



EXALO

GRUPA **PGNiG**

DRILLING & SERVICES

NAJLEPSZE PRAKTYKI EXALO

CASE STUDIES

EXALO Drilling S.A. jest jednym z wiodących europejskich przedsiębiorstw z sektora wierceń lądowych. Stale modernizowana flota 45 urządzeń wiertniczych i rekonstrukcyjnych pozwala na wykonywanie odwiertów o głębokości nawet 8000 m. Portfolio EXALO to również kompleksowa oferta serwisów otworowych, bazująca na szerokiej gamie urządzeń o wysokiej wydajności oraz własne zaplecze badawczo – rozwojowe, spełniające międzynarodowe standardy. EXALO to jednak przede wszystkim ludzie. Profesjonalna kadra EXALO jest gwarancją sukcesu prowadzonych inwestycji.



SERWISY OTWOROWE:

- Serwis Cementacyjny
- Serwis Intensyfikacyjny
- Serwis Płuczkowy
- Serwis Mud Logging
- Serwis Testów Produkcyjnych
- Serwis Coiled Tubing i Jednostek Azotowych
- Serwis Slickline
- Serwis Wyposażenia Wgłębnego
- Serwis Opróbowania Odwiertów
- Serwis Kierunkowy
- Serwis Rekonstrukcji i Likwidacji Odwiertów
- Serwis Rdzeniowania
- Inne Serwisy

URZĄDZENIA WIERTNICZE EXALO DRILLING:

- NATIONAL 1625
- MID CONTINENT U-1220 EB
- DRILLMEC 2000 HP
- IDM 2000
- BENTEC EURORIG 450
- MASSARENTI MAS 6000E
- IRI-1700
- NATIONAL 110 UE
- MASSARENTI MAS 5000E

**POWYŻEJ
1500KM**

- IRI-1200
- SKYTOP BREWSTER N75
- DRILLMEC MR-8000

**OD 1000KM
DO 1499KM**

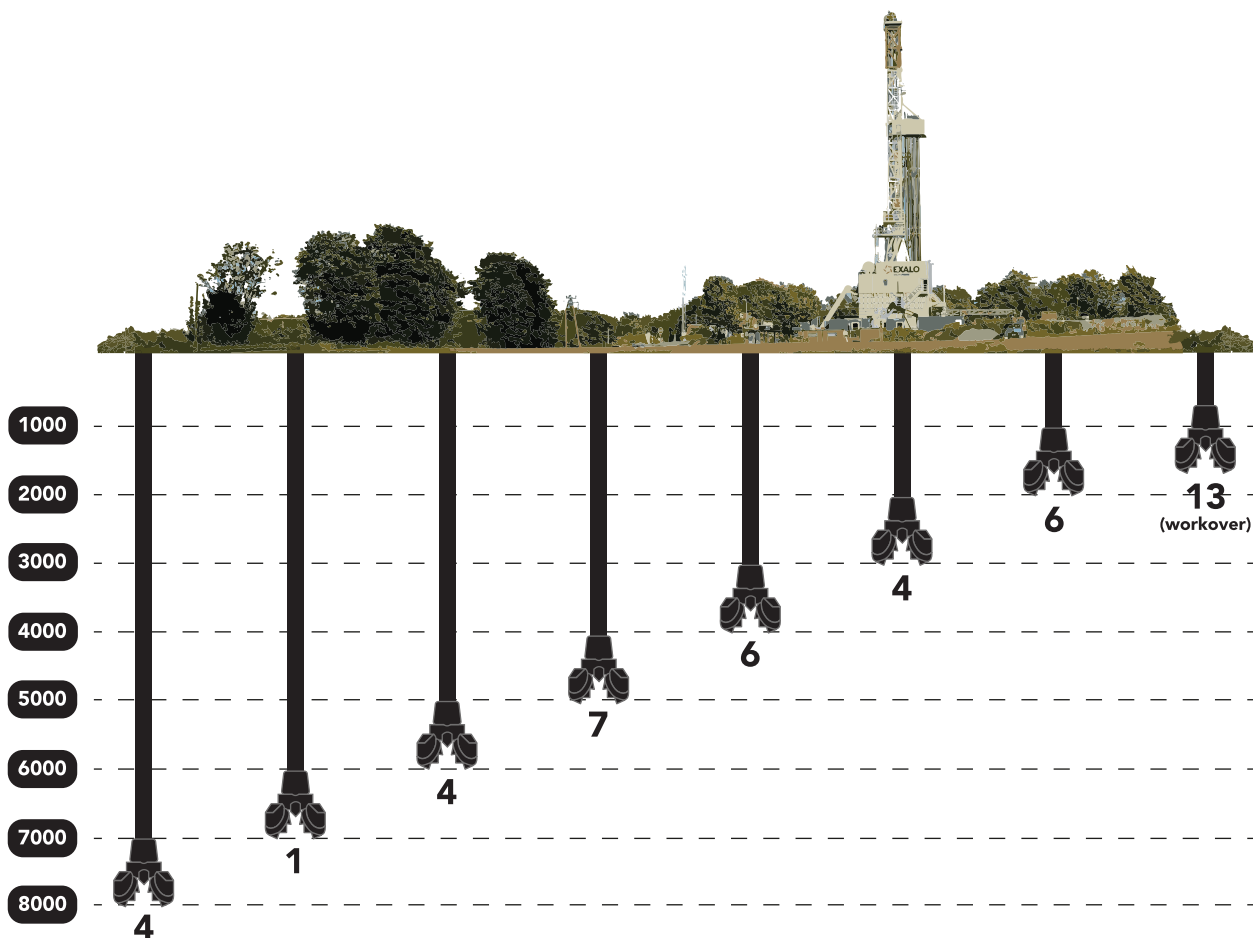
- SKYTOP TR-800
- KREMCO K900
- IRI-750
- IRI CABOT-750
- SKYTOP RR-650/600
- COOPER LTO-550

**PONIŻEJ
1500KM**

- SK-575
- CARDWELL KB 210A
- SK-175
- CARDWELL KM 200
- CARDWELL KB 200
- CARDWELL KB 200 C
- R800/500
- CARDWELL KM 150

**URZĄDZENIA
REKON-
STRUKCYJNE**

FLOTA URZĄDZEŃ WIERTNICZYCH:



O FIRMIE:

EXALO Drilling S.A. to globalna marka realizująca swoje projekty w ponad 20 krajach Europy, Azji i Afryki. Posiadamy oddziały m.in. w Pakistanie, Kazachstanie, Czechach, czy na Ukrainie, co przekłada się na bardzo duży obszar działalności operacyjnej firmy.



