

Marian DUCZMAL

WYSOKOCIŚNIENIOWE AGREGATY HYDRAULICZNE DO WYBIERANIA WĘGLA SYSTEMEM ŚCIANOWYM

Streszczenie. W pracy dokonano oceny istniejących agregatów hydraulicznych stosowanych przy wysokociśnieniowym hydrourabianiu węgla systemem ścianowym oraz ustosunkowano się do przeprowadzonych badań w skali laboratoryjnej i przemysłowej tak w kraju jak i za granicą.

Przeprowadzone badania wykazały, że Polska koncepcja wysokociśnieniowego urabiania węgla systemem ścianowym jest prawidłowa i zasługuje na szersze upowszechnienie.

1. Wstęp

W okresie ostatnich kilku lat ukazało się w zagranicznych czasopiśmie naukowo-technicznych i biuletynach naukowo-badawczych sporo publikacji o doświadczeniach i próbach zastosowania metody urabiania węgla za pomocą wysokociśnieniowego strumienia wody [16], [17], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [28].

Podkreśla się w nich szereg zalet tej metody. Na szczególną uwagę zasługują doniesienia o budowie i próbach urzędem doświadczalnych i prototypowych przeznaczonych do urabiania węgla za pomocą wysokociśnieniowego strumienia wody w wyrobiskach ścianowych [16], [18], [20], [21], [23], [24], [27], [28], [29].

W związku z tym wydaje się celowe a nawet konieczne przypomnienie prac badawczych, rozważań konstrukcyjnych, prób stoiskowych i dołowych, jakie prowadzone były w Polsce w latach sześćdziesiątych [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9].

2. Polska koncepcja wysokociśnieniowego hydrourabiania węgla

W latach pięćdziesiątych stosowano w kilku kopalniach w Polsce klasyczne układy hydrourabiania, oparte na monitorach z dyszami o średnicach 20-35 mm, zasilanych wodą o ciśnieniu rzędu 3 MPa (około 30 at). Ciśnienie to nie zawsze wystarczało do łatwego i efektywnego urabiania polskich węgla, które jak wiadomo, są na ogół twarde i szwiste.

Urabianie węgla hydromonitorami było stosowane w przodkach wąskich (chodnikach i komorach), przy dużym sużyciu wody i przy odpowiednio dużym nachyleniu pokładu, umożliwiającym dobre odprowadzenie wody oraz urobku.

Dla osiągnięcia lepszej efektywności hydrourabiania powstała w Głównym Instytucie Górnictwa koncepcja zastosowania strumienia wody o małej średnicy (4-8 mm) i ciśnieniu zasilania rzędu 30 MPa (około 300 at).

Inicjatorem tej myśli był ówczesny naczelny dyrektor Głównego Instytutu Górnictwa prof. dr inż. Marcin Borecki.

Aby bardziej dostosować się do warunków polskich kopalń nasze wysiłki poszły w kierunku opracowania urządzenia, do wysokociśnieniowego hydraulicznego urabiania węgla w systemie ścianowym.

Po przeprowadzeniu w 1958 roku szeregu prób i badań nad efektami działania wysokociśnieniowego strumienia wody na specjalnie zbudowanym stoisku pomiarowo-badawczym przystąpiono do prac projektowo-konstrukcyjnych, opartych na następujących założeniach:

- ciśnienie dolotowe wody powinno wynosić 30 MPa (około 300 at),
- strumień wody ma służyć tylko do urabiania węgla,
- do ładowania urobku należy stosować urządzenie pługowe lub szarniakowe,
- do odstawy urobku należy przewidzieć przenośnik sgrzeblowy,
- monitor z ruchomym ramieniem (wahaczem) musi być przeciągany wzdłuż trasy przenośnika,
- cały agregat powinien kompleksowo mechanizować wybieranie węgla w ścianie,
- agregat powinien stanowić punkt wyjściowy do automatyzacji wybierania węgla bez udziału ludzi w przodku (jako zadanie docelowe),

3. Budowa i próby doświadczalnego agregatu hydraulicznego

W wyniku tych prac powstało pierwsze rozwiązanie doświadczalnego urządzenia przewidzianego do wysokociśnieniowego hydrourabiania węgla w wyrobisku ścianowym, które nazwane zostało ścianowym agregatem hydraulicznym GIG-AH1.

Agregat hydrauliczny GIG-AH1 składał się z następujących zespołów:

- głowicy strugowej z monitorem ruchomym w płaszczyźnie pionowej (nazwanej hydrostrugiem), przeznaczonej do urabiania węgla i ładowania go na przenośnik sgrzeblowy (rys. 1),
- ścianowego przenośnika sgrzeblowego z napędem o mocy 37 kW, prowadnikami dla hydrostruga i specjalnie ukształtowanymi zastawkami dla prowadzenia węża wysokociśnieniowego wzdłuż ściany,
- zsynchronizowanego napędu o mocy 7 kW dla przeciągania hydrostruga wzdłuż przenośnika ścianowego oraz odwijania wstęgi nawijania węża wysokociśnieniowego (ciśnienie niszczące około 110 MPa) na specjalny

bęben zabudowany na stacji zwrotnej przenośnika; prędkość posuwu hydrostruga 6,2 m/min,

- zespołu popychaków hydraulicznych do przesuwania agregatu pod ocios.



