

WBUSKU ISTNIEJE OTWÓR wiertniczy o głębokości 432 m produkujący wodę mineralną do kąpeli leczniczych. Własności tej wody znacznie odbiegają od własności innych wód mineralnych występujących w Busku i z wprowadzeniem jej do użycia możliwości lecznictwa balneologicznego Buska znacznie się rozszerzyły.

Historia odwiercenia tego otworu jest niezwykła. Założony on został w r. 1948 przy poszukiwaniu ropy naftowej. Wobec negatywnych wyników poszukiwań przekazano go uzdrowisku. Przed przekazaniem został jednak zacementowany, wskutek czego nawierconą wodę mineralną zamknięto korkiem cementowym i wypływ jej zupełnie ustał. Nie mając innego wyjścia uzdrowisko, które objęło w posiadanie ten odwiert, poddało go zabiegowi torpedowania, tj. spowodowało wybuch ładunku dynamitu w ilości 25 kg na dzień otworu. Zabieg ten okazał się skuteczny i źródło zaczęło produkować około 70 litrów wody mineralnej na minutę, przy ciśnieniu u wylotu szacunkowo 4—5 atm.

Po czterech latach eksploatacji produkcja otworu znacznie spadła, ciśnienie u wylotu zmniejszyło się, a przeprowadzone badania wykazały, że otwór jest zatkany w kilku miejscach skupiskami ziarn składowych się z siarczku żelaza. Po usunięciu tych skupisk otwór wrócił do pierwotnej produkcji. Gdy minęły dalsze cztery lata i produkcja znów spadła, rozpoczęto oczyszczanie otworu według już wypróbowanej metody, ale wyniki oczyszczania okazały się zupełnie inne.

Między pierwszym a drugim oczyszczaniem otworu nadzór nad nim był wyjątkowo słaby i niefachowy. Nie można więc ustalić, jakie były naprawdę przyczyny ponownego spadku wydajności. Sprawę tę szeroko dyskutowano i różnie tłumaczono to zjawisko, różne są też projekty uzdrowienia źródła.

Hipoteza I. Źródło wodonośne po 8-letniej pracy zostało wyczerpane. Nastąpiło przeżarcie rur okładzinowych oraz dopływ wody obcej do otworu.

Potwierdza tę hipotezę fakt, że po obniżeniu zwierciadła wody w otworze, zwiększa się wydajność otworu i to dosyć znacznie, nie tak jednak, aby najwyższa osiągnięta przez obniżenie poziomu lustra wody wydajność przekraczała 60% wydajności ustalonej po torpedowaniu otworu. Potwierdza tę hipotezę również fakt, że nawet po dłuższym odpoczynku źródła

zwierciadło wody utrzymuje się około 8 metrów poniżej wylotu otworu, ciśnienie zatem na spodzie otworu jest znacznie niższe od poprzedniego.

Przeciwko uznaniu tej hipotezy za jedynie słuszną przemawiają następujące fakty:

1) Brak jakichkolwiek systematycznych obserwacji, a tym samym brak dowodów, że spadek produkcji był ciągły, co jest koniecznym warunkiem do uznania wyczerpania źródła.

2) Stwierdzenie na spodzie otworu zasypu blokującego ponad połowę warstwy wodonośnej.

3) Brak związku między dolnymi warstwami wodonośnymi a ew. przeżarciem rur okładzinowych w górnej części otworu — przy czym miejsce przeżarcia jest nieznane i niepewne.

Hipoteza II. Spadek produkcji i ciśnienia u wylotu otworu powstał wskutek zablokowania szczelin warstw wodonośnych podczas drugiego oczyszczania źródła.

Za tą hipotezą przemawia fakt, że przed rozpoczęciem oczyszczania spodu otworu oraz w czasie pracy nad usunięciem zasypu obserwowano samoczynny wypływ, który ustał dopiero po ukończonej pracy (a może w niedługim czasie przed ukończeniem pracy).