Tradycja EXALO wywodzi się z połączenia takich firm jak: PNiG Kraków S.A., PNiG Jasło S.A., PNiG NAFTA S.A., PN „Diament” sp. z o.o. oraz ZRG Krosno sp. z o.o. Dzięki przeprowadzonej konsolidacji EXALO w jeszcze lepszy sposób może spełniać oczekiwania klientów, elastycznie dostosowywać swoje usługi do ich potrzeb oraz skutecznie reagować na dynamiczne okoliczności występujące podczas wykonywania odwiertów.

70 lat międzynarodowego doświadczenia zapewniło Exalo Drilling S.A. ugruntowaną pozycję na rynku polskim i zagranicznym. Jako specjaliści w dziedzinie wierceń lądowych możemy pochwalić się szeregiem zrealizowanych prac wiertniczych i serwisowych, w tym wymagających niestandardowych, indywidualnych rozwiązań. Zdobyta wiedza daje nam możliwość tworzenia silnej bazy naukowej, a tym samym dzielenia się najlepszymi praktykami.

W tym celu przygotowaliśmy **Case Studies**, czyli w dosłownym tłumaczeniu studia przypadków, zawierające wybrane realizacje projektów wraz z opisami poszczególnych prac, sposobem ich wykonania oraz otrzymanymi rezultatami. Ponadto każde z zaprezentowanych case studies zawiera specyfikację użytych w trakcie prac urządzeń, mapę z lokalizacją prowadzonych prac, a także relację zdjęciową.

Zapraszamy do zapoznania się z poniższymi realizacjami.

SPIS TREŚCI

SERWIS COILED TUBING I JEDNOSTEK AZOTOWYCH: Kompleksowa obsługa podczas zabiegu szczelinowania hydraulicznego wraz z podwieszeniem przewodu CT jako kolumny Velocity String	str. 7
SERWIS PŁUCZKOWY: Wiercenie długiej sekcji o średnicy 12 ¼" przy użyciu płuczki wiertniczej OBM na bazie oleju mineralnego ESCAID 110	str. 9
SERWIS CEMENTACYJNY: Wykonanie cementowania otworu najcięższym zaczynem cementowym w Polsce	str. 11
SERWIS REKONSTRUKCJI I LIKWIDACJI ODWIERTÓW: Rekonstrukcja odwiertu Buszewo 10K	str.13
SERWIS SLICKLINE: Analiza przypadku zbrojenia eksploatacyjnego odwiertu Przemysł 231A	str.15
SERWIS PŁUCZKOWY: Usunięcie awarii wiertniczej związanej z pojawieniem się anomalnie wysokiego gradientu ciśnienia złożowego	str.17
SERWIS KIERUNKOWY: Wiercenie pary przecinających się otworów wiertniczych, na przykładzie Projektu Wesoła zrealizowanego dla Państwowego Instytutu Geologicznego	str.19
SERWIS KIERUNKOWY: Wykonanie orurowanego otworu kierunkowego o średnicy wewnętrznej minimum 380 mm z powierzchni do poziomu 650 m z odczepem na poz. 550 m na terenie Kopalni Węgla Kamiennego	str. 21
SERWIS KIERUNKOWY: Wiercenia otworów dla potrzeb Podziemnego Magazynu Gazu na wyeksploatowanym złożu gazu ziemnego „S”	str. 23
SERWIS TESTÓW PRODUKCYJNYCH: Wywołanie, oczyszczanie i pomiar wydajności odwiertu	str. 25
SERWIS SLICKLINE: Instrumentacja za pomocą urządzenia slickline	str. 26
SERWIS KIERUNKOWY: Zapewnienie serwisu kierunkowego podczas realizacji otworu Godna Wieś 1k	str.27
SERWIS KIERUNKOWY: Zapewnienie serwisu kierunkowego podczas realizacji otworu Rogoźnica 5k	str. 28
SERWIS OPRÓBOWANIA ODWIERTÓW Wykonanie opróbowania horyzontu perspektywicznego rurowym próbnikiem złoża Halliburton typu standard	str.29

MOL PAKISTAN OIL and GAS Co. B.V.
Branch Office, Islamabad

24 lipca 2017

Zarząd EXALO Drilling S.A.

List referencyjny

MOL Pakistan Oil and Gas Co B.V. pragnie potwierdzić, iż Exalo Drilling SA zawarło w czerwcu 2017 r. umowę w zakresie wiercenia z firmą MOL Pakistan, wychodząc naprzeciw oczekiwaniom naszej Firmy. W ramach zawartej umowy Exalo wykonało trzy wymagające, ale udane odwierty w Tal Block, wykazując bardzo dobre wyniki operacyjne, w tym w zakresie HSE. Kamieniem milowym w ramach prowadzonych prac był osiągnięty poziom LTI, wynoszący 1000 dni bez wypadku.

Zespół Exalo wykazał się profesjonalizmem realizując cele założone przez naszą Firmę, a tym samym budując pozytywne relacje w ramach prowadzonej współpracy pomiędzy MOL Pakistan i Exalo.