Rys. 1. Głowica strugowa ścianowego agregatu hydraulicznego GIG-AH1

Podnoszenie i upuszczanie ramienia monitora odbywało się automatycznie z możliwością regulowania wychyleń do 45° w obie strony i ich ilości w granicach od 2 do 30 cykli na minutę. Ramię hydromonitora zakończone było wymiennymi dyszami o średnicach od 1 do 10 mm. Wodę pod ciśnieniem 30 MPa podawała krajowa pompa tłokowa, szeregową PS-9 o wydajności 1000 l/min.

W 1959 roku przeprowadzone zostały próby ruchowe agregatu GIG-AH1 na sztucznej ścianie długości 16 m, wysokości 2 m, zbudowanej z brył węgla i zaprawy cementowej na powierzchni kopalni Wieczerek.

Przeprowadzone próby wykazały realność wysokociśnieniowego urabiania węgla, pozwoliły wyjaśnić szereg zjawisk i określić zależności, których nie dało się ująć w skali laboratoryjnej oraz dały podstawę do rekonstrukcji agregatu ścianowego GIG-AH1 i przystosowania go, do prób dołowych w kopalni [2].

Przeprowadzone próby wykazały realność wysokociśnieniowego urabiania węgla, pozwoliły wyjaśnić szereg zjawisk i określić zależności, których nie dało się ująć w skali laboratoryjnej oraz dały podstawę do rekonstrukcji agregatu ścianowego GIG-AH1 i przystosowania go, do prób dołowych w kopalni [2].



Rys. 2. Fragment hydrostruga po zdjęciu płyty osłaniającej. Widoczny wahacz z jedną dyszą i u dołu dysza stała

Wynikiem kontynuacji naszych prac w tej dziedzinie było skonstruowanie i zbudowanie w 1960 roku ścianowego agregatu hydraulicznego GIG-AH2, przystosowanego do prób w warunkach dołowych. Agregat GIG-AH2 różnił się od agregatu GIG-AH1 przede wszystkim nowym rozwiązaniem hydrostruga i doprowadzenia wody do hydrostruga. Monitor (wahacz) umieszczony został wewnątrz usębionego struga, celem zapobieżenia zaczeptaniu wahacza o nierówności ociosu (rys. 2). Zasadniczo zmieniono doprowadzenie wody przez zastosowanie trzech wysokociśnieniowych węży giętkich, opancerzonych gąsienicą prowadzącą. W ten sposób udało się wyeliminować duży i niewygodny bęben nawijający [4].

4. Podstawowe próby dołowe agregatu hydraulicznego GIG-AH2

W okresie lipiec 1961 - październik 1962 przeprowadzone zostały podstawowe próby dołowe agregatu GIG-AH2 [4]. Agregat został zabudowany w specjalnie przygotowanym wyrobisku ścianowym w pokładzie 404/4, poziom 110 m, kop. Wieczorek, szyb Giszowiec IV. Ściana miała długość 20 m, wysokość 1,7-1,9 m oraz nachylenie podłużne 4° .



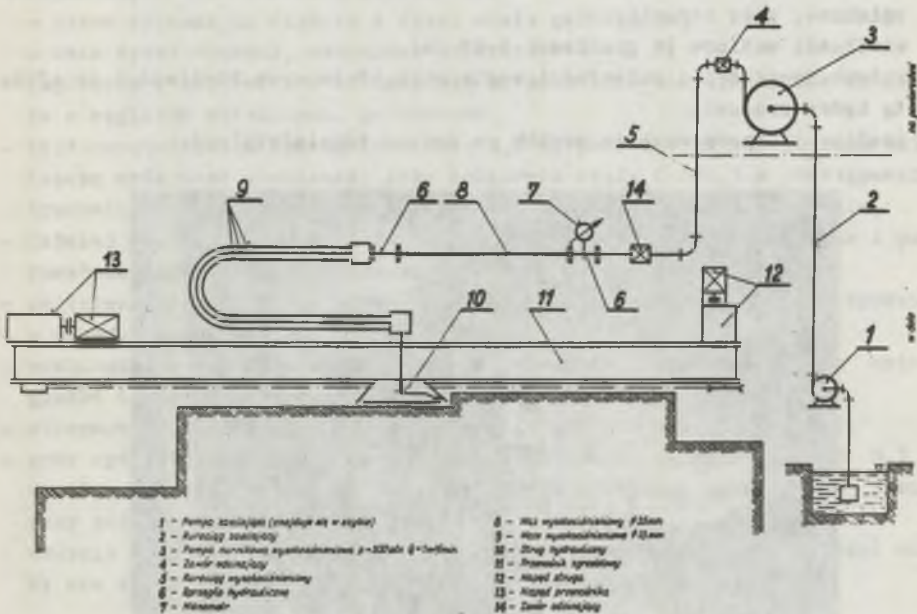
Rys. 3. Agregat hydrauliczny GIG-AH2 w ścianie doświadczalnej

Warstwa środkowej wynosiła $f = 1,9$ a w warstwach przystropowej i przyspągowej $f = 1,4$ wg skali protodiakonowa.

Zasadniczy strop stanowił drobnosiarnisty piaskowiec, oddzielony od pokładu węgla kilkucentymetrową warstwą iłowca. Zasadniczy spąg stanowiła ławica piaskowca, pokryta 20 centymetrową warstwą skały ilastej, która po odkryciu bardzo szybko rozmakała.