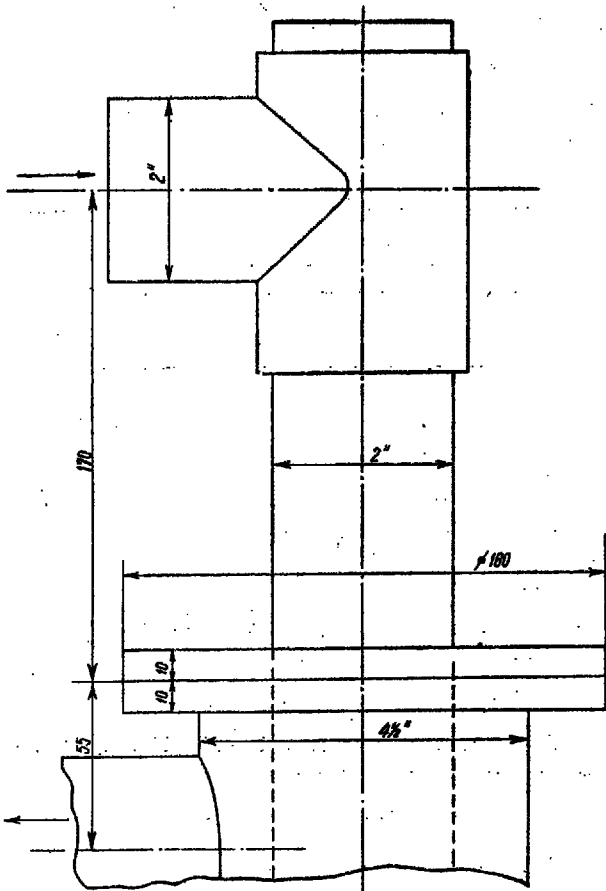
Za hipotezą II przemawia również okoliczność, że prace w otworze były prowadzone bez jakiegokolwiek nadzoru i ciągnęły się bardzo długo. Szczególnie wyrabianie zasypu na samym spodzie (od 421 do 432 m) trwało 3 tygodnie, aż wreszcie zniecierpliwiony użytkownik źródła wstrzymał rękotę i odprawił zespół do domu. Jak łatwo obliczyć, średni postęp wynosił 0,6 m dziennie, co może wzbudzać podejrzenie, że był on jeszcze mniejszy. W takim przypadku byłoby bardzo prawdopodobne, że zasyp, który obecnie w otworze się znajduje, w ogóle nie był wówczas wyrobiony, a tylko lepiej ubity i tym dokładniej uszczelniał pory warstwy wodonośnej.

Przeciw hipotezie II przemawiają te okoliczności, które przemawiają za hipotezą I, obie bowiem hipotezy praktycznie wykluczają się wzajemnie.

Jeżeli mają rację zwolennicy hipotezy I należy przyjąć, że dla źródła nie ma właściwie ratunku. Regeneracja źródła, szczególnie w przypadku występowania wód reliktowych nie dałaby się przeprowadzić żadnymi środkami. Izolacja wód górnych, które jak przyjmuje ta hipoteza, przedostają się do otworu,

wpływałyby najwyżej na jakość wody, a jeżeli chodzi o ilość, to mogłaby się ona tylko zmniejszyć, bo odpadłaby w produkcji woda górna. Przy małej wydajności otworu byłoby to bardzo niepomyślnie dla uzdrowiska.

