

Bez odchyleń od pionu

Marian Wardzała, Krzysztof Skuba
Poszukiwania Nafty i Gazu Jasło Sp. z o.o.

1. Charakterystyka technicznych założeń przetargowych

Przedsiębiorstwo Budowy Kopalń PeBeKa SA jako główny wykonawca prac związanych z budową szybu SW-4 dla KGHM przedstawiło materiały przetargowe (SIWZ) jako podstawę do opracowania oferty na realizację wierceń mroźniowych SW-4. Charakterystyka wymagań przetargowych została zawarta w *Ogólnych warunkach wykonania i odbioru robót* [1].

1.1. Podstawowe dane techniczne realizacji wierceń na SW-4:

- średnica kręgu mrożenia – 16 m,
- liczba otworów na kręgu – 40,
- liczba otworów o głębokości 650 m – 20,
- liczba otworów o głębokości 430 m – 20,
- otwory rozmieszczone na przemian krótki – długi,
- liczba otworów pomiarowych o głębokości 630 m – 3,
- odległość od siebie otworów długich na kręgu – 2,50 m,
- odległość od siebie otworów krótkich na kręgu – 2,50 m,
- odległość między otworami płytkimi i głębokimi – 1,25 m,
- konstrukcja otworów – rury 9 5/8" do głębokości 20 m, rury 5 1/2" do głębokości 430/650 m.

1.2. Wymagania dotyczące pionowości otworów

- otwory długie $l = 650$ m – w interwale 430–650 dopuszczalne odchylenie od pionu 0,5 m,
- wszystkie otwory – w interwale 0–430 m dopuszczalne odchylenie od pionu 0,3 m.

Wszelkie przekroczenia dopuszczalnego odchylenia od pionu powodują obowiązek wykonania przez wykonawcę dodatkowych prac, zgodnie z *Ogólnymi warunkami wykonania i odbioru robót*.

Biorąc pod uwagę warunki geologiczne rejonu szybu oraz opierając się na materiałach przetargowych zlecniodawcy, w których z reguły i z definicji przedstawia wszystkie najistotniejsze informacje, mające wpływ na bezpieczeństwo realizacji tak ważnego projektu, a także uwzględniając doświadczenia nabyte w różnych rejonach kraju na przestrzeni kilkudziesięcioletniej działalności na rynku prac wiertniczych, PNiG Jasło podjęło się realizacji omawianego zadania. W tym przypadku najważniejsze były nasze doświadczenia zdobyte podczas prac ratunkowych np. w KWK Silesia, a w szczególności przy realizacji wierceń mroźniowych na trzech platformach pod budowę szybów Kopalni Węgla Kamiennego Bogdanka w Lubelskim Zagłębiu Węglowym w latach 1975–1978.

2. Doświadczenia PNiG Jasło w technologii wierceń mroźniowych

Poszukiwania Nafty i Gazu w Jaśle Sp. z o.o., w latach 1975–1976 funkcjonujące jako Przedsiębiorstwo Poszukiwań Nafty i Gazu w Jaśle, zrealizowały projekt wiercenia otworów mroźniowych pod budowę szybu KWK Bogdanka, a w 1978 r. drugą płytę w tym samym rejonie w miejscowości Stefanów. Trzeci projekt realizowany był również dla KWK Bogdanka przez Przedsiębiorstwo Poszukiwań Nafty i Gazu w Wołominie, aktualnie wchodzące w skład PNiG Jasło jako Oddział Serwisowy Naftgaz.

Bardzo duże znaczenie miały również doświadczenia zdobyte w trakcie wiercenia dwóch płyt mroźniowych dla KWK Czeczott oraz realizacji projektu wierceń mroźniowych Warszawice w rejonie Kaczyc, Cieszyna przez Naftgaz Wołomin w latach 1977–79.

2.1. Charakterystyka techniczna realizowanych wierceń dla KWK Bogdanka[3]:

Platforma betonowa miała 30 m średnicy i 0,6 m grubości, zaś średnica kręgu mroźniowego wynosiła 17 m. Na kręgu mroźniowym zaprojektowano wykonanie 44 otworów mroźniowych do głębokości 720 m każdy. Dopuszczalne projektowe odchylenie osi otworu od pionu do 1 m.

Konstrukcja otworów:

- rura blaszanka – rury 13 3/8" – 5 m szapowana (wiercona ręcznie i cementowana),
- kolumna techniczna – rury 9 5/8" – 40 m cementowane do powierzchni,
- kolumna rur mroźniowych – rury 5 1/2" – 720 m spawane i cementowane (technologia wykonania zakładała spawanie rur mroźniowych, tzw. złączkowych cementowanych do powierzchni lub niecementowanych).