Pokład węgla przedzielony był dwiema warstwami łupków. Górny przerost grubości 20 cm występował w odległości 0,4 m od stropu a dolny przerost grubości około 10 cm w odległości 0,3 m od spągu. Warstwy przystropowa i przyspągowa zbudowane były z drobnowarstwowanego węgla błyszczącego, przechodzącego ku dołowi w bardzo świeży węgiel matowy. W warstwie tej występowały liczne, drobne wtrącenia pirytu. Urabialność węgla w war-

Jak z powyższego wynika, warunki górniczo-geologiczne dla prób dołowych ścianowego agregatu hydraulicznego okazały się trudne.



Rys. 4. Schemat zasilania wodą agregatu GIG-AH2

Obudowę ściany doświadczalnej stanowiły stojaki stalowe G-37 i stropnice członowe długości 1,2 m. Obudowa w ścianie była zagęszczona. Ze względu na szereg nowych rozwiązań zastosowanych po raz pierwszy w agregacie hydraulicznym GIG-AH2 nie prowadzono prób dołowych przy zastosowaniu obudowy zmechanizowanej. Ścianę doświadczalną prowadzono na zawał z pasami podsadzkowymi.

Sposób zabudowy agregatu GIG-AH2 w ścianie doświadczalnej pokazano na rys. 3 a schemat zasilania wodą - na rys. 4. Wszystkie zespoły hydrostruga były zdalnie sterowane ze specjalnej kabiny, umieszczonej przy wlocie ściany do chodnika podścianowego.

W ramach prób w ścianie doświadczalnej przeprowadzone zostały następujące badania i pomiary [4]:

- prawidłowości pracy poszczególnych zespołów agregatu,
- określenia optymalnych parametrów pracy agregatu,
- efektywności urabiania przy różnych układach dysz (rys. 5) różnych kształtach i różnych średnicach (2-10 mm) oraz przy różnej prędkości wychyleń wahacza,
- trwałości dysz wykonanych z różnych materiałów (stale stopowe, węgliki spiekane, masy ceramiczne),
- wielkości sabioru (w granicach 5-50 cm),
- wpływu twardości i świeżości węgla oraz płaszczyzn żupliwości na efekty hydrourabiania,
- analizy siarowe wychodu urobku ze ściany doświadczalnej.



Rys. 5. Hydrostrug z dwiema dyszami rozbieżnymi przed rozpoczęciem urabiania nowego sabioru

W wyniku prób dołowych w wyrobisku doświadczalnym stwierdzono, że:

- wszystkie zespoły agregatu GIG-AH2 pracowały prawidłowo nawet w trudnych warunkach górniczo-geologicznych wyrobiska doświadczalnego a zatem wysunięta koncepcja hydrourabiania wysokociśnieniowego w systemie ścianowym potwierdziła się,
- istnieje optymalna odległość dyszy od ociosu (w tym przypadku wynosiła ona 0,3-0,4 m),

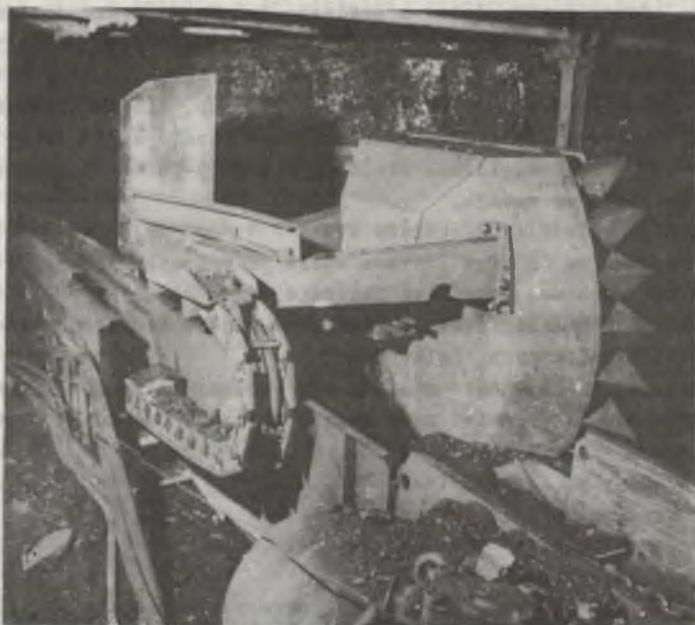
- najlepsze efekty dawały dysze o średnicy 4-5 mm; dysze o mniejszych średnicach 2-3 mm dawały wręb głęboki i równy, ale wypływający z nich strumień wody gorszej odkładał odciętą warstwę węgla, natomiast dysze o większej średnicy 6-8 mm dobrze wykonywały wręb, ale działały miażdżąco powodując nierówną powierzchnię ociosu oraz dawały zbyt duży rozrzut węgla; przy jeszcze większych średnicach dysz 9-10 mm większość urobku przerzucana była do zaważu,
- najlepszymi układami dysz okazały się:
 - dysza ruchoma na wahaczu i dysza stała przy spągu,
 - dwie dysze ruchome, ustawione sbieżnie,
- najlepsze i najtrwalsze okazały się dysze stożkowo-cylindryczne wykonane z węglików spiekanych, polerowane,
- najkorzystniejszym był sabior około 0,3 m, przy którym otrzypywano najlepszą wydajność urabiania; przy sabiorach rzędu 0,4-0,5 m występowały trudności w odpadaniu a nawet w odłamywaniu odciętych bloków węgla,
- łatwiej urabiał się węgiel twardy niż wzięszy, natomiast spękania i porowatość węgla podnosiły znacznie efekt urabiania,
- najlepsze urabianie występowało przy działaniu strumienia wody zgodnie z płaszczyznami łupliwości,
- urabianie tą metodą przy odpowiednio dobranych dyszach dawało ocios gładki i równy,
- otrzypywany tą metodą urobek składał się głównie z węgla grubego,
- przy optymalnie dobranych parametrach urobienie jednego sabioru 0,3 m na długości ściany trwało 5 min, co dawało wydajność agregatu 3 t/min przy zużyciu wody 156 l/t,
- zużycie wody było znacznie mniejsze niż przewidywano i że te ilości wody nie wywierały żadnego szkodliwego wpływu na wyrobisko.

