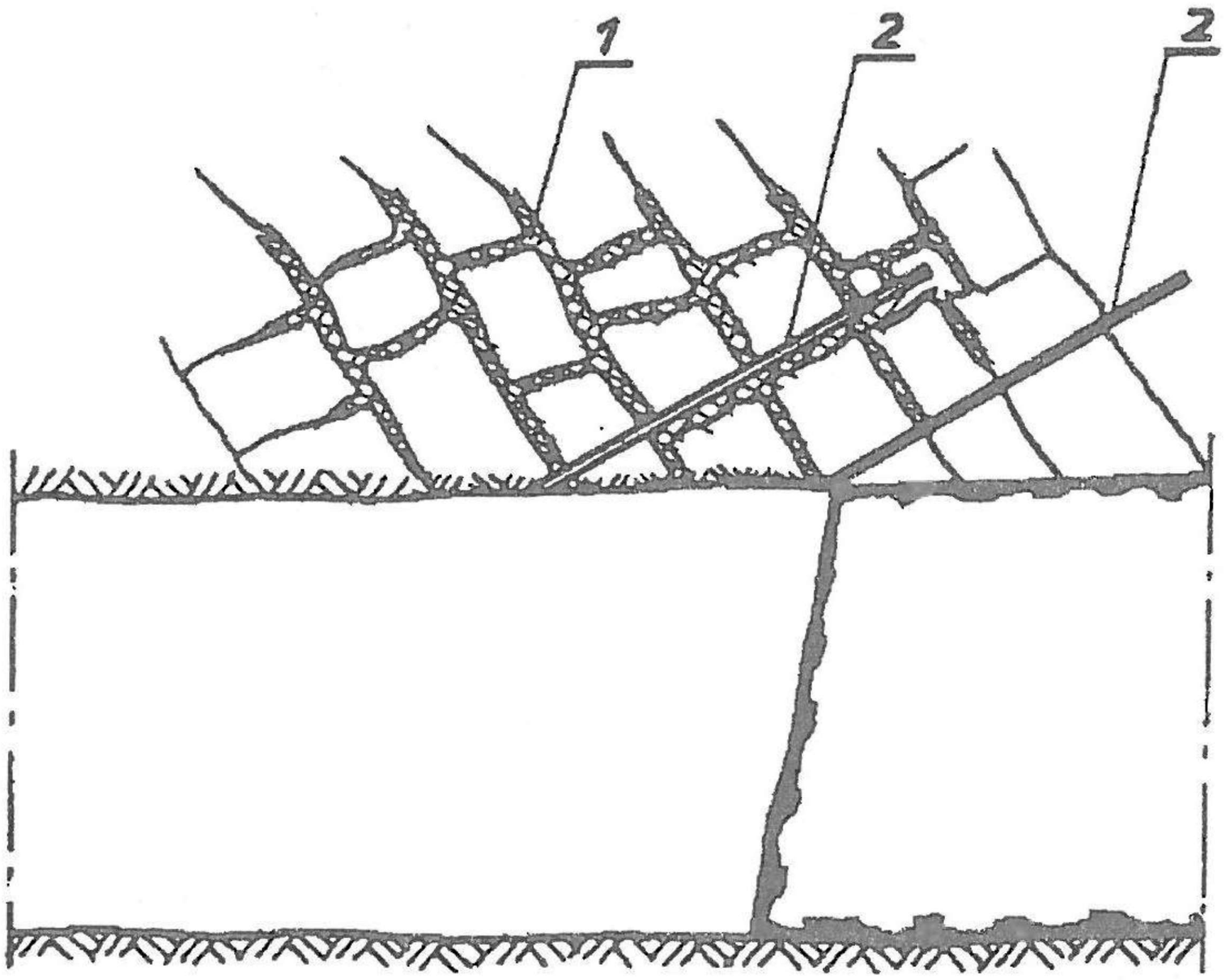
Prawidłowe zastosowanie omawianych środków wymaga następujących operacji:

— **prace przygotowawczo—projektowe**, obejmujące rozpoznanie warunków realizacji przedsięwzięcia, opracowanie technologii, dobór maszyn i sprzętu, określenie sposobu oceny skuteczności przedsięwzięcia oraz kosztów jego realizacji i możliwych do osiągnięcia efektów technicznych i ekonomicznych,

