ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1981

Seria: GÓRNICTWO z. 112 Nr kol. 697

Józef SZTELAK

METODA DRĄŻENIA SZYBÓW Z ZASTOSOWANIEM WYPRZEDZAJĄCEGO ODPRĘŻENIA CIŚNIENIA HYDROSTATYCZNEGO W WARSTWACH KURZAWKOWYCH WYSTEPUJĄCYCH NA DUŻYCH GŁĘBOKOŚCIACH

Streszczenie. Omówiono charakterystykę hydrogeologiczną Lubelskiego Zagłębia Węglowego oraz metodę drążenia szybów polegającą na odprężeniu ciśnienia hydrostatycznego warstwy kurzawkowej.

1. Wprowadzenie

Budowa szybów w miejscach, w których występują warstwy kurzawkowe, zwłaszcza na dużych głębokościach, napotyka na poważne trudności geologiczno-górnicze z uwagi na konieczność stosowania specjalnych metod drążenia szybów. W omawianych warunkach prowadzi się dotychczas drążenie szybów z zamrożeniem górotworu. Metoda ta, zwłaszcza gdy warstwa piasków o charakterze kurzawkowym występuje na dużych głębokościach, jest bardzo pracochłonna i kosztowna. Wysokie koszty tej metody są przede wszystkim uwarunkowane dużą głębokością mrożenia oraz długim czasem zamrażania górotworu. W artykule niniejszym przedstawiam nową metodę drążenia szybów, polegającą na odprężeniu ciśnienia hydrostatycznego warstwy kurzawkowej. Wprowadzenie do praktyki górniczej metody drążenia szybów omawianej w niniejszym artykule pozwoli na skrócenie czasu ich budowy co najmniej o 50% w stosunku do metody mrożeniowej oraz znacznie obniży koszty budowy szybów. Metoda ta została omówiona na przykładzie układu hydrogeologicznego Lubelskiego Zagłębia Węglowego, w którym to może znaleźć zastosowanie.

2. Układ hydrogeologiczny warstw nadkładu

W skład układu hydrogeologicznego warstw zalegających na utworach karbońskich w centralnym rejonie LZW wchodzą następujące piętra wodonośne:

- czwartorzędowo górnokredowe,
- dolnokredowe,
- jurajskie.

Charakterystyka hydrogeologiczna wymienionych wyżej pięter wodonośnych przedstawia się następująco:

Pierwsze piętro wodonośne składa się z wodonośnych warstw czwartorzędowych i górnej części warstw kredowych będących w bezpośrednim kontakcie hydraulicznym. Miąższość warstw wodonośnych tego poziomu waha się w granicach od około 100-150 m. Zwierciadło wody tego poziomu jest swobodne i w zależności od morfologii terenu występuje na głębokości od ok. 2-10 m. Wodonoścem warstw czwartorzędowych są piaski i żwiry, a kredowych - margle i wapienie.

Dopływ wód do otworów badawczych z warstw czwartorzędowych wahał się w granicach od kilku m^3/h do około 42 m^3/h przy depresji około 15 m. Współczynnik filtracji piasków czwartorzędowych jest w granicach od 1 m/dobę do kilkunastu m/dobę.

Warstwami wodonośnymi w warstwach kredowych są wapienie i margle. W wodonośnych warstwach utworów kredowych można wydzielić dwie strefy różniące się zawodnieniem:

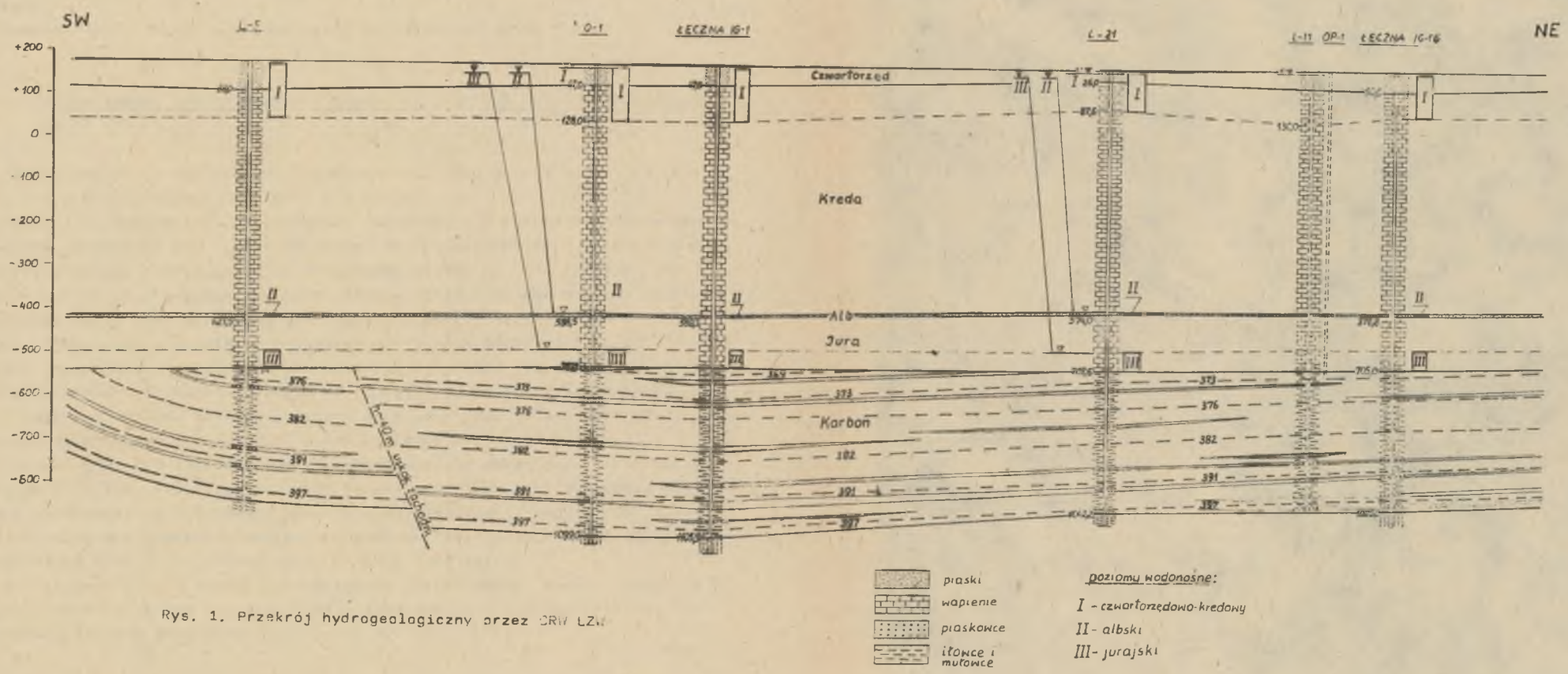
- pierwsza strefa występuje do głębokości około 50 m; wapienie w tej strefie posiadają dużą szczelinowatość, a tym samym są silnie wodonośne; współczynnik filtracji wapieni w tej strefie wynosi średnio około 8 m/dobę;
- druga strefa zalega na głębokości od około 50-150 m; szczelinowatość skał w tej strefie jest znacznie mniejsza niż w strefie pierwszej, o czym świadczy kilka razy mniejszy współczynnik filtracji wynoszący około 2,15 m/dobę.

Ogólnie należy stwierdzić, że warstwy wodonośne omawianego poziomu cechują się dużą wydajnością, a dopływ wód do szybu z tego kompleksu szacuje się na około 5 m^3/min. Chemizm omawianych wód, wyrażony suchą pozostałością, wynosi około 500 mg/dm^3.

Poniżej omawianych warstw wodonośnych zalega gruby kompleks warstw wapieni i margli, praktycznie nieprzepuszczalnych. Warstwy te występują na głębokości od około 150 do około 585 m, to jest do stropu warstw albu.

