

Stanisław LASKO

Centralny Ośrodek Badawczo-Projektowy Górnictwa Odkrywkowego "Poltegor"

ZASTOSOWANIE WYSOKOENERGETYCZNEGO STRUMIENIA CIECZY W MASZYNACH DO URABIANIA CIĄGŁEGO

Streszczenie: Postęp w budowie pomp wodnych na ciśnienie rzędu 400 MPa spowodował możliwość urabiania skał strugą cieczy. Uwzględniając istniejące światowe rozwiązania, prace doświadczalne nad zastosowaniem wysokoenergetycznych strumieni cieczy w warunkach polskich zaprogramowano dla wielonaczyniowych maszyn urabiających. Urządzeniami tymi są: koparka wielonaczyniowa KWK-106 do urabiania nad wodą oraz pogłębiarka ssąco-regulująca typu ZRS-2WT. Syntezę wyników z przeprowadzonych doświadczeń przedstawiono w referacie.

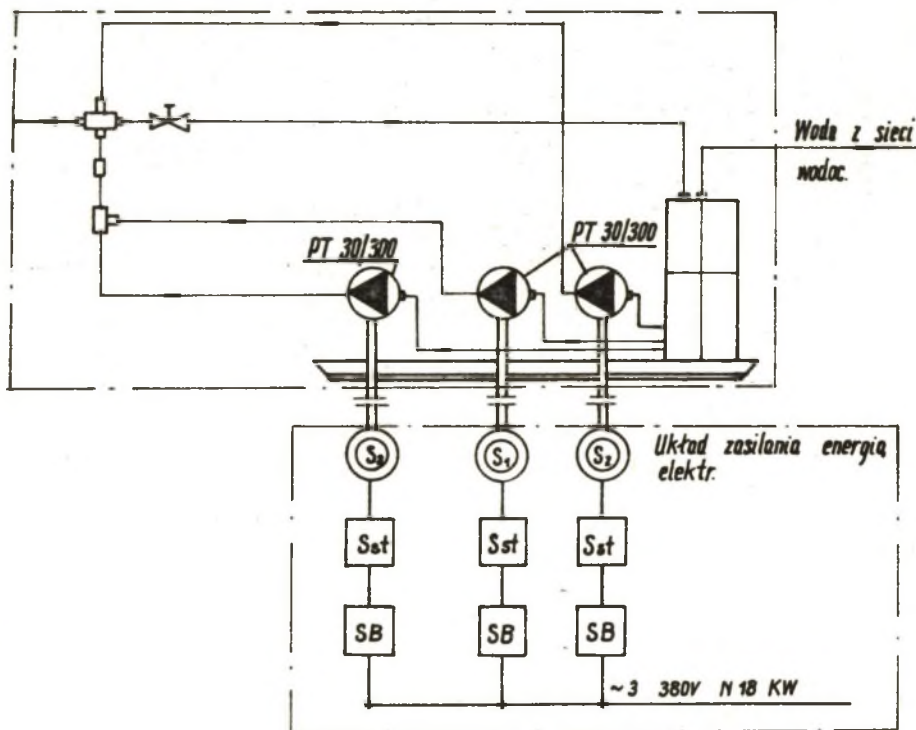
1. Warunki górniczo-geologiczne

Prace doświadczalne podporządkowano eksploatacji nad i podwodnej piaskowca szklarskiego na przykładzie złoża Tomaszowskich Kopalń Surowców Mineralnych. Aktualnie złożo zalegające nad poziomem lustra wody eksploatowane jest urabianiem materiałami wybuchowymi przy załadunku koparkami jednonaczyniowymi. Złożo zalegające pod wodą nie może być urabiane materiałem wybuchowym ani odwodnione metodami klasycznymi. Stąd zasoby zalegające pod wodą traktowane są jako pozabilansowe. Złożo tworzą piaskowce kwarcowe o uziarnieniu 0,315 - 0,10 mm, lepszycze stanowi surowiec ilasty.