Życzymy firmie Exalo wielu sukcesów zawodowych podczas przyszłych projektów.
Z poważaniem

Best Regards,



Graham Balchin

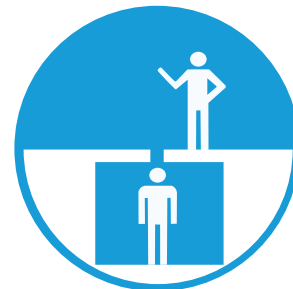
Managing Director/CEO

Address: Plot No. 5/A, Crown Plaza, F-7 Markaz, Islamabad, 44000-Pakistan, P.O. Box 1562
Tel.: +92-51-111-665-725, 2655801 – 15, Fax: +92-51-2655827 E-mail: info@molpakistan.com
Ultimate Company: MOL Plc, H-1117 Budapest, Október huszonharmadika utca 18. Tel.: (+36-1) 464-4767, Fax (036-1) 464-4778

www.mol.hu



10 GŁÓWNYCH ZASAD BEZPIECZEŃSTWA



Kompleksowa obsługa podczas zabiegu szczelinowania hydraulicznego wraz z podwieszeniem przewodu CT jako kolumny Velocity String

WYZWANIE

Wykonanie płukania odwiertu przed zabiegiem szczelinowania hydraulicznego, wymiana płynu w otworze, wykonanie przy użyciu CT perforacji klastrowej, płukanie odwiertu z proppantu po zabiegu szczelinowania hydraulicznego, zapięcie korka kompozytowego, zwiercenie korków po zabiegu szczelinowania oraz zapuszczenie i powieszenie przewodu CT 1,5”.



Lokalizacja:

Polska południowo-wschodnia, województwo podkarpackie



Sprzęt:

- Urządzenie Coiled Tubing Unit z przewodem 1.75” oraz 1.5”
- Zestaw dwupompowy HPS
- Wieża / Podbudowa injectora Devin
- Przewijarka przewodu CT Yard Spooler
- Zestawy narzędzi wgłębnych

Kluczowe aspekty:

Ze względu na wyższy gradient złożowy niż pierwotnie zakładano dokonano zapięcia korka blokującego w głębokości 1000 m z wykorzystaniem narzędzi wgłębnych do zapinania korków kompozytowych 2 ½” HSTA z korkiem kompozytowym 4 ½” Magnum Snub Nose Composite Frac Plug, co umożliwiło demontaż głowicy zabiegowej do zabiegu szczelinowania i jednocześnie montaż głowicy eksploatacyjnej.

ROZWIĄZANIE

W pierwszym marszu zapuszczono CT celem przepłukania odwiertu oraz wymiany płynu w otworze na 7-procentowy roztwór KCl. W kolejnym marszu wykonano perforację klastrową na odcinku prawie 120 m, odpalając ładunki perforacyjne w 6 etapach, w poszczególnych interwałach perforacji, z wykorzystaniem perforatora rurowego inicjowanego ciśnieniową głowicą odpalającą Ball Activated Differential Safety Firing Head oraz systemem przenoszenia detonacji typu HDT Blast.

Kolejnym etapem było przeprowadzenie zabiegu szczelinowania hydraulicznego, wykonywane przez firmę będącą podwykonawcą Zleceniodawcy, ale ze sporym udziałem Serwisu Testów Produkcyjnych Exalo Drilling S.A.

Wraz zakończeniem zabiegu szczelinowania hydraulicznego oraz tzw. „flowback” wykonano trzeci marsz CT celem oczyszczenia odwiertu z pozostałości proppantu pozostającego w odwiercie po zabiegu szczelinowania i jednocześnie przeszablonowanie odwiertu przed kolejnymi etapami prac.

Ze względu na gradient ciśnienia złożowego wyższy niż pierwotnie zakładano, a co za tym idzie brak możliwości zatłoczenia otworu przed kolejnymi pracami, zdecydowano o zapięciu korka blokującego w głębokości 1000 m w kolejnym marszu CT. W tym celu wykorzystano narzędzia wgłębne do zapinania korków kompozytowych 2 ½" HSTA z korkiem kompozytowym 4 ½" Magnum Snub Nose Composite Frac Plug. Umożliwiło to demontaż głowicy zabiegowej do zabiegu szczelinowania i jednocześnie montaż głowicy eksploatacyjnej. Następnie zmontowano podbudowę injectora Devin i przystąpiono do kolejnego, piątego już marszu CT z zestawem narzędzi wgłębnych, w którego skład wchodziły: zawór zwrotny 2-7/8", wyzwalacz 2-7/8", motor 2-7/8", frez 3,44". Przy pomocy tegoż zestawu zwiercono, zapięty wcześniej w głębokości 1000 m korek kompozytowy 4 ½" Magnum Snub Nose Composite Frac Plug oraz przerobiono odwiert poniżej spągu perforacji. Wszystkie operacje wykonywane były z wykorzystaniem przewodu CT 1.75".

Zgodnie z wymaganiami Zleceniodawcy, dalsze prace związane z uzbrojeniem odwiertu w zestaw wydobywczy „Velocity String”, odbyły się z wykorzystaniem przewodu CT 1.5". W tym celu dokonano przebrojenia urządzenia CT „on-site” z przewodu 1.75" na przewód 1.5" przy użyciu przewijarki przewodu CT Yard Spooler. Ponadto wymieniono wszystkie niezbędne podzespoły dostosowując urządzenie do pracy ze wspomnianym przewodem.

Kolejnym, a zarazem ostatnim etapem całego projektu było zapuszczenie przewodu CT 1.5" pod ciśnieniem do otworu, obcięcie i posadowienie przewodu w specjalnie zaprojektowanym do tego celu wieszaku i pozostawienie w otworze jako tzw. „Velocity String”. Prace związane z tym etapem wykonano przy użyciu hydraulicznych sekcji podbudowy Devin, bez konieczności stosowania specjalistycznych okien dostępowych tzw. „Work Window”.