— **realizacja przedsięwzięcia** — wykonanie metodą iniekcji określonych w projekcie technicznym zamierzeń. Roboty iniekcyjne przy użyciu omawianych środków, najskuteczniej wykonać można przy użyciu pomp dwukanałowych oraz instalacji iniekcyjnej produkowanej przez firmę „EMES". Pompy dwukanałowe przystosowane do iniekowania przy użyciu kleju, pozwalają na



Rys. 1. Przykład klejenia stropu w wyrobisku ścianowym
1 — szczeliny wypełnione klejem iniekcyjnym; 2 — otwory iniekcyjne

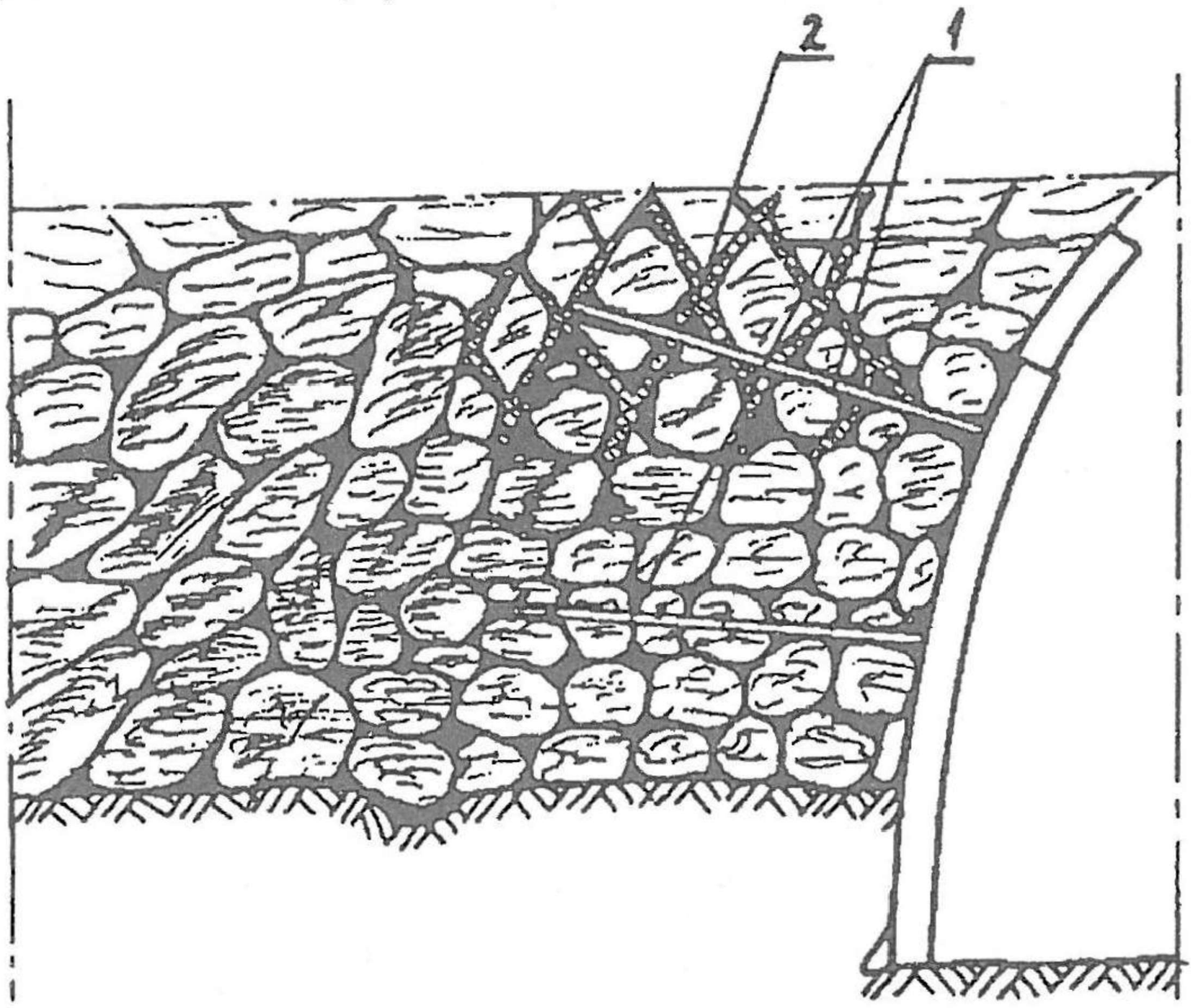


Rys. 2. Przykład klejenia stropu w wyrobisku korytarzowym
1 — szczeliny wypełnione klejem iniekcyjnym; 2 — otwory iniekcyjne

zachowanie zalecanego stosunku żywicy i katalizatora 4 : 1 oraz uzyskanie czasu żelowania w granicach 2—3 minut.