2. Koparka KWK-106 z wysokoenergetyczną głowicą wodną

Koparka KWK-106 jest przeznaczona do urabiania gruntów o oporach skrawania do 40 kg/cm bieżący ostrza czerpaka. Elementem urabiającym w tej koparce jest bezkomorowe koło czerpakowe, na którego obwodzie jest zamocowanych osiem czerpaków. Średnica koła czerpakowego wynosi 3200 mm, pojemność czerpaka 100 dcm³, ilość wysypów 53,2/80,8 na minutę. Urabianie koparką odbywa się skrawaniem przy połączeniu ruchu obrotowego koła czerpakowego z obrotem nadwozia. Opracowana metoda urabiania piaskowca polega na wspomaganiu pracy koparki przez rozluźowanie calizny wysokoenergetycznym strumieniem wody wyprzedzającym proces skrawania mechanicznego. Wysokoenergetyczny układ zasilający składa się ze zbiornika wody, pomp typu PT-30/300 i PT-60/150, zaworu obrotowego ośmiopłożeniowego oraz przewodów hydraulicznych doprowadzających wodę. Rozwinięcie schematu montażu wysokociśnieniowego agregatu urabiającego strugą wody zabudowanego na koparce KWK-106 z trzema pompami PT 30/300

przedstawiono na rys. 1 i 2.



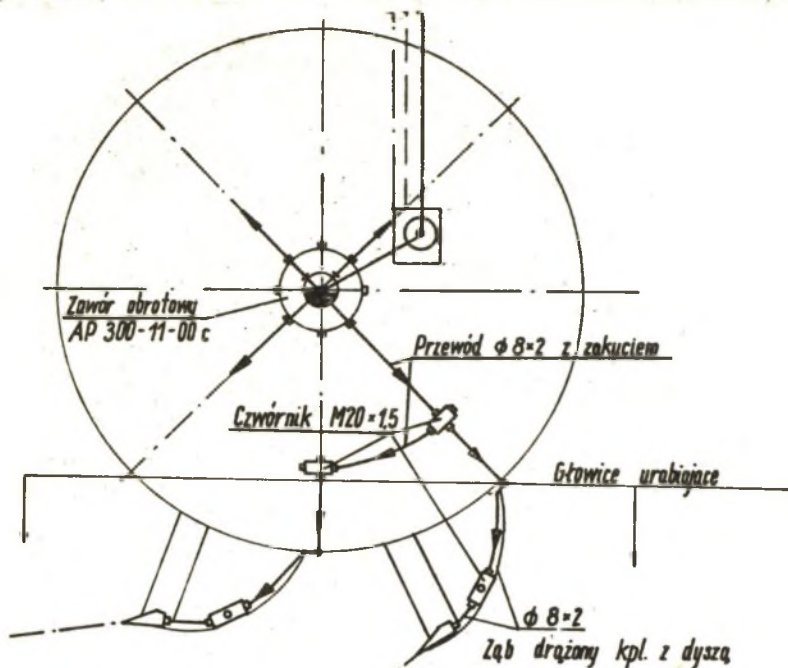
Rys. 1. Układ hydrauliczny zasilający z agregatu AP 320 /nieruchomy/

Rozwiązaniem o szczególnym znaczeniu jest zawór obrotowy zabudowany na czopie koła czerpakowego koparki, z którego wodę kieruje się na zęby czerpaków [1]. Zawór ten pozwala na przejście ze stałego układu zasilającego na układ ruchomy. Konstrukcję zaworu przedstawiono na rys. 3. Sposób zamontowania dyszy wodnej w zębie czerpaka przedstawiono na rys. 4.

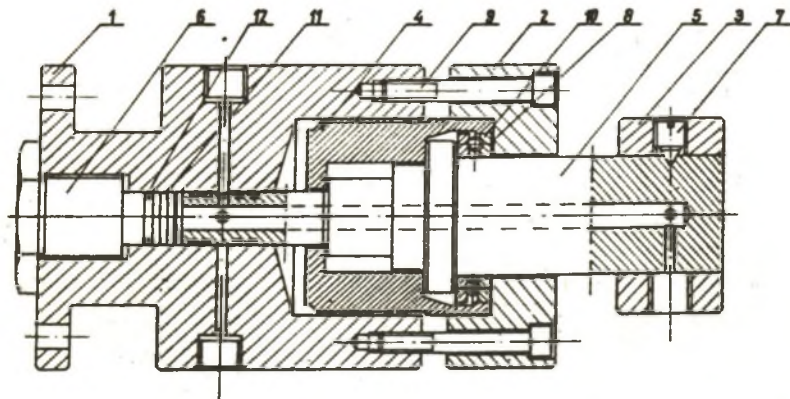
3. Badania poligonowe koparki KWK-106 z głowicą wodną