Drugie piętro wodonośne składa się z warstw albu, w których wodonoścem są słabo zwięzłe piaskowce i piaski drobnoziarniste o charakterze kurzawkowym, występujące głównie w dolnej części warstw albu. Zwierciadło wody jest napięte, a ciśnienie piezometryczne wynosi około 5,6 MPa. Współczynnik filtracji albu jest w granicach od $8,1 \cdot 10^{-7} - 1,38 \cdot 10^{-5}$ m/sek. Dopływ wód z warstw albu do otworów badawczych wahał się w granicach od 1,3 do 26 $m^3/godz$ przy depresji 66-336 m.

Miejscami, gdzie zawartość fosforytów w piaskowcach jest większa, przepuszczalność ich jest bardzo mała, jak np. w szybie IV. W spągu wodonośnych warstw albu zalega gruby kompleks warstw jurajskich składających się z wapieni politycznych, praktycznie nieprzepuszczalnych, których miąższość wynosi około 60 m.



Rys. 1. Przekrój hydrogeologiczny przez ORW LZN

Trzecie piętro wodonośne występuje w dolnej części utworów jurajskich składających się z wapieni organodetrytycznych i detrytycznych, porowatych i szczelinowatych o miąższości około 40 m. Zwierciadło wody tego poziomu jest napięte, a ciśnienie piezometryczne wynosi około 6 MPa. Dopływ wody do otworów badawczych pod szyby w górnej części jury był rzędu 2 m^3/godz, a w dolnej około 20 m^3/godz, przy depresji około 600 m. Średni współczynnik filtracji wapieni jurajskich wynosi około 1,75 . 10^{-6} m/sek. Dopływ wody do szybu IV z wapieni omawianego piętra wodonośnego wynosił około 1,2 m^3/min. Mineralizacja wód tego poziomu waha się od 1100 do 2400 mg/dm^3.

Omówiony wyżej układ hydrogeologiczny przedstawiono na rys. 1.

3. Dotychczasowy sposób drążenia szybów w warunkach hydrogeologicznych LZW

Dotychczas w LZW dla kopalni "Bogdanka" wybudowano trzy szyby, to jest S-1, S-2 i S-4, a czwarty S-3 jest w budowie.

Szyby S-1, S-2 zostały wybudowane z zastosowaniem zamrożenia warstw nadkładu do głębokości 700 m, tj. do stropu warstw karbońskich. Dla szybu S-4 warstwy nadkładu zamrożono tylko do głębokości 180 m. Od 180 m do około 660 m szyb drążono zwykłym sposobem górniczym, gdyż na tym odcinku głębokościowym skały były zwięzłe i praktycznie nieprzepuszczalne. Od 660 m do 682 m, tj. na odcinku zalegania wodonośnych warstw jurajskich, szyb drążono z odwodnieniem górotworu. Maksymalny dopływ wody do szybu wynosił 1,2 m^3/min przy depresji około 650 m. Poniżej 682 m w utworach karbońskich szyb był drążony zwykłym sposobem górniczym przy dalszym odprowadzeniu wód jurajskich spoza obudowy szybu w ilości około 1,2 m^3/min.

Stosowany sposób drążenia jest nieekonomiczny z uwagi na wysokie koszty budowy szybów oraz długi czas ich budowy. Omawiany sposób drążenia szybów z zastosowaniem zamrażania górotworu do głębokości około 700 m był uwarunkowany występowaniem warstwy kurzawkowej występującej na głębokości około 600 m oraz niżej zawodnionych wapieni jurajskich.

W następnej części niniejszego artykułu przedstawiam sposób drążenia szybów z zastosowaniem odprężenia ciśnienia hydrostatycznego warstwy kurzawkowej zamiast zamrażania górotworu.