Pomiary wykonywane były aparaturą żyroskopową firmy Estman.

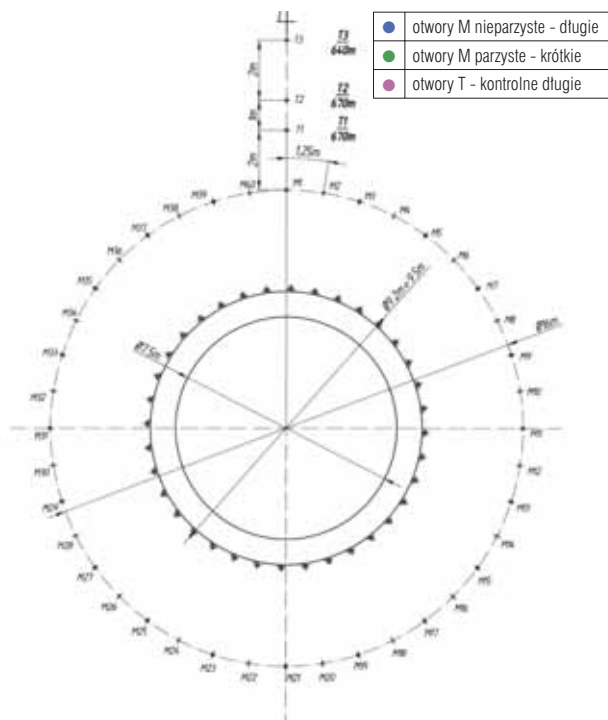
Stosowana technologia wiercenia pozwoliła na satysfakcjonujące zlecniodawcę wykonanie projektu, oczywiście z pewnymi poprawkami po końcowych pomiarach i analizie map zamykania się kręgów mroźniowych. Poprawki mieściły się w granicach ok. 10% wierconych otworów. Nie stosowano dodatkowych systemów zabezpieczających przed nadmiernymi przyrostami odchylenia otworów. Zdarzały się wprawdzie przypadki przekroczenia odchylenia dopuszczalnego, prawdopodobnie spowodowane występowaniem otoczków lub innych anomalii, jednakże nie były to zjawiska częste, a wymagania odchylenia mniej rygorystyczne i możliwe do zachowania.

Średni czas realizacji jednego otworu kształtował się w granicach 8–10 dni. Warunki geologiczne z punktu widzenia zwiercalności skał były łatwiejsze. Przewiercano formacje kredowe, a w dolnej części otworu formacje jury z wodonośnymi utworami albu. Poważnym problemem była natomiast niestabilność stropowej partii utworów kredowych i czwartorzędowych. Dochodziło do wypłukiwania pod płytą betonową, co rodziło konieczność stabilizowania gruntu zastrzykami gipsowo-cementowymi, niejednokrotnie o znacznej objętości. Wszystkie wymienione problemy były rozwiązywane wspólnie z głównym wykonawcą i projekt został zrealizowany pod względem technicznym w sposób satysfakcjonujący zlecniodawcę.

Otwory mroźniowe zostały wykonane przy użyciu dwóch specjalnie zaadaptowanych do celów wierceń mroźniowych urządzeń wiertniczych: OP 1200 i BU 75. Konstrukcja tych urządzeń pozwalała na poruszanie się po płycie bez ich demontażu i bez wyrzucania przewodu wiertniczego, co usprawniało i przyspieszało pracę w fazie zmiany położenia urządzeń. Niestety, aktualnie urządzenia tego typu są niedostępne, jednak szybkość demontażu i montażu urządzeń Cardwell KB 200 i Cabot IRI 750, zaadaptowanych do pracy na platformie mroźniowej oraz możliwości technologiczne zaproponowanych zespołów zdecydowanie przewyższają poprzednie rozwiązania. Pewne rozwiązania techniczne zostały jednak wprost przeniesione i z powodzeniem wykorzystane przy realizacji wierceń na SW-4.

3. Kolejność wykonania

- otwory długie $l = 650$ m wykonywane w pierwszej kolejności (ryc. 1),



Ryc. 1. Rozmieszczenie otworów mroźeniowych i kontrolnych w tarczy szybu SW-4 [2]

- otwory krótkie $l = 430$ m wykonywane w drugiej kolejności (ryc. 2),
- otwory pilotażowe – konduktory o długości 20 m (wykonawca: Geofizyka Toruń Sp. z o.o.).

Konduktory wykonano w okresie od 2 do 27 marca 2006 r.