Próby poligonowe koparki KWK-106 z hydromonitorami obejmowały:

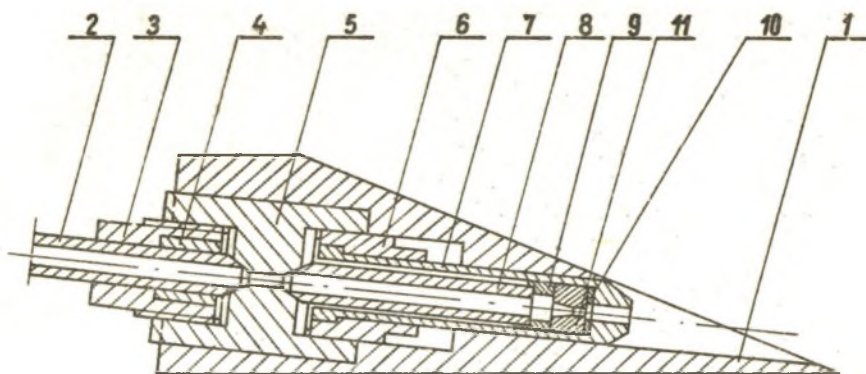
- uruchomienie i wyregulowanie równoległego układu pracy trzech pomp PT 30/300 jako samodzielnego układu zasilającego oznaczonego AP 30/300,



Rys. 2. Układ hydrauliczny zasilający
na kole czerpakowym /ruchomy/



Rys. 3. Zawór obrotowy trójdrożny ośmiopokoźeniowy
1 - obudowa, 2 - osłona, 3 - pierścień wejścia,
4 - oprawa łożysk, 5 - wałek rozdzielczy, 6 - korek,
7 - wkręt, 8 - pierścień dystansowy, 9 - śruba,
10 - łożysko wzdłużne, 11 - pierścień okrągły,
12 - pierścień przeciwywplywowy



Rys. 4. Ząb drażony z dyszą: 1 - ząb, 2 - rurka, 3 - korek, 4 - tulejka, 5 - łącznik prosty, 6 - korek, 7 - tulejka, 8 - króciec, 9 - przekładka centrująco-uszczelniająca, 10 - podkładka dyszy, 11 - dysza

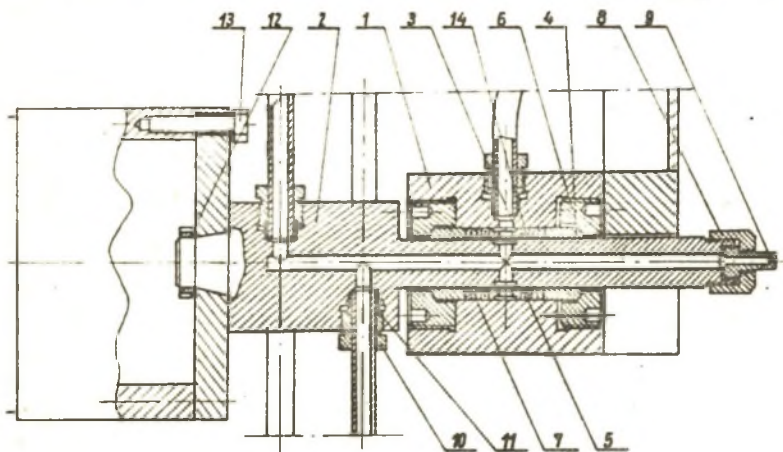
- ustawienie zaworów przelewowych i zaworów bezpieczeństwa dla pracy równoległej trzech pomp w zakresie ciśnień do 32 MPa oraz wydatku $90 \text{ dm}^3/\text{min.}$,
- sprawdzenie szczelności układu, szczególnie układu ruchomego,
- sprawdzenie strat hydraulicznych,
- sprawdzenie pracy zaworu obrotowego,
- badania dysz o średnicach od 0,45 do 1,0 mm,
- próby urabiania piaskowca szklarskiego.