REZULTAT

Dzięki pełnemu zaangażowaniu serwisów i podwykonawców biorących udział w projekcie wszystkie prace zostały przeprowadzone bez żadnych komplikacji. Pomimo trudności spowodowanych warunkami otworowymi, wynikającymi z wyższego gradientu ciśnienia złożowego niż zaplanowano w projekcie, obsługa zabiegu szczelinowania hydraulicznego wraz z podwieszeniem przewodu CT jako kolumny Velocity String została wykonana z powodzeniem.



Wiercenie długiej sekcji o średnicy 12 ¼" przy użyciu płuczki wiertniczej OBM na bazie oleju mineralnego ESCAID 110

WYZWANIE

Przewiercenie interwału o średnicy 12 ¼" od 602 m do 2863 m. Nadzór nad wykonaniem płuczki na bazie oleju mineralnego o niskiej toksyczności, związany z prognozowanym występowaniem w profilu otworu warstw spaskich reaktywnych łupków, wykazujących właściwości pęczniące, a tym samym stanowią zagrożenie dla procesu wiercenia. Oczyszczenie płynu wiertniczego na bazie oleju mineralnego przy pomocy systemu BRM oraz odzyskanie płuczki olejowej OBM ze zwiercin przy pomocy wirówki pionowej.



Lokalizacja:

Polska południowo-wschodnia, województwo podkarpackie



Sprzęt:

- Płuczka olejowa na bazie oleju mineralnego ESCAID 100 o niskiej toksyczności,
- Zestaw do odzysku materiału obciążającego - Barytu (dwie wirówki wysokoobrotowe poziome + pompa do odzysku Barytu),
- Wirówka pionowa,
- System przekaźników,
- Stacja flokulacyjna.

Kluczowe aspekty:

Wykonanie płuczki na bazie oleju mineralnego o niskiej toksyczności, ze względu na przewidywane występowanie w profilu otworu warstw spaskich (reaktywnych łupków), które wykazują właściwości pęczniące, a tym samym stanowią zagrożenie dla procesu wiercenia.

ROZWIĄZANIE

Całościowy nadzór nad prowadzonym projektem spoczywał na Serwisie Płuczkowym EXALO Drilling S.A. Projekt został zrealizowany przy udziale dwóch podwykonawców: firm AMC i NOV. Skoordinowanie pracy kilku firm stanowiło ogromne wyzwanie, jednak dzięki doświadczeniu pracowników Serwisu Płuczkowego na rynkach zagranicznych, wszystkie prace zostały przeprowadzone z najwyższą starannością i bez większych utrudnień.

Premix, w ilości 306 m³, wykorzystany pod płuczkę syntetyczną, został przygotowany oraz dostarczony z terenu Niemiec (Mud Plant w Bremen) przez firmę AMC. Na terenie wiertni dostarczony premix został obrobiony materiałami płuczkowymi oraz dociążony do parametrów wymaganych przez Inwestora, a także warunków panujących w otworze.

Wirówka pionowa wraz z oprzyrządowaniem została dostarczona przez firmę NOV. Dzięki odpowiedniemu zmontowaniu wirówki i osprzętu oraz ustawieniu zestawu pomp i przekaźników, dokonano konfiguracji zestawu w taki sposób, aby uzyskać 85-procentowy odzysk płuczki wiertniczej OBM ze zwiercin.

Szczególny nacisk położono na odzyskanie jak największego procentu OBM ze zwiercin mając na uwadze wysokie koszty zarówno płynu wiertniczego, transportu jak i utylizacji zaolejonego urobku.

Zestaw do odzysku Barytu zapewniała firma EXALO Drilling S.A. W tym celu dokonano zastosowania dwóch wirówek dekantacyjnych firmy Flottweg.

Praca w systemie Barite Recovery Mode pozwoliła na:

- odseparowanie Barytu przez pracę niskoobrotowej wirówki I stopnia,
- przekierowanie Barytu na zbiornik roboczy,
- oczyszczenie płuczki wiertniczej z niechcianej fazy stałej dzięki pracy wirówki II stopnia na wysokich obrotach

Wirówki wraz z jednostką Barite Recovery Pump użyto w celu zredukowania kosztów poprzez: zmniejszenie zużycia Barytu (materiał dociążający) podczas usuwania niepożądanego fazy stałej oraz kontroli gęstości płuczki.

Po odwierceniu interwału 12 ¼" i zacementowaniu rur okładzinowych przekazano do zmagazynowania 295 m³ płuczki OBM, która została gotowa do ponownej obróbki i użycia na następnych projektach Inwestora.

REZULTAT

Wiercenie obyło się bez większych komplikacji, płuczka olejowa zastosowana na przewiercanym interwale spełniła wymagania Inwestora. Podczas wiercenia konieczny był stały nadzór i kontrola parametrów płuczki OBM. Utrzymanie płuczki w dobrej kondycji wymagało codziennej obróbki ze względu na zmieniające się właściwości fizykochemiczne ponad 2200 m przewiercanego interwału. Zastosowane rozwiązania pozwoliły na utrzymanie parametrów płynu wiertniczego według programowanych wartości.



Wykonanie cementowania otworu najcięższym zaczynem cementowym w Polsce

WYZWANIE

Wykonanie cementowania kolumny linera 7" #35 lb/ft P110 w interwale 3690 – 2940 mD przy temperaturze BHST 120°C, ciężarze płuczki 2,42 g/cm³ oraz reżimie gradientów ciśnień: szczelinowania - 0,25 MPa/10m i złożowego – 0,237 MPa/10m.