5. Półprzemysłowe próby dołowe agregatu hydraulicznego GIG-AH3

Na podstawie wyników prób dołowych, przeprowadzonych poprzednio w kop. Wieczorek opracowano i zbudowano w 1964 roku prototyp agregatu hydraulicznego, który oznaczono symbolem GIG-AH3.

Zasada działania agregatu została niezmienną. Wprowadzono natomiast pewne zmiany i ulepszenia konstrukcyjne a mianowicie:

- zwiększono długość agregatu do 40 m,
- zastosowano bardziej nowoczesny przenośnik sgrzeblowy Śląsk,
- wzmocniony napęd hydrostruga stanowią dwa wolnobieżne, tłokowe silniki hydrauliczne przymocowane od strony ociosu do stacji napędowej i stacji zwrotnej przenośnika,
- wzmocniono gaśnicę prowadzącą,
- skrócono odcinek wysokociśnieniowego rurociągu, ponieważ pompa PS-9 umieszczona została na dole w komorze, odległej około 300 m od wyrobiska ścianowego.



Rys. 6. Fragment agregatu hydraulicznego GIG-AH3 w wyrobisku ścianowym. Hydrostrug w pozycji wyjściowej do nowego cyklu roboczego

Pierwsze, półprzemysłowe próby agregatu GIG-AH3 (rys. 6) były prowadzone w kop. Rymer w wyrobisku ścianowym długości 40 m, wysokości 1,9 m i nachyleniu podłużnym $4-6^{\circ}$, w pokładzie 606, poziom 200 m [8]. Zadaniem prób dołowych było sprawdzenie przydatności ruchowej poszczególnych zespołów agregatu oraz ustalenie organizacji pracy wybierania ściany. Próby te wykazały, że urabianie węgla za pomocą wysokociśnieniowego agregatu przebiegało dobrze. Strumień wody doskonale odcinał nie tylko węgiel, ale również występujący w pokładzie przerost łupku piaszczystego.

Po przejściu 50 m postępu frontu ściany doświadczalnej postanowiono dalsze próby prowadzić w ścianie długości około 60 m, również w kop. Rymer. W gąsienicy prowadzącej wprowadzono dodatkowe przeguby w płaszczyźnie poziomej, co zapewniło jej lepsze układanie w przewodnikach nawet przy nieprostoliniowym ustawieniu przenośnika. Pozostałe zespoły pozostały bez zmian. Wydłużono tylko ciąg przenośnika, gąsienicę prowadzącą, zastawki i przewodniki hydrostruga.

Po wprowadzeniu koniecznych zmian w agregacie rozpoczęto w październiku 1965 roku próbną eksploatację w pokładzie 606, poziom 200 m, w ścianie długości 60 m, wysokości 1,8-2,0 m i upadzie podłużnym $6-8^{\circ}$. Urabialność węgla wynosiła $f = 1,4$ wg skali Protodiakonowa a urabialność przerostu grubości 0,3 m w środkowej partii pokładu wynosiła $f = 3,5$ stopnia wg tej samej skali.

Ścianę prowadzono na zawał z pasami szerokości 6 m, układanymi przy chodnikach oraz wnękami górną i dolną, wykonywanymi ręcznie. Wzrost ścianowe obudowano stojakami hydraulicznymi SHI-07 i stalowymi stropnicami stalowymi długości 1,2 m.

Hydrostrug wyposażony był w jedną dyszę ruchomą średnicy 5 mm na waha-czu i jedną dyszę stałą średnicy 4 mm przy spągu. Woda robocza była do-prowadzana rurociągiem stalowym długości 350 m od pompy PS-9, umieszczo-nej w komorze na tym samym poziomie. Wszystkie zespoły agregatu były zdal-nie sterowane z pulpitu sterowniczego, umieszczonego w chodniku podścia-nowym. Cykl urabiania przebiegał bez udziału ludzi w przodku. Przesuwanie całego agregatu pod ocios odbywało się za pomocą zespołu przesuwaków hy-draulicznych.

Próby półprzemysłowe przeprowadzono w dwóch etapach [8]. W pierwszym etapie (IV kw. 1965) chciano sprawdzić maksymalną zdolność roboczą agre-gatu. W drugim etapie (I i II kw. 1966) chciano sprawdzić zachowanie się agregatu w normalnych warunkach eksploatacyjnych kopalni (obsługa wyłącz-nie kopalniana).

W pierwszym etapie próby prowadzone były na jednej lub dwóch zmianach. Minimalnie wykonywano podczas zmiany dwa sabiory 0,35 m a maksymalnie - cztery. Podczas dwóch zmian wykonywano minimalnie cztery sabiory 0,35 m a maksymalnie - sześć.

W drugim etapie pracowano na jedną zmianę, wykonując dwa sabiory na zmia-nę.