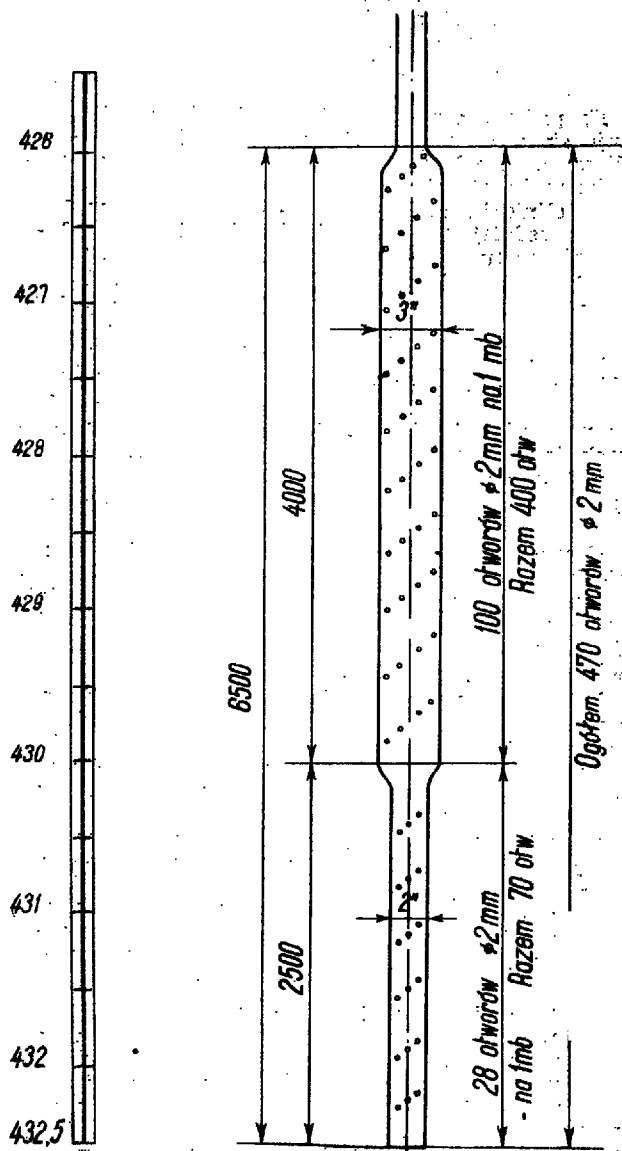
Przyjmując za podstawę remontu hipotezę II można mieć nadzieję, że osiągnie się wyniki dodatnie, bo sposób oczyszczenia szczelin otworu może doprowadzić do celu, tj. do zwiększenia wydajności otworu. W tym przypadku należałoby przede wszystkim usunąć z otworu zasyp w ilości 3,60 m. Usuwanie go sposobem praktykowanym w czasie ostatniego oczyszczania otworu, jak widzieliśmy, nie doprowadziło do niczego. Najprostszym sposobem, a przy tym sposobem pewnym byłoby zastosowanie aparatu obrotowego nadającego się do wierceń do 500 m, tj. np. SBA-8 albo KAu 500. W tym przypadku użycie rybiego ogona albo, jak kto woli, koronki rdzeniowej dałoby możliwość usunięcia zasypu w ciągu kilku godzin. Niestety, szczeliny w ścianach otworu zasklepione dokładnie przez długotrwałe ubijanie zasypu i przez wygładzenie ścian otworu ciasno wchodzącą do niego łyżką nie zostałyby otworzone, wobec tego nawet oczyszczenie otworu przez usunięcie zasypu nie dałoby wyników zadowalających.



Ryc. 1. Głowica do wtłaczania kwasu do otworu Busk

Należy więc zastanowić się, czym zasklepione są szczeliny wodonośne. Materiałem zasklepiającym szczeliny doprowadzające wodę do otworu mogą być w tym przypadku albo okruchy warstw występujących w otworze, tj. wapieni albo siarczki żelaza, których obecność w otworze została z całą pewnością stwierdzona. Oba te materiały łączą się bardzo energicznie z kwasem solnym, a zatem metodą po prostu narzucającą się jest zastosowanie kwasu solnego w celu usunięcia zablokowania szczelin i ich poszerzenia.

Metodę tę za granicami naszego kraju, a szczególnie w Związku Radzieckim i Francji szeroko się stosuje. W Polsce nie można się spodziewać po niej nadzwyczajnych wyników, ponieważ nasze złoża naftowe — a zwiększenie wydobycia ropy ma się przede wszystkim na oku — posiadają kolektory prawie wyłącznie krzemianowe, tj. składające się z ziarn piasku, a występowanie ropy w pokładach wapiennych nie jest dla naszych złóż charakterystyczne. Dlatego też z braku własnych doświadczeń przyjmujemy do rozważań doświadczenia Związku Radzieckiego jako najbardziej dla nas dostępne.



Ryc. 2. Końcówka do kwasowania

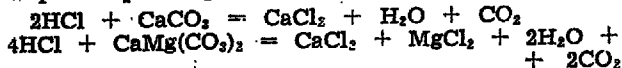
Stosowanie metody kwasowania złoża kwasem solnym jest możliwe wyłącznie w otworach produkujących ropę lub gaz z warstw wapiennych. Zazwyczaj pokłady te słabo przewodzą płyn lub gaz, ponieważ dopływ do otworu odbywa się przede wszystkim szczelinami. Poza tym pokłady te są zwężone. Metoda kwasowania polega więc na przenikaniu kwasu do szczelin, gdzie następuje reakcja i szczelina wskutek tego się rozszerza. Powierzchniowe działanie na skałę bez przenikania do szczelin daje minimalne wyniki. Zależnie od szczelinowości lub zwężoności

skały podlegającej traktowaniu kwasem solnym. stosowane są różne ilości i stężenia kwasu solnego.