ROZWIĄZANIE

Cementowanie pokładów produkcyjnych o dużym nasyceniu gazów węglowodorowych wraz z towarzyszącymi gazami toksycznymi wymagało zastosowania materiałów zapobiegających migracji gazów zarówno poprzez zaczyn jak i poprzez kamień cementowy. Niewielki margines ciśnień dennych wyznaczony przez gradient złożowy i szczelinowanie oraz ciężar właściwy płuczki (2,42 g/cm³) dawały wyjątkowo mały zakres gęstości projektowanego zaczynu cementowego oraz buforu. Duży ciężar właściwy zaczynu i buforu oraz zastosowanie dodatku lateksowego (czynnika zapobiegającego migracji gazu) dodatkowo zwiększało reologię płynu, co znacząco utrudniało prawidłowe zaprojektowanie zabiegu cementowania.

Wstępne symulacje zabiegu wykonane za pomocą symulatora Opticem firmy Landmark wykazały jedyne, właściwe rozwiązanie problemu: zastosowanie ciężaru właściwego zaczynu oraz buforu równego ciężarowi płuczki wiertniczej. Stanowiło to jednak złamanie żelaznej reguły projektowania zabiegu cementowania, nakazującej zachowanie odpowiedniego reżimu różnic ciężarów. Szanse powodzenia zabiegu cementowania, pozostawały tylko w zaprojektowaniu odpowiednich wartości reologicznych buforu i zaczynu z jednoczesnym zachowaniem wymaganych czasów gęstnienia, wartości wytrzymałości strukturalnej, filtracji płynów oraz wytrzymałości na ściskanie.

Lokalizacja:

Polska zachodnia,
województwo wielkopolskie



Sprzęt:

- Agregat cementacyjny dwupompowy triplex CPT 600D
- Zbiornik do sporządzania zaczynu cementowego Batch Mixer V-30 MSI
- Cementowóz Spitzer 26T

Kluczowe aspekty:

Cementowanie pokładów produkcyjnych o dużym nasyceniu gazów węglowodorowych wraz z towarzyszącymi gazami toksycznymi wymagało zastosowania materiałów zapobiegających migracji gazów zarówno przez zaczyn jak i przez kamień cementowy. Wstępne symulacje zabiegu wykonane za pomocą symulatora Opticem firmy Landmark wykazały jedyne, właściwe rozwiązanie problemu: zastosowanie ciężaru właściwego zaczynu oraz buforu równego ciężarowi płuczki wiertniczej. Stanowiło to złamanie żelaznej reguły projektowania zabiegu cementowania nakazującej zachowanie odpowiedniego reżimu różnic ciężarów.

Wielodniowa praca laboratoryjna oraz wiedza i doświadczenie inżynierskie specjalistów Laboratorium Cementowego oraz Serwisu Cementacyjnego pozwoliła na wyselekcjonowanie odpowiedniego składu receptur zaczynu i buforu spełniających infernalne warunki geologiczno-techniczne opisywanego przykładu.

Finalna symulacja zabiegu, w oparciu o otrzymane z prac laboratoryjnych parametry płynów potwierdziły możliwość wykonania zabiegu przy następujących parametrach hydraulicznych:

1. Maksymalny wydatek 500 l/min, dobiecie klocka 400 l/min
2. Maksymalne ECD 2,459 g/cm³
3. Maksymalne ciśnienie głowicowe tłoczenia: 4,7 MPa
4. Ciśnienie dobiecia klocka symulowane: 6,6 MPa.

Zaprojektowane ostateczne parametry zaczynu:

1. Ciężar właściwy zaczynu: 2.42 g/cm³
2. Lepkość plastyczna (temp 50 oC) 338 cP
3. Czas gęstnienia 35/100 BC – 5h15min/5h37 min
4. Filtracja HTHP w temp 120 °C – 32 ml/30'
5. Wytrzymałość na ściskanie (UCA) – 24/48h – 14,4/15,1 MPa
6. Wytrzymałość na ściskanie (UCA) – 500 psi (3,5 MPa) po 8h.

Zaprojektowane ostateczne parametry buforu:

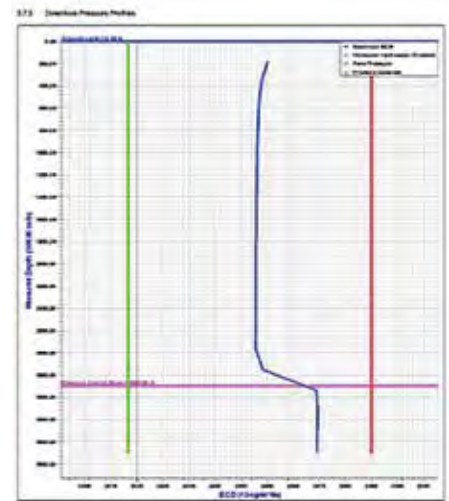
1. Ciężar właściwy buforu: 2.42 g/cm³
2. Lepkość plastyczna (temp 50C) 69 cP.

Przy lepkości plastycznej płuczki obiegowej w temperaturze referencyjnej 50°C równej 33 cP, jakość wyparcia według symulacji przy zachowaniu zakładanych warunków hydraulicznych przepływu wynosiła 100%. Dodatkowo parametry reologiczne zaczynu i buforu wraz ze wzrostem temperatury pomiaru wykazywały znaczne obniżenie ich wartości zwiększając bezpieczeństwo zabiegu.

Zabieg cementowania został wykonany zgodnie z założeniami projektowymi przy maksymalnym ciśnieniu roboczym dobiecia klocka 7,4 MPa. Przez cały okres zabiegu utrzymano cyrkulację, a bilans płynów był zgodny. Próby ciśnieniowe po zwierceniu korka cementowego w rurach, po wyjściu świdra z buta rur, wykazała szczelność płaszcza cementowego, a wykonane pomiary skuteczności zacementowania metodami geofizycznymi wykazały dobre wiązanie i jednorodny stan kamienia cementowego.