Kolejność realizacji nie była zgodna z pierwotnym planem założonym w materiałach przetargowych, o czym zdecydowały głównie względy techniczne, tj. możliwość rozmieszczenia urządzeń i konieczność wykonywania pomiarów żyroskopowych, niezbędnych do dokonywania częściowych odbiorów prac – zmiany potwierdzone były decyzją PeBeKa. Sposób rozmieszczenia urządzeń musiał umożliwić pomiary żyroskopowe jak największej liczby otworów oraz wprowadzenie dodatkowego urządzenia do rurowania odwierconych otworów.

Lp.	Otwór	Urządzenie	Lp.	Otwór	Urządzenie
1	T-3	IRI 750	25	M-14	Cardwell
2	M - 23	Cardwell	26	T-2	IRI 750
3	M - 3	IRI 750	27	M-22	Cardwell
4	M - 19	Cardwell	28	T-1	IRI 750
5	M - 39	IRI 750	29	M-24	Cardwell
6	M - 15	Cardwell	30	M-16	Cardwell
7	M - 35	IRI 750	31	M-18	Cardwell
8	M - 11	Cardwell	32	M-4	IRI 750
9	M - 31	IRI 750	33	M-28	Cardwell
10	M - 7	Cardwell	34	M-2	IRI 750
11	M - 27	IRI 750	35	M-8	IRI 750
12	M-5	Cardwell	36	M-32	Cardwell
13	M-25	IRI 750	37	T-3	IRI 750
14	M-1	Cardwell	38	M-26	Cardwell
15	M-21	IRI 750	39	M-20	Cardwell
16	M-9	Cardwell	40	M-39A	IRI 750
17	M-29	IRI 750	41	M-10	Cardwell
18	M-13	Cardwell	42	M-36	IRI 750
19	M-37	IRI 750	43	M-16A	Cardwell
20	M-17	Cardwell	44	M-40	IRI 750
21	M-39	IRI 750	45	M-30	Cardwell
22	M-12	Cardwell	46	M-2A	IRI 750
23	M-33	IRI 750	47	M-34	Cardwell
24	M-6	Cardwell	48	M-38	Cardwell

Ryc. 2. Kolejność realizacji otworów mroźeniowych, oprac. aut.

4. Technologia wiercenia otworów mroźeniowych SW-4

Technologia wiercenia otworów mroźeniowych na platformie szybu SW-4 została ujęta w projekcie technicznym [2] i dotyczyła parametrów wiercenia, stosowanych narzędzi wiertniczych, technologii płuczkowej, systemów zabezpieczenia przed odchyleniem osi otworów, systemów pomiarowych, technologii zapuszczania, spawania i cementowania rur mroźeniowych oraz ich badań niszczących i testów ciśnieniowych.

W niniejszym opracowaniu skoncentrowano się głównie na tych elementach, które miały decydujący wpływ na proces wiercenia i trajektorię otworów.

4.1. Parametry wiercenia

Projekt techniczny w części dotyczącej parametrów wiercenia przewidywał zakres możliwych do wykorzystania parametrów wiercenia w szerokich granicach, w zależności od bieżących wyników pomiarów krzywizny odwierconej partii otworu. Zaprojektowany zestaw urządzeń wiertniczych, bezpośredniego zaplecza technicznego oraz wyposażenia całego systemu tłoczenia i oczyszczania płuczki gwarantował możliwość stosowania bardzo wysokiego reżimu parametrów mechanicznych wiercenia i hydrauliki otworowej. Faktyczne możliwości wykorzystania posiadanych zdolności technicznych okazały się jednak bardzo niewielkie. Parametry wiercenia przy realizacji projektu były dobierane w zależności od kształtowania się trajektorii wierconych otworów oraz wytrzymałości przewiercanej formacji (wydatek tłoczenia). W początkowej fazie realizacji projektu wiercenie otworów prowadzone było bez użycia specjalistycznych systemów pionujących.

Ograniczenia technologiczne dotyczyły przede wszystkim nacisku na świder – podstawowego parametru wiercenia, mającego decydujący w sensie pozytywnym wpływ na prędkość wiercenia, ale jednocześnie w tym przypadku wywierającego wpływ negatywny na pionowość wierconych otworów. W fazie projektowania przyjęto jako podstawowe zabezpieczenie przed nadmiernym przyrostem odchylenia otworów system wahadłowy z rozmieszczenia stabilizatorów w zestawie obciążników, z zastosowaniem niskich wartości nacisku na świder, wysokich wartości obrotów jako parametru stabilizującego zmiany trajektorii otworu oraz wysokiego reżimu hydraulicznego – wykorzystanie mocy hydraulicznej zestawów pompowych trzytłokowych PZ-7 o mocy hydraulicznej 550 KM każdy.