Wyniki badań w ujęciu syntetycznym były następujące:

- system równoległy pracy trzech pomp pracował przy stałym wydatku $90 \text{ dm}^3/\text{min.}$ ciśnienie było regulowane na zaworach przelewowym i bezpieczeństwa w zakresie od 28 do 35 MPa,
- szczelność układu była spełniona przy ciśnieniu 35 MPa,
- straty hydrauliczne dla układu zasilania z węzłem tłocznym długości 100 mb nie przekraczały 0,5 MPa, natomiast dla kompletnego układu hydromonitora przy uruchomionym kole czerpakowym wykazano strefy 12 - 13 MPa, z możliwością zejścia do 6 MPa na drodze stosowania odpowiednich materiałów do produkcji armatury,
- zawór obrotowy jako rozwiązanie specjalistyczne do założonego celu spełnił oczekiwania szczelności i sterowania przepływem strugi. Wstępna ocena zaworu wskazuje na jego stosowalność przy ciśnieniu roboczym do 60 MPa,
- badania dysz wykazały, że przy wodzie obiegowej - technologicznej graniczna średnica otworu wynosi 0,7 mm, natomiast dla warunków górniczo-eksploatacyjnych średnica otworu dyszy powinna wynosić 0,8 mm.

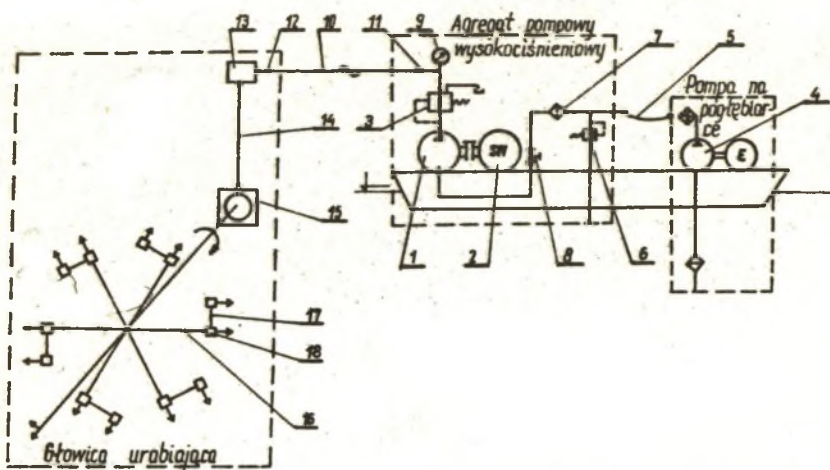
4. Pogłębiarka ssaco-regulująca ZRS-2Wt z wysokoenergetyczną głowicą wodną

Organem roboczym tej pogłębiarki jest spulchniacz mechaniczny otaczający otwór ssawny. Urobek zmieszany z wodą zasysany jest przez pompę, a następnie refulerem transportowany na ląd. Spulchniacz mechaniczny w kształcie mitry posiada sześć uzębionych ramion skrawających podłoże. Zgodnie z przyjętą koncepcją [2] na ramionach skrawających umieszczono dwa szeregi specjalnych zębów z dyszami wytwarzającymi wysokoenergetyczne strugi wody. Wyprzedzające działanie strug wody chroni ostrze zębów przed szybkim zużyciem się i zmniejsza opory urabiania rozluźniając caliznę. Rozwiązaniem specjalistycznym w tym przypadku jest wysokoenergetyczna - obrotowa głowica wodna przedstawiona na rys. 5



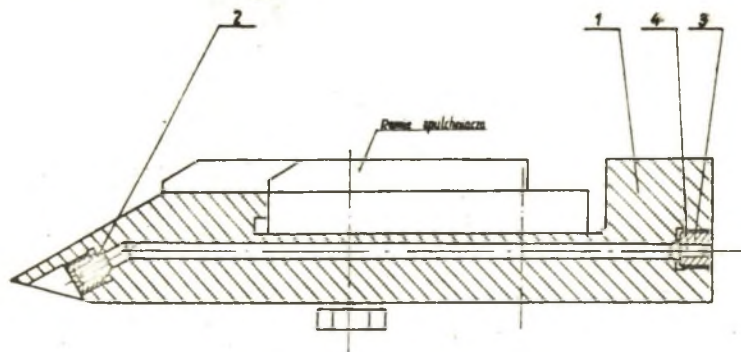
Rys. 5. Wysokoenergetyczna - obrotowa głowica wodna:
 1 - korpus, 2 - wałek, 3 - pierścień, 4 - pierścień dociskowy, 5 - pierścień uszczelniający, 6 - nakrętka dociskowa, 7 - pierścień uszczelniający, 8 - nakrętka, 9 - dysza czterootworowa, 10 - nakrętka, 11 - pierścień, 12 - nakrętka, 13 - śruba, 14 - pierścień uszczelniający