Na rysunkach przedstawiono wybrane przykłady praktycznych zastosowań kleju iniekcyjnego KRYLAMIN DU i KRYLAMIN DU/S.

Rysunek 1, przykład klejenia stropu w wyrobisku ścianowym (KRYLAMIN DU) oraz rysunek 2, przykład klejenia stropu w wyrobisku korytarzowym. Na rysunku 3, schematycznie pokazano przykład klejenia gruzowiska zawałowego (KRYLAMIN DU/S).



Rys. 3. Przykład klejenia gruzowiska zawałowego
1 — otwory iniekcyjne; 2 — spoiny z kleju iniekcyjnego

5. Podsumowanie

Posiadane przez klej iniekcyjny KRYLAMIN DU i KRYLAMIN DU/S własności fizyko-chemiczne i parametry technologiczne, w pełni uzasadniają szeroki zakres możliwości zastosowania ich w praktyce, zarówno w specjalistycznych robotach górniczych w wyrobiskach podziemnych, jak również w wielu przedsięwzięciach technicznych na powierzchni ziemi.

Aktualne ceny omawianych środków oraz ich dostępność na rynku krajowym stanowić mogą liczącą się konkurencyjność w porównaniu z innymi środkami, zwłaszcza produkcji zagranicznej.

Literatura

[1] USRR, Patent nr 164839.
[2] USRR, Patent nr 361256.
[3] PRL, Patent nr 100973.
[4] Przemysł Drzewny, 1071,6,19.
[5] USA, Patent nr 2428752.
[6] Dawydow A.D.: Szachtnoje Stroitielstwo, 1962, 8.
[7] Rżanicyn B.A., Bleskina M.A.: Iskustviennye zakreplenia gruntov. Moskva, 1960.
[8] Čajkova S.E.: Sbornik trudov, 1970, 59, 131.
[9] PRL, Patent nr 51994.
[10] Gliwa E.: Bezpieczeństwo Pracy w Górnictwie, 3, 1977.
[11] Jagoda Z., Żmuda E.: Wiadomości Górnicze, 2—3, 1987.
[12] Consolidation of Coal and Rock by Iniection by Appropriate Substances in Workings. Informacja na posiedzenie Grupy Ekspertów d/s Wydajności i Zarządzania Komitetu Węglowego. Geneva, 1975.
[13] Lauchin J.A., Fatiejev N.T., Osaulenko W.T.: Gornyj Żurnał, 8, 1974.
[14] Rocagil 1295, Informacja techniczna firmy Rhne — Poulnec, 1975.
[15] Opracowania własne: PPHU „EKOCHEM" S.A., EKC/7/08/93, EKC/13/11/93.
[16] Instrukcja stanowiskowa dla prac wykonywanych z zastosowaniem kleju KRYLAMIN DU. PPHU „EKOCHEM" S.A. EKC/93.
[17] Ekspertza toksykologiczna preparatu KRYLAMIN DU. Instytut Medycyny Pracy w Przemyśle Węglowym i Hutniczym. Sosnowiec,1986 .
[18] Orzeczenie GIG AT-821/93.
[19] Decyzja WUG, 13.10.1993, Ldz. G-74b/241/Sz-M/93.
[20] Orzeczenie GIG AT-1002/93.
[21] Szlezyngier W., Żmirowska A.: Polimery, 1963, 18, 639.
[22] Niemcy, Patent nr 2206696.
[23] USA, Patent nr 3321418, 3284379.
[24] Japonia, Patent nr 7397976.
[25] Postawa J.: Skuteczne środki dla izolacji, uszczelniania i wzmacniania ociosów wyrobisk górniczych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo z. 205, 1992.