Już w pierwszych realizowanych otworach: T-3 i M-23 założenia projektowe nie sprawdziły się, kiedy konieczne się okazało bardzo radykalne ograniczanie nacisku na świder (nawet poniżej 1 t), co było spowodowane problemami z zachowaniem dopuszczalnego odchylenia.

Pierwsze 12 otworów wiercono bez wprowadzonych później systemów samopionujących, ale z zastosowaniem różnych zestawów do stabilizacji dolnej części przewodu wiertniczego, zmierzających do znalezienia możliwości wykorzystania nacisku na świder – głównego czynnika mającego wpływ na prędkość wiercenia, bez negatywnego oddziaływania na odchylenie otworów. Stosowane metody ograniczenia odchylenia osi otworów oraz rezultaty ich stosowania przedstawione są w następnym podrozdziale.

4.2. Systemy pionujące

4.2.1. Stabilizacja dolnej części przewodu

Aby zachować dopuszczalne odchylenie otworów, gwarantując jednocześnie zadowalającą prędkość wiercenia, zastosowano różne zestawy stabilizacji świdrów i dolnej części obciążników. W dalszej części przedstawione są różne zestawy zastosowane w kilku przykładowych otworach oraz rezultaty ich stosowania.

We wspomnianym wyżej otworze pomiarowym T-3, który był pierwszym realizowanym otworem w interwale 0–ok. 250 m, według pomiaru EMS odejście wypadkowe wyniosło 211 cm w głębokości 239 m przy parametrach: nacisk do 1 t, obroty 110–120 obr/min, wydatek płukania 16 l/s. Stosowany był zestaw (I): świder 216 mm, stab. 216 mm, obc. 6 3/4” – 4 m, stab. 216, obc. 6 3/4” – 12 m. W wyniku tak dużego odchylenia do dalszego wiercenia zmieniono na głębokości 256 m zestaw (I) na wahadło (II) z świdrem trzygryzowym: świder 216, obc. 6 1/2” spiralne – 18 m, stab. 216 mm, obc. 6 1/2” spiralne – 9 m, który był stosowany do głębokości 407 m. Użycie tego zestawu nie przyniosło

oczekiwanego rezultatu, ponieważ odejście wypadkowe w miarę wgłębienia otworu zwiększało się. Kolejno zastosowano zestaw (III): świder PDC 216 mm, obc. 6 3/4" – 4 m, stab. 216 mm, obc. 6 1/2" – 9 m, który pracował w interwale 407–655 m. Do głębokości 507 m nadal następował wzrost krzywizny do osiągnięcia wartości maksymalnej dla otworu 334 cm, natomiast w miarę dalszego wiercenia zaznaczył się spadek odejścia wypadkowego wskutek zmiany azymutu i ostateczne odejście na spodzie wyniosło 272 cm – otwór ten został oceniony jako technicznie nieprzydatny i zlikwidowany przez cementację na całej długości. Nie można wykluczyć występowania na głębokości 40–60 m otoczków lub innych anomalii w formacjach skalnych, ponieważ na tej głębokości zaznaczył się nagły przyrost odchylenia, ale wówczas nie byliśmy w stanie tego przypadku właściwie zdefiniować.

Kolejne wiercone otwory pozwoliły na określenie przyczyn i szukanie możliwości stosowania metod zapobiegawczych. W trakcie dalszego wiercenia w przypadkach odchylen występujących nagle w płytkich interwałach, z jednoczesnymi objawami pracy na otoczkach, stosowano do pionowania i rozbijania kamieni specjalne frezy ekscentryczne produkcji własnej (Potok – Remonaft), zbrojone bardzo twardymi materiałami (Servocoloy). W takich przypadkach procedura postępowania była następująca: wielokrotnie powtarzanie przerabiania otworu wymienionym frezem i praca na dnie otworu aż do skutku. Taka praca trwała na otworze M-4 nawet kilkadziesiąt godzin, ale ze skutkiem pozytywnym.

Otwór M-23 był kolejnym z wykonywanych otworów, w którym zastosowanie różnych zestawów, głównie różnej długości zestawów wahadłowych nie przynosiło oczekiwanych efektów. Co prawda, w otworze tym odejście maksymalne nie było aż tak duże, jak w otworze T-3 i wyniosło 91 cm, jednakże przekroczyło dopuszczalną wartość, tj. 50 cm. Niemożliwe było określenie wpływu zastosowanych zestawów na ostateczny wynik odchylenia otworu, ponieważ otwór ten wiercono równocześnie z otworem T-3 i stosowane parametry były prawie identyczne.

Dalsze próby były kontynuowane w następnych otworach. Nie znaczy to, że eksperymentowano – było to sprawdzanie w tych konkretnych warunkach różnych zestawów, stosowanych skutecznie w innych warunkach wiercenia.