Układ wspomagania wysokoenergetycznym strumieniem wody realizowany jest przez zespół pompy typu HC 425/01.02.01 o maksymalnym ciśnieniu 80 MPa i wydatku cieczy wynoszącym 1 l/sek. na bazie pompy PV/T 100. Zespół ten napędzany jest silnikiem spalinowym o mocy 76 kW zamontowanym na pontonach przycumowanych do burty pogłębiarki ZRS 2WT. Woda zasysana jest z akwenu poprzez filtr siatkowy. Schemat ideowy układu wysokoenergetycznej strugi wody zabudowanego na pogłębiarce przedstawiono na rys. 6.



Rys. 6. Schemat ideowy głowicy obrotowej wysokoenergetycznej strugi wody: 1 - pompa, 2 - silnik spalinowy, 3 - regulator ciśnienia, 4 - pompa wody chłodzącej, 5 - wąż ssawny, 6 - zawór upustowy, 7 - filtr, 8 - zawór odcinający, 9 - manometr, 10 - przewód elastyczny, 11 - przyłączka, 12 - przyłączka "steko", 13 - kostka rozgałęźna, 14 - przewód stalowy, 15 - zawór obrotowy, 16 - przewód rozprowadzający, 17 - przyłączka, 18 - ząb skrawający

Nóż skrawający dostosowany do zamontowania dysz przedstawiono na rys. 7.



Rys. 7. Nóż skrawający: 1 - ząb drążony, 2 - dysza, 3 - nakrętka, 4 - zaśleпка

5. Badania poligonowe pogłębiarki ZRS-2WT

Układ wytwarzający wysokoenergetyczne strugi wody z uwagi na szczególne warunki pracy należało wykonać przy określonych wymaganiach konstrukcyjno-technologicznych: gwarantowana wytrzymałość dla pracy przy ciśnieniach do 100 MPa, szczelność połączeń, sprawność działania, możliwość łatwego montażu i wymiany, odporność na ścieranie i korozję.

Prace doświadczalne rozpoczęto od uruchomienia zespołu silnik - pompa bez obciążenia, a następnie pod regulowanym w sposób ciągły obciążeniem. W trakcie prób sukcesywnie dokonywano korekt technicznych.

Próby obejmowały następujący główny zakres:

- uruchomienie i wyregulowanie pracy zespołu napędowo-pompowego,
- optymalizację wydatku pompy,
- określenie strat ciśnienia,
- sprawdzenie szczelności układu w funkcji ciśnienia roboczego,
- sposób oddziaływania strugi na górotwór pod wodą.

Wyniki badań w ujęciu syntetycznym były następujące:

- optymalizacja pracy zespołu napędowo-pompowego podporządkowana została na tym etapie silnikowi napędowemu. Zawór przelewowy ustawiono na 30 MPa zamiast 80 MPa,
- pomiary wydatku pompy wykazały, że przez zmianę obrotów silnika można uzyskać wydatek od 0,3 do 1,7 l/sek.,
- straty ciśnienia mierzone na zębie koła urabiającego wynosiły od 6-12 MPa w zależności od ciśnienia roboczego,
- szczelność układu badano przy ciśnieniu 25 MPa dokonując szeregu zmian i poprawek, uzyskując sprawność instalacji,
- oddziaływanie strugi na górotwór w warunkach podwodnych badano przy średnicy dysz 0,7 mm, ciśnieniu roboczym 25 MPa, odległości dyszy od skały 30 i 50 mm. Przy odległości dysz od skały wynoszącej 30 mm uzyskano nacięcie na głębokość 30-50 mm, przy szerokości u góry około 5 mm, przy odległości dyszy od skały 50 mm głębokość nacięcia wynosiła 6-10 mm. Eksperyment ten potwierdza poprawność założonej techniki urabiania skał słabozwiązłych pod wodą. Wykazano również konieczność umieszczania dysz generujących wysokoenergetyczne strugi jak najbliżej urabianej skały, aby efekt tłumiącego oddziaływania wody był najmniejszy.