4. Sposób drążenia szybów z wyprzedzającym odprężeniem kurzawki na przykładzie Lubelskiego Zagłębia Węglowego

W Lubelskim Zagłębiu Węglowym, jak to wynika z rozdziału 2 niniejszego artykułu, na głębokości około 580 m zalega warstwa albu zbudowana z wodonośnych piasków o charakterze kurzawkowym. W centralnym Rejonie Węglowym

tego Zagłębia miąższość omawianej warstwy wynosi od około 2 m do około 7 m. W obrębie obszarów projektowanych kopalń K-1, K-2, K-3 grubość warstwy piasków kurzawkowych wynosi od 2 do około 3 m. Z wykonanych badań modelowych oraz przeprowadzonych obserwacji w szybach S_1, S_2, S_3 i S_4 wynika, że w rozpatrywanych warunkach hydrogeologicznych bardziej bezpieczny i ekonomiczny sposób drążenia szybów będzie z zastosowaniem wyprzedzającego odprężenia kurzawki. Kolejność postępowania przy zastosowaniu omawianej metody drążenia szybów jest następująca:

1. Zatrzymać drążenie szybu w wapieniach kredowych, pozostawiając w dnie szybu nad warstwą kurzawkową półkę z warstw wapieni o grubości 15 - - 20 m.

2. Wykonać odprężenie kurzawki o ciśnieniu około 5,7 MaPa (57 at) za pomocą odwierconych dla tego celu w dnie szybu dwóch do czterech otworów małośrednicowych usytuowanych na obwodzie szybu oraz centralnej studni depresyjnej (rys. 2). Otwory odprężające należy zaprojektować pod kątem 70° w stosunku do poziomu. W ten sposób otwory te wejdą poza ociosy szybu. Głębokość każdego z otworów będzie uzależniona od grubości półki i przy kącie 70° wyniesie od 16-21 m.

Wiercenie należy rozpocząć od:

- wykonania podwiertów pod rury prowadnikowe o średnicy 89 mm i długości około 10 m, tj. 5-10 m powyżej stropu warstwy kurzawkowej i pod rury prowadnikowe dla otworu studziennego Φ 10^{4},
- zacementowanie rur prowadnikowych w otworach odprężających oraz otworze studziennym.