REZULTAT

Zabieg cementowania wykonano skutecznie przy ciężarach płuczki, buforu oraz zaczynu równych 2,42 g/cm³, bez rozszczelinowania pokładów Cechsztynu, przy zachowaniu właściwych zasad wyparcia płynów. Zabieg cementowania został wykonany zgodnie z założeniami projektowymi przy maksymalnym ciśnieniu roboczym dobiecia klocka 7,4 MPa. Przez cały okres zabiegu utrzymano cyrkulację, a bilans płynów był zgodny. Próby ciśnieniowe po zwierceniu korka cementowego w rurach, po wyjściu świdra z buta rur, wykazały szczelność płaszcza cementowego, a wykonane pomiary skuteczność zacementowania metodami geofizycznymi, czego rezultatem był jednorodny stan kamienia cementowego.



Rekonstrukcja odwiertu Buszewo 10K

WYZWANIE

Przywrócenie technicznej sprawności odwiertu. Wyinstrumentowanie pozostałego zestawu w odwiercie paker SAB 3-7" z zestawem podpakerowym.



Lokalizacja:

Polska zachodnia,
województwo zachodniopomorskie



Sprzęt:

- Urządzenia wiertnicze IRI 750,
- Serwisy towarzyszące: Coiled Tubing, Serwis Płuczkowy, Serwisu Wyposażenia Węglanego, Stacja Ratownictwa Górniczego Kraków

Kluczowe aspekty:

Uzbrojenie odwiertu w zestaw wydobywczy oraz rury wydobywcze 3 1/2" TPS Multiseal wraz z łącznikiem posadowym F 2,75", nowym pakierem eksploatacyjnym SAB 3-7" i tuleją cyrkulacyjną Halliburton X 2,813".

ROZWIĄZANIE

Prace serwisu rozpoczęto po wyciągnięciu 1053 m rur wydobywczych 3 1/2" TPS z odwiertu, w wyniku czego zdecydowano o zapuszczeniu freza czołowego fi 149 mm oraz zasypówki - frezem pracowano w celu zwierceniu rury wydobywczej 3 1/2" TPS w interwale 1054,7 – 1055,7m. Następnie rozkręcono frez i przystąpiono do zapuszczenia narzędzia Overshot OS 53 wraz z dwoma kawałkami rur 5" BTC oraz zbijakiem. Po dopuszczeniu OS 53, do wierzchu rury wydobywczej zapięto narzędzie i napinano zestaw do ciężaru 62 t, wskutek czego zaobserwowano nagły spadek ciężaru oraz stwierdzono złapanie Overshotem odcinka rur wydobywczych 3 1/2" TPS.

Kolejnym elementem prac było rozkręcenie narzędzia OS 53 i wyciągnięcie zestawu. Łączna ilość wyciągniętych rur wydobywczych wyniosła 328,5 sztuk, tj. 3080,29 m. W odwiercie w dalszym ciągu pozostało 10,5 sztuk rur 3 1/2" TPS, tuleja cyrkulacyjna, kotwica, paker oraz zestaw podpakerowy.

Następnym etapem prac było zapuszczenie freza fi 149 mm z zasypówką i zwiercenie rur o długości 1,4 m. Wierzc rury wydobywczych znajdował się w głębokości 3080,6 m, a zasypówka wyniosła kawałki metalu. Dokonano zapuszczenia frezu rurowego fi 149 mm wraz z rurami 5 3/4", 5" oraz nożycami, obwiercając pozostały w odwiercie paker oraz podjęto próbę zapięcia narzędziem Overshot wraz z rurą przedłużającą. Podczas napinania zestawu do 78 t zauważono spadek ciężaru do 72 t, wskutek czego narzędzie wyniosło 7,5 szt. rur wydobywczych.

Kolejnym elementem wykonywanych prac było zapuszczenie tuty (104 - 89 mm), (94-79 mm), a następnie freza czołowego fi 149 mm w celu zwiercenia 2.5 m pozostałej w odwiercie rury wydobywczej oraz tuty 104-94 mm. Dokonano rozkręcenia zestawu, a tuta wyniosła pozostałą część zestawu napakerowego z tuleją cyrkulacyjną i kotwicą pakera.

Ostatnim etapem instrumentacji było wyciągnięcie Pakera SAB 3-7" z zestawem podpakerowym. W tym celu zapuszczono frez rurowy fi 149 mm do obwiercenia w interwale 3178 m - 3178,20 tj. 0,2 m (40-60 obr/min ; 11,5 l/s; 0,5-4t), a następnie gwintownik z bocznym płukaniem. Za pomocą pracy gwintownika połączono się z pakierem, wynosząc obwiercony paker wraz z zestawem podpakerowym.

REZULTAT

Wyinstrumentowano rury wydobywcze 3 ½" TPS wraz z Pakierem SAB 3-7" i częścią podpakerową oraz pozostawionymi perforatorami. Odwierał został finalnie uzbrojony w zestaw wydobywczy oraz rury wydobywcze 3 ½" TPS Multiseal wraz z łącznikiem posadowym F 2,75", nowym pakierem eksploatacyjnym SAB 3-7" i tuleją cyrkulacyjną Halliburton X 2,813".



Analiza przypadku zbrojenia eksploatacyjnego odwiertu Przemyśl 231A

WYZWANIE

Selektywne zbrojenie eksploatacyjne odwiertu Przemyśl 231 A w ramach trzech wytypowanych horyzontów produkcyjnych: dwóch udostępnionych w interwałach 1536,0 - 1543,0 m oraz 2237,0 - 2258,0 m, wcześniej eksploatowanych w innych odwiertach na złożu Przemyśl oraz horyzoncie środkowym o interwałach 2188,0 - 2195,0 m, wyznaczonych na podstawie interpretacji pomiarów geofizycznych.