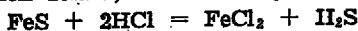
Dobranie odpowiedniego stężenia i ilości kwasu zależy od zasięgu, na jaki chcemy wprowadzić kwas, i od wielkości szczeliny. Aby zasięg był możliwie duży, należy dobrać kwas w ten sposób, aby reakcja nie przebiegała nadmiernie szybko. Dlatego stężenie powinno być raczej niskie. W żadnym razie nie zaleca się użytkowania kwasu nierozcieńczonego. Najczęściej używane stężenie waha się w granicach 6 — 15% kwasu. Ponadto kwas o wysokim stężeniu działa bardzo agresywnie na metalowe części urządzenia, z którymi się styka w czasie wtłaczania na spód otworu, a więc na rury wiertnicze lub pompowe, na pompy, zbiorniki itp. Nawet środki, o których będzie mowa niżej, a które stosuje się do zabezpieczenia urządzenia, nie potrafią ochronić części metalowych przed niszczącym działaniem silnie stężonego kwasu.

Na podstawie powyższych przesłanek w ZSRR stosuje się następujące ilości i stężenia kwasu solnego (licząc za 1 mb. traktowanej kwasem warstwy produkującej): dla złóż o małej przepuszczalności i dużym ciśnieniu złożowym 0,5 — 0,6 m³ kwasu 14%, przy średniej przepuszczalności i ciśnieniu 0,8 — 1,0 m³ kwasu 12%, wreszcie dla złóż o niskim ciśnieniu złożowym 1,0 — 15 m³ kwasu 10%.

Należy przypomnieć, że działanie kwasu na skały wapienne przebiega według znanych ogólnie wzorów:

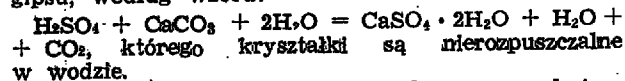


w przypadku Buska, gdzie występuje ponadto siarczek żelaza, zachodzić będzie jeszcze reakcja



Wszystkie powyższe reakcje przebiegają nadzwyczaj gwałtownie, nie dając przy tym osadów nierozpuszczalnych w wodzie. Przy dużym stężeniu kwasu zachodzą prócz tego reakcje z gipsem towarzyszącym dolomitom i wapieniom, wskutek czego powstają osady mogące zatkać pory skalne. Jest to jeszcze jeden powód, dla którego wysokie stężenia kwasu solnego nie są wskazane.

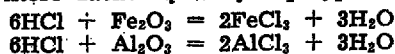
Wszystkie powyższe reakcje zachodzą w złożu pod warunkiem stosowania chemicznie czystego kwasu solnego. Techniczny kwas solny zawiera jednak m. in. domieszkę SO₃, która nie powinna przekraczać 0,2%. Domieszka SO₃ powoduje wytwarzanie się gipsu, według wzoru:



W celu oczyszczenia kwasu solnego z nadmiaru SO₃ należy potraktować go dwuchlorkiem baru, a po odstaniu się usunąć nierozpuszczalny baryt. Reakcja będzie przebiegać według wzoru:



Jak wspomnieliśmy, podczas traktowania otworu kwasem solnym mogą zajść reakcje kwasu z żelazem ewentualnie z glinem. Żelazo może się znajdować w otworze w kilku połączeniach, a więc poza wspomnianymi już siarczkami żelaza jako tlenki żelaza, jako czyste żelazo (rury) oraz w wodzie. Na spodzie otworu występuje nieraz tlenek glinu. Reakcje, które zachodzą w tym przypadku:



dają osad po neutralizacji kwasu. W związku z tym dodaje się do kwasu następujące dodatki:

a) kwas octowy w ilości od 0,8 do 2%, który utrzymuje sole żelaza w roztworze (stabilizacja kwasu);

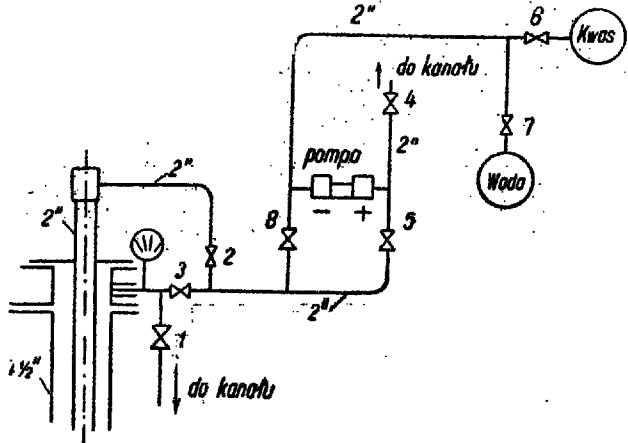
b) specjalne środki (inhibitory), które przeciwdziałają reakcjom kwasu na żelazo rur i całego urządzenia metalowego.