3. Zabudować pomost około 15 m powyżej dna szybu (rys. 2).

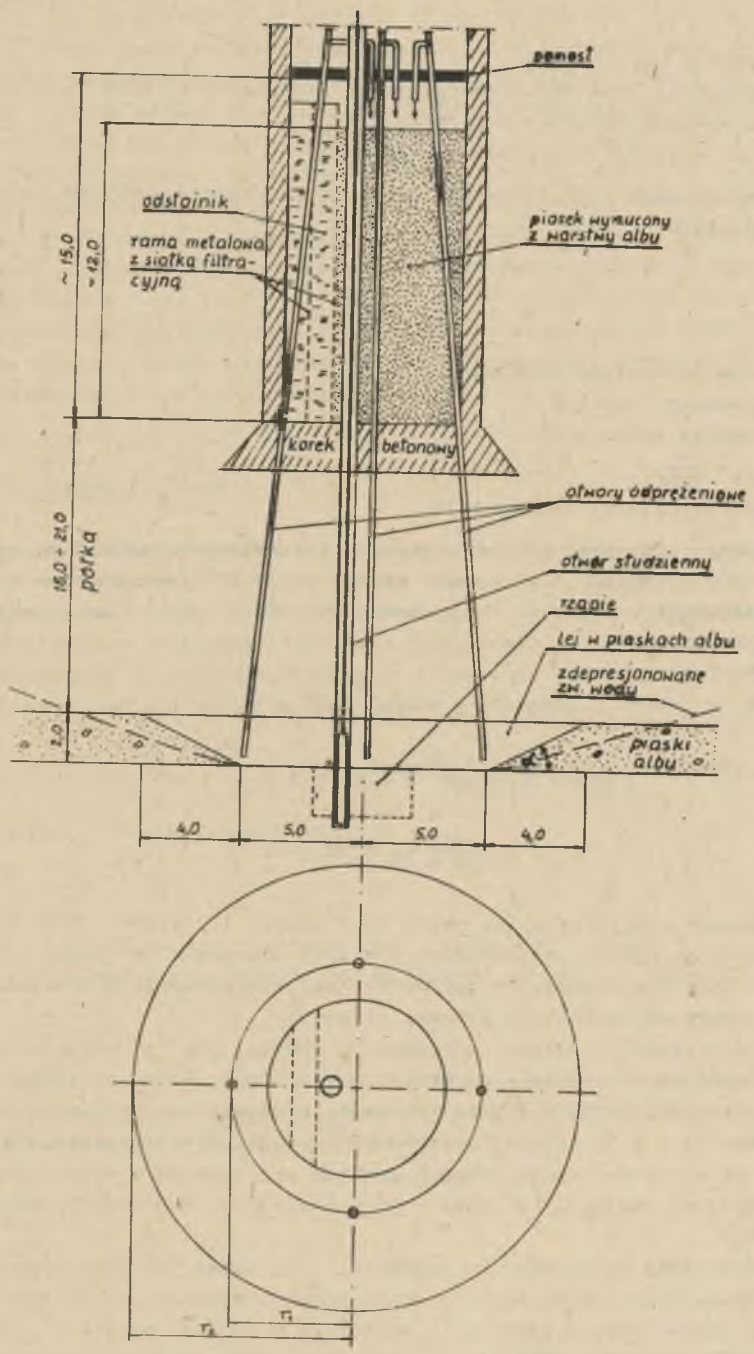
4. Z pomostu odwiercić studnie i otwory odprężające przy założonej zasuwie. W pierwszej kolejności odwiercić:

- otwór studzienny do głębokości około 2 m poniżej stropu warstwy albu,
- otwory odprężające w ilości 2-4, również do głębokości około 1 m poniżej stropu warstwy albu.

5. Po odwierceniu otworów w dnie szybu należy otworzyć w pierwszej kolejności zasuwę w otworze studziennym, a po upływie kilkunastu godzin w otworach odprężeniowych. Wypływający piasek będzie się osadzał pod pomostem, a woda po przefiltrowaniu przez siatkę filtracyjną osadzoną na ramach będzie odprowadzana do odstajnika. Wodę z odstajnika należy równolegle z wpływem kurzawki odprowadzać za pomocą pompy szybowej w ilości od 0,3-0,5 m^3/min.

6. Odprężenie kurzawki nastąpi z chwilą, gdy z otworu popłynie czysta woda. Czas będzie trwał od jednej do kilku dób i można go obliczyć według wzoru:

$$t = \frac{V}{0,3 \times Q}$$



Rys. 2. Schemat odprężenia ciśnienia hydrostatycznego piasków albu o charakterze kurzawkowym z zastosowaniem otworów odprężeniowych

gdzie:

t - czas w godzinach,

V - objętość leja wytworzonego przez odprężenie kurzawki w m^3,

Q - samowpływ kurzawki w m^3/godz,

0,3 - współczynnik określony laboratoryjnie.

7. Objętość leja V m^3, powstałą w wyniku odprężenia kurzawki, można określić ze wzoru:

$$V = \frac{1}{3} r_o^2 h$$

gdzie:

r_o - promień zasięgu leja w m,

h - wysokość leja w m,

r_1 - promień szybu w m,

$r_o = r_1 + \frac{h}{tg\alpha}$,

α - kąt nachylenia skarpy leja.