Lokalizacja:

Polska południowo-wschodnia,
województwo podkarpackie



Sprzęt:

- Rury wydobywcze do zbrojenia N-80 od 0 - 1260 m i J-55 od 1260 – 2249,7 m
- Pakery Baker Oil Tools model HS 7" (Hydraulik Set Single String Retrievable Packer)
- Pierścienie o wartości 20000 lbs (ok 9,1 ton)
- Tuleje cyrkulacyjne CD 6000
- Łączniki posadowe z profilem X i XN

Kluczowe aspekty:

Różnica ciśnień z horyzontu środkowego spowodowała udar w górnym kierunku o sile doprowadzającej do odpięcia pakera. Przyczyniło się to do zniekształcenia rur, które następnie zadziały na paker górny, powodując jego rozszczelnienie. Dokonano zatem uzbrojenia odwiertów selektywnych, w których istnieje możliwość wystąpienia dużych ciśnień i zastosowano dolne pakery stałe lub typu WL, łączone z górnym zestawem łącznikiem on-off connector.

ROZWIĄZANIE

Prace rozpoczęto od wywołania odwiertu przy pomocy jednostki azotowej. W pierwszej kolejności wstępnie oczyszczono górny horyzont 1536 – 1543 m z wykorzystaniem otwartej górnej tulei cyrkulacyjnej i rur wydobywczych 1,66", przy zapiętym korku odcinającym w dolnym łączniku posadowym X, uzyskując ciśnienie ok. 11 MPa. Następnie próbowano oczyścić horyzont środkowy 2188,0 - 2195,0 m (międzypakerowy) po zamknięciu tulei górnej i otwarciu tulei dolnej. Próba ta okazała się negatywna. Uzyskano ok. 2,5 MPa ciśnienia na głowicy.

Przystąpiono do oczyszczenia horyzontu dolnego, zamykając obie tuleje i wypinając korek z łącznika posadowego X. Uzyskano ciśnienie na głowicy ok. 19 MPa. Otwarto dolną tuleję cyrkulacyjną celem dokonania oczyszczenia połączonych horyzontów dolnego i środkowego. Po kilku syfonowaniach i osiągnięciu ciśnienia ok. 18,5 MPa, zamknięto dolny horyzont korkiem w łączniku X i syfonowano odpuszczając ciśnienie do ok. 2,2 MPa. Po zamknięciu odwiertu i rejestracji odbudowy ciśnienia stwierdzono wzrost ciśnienia do wartości ok. 18,6 MPa w rurach wydobywczych i ok. 17,7 MPa w przestrzeni międzyrurowej (w rurkach 1,66") nad górnym pakerem – co świadczyło o kontakcie ciśnień między horyzontami.

Po próbach operacji z użyciem wyciągu linowego okazało się że rury wydobywcze 2 3/8" są niedrożne. Zdecydowano o wyciągnięciu całego zestawu wgłębnego. W efekcie tych prac w połączeniu z pracami instrumentacyjnymi, stwierdzono rozszczelnienie górnego pakera (5), deformację kilku rur wydobywczych 2 3/8" nad nim i ok 30 szt. nad dolnym pakierem (8) oraz urwanie rur wydobywczych 2 3/8" ok. 50 m nad dolnym pakierem. Pozostały zestaw wgłębny został wyciągnięty po pracach instrumentacyjnych.

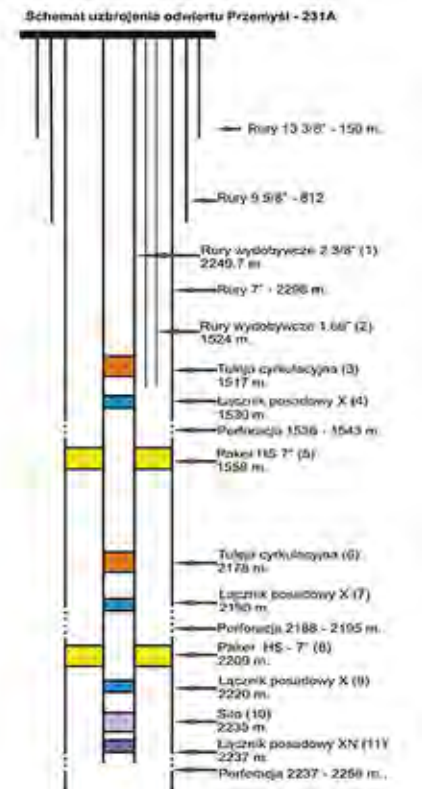
REZULTAT

Elementy uzbrojenia odwiertu łącznie z pakierami do momentu próby oczyszczenia horyzontu międzypakerowego (środkowego) działały prawidłowo. Komplikacje powstały po odpuszczeniu ciśnienia z horyzontu środkowego do ok 2,5 MPa i wcześniejszym oczyszczeniu dolnego horyzontu, gdzie ciśnienie wynosiło ok. 23,5 MPa. Tym samym ciśnienie różnicowe wyniosło ok. 21 MPa. Przy zapiętym korku, pod dolnym pakierem, ciśnienie spowodowało udar w górnym kierunku o sile wystarczającej do odpięcia pakera. Siła ta doprowadziła do zniekształcenia rur, które to następnie zadziały na paker górny, powodując jego rozszczelnienie.

W tych warunkach otworowych znajdowały się rurki wydobywcze ze stali J-55 o zbyt słabej sile wytrzymałościowej. Również pierścienie ścinające, zamontowane w pakierach (20000 lbs), były o zbyt małej wartości. Na niekorzyść zadziałała także duża powierzchnia tłoka, czyli powierzchnia oddziaływania ciśnienia wynikająca z różnicy przekroju rur wydobywczych z uszczelnieniem wewnętrznym pakera.

W wyniku przebiegu prac postanowiono dokonać zbrojenia odwiertów selektywnych, w których istnieje możliwość wystąpienia dużych ciśnień i zastosowano dolne pakery stałe lub typu WL łączone z górnym zestawem łącznikiem on-off connector. Dzięki takiemu zastosowaniu możliwe było opróbowanie horyzontu dolnego podpakerowego bez późniejszego zatłaczania go przed uzbrojeniem w górny paker.

Stwierdzono dodatkowo, że właściwym będzie zastosowanie dolnych pakierów z dolnym połączeniem do rur wydobywczych większym niż 2 3/8", zmniejszając w ten sposób powierzchnie oddziaływania ciśnienia na tzw. powierzchnie tłoka.