Urabianie węgla odbywało się przeważnie dobrze. Odcinanie i odpadanie odciętej warstwy węgla przebiegało sadowalająco. W razie, gdy węgiel sam nie odpadał odłamki go sęby hydrostruga. Strumień wody wypływający ze stałej dyszy dolnej, skierowanej na calisnę przy spągu, skutecznie podci-nał węgiel przygotowując wręb dla następnego sabioru.

Ładowanie urobku przez odkładnię hydrostruga w czasie ruchu roboczego przebiegało poprawnie.

Uzyskany urobek dawał korszystny skład siarcowy 61,6% węgla grubego. Zdal-ne sterowanie zespołami agregatu łącznie z wysokociśnieniową pompą za-silającą PS-9 doskonale zdało egzamin. Czynności obsługi agregatu w csa-sie urabiania i ruchu powrotnego ograniczały się do obserwacji prawidł-ości działania poszczególnych zespołów.

W czasie tych prób ścianowy agregat hydrauliczny GIG-AH3 okazał się dojrzalszym rozwiązaniem konstrukcyjnym, mogącym dawać dobre wyniki tech-niczno-ekonomiczne. Żeby jednak agregat mógł być w pełni wykorzystany po-winien pracować w ścianach wyposażonych w obudowę smechanizowaną. Zasto-sowana podczas prób obudowa indywidualna powodowała olbrzymią pracowito-ność robót pomocniczych (stawianie obudowy, układanie pasów podsadzkowych, wykonywanie wnęk, przekładka popychaków hydraulicznych), co w praktyce zmniejszało postęp ściany prawie 3-krotnie. O ile do obsługi agregatu po-trzeba było 2 ludzi, to do wykonywania robót pomocniczych 12 ludzi.

Mimo to wyniki uzyskane w czasie prób były korzystne. Całkowity postęp frontu ściany długości 60 m wynosił około 140 m. Wybrano z niej 23 tys. t urobku, uzyskując średnią wydajność 4,55 t/rdn. Zużycie wody roboczej wynosiło 110 l/t urobku a zużycie energii 2,2 kWh/t przy wydajności agregatu około 220 t/h [8].

Opracowana przez Główny Instytut Górnictwa metoda wysokociśnieniowego, hydraulicznego urabiania węgla systemem ścianowym oraz wysokociśnieniowy agregat hydrauliczny AH uzyskały w latach 1964-1967 patenty w urzędach patentowych PRL, Francji, Wielkiej Brytanii, Jugosławii, RFN i Japonii [10], [11], [12], [13], [14], [15].

Autorzy za opracowanie metody wysokociśnieniowego urabiania węgla oraz agregatu hydraulicznego GIG-AH otrzymali:

- w 1967 roku nagrodę na Pierwszej Wystawie Osiągnięć Polskiej Myśli Badawczej,
- w 1968 roku nagrodę Przewodniczącego Komitetu Nauki i Techniki za realizację ważnej dla gospodarki narodowej pracy w zakresie rozwoju nauki i techniki.

Na podstawie wyników prób przeprowadzonych w kop. Rymer Resortowa Komisja Oceny Maszyn Ministerstwa Górnictwa i Energetyki zatwierdziła budowę 2 sst. ścianowych agregatów hydraulicznych GIG-AH4.

Agregat GIG-AH4 miał długość 100 m. Przewidziany był do współpracy z obudową zmechanizowaną. Do zasilenia hydrostruga przewidziana była znacznie mniejsza i lżejsza, amerykańska pompa ALDRICH, trójnurnikowa o wydajności 364 l/min i ciśnieniu 32 MPa, napędzana silnikiem elektrycznym o mocy 221 kW. Na podstawie opracowanej przez Główny Instytut Górnictwa dokumentacji technicznej Rybnicka Fabryka Maszyn w kooperacji z innymi fabrykami Zjedn. Przem. Mass. Górn. POLMAG ukończyła w październiku 1967 r. pierwszy egzemplarz ścianowego agregatu hydraulicznego GIG-AH4. Równolegle w kop. Jastrzębie prowadzone były roboty górnicze związane z wyrobiskiem dla agregatu. W I kw. 1968 rozpoczęto sbrojenie, wyrobiska i transport zespołów agregatu.

Niestety wkrótce wszelkie prace zostały zatrzymane wskutek decyzji Kolegium MGIE o całkowitym wycofaniu hydromechanizacji z kopalń przemysłu węglowego.

6. Zagraniczne rozwiązania urządzeń do wysokociśnieniowego urabiania węgla systemem ścianowym

Tymczasem w latach siedemdziesiątych nastąpił w wielu krajach wyraźny wzrost zainteresowania metodą wysokociśnieniowego urabiania węgla. Dotyczy to głównie Stanów Zjedn. A.P. Republiki Federalnej Niemiec, Wielkiej Brytanii a także choć w mniejszym stopniu Kanady i Japonii. Ośrodki naukowo-badawcze tych krajów podejmują szeroki zakres prac w tej dziedzi-

nie. Przeszacowane są duże środki na te cele. W samym tylko resecrcie górnictwa Stanów Zjedn. AP przeszacowano w 1975 roku ponad milion dolarów na prace związane z wysokociśnieniowym urabianiem węgla, w tym ponad 600 tys dolarów na wykonanie doświadczalnego urzadzania dla wysokociśnieniowego urabiania węgla systemem ścianowym [18]. Dla wymiany doświadczeń organizowane są co dwa lata międzynarodowe sympozja technologii cięcia wysokociśnieniowym strumieniem wody - I Sympozjum w 1972 r. w Coventry, Wlk. Brytania, V Sympozjum w 1980 roku w Hannover, RFN [16], [24].