W otworze M-11 zastosowano jeszcze inne zestawy wraz ze świdrami dwugryzowymi. Były to zestawy długiego wahadła (ok. 40 m), teoretycznie najbardziej efektywne. Jednak zastosowanie tego rozwiązania nie przyniosło oczekiwanych efektów. W miarę wgłębienia otworu oraz zmiany zestawów wiertniczych odejście od osi otworu wzrastało i ostatecznie maksymalne odejście w tym otworze wyniosło 203 cm, zaś na spodzie otworu 189 cm, wskutek zmiany azymutu otworu.

W czasie wiercenia otworu M-7 powtórzono zestawy dolnej części obciążników, jak w otworach T-3 i M-23, ale w układzie ze świdrami dwugryzowymi. Taki układ wydawał się być efektywny, gdyż maksymalne odchylenie tego otworu wynosiło maksymalnie ok. 0,8 m, jednak uzyskane zostało nie dzięki zastosowaniu wybranego w doświadczeniach zestawu stabilizacyjnego pionującego, lecz poprzez ograniczenie nacisku, a tym samym prędkości wiercenia.

Przy stosowaniu wszystkich omawianych zestawów stabilizacji nacisk na świder ograniczany był do 0,1–0,3 t w utworach czwartorzędu i trzeciorzędzi i maksymalnie do 2 t w utworach triasowych. Mimo tak znacznego ograniczania nacisku na świder oraz zastosowania wielu różnej konfiguracji zestawów dolnej części przewodu wiertniczego, nie udało się wyeliminować przekroczenia dopuszczalnego odchylenia osi otworów, tj. 0,3 m w interwałach 0–430 i 0,5 m w interwałach 430–650 m.

Jedynym, chociaż nie zawsze skutecznym (M-2, M-40, M-16, M-39) sposobem na utrzymanie odchylenia otworu w granicach zbliżonych do dopuszczalnych i akceptowanych przez głównego wykonawcę (stosując metody klasyczne – efekt wahadła), było ograniczenie nacisku do wartości praktycznie nierejestrowalnych (100 kg).

Doświadczenia pokazały, że nie ma efektu wahadła przy odchyleniach poniżej jednego stopnia. To podstawowe ograniczenie w stosunku do wierceń naftowych.

Występowały również ograniczenia w wykorzystaniu możliwości

hydrauliki ze względu na pojawianie się zaników płuczki przy stosowaniu wydatku cyrkulacji powyżej 1200 l/min.

Stosowanie tak małych nacisków na świder oraz ograniczanie wydatku tłoczenia wpływało na spadek mechanicznej prędkości wiercenia, natomiast częste zmiany zestawów wiertniczych wydłużały czas robót wiertniczych, a co za tym idzie – realizacji całego otworu.

Pierwsze wiercone otwory T-3 oraz M-23 były klasycznym przykładem tego, co później uwidoczniło się bardzo wyraźnie: bardzo ograniczonych możliwości wpływu na trajektorię wierzonego otworu poprzez stosowanie różnych kombinacji zestawów wahadłowych i parametrów wiercenia ze względu na:

- absolutną niepowtarzalność budowy geologicznej w obrębie platformy,
- występowanie gładów, konglomeratów różnej wielkości i w różnych miejscach,
- prawdopodobne głębsze zaleganie porwaka lodowcowego – występowanie gładów narzutowych na głębokościach nie przewidywanych w projekcie geologicznym nawet do 60–80 m, co objawiało się komplikacjami na wielu otworach, szczególnie w głębokości 20–60 m (M-16, T-2, M-22, M-2, M-39, M-4 i innych).

4.2.2. Świder dwugryzowy jako system pionujący

Ze względu na niską efektywność ograniczania przyrostu odchylenia otworów w stosowanych zestawach wahadłowych zdecydowano się na wprowadzenie i zastosowanie technologii TCT firmy Smith Tool, zalecanej do wiercenia otworów pionowych z występującymi problemami z odchyleniem osi otworu. Polegała ona na wykorzystaniu specjalnej konstrukcji świdra gryzowego – dwugryzowy (typ ER7168 i TCTi + ze specjalnym układem hydrauliki – ryc. 3). Technologia ta daje większą efektywność w utrzymaniu pionowości otworu w stosunku do świdrow trójgryzowych w warunkach szczególnej tendencji do występowania odchylen osi otworu. W obu przypadkach konieczna jest stabilizacja dolnej części obciążników. Świder dwugryzowy cechuje się większą agresywnością w urabianiu formacji skalnej dzięki mniejszemu pokryciu dna strukturą urabiającą-wierzącą. Innymi słowy, można uzyskać taką samą, lub większą prędkość wiercenia przy mniejszym nacisku na świder. Zastosowane gryzy większych średnic dają większą żywotność świdra, co w warunkach efektywnej pracy ma bardzo istotne znaczenie.