W charakterze inhibitora zaleca się stosowanie formaliny, stanowiącej 40-procentowy roztwór for-

maldehydu (CH₂O) w wodzie w ilości około 6 kg formaliny na każdą tonę kwasu solnego 10-procentowego.

W miarę jak przebiegają reakcje w otworze, roztwór kwasu zagęszcza się i z tego powodu wzrasta jego lepkość i napięcie powierzchniowe. Utrudnia to usunięcie zneutralizowanego kwasu ze szczelin, szczególnie ze szczelin wąskich.

Aby zmniejszyć to napięcie, a tym samym ułatwić usunięcie kwasu z otworu lub ze szczelin, należy stosować dodatki obniżające napięcie powierzchniowe roztworu: intensyfikatory. Sprzyjają one również przenikaniu roztworu kwasu do bardziej odległych szczelin.

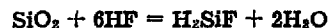


Ryc. 3. Schemat urządzenia do kwasowania. 14 Busk

OTWARCIE ZAWORÓW

Lp.	Czynność	Otwarte
1	w stadium spoczynku	1
2	napłnienie kwasem	1256
3	ditto pod ciśnieniem	256
4	napłnienie przybitką	257
5	pomiar rezystywności	348

Istnieją różne intensyfikatory, między innymi kreozot, którego dodaje się objętościowo 0,75 — 1% kwasu solnego 10-procentowego. I wreszcie w otworach występują przeważnie w pewnej ilości substancje krzemowe, które pod działaniem kwasu solnego tworzą żel kwasu krzemowego, zatykający pory skalne. W razie ich występowania dodaje się do roztworu kwas fluorowodorowy w ilości 1 — 2%. Reakcja przebiega wówczas według wzoru



Jak widzimy duża ilość odczynników czyni metodę traktowania otworu kwasem solnym bardzo skomplikowaną. Wskazane jest przy jej stosowaniu przeprowadzenie badań laboratoryjnych dla konkretnych warunków panujących w otworze. W przypadku Buska badania laboratoryjne byłyby utrudnione, ponieważ nie można się spodziewać, aby były zachowane rdzenie wydobyte z otworu w czasie jego wiercenia.

W otworze Buska trzeba przede wszystkim ustalić zaleganie warstw wodonośnych, które należałoby poddać zabiegowi kwasowania. Pierwszy poważniejszy przypływ wody otrzymano w tym otworze z głębokości 428 m. Prawdopodobnie jest również występowanie wody mineralnej poniżej tej głębokości aż do spodu otworu, tj. do głębokości 432,5 m.

Jak z opracowania profilu geologicznego wykonanego przez inż. Obuchowicza wiadomo, na głębokości tej leżą następujące warstwy:

419,8—427,6 wapień szary zwięzły z detrytyczną fauną,

427,6—430,0 wapień jasny zwięzły, oolityczno detrytyczny,

430,0—432,5 brak danych.

Warstwy te na podstawie obserwacji otworu w pierwszych latach eksploatacji można zakwalifikować do warstw średnio przepuszczalnych, o średnim ciśnieniu złożowym, a stąd na podstawie przytoczonych norm ilość i stężenie kwasu należy przyjąć 0,8—1 m³ na 1 mb. przestrzeni traktowanej kwasem o stężeniu 12%. Ogólną ilość reagentów do zabiegu kwasu solnego oraz innych reagentów można ustalić na podstawie wytycznych podanych wyżej. Pomijając obliczenia przytacza się otrzymane wyniki osłatecznych ilości potrzebnych reagentów:

1. Kwasu solnego o koncentr. 27%	— 2454 kg
2. Formaliny 40%	410 kg
3. Chlorku baru 26 kg + 260 kg wody	286 kg
4. Kwasu octowego	78 kg
5. Kwasu fluorowodorowego	104 kg
6. Kreozotu	50 kg
7. Wody	2130 kg

Razem 5512 kg

Odczynniki te należy mieszać w następującej kolejności:

1. Wlać wodę do zbiornika,
2. Dodać formaliny,
3. Dodać kwasu octowego,
4. Dodać kwasu fluorowodorowego,
5. Wlać skoncentrowany kwas solny,
6. Mieszać zawartość zbiornika,
7. Sprawdzić stężenie roztworu i w miarę potrzeby dodać skoncentrowanego kwasu lub wody w celu otrzymania roztworu o stężeniu 12%,
8. Dodać rozpuszczonego dwuchlorku baru,
9. Mieszać ponownie w ciągu 5 minut,
10. Dodać kreozotu i jeszcze raz mieszać,
11. Pozostawić roztwór w spokoju do czasu pełnego sklarowania, co trwa około 3 godzin, po czym przystąpić do zatłaczania otrzymanego roztworu do przewodu prowadzącego na spód otworu.