Zagraniczne, doświadczalne urzadzania ścianowe do urabiania węgla za pomocą wysokociśnieniowego strumienia wody zaczynają się pojawiać od 1975 roku [16], [18], [23], [24], [27], [28], [29]. Można wymienić tu jedno rozwiązanie amerykańskie opracowane przez Rock Mechanics and Explosives Research Centre of University Missouri - Rola [16], [18], [23], [28] oraz dwa rozwiązania zachodnio-niemieckie [24], [27], [29]. Układi kolejne fazy pracy tych urzadzzeń doświadczalnych są na ogół podobne do polskich rozwiązań ścianowego agregatu hydraulicznego.

Niektóre parametry (np. optymalna głębokość zabioru, prędkość posuwu, doprowadzenie wody i inne) są podobne do parametrów polskich agregatów. Natomiast zastosowane ciśnienie wody podawanej do dysz jest wyższe, rzędu 70-75 MPa natomiast średnice dysz są mniejsze, rzędu 1-2 mm.

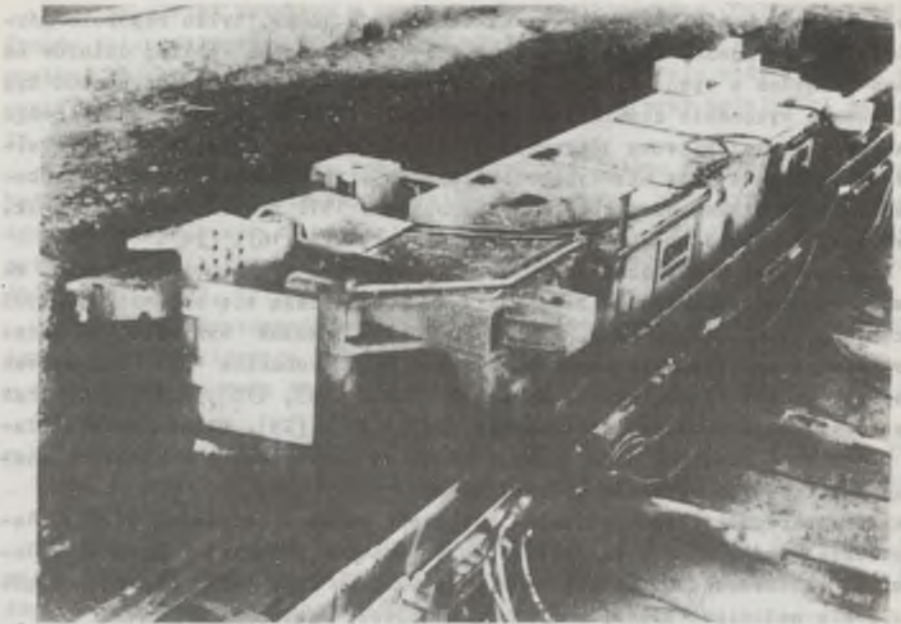
Hydrostrug opracowany przez University Missouri - Rola stanowił kombinację zespołów kombajnowych ze specjalnie skonstruowanym kadłubem struga. W kadłubie tym umieszczone zostały dysze średnicy 1 mm wykonujące ruchy wahadłowe. Rząd dysz pionowych wykonywał wrąb pionowy w caliźnie. We wrąb ten wchodził kadłub struga i klinem swym odłamywał zawrębioną warstwę węgla, ładując ją na przenośnik.

Dysze przystropowe i przyspągowe odcinały węgiel od stropu i spągu. Wodę o ciśnieniu 70 MPa podawała pompa o wydajności 90 l/min i mocy 110 kW wbudowana w hydrostrug.

Maksymalna prędkość posuwu wynosiła 6 m/min a maksymalny zabiór - 0,6 m. Próby doświadczalnego hydrostruga prowadzone w latach 1977, 1978 w kopalni odkrywkowej Peabody Coal w Moberly, Mo potwierdziły wydajność urabiania 3 t/min. Po próbach zamierzano dokonać kilku zmian konstrukcyjnych i rozpocząć próby dołowe w kopalni głębinowej.

Zbudowany w 1979 roku doświadczalny hydrostrug f-my MAN-GHH STERKRADE (rys. 7) stanowił bardziej dojrzałą konstrukcję składającą się z dwóch głowic strugowych, umieszczonych symetrycznie po obu stronach. W głowicy umieszczonych było kilka ruchomych dysz o średnicy 2 mm, które wyrzucały strumienie wody odchylane w płaszczyźnie poziomej w przedziale 70°. Strumienie wykonywały pionowy wrąb w caliźnie, w który wchodziły noże głowicy strugowej i odłamywały zawrębiony węgiel.

W hydrostrug wbudowane były dwie pompy wysokociśnieniowe 75 MPa, napędzane silnikiem elektrycznym o mocy 300 kW i łącznej wydajności 200 l/min. Przewody doprowadzające wodę i energię elektryczną doprowadzane były za



Rys. 7. Prototyp hydrostruga zachodnio-niemieckiej firmy MAN-GHH STERKRADE na stoisku badawczym

pomocą gąsienicy prowadzącej. Przeciąganie hydrostruga wzdłuż trasy przesłownika odbywało się za pomocą napędu hydraulicznego o mocy 90 kW o płynnie regulowanej prędkości posuwu i sile uciążu 300 kN. Maksymalna prędkość posuwu wynosiła 12 m/min.