6. W n i o s k i

1. Przeprowadzone eksperymenty wykazały techniczne i technologiczne korzyści z zastosowania wysokoenergetycznego strumienia wody przy mechanizowaniu procesu urabiania skał słabo i średniozwiązłych.
2. Urabianie skał słabozwiązłych można realizować bez konieczności importu pomp i armatury mieszcząc się w przedziale ciśnień

roboczych wynoszącym 15 do 25 MPa.

3. Zastosowanie mechanicznego sposobu urabiania skał słabozwężłych poprawia organizację pracy i efektywność wykorzystania czasu w porównaniu z urabianiem materiałami wybuchowymi i stosowaniem koparek jednonaczyniowych.
4. Wstępna ocena efektywności wdrożenia wykazała możliwość osiągnięcia wymiernych korzyści ekonomicznych, które występują szczególnie w przypadku eksploatacji podwodnej. Znaczne korzyści wynikają z eksploatacji złóż zawadzionych, które na ogół są pozabilansowymi.

Literatura

- [1] Kownacki R., Lasko St.; Opracowanie technologii urabiania piaskowca szklarskiego przy wspomaganii pracy koparki KWK-106 wysokoenergetyczną strugą wody. Pr. COBPGO Poltegor Wrocław 1983 /niepubl./.
- [2] Jonkisz J., Kownacki R., Lasko St.; Opracowanie głowicy obrotowej wysokoenergetycznej strugi wody dla doświadczalnej koparki ssąco-regulującej. Pr. COBPGO Poltegor Wrocław 1984 /niepubl./.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Adam KLICH

Wpłynęło do Redakcji 1987.01.29

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТОКА ЖИДКОСТИ В НЕПРЕРЫВНОЙ РАБОТЕ

Р е з ю м е

Прогресс в создании водных насосов, рассчитанных на давление 400–500 МПа, позволяет осуществлять разработку пород струей жидкости. Использование водной струи для разработки пород дает положительные результаты, поскольку процесс эксплуатации в этом случае отличается более высокой производительностью, чем при использовании взрывных методов добычи и циклической погрузки одноковшовыми машинами. В ковшах экскаваторов, производящих выемку и погрузку породы, режущий инструмент, каким является зуб с соплом, длительное время сохраняет свои режущие способности, а устройство, создающее струю жидкости, является простым в обслуживании. При разработке пород этим методом отсутствует не только пыление и искрение, а также и необходимость в рыхлении горной массы взрыванием. В случае подводной эксплуатации исключаются дорогостоящие осушительные системы.

Учитывая существующие мировые решения, опытные работы по применению струи жидкости под высоким давлением в Польше запрограммированы для многоковшовых машин, которыми являются: многоковшовый экскаватор KWK-106 для добычи над водой и землесосный регулирующий снаряд типа ZRS-ZWT. Синтез результатов проведенных исследований представлен в реферате.

APPLICATION OF HIGH ENERGETIC FLOW OF LIQUID FOR CONTINUOUS HYDROEXTRACTING

S u m m a r y

Progress in the construction of water pumps designed for pressures of the order of 400-500 MPa made it possible to break rocks with water jet. Application of high-pressure water jets for rock breaking is advantageous because mining process can be effected with a higher efficiency than by blasting methods with cyclic loading by means of single-bucket machines. In the buckets of excavating and loading machines, a cutting tool which is a tooth with the nozzle maintains its cutting capabilities unchanged for a long time, and a system to produce water jets is simple and easy to handle. Jetting is dustless, sparkless and eliminates explosive methods of rock mass loosening. In case of underwater mining, expensive dewatering systems are avoided.

Considering the existing world-wide solutions, experimental work concerned with using high-energy fluid jets in Polish specific conditions has been planned for multi-bucket excavating machines, i.e. multi-bucket excavator KWK-106 for above-water mining and trailing suction dredger ZRS-ZWT. A synthesis of experimental results is presented in the paper.