Przy zatłaczaniu musi chodzić o to, aby kwas nie rozlewał się po całym otworze, lecz działał jedynie w miejscu zaprojektowanym, tj. w naszym przypadku na przestrzeni 426—432,5 m. Chodzi następnie o to, aby poszczególne cienkie strumienie roztworu opuszczały przewód pod ciśnieniem i uderzając o ścianę wymywały nagromadzony w szczelinach osad. W tym celu projektuje się założenie na końcu przewodu specjalnej końcówki. Schematyczne urządzenie do kwasowania przedstawione jest na ryc. 3.

Właczanie roztworu przez przewód specjalnie w tym celu zapuszczony na dno otworu odbywa się

początkowo pod ciśnieniem atmosferycznym. Właczanie to ma na celu wypełnienie przewodu oraz spodu otworu aż do górnej granicy kwasowania roztworem przygotowanym w sposób podany wyżej. Następnie otwór zamyka się szczelną, wobec czego przy dalszym właczaniu ciśnienie w otworze podnosi się i roztwór nie mając innego ujścia wchodzi do szczelin. Jest to możliwe pod warunkiem, że ciśnienie wytwarzane przez pompę właczającą na dnie otworu będzie większe niż ciśnienie złożowe.

Po włoczeniu roztworu włacza się do przewodu przybitkę wodną nie zawierającą domieszek, które by w zetknięciu z roztworem mogły dawać połączenia chemiczne, a tym samym skierować kwasowanie otworu w niepożądanym kierunku. Ilość wody powinna być obliczona w ten sposób, aby wypełniała przewód całkowicie. Właczanie przybitki odbywa się również pod ciśnieniem.

Po włoczeniu wody przerywa się pracę na około 6 godzin, aby reakcja kwasowa miała czas doprowadzić do zneutralizowania kwasu znajdującego się w szczelinach. Po tym przystępuje się do wyciągnięcia przewodu i ściągnięcia z otworu włazanego płynu, co już przebiega pod ciśnieniem atmosferycznym.

Kwasowanie otworów może odbywać się jednorazowo, może być również wykonane seryjnie, to znaczy wykonuje się kilka kolejnych zabiegów kwasowania. Zazwyczaj najbardziej efektywne wyniki otrzymuje się w czasie pierwszego kwasowania, dlatego też wskazane jest wykonywanie tego zabiegu możliwie w niedługim czasie po dowieczeniu otworu.

Niestety, ten warunek dla otworu Busk nie może być spełniony. Tym niemniej przeprowadzenie zabiegu kwasowania jest wskazane, ponieważ jest to jedyny możliwy zabieg mogący dać pozytywne rezultaty.

Jeżeli chodzi o inne zabiegi, to oprócz mechanicznego poszerzania otworu, które w naszym przypadku jest niemożliwe do przeprowadzenia, wchodziłoby jeszcze w rachubę torpedowanie warstwy wodonośnej, tj. zastosowanie dynamitu w ilościach kilkukilogramowych. Zabieg tego rodzaju byłby jednak szkodliwy, ponieważ pod wpływem zwiększonego nagle w otworze ciśnienia materiał znajdujący się w szczelinach jeszcze bardziej by się wcisnął, a tym samym jeszcze bardziej utrudnił dopływ wody do otworu.

Liczenie na powstanie nowych szczelin, a dzięki nim na zwiększenie przyplitwu wody byłoby problematyczne, ponieważ wykonane w swoim czasie przy użyciu 25 kg dynamitu torpedowanie otworu osiągnęło już swoje maksimum. Następne torpedowanie mogłoby być przeprowadzone jedynie ilością mniejszą, a tym samym nie uzyskano by przez to powstania nowych szczelin.

Wnioski: 1) źródło Busk nadaje się do przeprowadzenia zabiegu kwasowania otworu kwasem solnym; 2) należy spodziewać się pozytywnych wyników kwasowania; 3) należy wykonać zabieg kwasowania możliwie w najkrótszym czasie.