Ursządzenie było badane na stoisku w Bergbau-Forschung GmbH oraz w kopalni Lohberg. Próby dołowe potwierdziły wyniki doświadczeń stoiskowych. Optymalne wyniki otrzymano przy sabinorze 0,3 m. Obecnie firma oferuje udoskonalone ursządzenie, nazwane GHH-JETMINER.

Hydrostrug f-my WESTFALIA-LÜNEN wyposażony jest w stałe dysze o średnicy 1 mm, umieszczone w płaszczyźnie zębów głowicy strugowej. Zasilanie dysz w wodę odbywało się przewodami za pomocą gąsienicy prowadzącej w ilości 10 l/min na jedną dyszę. Pompa wysokociśnieniowa 70 MPa umieszczona była niedaleko wysypu. Doświadczalny hydrostrug przeszedł badania stoiskowe (sztuczna ściana) w Bergbau-Forschung GmbH, gdzie dobrane zostały optymalne parametry - średnica dysz, usytuowanie dysz, ciśnienie wody, wielkość sabinoru, prędkość posuwu głowicy strugowej.

Zasada pracy hydrostruga WESTFALIA-LÜNEN jest odmienna niż w poprzednich rozwiązaniach. Tutaj zadaniem strumienia wody jest nie tyle wykonywanie wrębu, ile zapewnienie bezpośredniego kontaktu zębów struga z calisną poprzeczką szybkiej i dokładnej odprowadzanie drobnych frakcji węgla, powstałych podczas strugania.

Próby dołowe przeprowadzone w kopalni Lohberg dały wyniki pozytywne. Użytkowano zmniejszenie o 50% siły potrzebnej do urabiania calizny, zwiększenie zabioru o 15%, zwiększenie wydajności o 15%, poprawę wychodu grubych sortymentów.

7. Podsumowanie

Jak wynika z powyższego, że:

- układ i zasada działania ścianowych agregatów hydraulicznych zbudowanych w Polsce w latach sześćdziesiątych i doświadczalnych urządzeń do hydromechanicznego urabiania węgla w systemie ścianowych zbudowanych za granicą kilkanaście lat później są bardzo podobne,
- wyniki zagranicznych prób i badań w zakresie wysokociśnieniowego hydro-urabiania węgla potwierdziły w większości wyniki polskich badań, przeprowadzonych kilkanaście lat wcześniej,
- wysokociśnieniowe agregaty ścianowe stanowią dojrzałe konstrukcje, które mogą być stosowane w warunkach przemysłowych, dając dobre efekty techniczne i ekonomiczne.

Potwierdza to polską koncepcję wysokociśnieniowego urabiania węgla systemem ścianowym.

LITERATURA

- [1] Borecki M.: Niektóre zagadnienia hydraulicznej eksploatacji złóż węglowych - Przegląd Górniczy nr 5 1956.
- [2] Duczmal M., Perek J.: Ispytaniya vysokonapornoy gidraulicheskoy otbojki ugla v ławie. (Próby wysokociśnieniowego urabiania węgla w systemach ścianowych) Referat wygłoszony podczas Międzynarodowej Konferencji Hydromechanizacji zorganizowanej przez Stałą Komisję Przemysłu Węglowego RWPG - Katowice, październik 1961.
- [3] Duczmal M., Perek J.: Mechanization of hydraulic getting (Mechanizacja hydraulicznego wybierania) - Central Mining Institute Annual Report 1961.
- [4] Duczmal M., Perek i inni: Doświadczalny ścianowy agregat hydrauliczny GIG-AH2. Sprawozdanie z prac konstrukcyjnych i półprzemysłowych prób dołowych - Główny Instytut Górnictwa, Katowice październik 1962.
- [5] Borecki M., Duczmal M. i inni: Coal getting by high - pressure water (Wybieranie węgla za pomocą wody pod wysokim ciśnieniem) - Central Mining Institute Annual Report, Katowice 1963.
- [6] Miller M.: Tests on effectiveness of hydraulic coal cutting by high pressure water jet of an order of about 300 atm (Badania efektywności hydraulicznego urabiania węgla za pomocą wysokociśnieniowego strumienia wody rzędu 300 atm) - Central Mining Institute Annual Report, Katowice 1963.
- [7] Duczmal M., Raczyński A., Perek J.: Underground tests with GIG-AH3 set at R colliery (Próby dołowe agregatu GIG-AH3 w kopalni R) - Central Mining Institute Annual Report, Katowice 1964.