W warunkach LZW, przy grubości piasków kurzawkowych około 3 m, promieniu szybu 3,5 m, kącie nachylenia skarpy około 20° (wyznaczonym w badaniach modelowych), objętość V wyniesie 452 m^3, a czas t odprężenia kurzawki około 50 godz.

$$V = \frac{1}{3}\left(r_1 + \frac{h}{tg\alpha}\right)^2 \times \pi \times h$$

$$= \frac{1}{3}\left(3,5 + \frac{3}{0,36}\right)^2 \times 3,14 \times 3 = \sim 452\ m^3$$

$$t = \frac{452}{0,3 \times 30} = 50\ godz.$$

W obliczeniach przyjęto dopływ około 30 m^3/godz, tj. około 0,5 m^3/min. Z obliczeń tych wynika, że kurzawka zostanie odprężona w ciągu 50 godz. Po tym okresie czasu popłynie już woda praktycznie czysta z minimalną zawiesiną części mechanicznych głównie ilastych.

8. Po odprężeniu ciśnienia kurzawki, z chwilą, gdy z otworów będzie wypływać woda czysta, należy do otworu studziennego opuścić pompę głębinową o wydajności około 2 m^3/min. Pompa ta przejmie samowypływ z otworów odprężeniowych i przy podanej wydajności zdepresjonuje zwierciadło wody do spągu warstw albu. Po sczerpaniu zasobów statycznych w wytworzonym leju o pojemności około 452 m^3 dopływ wody z piasków albu będzie rzędu 0,3-0,5 m^3/min.

9. W następnej kolejności po odprężeniu ciśnienia kurzawkowego i zdepresjonowaniu zwierciadła wody do spągu warstwy wodonośnej należy przystąpić do zdemontowania pomostu, a następnie wybrania piasku z podsadzonego szybu o wysokości około 12 m. Po oczyszczeniu szybu z podsadzonego piasku należy przystąpić do dalszego drążenia szybu przy stałym odprowa-

dzeniu wody w granicach od 0,3-0,5 m^3/min zbierającej się w niżej utworzonym leju powstałym po odprężeniu kurzawki. Wysokość leja przy grubości warstwy piasków albu w granicach od 2-3 m wyniesie około 3 m. Po wejściu do leja, przy stałym odprowadzaniu wody za pomocą pompy szybowej, w pierwszej kolejności należy przygotować rząpie w stropowej części wapieni jurajskich o wysokości około 2 m. Rząpie to będzie spełniało rolę tymczasowego zbiornika dla wód albskich, które będą z niego przetłaczane za pomocą pompy szybowej. W następnej kolejności można będzie przystąpić do wykonania obudowy szybu na odcinku odpowiadającym grubości warstwy piasków kurzawkowych. Czas wykonania wszystkich wyżej omówionych prac związanych z odprężeniem kurzawki wraz ze zgłębieniem szybu na tym odcinku około kilkunastu metrów można szacować na około 3 miesiące, natomiast mrożenie wraz z wykonaniem otworów na około 2 lata.

5. Wnioski końcowe

Omówiona metoda drążenia szybów z zastosowaniem wyprzedzającego odprężenia kurzawki może być zastosowana w Lubelskim Zagłębiu Węglowym zamiast metody mrożeniowej. Metoda ta pozwoli na znaczne skrócenie czasu drążenia szybów oraz na obniżenie kosztów ich drążenia o 50%.

W związku z powyższym wnioskuję o podjęcie decyzji w tej sprawie i wyznaczenie jednego szybu do wypróbowania w praktyce omówionej metody.

Recenzent: Dr hab. inż. Józef Małoszewski

Wpłynęło do Redakcji 29.04.1981 r.

Метод бурения стволов с применением опережающего отжима гидростатического давления в слоях плывуна на больших глубинах

Р е з ю м е

Обсуждена характеристика гидрогеологической системы Любельского угольного бассейна, а также метод бурения стволов, заключающийся в отжиме гидростатического давления слоя плывуна.

The method of shaft driving with the application of previous elastic recovery of hydrostatic oressure in Quicksand layers at great deptms

S u m m a r y

There has been discussed the characteristic of hydrogeologic system of Lublin Coal Basin and the method of shaft driving depending on elastic recovery of hydrostatic pressure of quicksand layer.