Omawiane już w poprzednim rozdziale przykłady wiercenia, szczególnie w otworze M-7, ale również M-5 i M-27, zdawały się potwierdzać oczekiwania utrzymania pionowości, lecz niestety tylko przy bardzo niskim nacisku, rzędu 100 kg. Przy takich parametrach tempo realizacji zadania było nie do zaakceptowania, a koszt narzędzi zdecydowanie wyższy. W związku z tym odstąpiono od stosowania tej technologii. Sporadycznie wykorzystywano tego typu świdry w przypadkach braku sprawnego RVDS (systemu samopionującego) lub też w końcowych głębokościach.

Świdry te nie znalazły również zastosowania podczas stosowania RVDS ze względu na charakter pracy mogący zakłócać wskazania RVDS.

I w tym przypadku okazało się, że tak jak przy próbie ograniczenia odchylenia z zastosowaniem różnych układów stabilizacji, nie ma żadnej powtarzalności rezultatów stosowanej technologii wiercenia.



Ryc. 3. Świder dwugryzowy firmy Smith

4.2.3. Elektroniczne systemy samopionujące

Kolejnym etapem działań zmierzających do poprawy stanu realizacji projektu zarówno pod względem technicznym, jak i terminu wykonania było wprowadzenie systemu samopionującego firmy Smart Drilling, typ Vertical Drilling System ZBE 3000, którego zadaniem był ciągły pomiar krzywizny z jej ewentualną automatyczną korektą w czasie wiercenia. Wiercenie przy użyciu tego systemu prowadzono na dwóch otworach, jednak znów bez zadowalających wyników. System ten nie był w pełni dopracowany – brakowało sygnału na powierzchni, a w związku z tym pewności, co do faktycznego zachowania trajektorii otworu. System ten nie dawał gwarancji pionowości otworu, a tym samym wymagał ciągłego ograniczania nacisku z obawy przed nadmiernym odchyleniem. Z tego też powodu została rozwiązana umowa z firmą Smart Drilling.

Przystąpiono do rozmów z firmą Micon i 30 lipca 2006 r. podpisano umowę na świadczenie usługi serwisowej wiercenia otworów mroźniowych systemem RVDS.

Firma Micon zaprojektowała i wykonała sześć nowych egzemplarzy 7 3/4" RVDS na potrzeby projektu i oprócz pewnych komplikacji w początkowej fazie wdrażania nowych rozwiązań RVDS (częsta awaryjność systemów elektronicznych) narzędzia sprawdziły się.

System Micon 7 3/4" RVDS posiadał pewne ograniczenia technologiczne, które ograniczały możliwość osiągania wyższych wskaźników wiercenia:

- max wydatek płuczki 1200 l/min – zalecany 800 l/min,
- max nacisk na świder 150 kN – zalecany do 80 kN,
- obroty świdra 10-60 obr/min – (max 70 obr/min),
- nie zaleca się stosowania świdrów PDC,
- nie zaleca się stosowania świdrów dwugryzowych.

Szczególnie ograniczenia wydajności tłocznej płuczki są bardzo niekorzystne, ponieważ przy prędkościach wiercenia ponad 5 m/h występują problemy z oczyszczaniem otworu i wynoszeniem urobku oraz zalepianiem świdra w skałach ilastych. Z tego też m.in. powodu nie można stosować świdrów skrawających, wymagających dużych wydatków tłoczenia. Musi jednak być zachowany pewien kompromis między sztywnymi ograniczeniami a praktyką oraz ważnością

celów. Taki kompromis udało się zachować – cena kompromisu jest jednak wysoka.

Wprowadzenie systemu RVDS do wiercenia pozwoliło jednak na osiągnięcie podstawowego celu, tj. utrzymania odchylenia wierconych otworów w granicach założeń technicznych oraz przyśpieszenia terminu realizacji projektu.

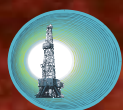
4.3. Narzędzia wiertnicze – świdry

Do realizacji projektu wiercenia płyty mroźniowej zaprojektowano głównie świdry trzygryzowe oraz świdry skrawające PDC (zbrojone płytkami z diamentu polikrystalicznego) – narzędzia powszechnie stosowane w technice wiertniczej.