- [8] Duczmal M., Perek J., Wojtal W.: Experience with the longwall face set for hydraulic cutting of coal at Rymer colliery (Doświadczenia eksploatacyjne ścianowego agregatu do hydraulicznego urabiania węgla w kopalni Rymer) - Materiał na Międzynarodowe Sympozjum zorganizowane przez Wydział Węglowy Europejskiej Komisji Ekonomicznej ONZ, Katowice 11-15.10.1966.
- [9] Raczyński A.: Hydrauliczne urabianie węgla w górnictwie światowym - Przegląd Górniczy nr 1 1968.
- [10] Pat. nr 49373 Sposób hydraulicznego urabiania węgla oraz urządzenie do stosowania tego sposobu - Urz.Pat. PRL 25 maja 1964.
- [11] Pat. nr 1091844 Equipment for the high pressure hydraulic mining of coal from longwall faces (Urządzenie do wysokociśnieniowego, hydraulicznego urabiania węgla w wyrobiskach ścianowych) - The Patent Office London 25 maja 1965.
- [12] Pat. nr 1274544 Hydromechanischer Kohlenhobel für den Strebabbau (Hydromechaniczny strug węglowy dla wyrobisk ścianowych) - Bundesrepublik Deutschland, Deutsches Patentamt 25 maja 1965.
- [13] Pat. nr 26711 Uredaj za hydraulicno otkopavanje uglja (Urządzenie do hydraulicznego urabiania węgla) - SFR Jugosławija, Savezni Zavod za Patente 30 czerwca 1967.
- [14] Pat. nr 30471 Method of hydraulic coal working and the plant by means of which coal may be worked in the said method (Metoda hydraulicznego wybierania węgla oraz instalacja do stosowania tej metody) Patent Office Tokyo, Japan, 25 maja 1965.
- [15] Pat. nr 18286 Sposób hydraulicznego urabiania węgla oraz urządzenie do stosowania tego sposobu - UP Francji 25 maja 1965.
- [16] Harzer H., Prettin W.: 3 Internationales Symposium für Düsenschneidtechnik in Chicago (3 Międzynarodowe Sympozjum techniki cięcia dyszami w Chicago) Glückauf nr 20 1976.
- [17] Maurer H.: Hydromechanische Kohlegewinnung und hydraulische Förderung (Hydromechaniczne urabianie węgla i transport hydrauliczny) - Fördern und Heben nr 5 1977.
- [18] Summers D.A., Barker C.R., Mazurkiewicz M.: Współczesne tendencje w hydraulicznym urabianiu węgla w Stanach Zjednoczonych - Górnictwo Odkrywkowe nr 1-2 1978.
- [19] Jeremio H.L.: Hydromonitor design and operating parameters in hydraulic mining (Konstrukcyjne i eksploatacyjne parametry hydromonitora w hydrourabianiu) - Journal Mines Metals and Fuels nr 1 1979.
- [20] Summers D.A.: Recent advances in water jet coal-mining (Ostatnie osiągnięcia w urabianiu węgla za pomocą strumienia wody) - Colliery Guardian nr 9 1979.
- [21] Pasche E.: Einsatz der HDW - Scheidtechnik im Bergbau (Zastosowanie w górnictwie techniki wycinania za pomocą wysokociśnieniowego strumienia wody) - Bergbau nr 10 1979.
- [22] Ekber B.I.: Entwicklungsstand des Hydrobergbaus in der UdSSR (Stan rozwoju hydrourabiania w górnictwie ZSRR) - Glückauf nr 4 1981.
- [23] Summers D.A.: Die Anwendung von Hochdruckwasserstrahlen im Bergbau (Zastosowanie wysokociśnieniowych strumieni wody w górnictwie) Bergbau Forschungshefte nr 1 1980.
- [24] Henkel E.H.; Kramer T.: Entwicklung und Erprobung neuer aktivierter Gewinnungstechniken (Rozwój i próby nowych aktywowanych technik wybierania) - Glückauf nr 15 1981.
- [25] Pasche E.: Der Einfluss von Höchstdruckwasserstrahlen auf Abbauvorgänge im Gestein (Wpływ wysokociśnieniowych strumieni wody na przebieg urabiania skał) Berg- u. Hüttenmännische Monatshefte nr 4 1981.

- [26] Baumann L., Lehmkuhl J. i inni: Steigerung der Effektivität von Hochdruckwasserstrahlen beim Streckenvortrieb durch Additive (Zwiększenie efektywności wysokociśnieniowych strumieni wody w urabianiu chodników przez zastosowanie dodatków intensyfikujących) - Glückauf nr 19 1981.
- [27] GHH-JETMINER Kohलगewinnung mit Hochdruckwasserstrahlen (GHH-JETMINER Wybieranie węgla za pomocą wysokociśnieniowych strumieni wody) - Prospekt f-my GHH Sterkrade RFN - 1981.
- [28] Praca zbiorowa: Proceedings of the workshop on the application of high pressure water jet cutting technology (Sprawozdania z prac nad zastosowaniem technologii cięcia za pomocą wysokociśnieniowego strumienia wody) - University Missouri - Rolla, październik 1975.
- [29] Bockmann K., Becker K., Rassmann M.: Weiterentwicklung der Hobeltechnik (Perspektywiczny rozwój techniki strugowej) - Bergbau nr 10 1979.

Wpłynęło do Redakcji w październiku 1982 r.

Recenzent: prof. dr inż. Włodzimierz SIKORA

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ АГРЕГАТЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ДОБЫЧИ УГЛЯ СТЕНОВОЙ СИСТЕМОЙ

Р е з ю м е

В работе была проведена оценка существующих гидравлических агрегатов применяемых для гидравлической обработки угля стеновой системой при высоких давлениях, а также было определено отношение к проведенным исследованиям в лабораторном и промышленном масштабе как на родине так и зарубежом.

Проведенные исследования показали, что польская концепция обработки угля при высоком давлении стеновой системой является правильной и заслуживает на широкое распространение.

HIGH-PRESSURE HYDRAULIC ASSEMBLIES FOR THE EXPLOITATION OF COAL IN LONGWALL SYSTEM

S u m m a r y

The estimation of the existing hydraulic assemblies used for the high-pressure exploitation of coal in longwall system is carried out in the article. Laboratory and industrial tests carried out both in this country and abroad are discussed. The carried out tests have shown that Polish concept of high-pressure exploitation of coal in longwall system is correct and worth spreading.