Doboru typów i twardości dokonano na podstawie dostępnych materiałów geologicznych przedstawionych w materiałach przetargowych, które generalnie rzecz biorąc nie dawały przesłanek do projektowania technologii i narzędzi wierzących najnowszej generacji. Na potrzeby projektu założono wobec tego świdry trójgryzowe produkcji "Glinik" oraz świdry skrawające produkcji „Dominat” (producceni krajowi). Świdry te są powszechnie stosowane w krajowym wiertnictwie naftowym. Jednakże występują również warunki geologiczne, warunki zwiercalności skał oraz wymagania techniczno-ekonomiczne, które wymagają stosowania świdrów o najwyższej jakości i najnowszych generacji, aby zapewnić możliwość efektywnej realizacji konkretnego zadania. Takie warunki zaistniały w trakcie realizacji wiercenia otworów mroźniowych na SW-4.

W wyniku gruntownej analizy wiercenia pierwszych otworów popartej przeprowadzeniem rachunku efektywności przyjęto do stosowania jako podstawowy świder firmy Smith Tool typ XR+ (ryc. 4). Jest to świder najnowszej generacji, bardzo agresywny jako świder do formacji miękkich (117 IADC), a jednocześnie doskonale uzbrojony na średnicy ze specjalnym zbrojeniem uzębienia, co pozwala wiercić skutecznie w formacjach twardych i abrazyjnych. Dzięki wysokiej żywotności i przydatności do wiercenia z RVDS był najbardziej efektywnym świdrem.

Spśród użytych świdrów stosowane były świdry trójgryzowe zębate produkcji krajowej, ale ich efektywność była bardzo niska



JASŁO

Poszukiwania Nafty i Gazu Jasło

Świadczymy usługi w zakresie:

- wiercenia otworów za ropą naftową, gazem ziemnym, wodami mineralnymi, termalnymi i innymi surowcami do głębokości 7000 m,
- rekonstrukcji i likwidacji otworów wiertniczych,
- usługi "know-how" w zakresie wiertnictwa.



Oddział Naftagaz Wołomin oferuje specjalistyczne serwisy:

- cementowania,
- płuczki,
- pakerowy,
- laboratoriów polowych Datawell,
- badań nieniszczących konstrukcji oraz elementów stalowych,
- perforacji rur okładzinowych w otworach wiertniczych.

38-200 Jasło, Asnyka 6
tel./fax: +48-13-44620 61/44632 65
www.ogecjaslo.pl
info@ogecjaslo.pl

Rok założenia 1953



(nie wynikało to z niskiej jakości, lecz z nieefektywnego ich wykorzystania przy częstych zmianach zestawów podczas wiercenia bez systemów samopionujących). Z chwilą wprowadzenia systemu RVDS świdry krajowe miały za krótką żywotność i ich stosowanie było nieefektywne. Jak wspomniano wyżej, do wysoko wydajnych systemów RVDS, a jakość i wydajność tych urządzeń w stosunku do sytuacji początkowej jest radykalnie wyższa, muszą być stosowane również takiej samej jakości świdry. Decyduje o tym zawsze koszt jednostkowy wierzonego metra.

W tym przypadku najbardziej efektywnym okazał się świder XR+ (ryc. 4).



Ryc. 4. Świder XR+

Świdry dwugryzowe TCTi+ (ryc. 5), które wprowadzono jako system do utrzymywania pionowości otworów, mimo bardzo wysokiej żywotności nie znalazły szerszego zastosowania ze względu nieprzydatności do pracy z systemem RVDS.

W czasie wiercenia użyto również świdrów skrawających PDC, które były stosowane w pierwszych otworach T-3, M-23, M-35. Ze względu na ograniczony nacisk na świder nie mogły być w pełni wykorzystane, a przy zwiększonym nacisku narzędzia te wykazywały tendencję do przyrostu krzywizny otworu. Jednak głównym powodem ich wycofania z użycia, jako podstawowego zaprojektowanego do wiercenia świdra, było występowanie piaskowców kwarcytowych w interwale 405–417, definiowanych jako zwierzelina kwarcowa, po przewierceniu której świdry diamentowe skrawające były kompletnie zużyte (ryc. 6).

Świdry PDC nie znalazły zastosowania przy wierceniu z systemem RVDS, gdyż ich budowa ogranicza możliwość „kierowania” świdrem przez system RVDS, a wymagania co do ilości cyrklowanej płuczki przekraczają znacznie dopuszczalny wydatek tłoczenia dla RVDS.

Jedynym typem świdra, który spełniał ograniczenia techniczne RVDS, a równocześnie wykazywał największą żywotność był świder XR+ Explorer, dlatego był on cały czas stosowany z RVDS.



Ryc. 5. Zużyty świder PDC Smith



Ryc. 6. Zużyty świder PDC Dominat

5. Systemy pomiarowe

Zgodnie z wymaganiami odbioru robót, wykonawca był zobowiązany w czasie wiercenia wykonywać na bieżąco pomiary odchylenia osi otworu oraz końcowe pomiary po odwierceniu otworu aparaturą

żyroskopową w dół i do góry w celu wykreślenia tzw. map zamykania się kręgu mroźeniowego.

Do bieżących pomiarów użyto Digital Multishot System EMS z dokładnością pomiaru: azymut $\pm 0,1^\circ$, kąt $\pm 0,05^\circ$. Pomiar był miarodajny w sytuacji małego zagęszczenia otworów (azymut można odczytać bez zakłóceń, jeśli pomiar wykonuje się minimum 4–5 m od żelaza).

System ten używany był również do kontroli wskazań RVDS w początkowej fazie stosowania. RVDS – system elektroniczny pomiaru odchylenia bez azymutu, dokładność $\pm 0,05^\circ$. Żyroskop - Firma Scientific Drilling stosuje system pomiarowy Keeper Gyro System, którego dokładność pomiarowa wynosi: wszystkie kąty w zakresie $0-70^\circ$ to $\pm 0,05^\circ$, wszystkie kąty w zakresie $70-90^\circ$ to $\pm 0,10^\circ$.

Pomiary wykonywano dla grupy otworów, w miarę ich odsłaniania i zarurowania. Pomiary były jednym z warunków odbioru i sprzedania otworu.

6. Podsumowanie i wnioski

Podsumowując przedstawione powyżej zagadnienia technologiczne, problemy oraz wyniki realizacji umowy nasuwają się następujące spostrzeżenia i sugestie w aspekcie przyszłych projektów:

a) projekt technologii wiercenia zawarty w *Projekcie technicznym wiercenia otworów mroźeniowych dla szybu SW-4* został opracowany na podstawie udostępnionych danych geologicznych zawartych w przekazanych przez głównego wykonawcę materiałach przetargowych;

b) wprowadzone do stosowania wszystkie opisane wyżej koncepcje technologiczne, zmierzające do jak najlepszego wykonania zadania, tj.: różne układy stabilizacji, świder dwugryzowy jako układ pionujący, Smart Drilling System jako system samopionujący oraz Micon RVDS jako system samopionujący i wyniki uzyskane w wyniku ich stosowania uzasadniają postawienie następujących tez:

□ w trakcie realizacji projektu napotkano na odmienne warunki geologiczne – szczególnie w górnej strefie profilu, charakteryzujące się występowaniem kamieni narzutowych w interwałach nawet do 40–60 m, czyli poniżej projektowanego zalegania porwaka lodowcowego, w którym występowanie różnych anomalii było przewidywane. Dodatkowo miało miejsce występowanie w paleogenie twardych piaskowców kwarcytowych, konglomeratów, definiowanych jako zwierzelina kwarcowa;

□ wykonawca wierzeń PNiG Jasło wykonywało zadanie z dołożeniem i wykazaniem pełnej staranności, przy wywiązywaniu się z umowy angażując cały możliwy do wykorzystania potencjał techniczno-technologiczny i kadrowy z wykorzystaniem najnowszych technik stosowanych w świecie w praktyce wiertniczej i wierzeń mroźeniowych;

c) w aspekcie projektów budowy szybów w części dotyczącej wierzeń mroźeniowych zdobyte doświadczenia mogą wskazać kierunki działań, które umożliwiłyby wykonawcy wierzeń pozyskanie dodatkowych informacji, mających istotny wpływ na realizację, tj.:

□ prowadzenie dodatkowych badań w ramach wierzeń badawczych, wyprzedzających właściwe wiercenia, szczególnie pod kątem możliwości występowania ewentualnych anomalii geologicznych;

□ przeprowadzenie badań specjalistycznych geofizycznych radarowych lokalizujących otoczki i kamienie narzutowe w interwale do 40 m w celu opracowania właściwej technologii wiercenia w otoczeniu takich anomalii;

d) wykorzystanie doświadczeń z zastosowania wprowadzonego projektu zapuszczania rur mroźeniowych z dodatkowego urządzenia współpracującego z żurawiem samojezdnym w celu usprawnienia pracy;

e) przy projektowaniu wierzeń mroźeniowych należy uwzględnić konieczność stosowania systemów samopionujących w zależności od projektowanej technologii mroźenia.

Literatura

1. Projekt techniczny wiercenia otworów mroźeniowych SW 4.
2. Dokumentacja zakładowa wiercenia dla KWK Bogdanka.
3. Katalog produktów firmy Micon GmbH & Co KG.
4. Katalog świdrów Smith.