Usunięcie awarii wiertniczej związanej z pojawieniem się anomalnie wysokiego gradientu ciśnienia złożowego

WYZWANIE

Usunięcie awarii wiertniczej związanej z pojawieniem się anomalnie wysokiego gradientu ciśnienia złożowego - przyływ płynu złożowego wraz z H_2S , urwanie przewodu wiertniczego w głębokości około 250 m. Transport i magazynowanie materiału dociążającego w ilości ponad 2000 ton.



ROZWIĄZANIE

Dokonano zatłoczenia otworu na chłonność, uzyskując płuczkę o gęstości $2,62 \text{ g/cm}^3$. W trakcie wiercenia interwału płuczką solno – barytową o gęstości $2,01 \text{ sg}$ i nawierceniu 30 cm Dolomitu Głównego nastąpił przyływ objętości o 3 m^3 w czasie 10 minut. Stwierdzono przyływ płynu złożowego z zawartością siarkowodoru (H_2S) i dokonano zamknięcia otworu. Ponadto w wyniku dociążenia płuczki obiegowej do ciężaru właściwego $2,25 \text{ g/cm}^3$ nastąpiło urwanie przewodu w głębokości 250 m.

W dalszej fazie prac rejestrowano ciśnienia w przewodzie i w przestrzeni oraz zatłaczano otwór na chłonność obserwując zaniki, dociążając jednocześnie płuczkę z ciężaru właściwego $2,25 \text{ g/cm}^3$ do ciężaru właściwego $2,35 \text{ g/cm}^3$. Dodatkowo ze względu na zaniki dorabiano płuczkę solno-barytową o ciężarze właściwym $2,40 \text{ g/cm}^3$, dociążając następnie płuczkę do ciężaru właściwego $2,60 \text{ g/cm}^3$. Obniżanie ciśnienia w przewodzie i w przestrzeni odbywało się powoli i stopniowo. Zgazowaną płuczkę poddawano degazacji z użyciem separatora próżniowego. Do otworu wprowadzono także płuczkę w postaci korka sedymentacyjnego, rejestrując ciśnienia i wykonując pomiary geofizyczne. Następnie kontynuowano zatłaczanie otworu na chłonność płuczką o ciężarze właściwym $2,4 \text{ g/cm}^3$ oraz o ciężarze właściwym $2,6 \text{ g/cm}^3$. Uzyskując wartość „ZERO” rejestrowanego ciśnienia dokonano otwarcia prewentera, wyciągając przewód. W czasie tej operacji pojawił się przyływ w ilości 7 m^3 , a urwanie przewodu stwierdzono w caliznie.

Lokalizacja:

Polska zachodnia,
województwo wielkopolskie



Sprzęt:

- Overshot
- Agregat cementacyjny z Kill Line
- Wire Line

Kluczowe aspekty:

Dzięki zatłoczeniu otworu na chłonność płuczką o ciężarze właściwym $2,4 \text{ g/cm}^3$ oraz o ciężarze właściwym $2,6 \text{ g/cm}^3$ uzyskano wartość „ZERO” rejestrowanego ciśnienia, otwierając prewenter i wyciągając przewód. W czasie wykonywanej operacji pojawił się jednak przyływ w ilości 7 m^3 i zanotowano urwanie przewodu w caliznie. Dokonano kolejnej rejestracji ciśnień, wtłaczając płuczkę o ciężarze właściwym $2,5 \text{ g/cm}^3$ przy pomocy agregatu cementacyjnego poprzez Kill Line. W trakcie odpuszczania na węźle dławienia pojawiła się płuczka skażona solanką o ciężarze właściwym $1,76 \text{ g/cm}^3$, pH 7, Cl- 217 g/l , Ca_2+ $0,67 \text{ g/cm}^3$, Mg_2+ 34 g/l . Ponownie rejestrowano ciśnienia i wtłaczano pompą na chłonność płuczkę o ciężarze właściwym $2,60 - 2,62 \text{ g/cm}^3$, wyzerowując ciśnienia i otwierając prewenter.

Po zarejestrowaniu ciśnień włączano płuczkę o ciężarze właściwym $2,5 \text{ g/cm}^3$ przy pomocy agregatu cementacyjnego poprzez Kill Line. W trakcie odpuszczania na węźle dławienia pojawiła się płuczka skażona solanką o ciężarze właściwym $1,76 \text{ g/cm}^3$, pH 7, Cl- 217 g/l , Ca_2+ $0,67 \text{ g/cm}$, Mg_2+ 34 g/l . Rejestrowano ciśnienia i włączano pompą na chłonność płuczkę o ciężarze właściwym $2,60 - 2,62 \text{ g/cm}^3$. Wyzerowano ciśnienia ponownie otwierając prewenter.

Następnym etapem prowadzonych prac było zapuszczenie overshot'a, obserwując jednocześnie zanik na poziomie 300 l/min . Po połączeniu się z zostawionym przewodem zamknięto prewenter i w dalszym ciągu prowadzono rejestrację ciśnienia.

Kolejne prace wykonała grupa geofizyczna, zapuszczając szablon do przewodu przy użyciu urządzenia Wire Line. Próba udrożnienia przewodu zakończyła się niepowodzeniem, w wyniku czego przy użyciu jednostki Coiled Tubing (CT) udrażniano przewód początkowo płuczką o ciężarze właściwym $2,4 \text{ g/cm}^3$ do głębokości 198 m , a następnie solanką $1,23 \text{ g/cm}^3$ do głębokości 301 m . Po wyciągnięciu CT podmieniono solankę na płuczkę o ciężarze właściwym $2,4 \text{ g/cm}^3$, a kolejne prace urządzenia CT pozwoliły na jego zapuszczenie do głębokości 3150 m . Wyciągnięcie CT ponownie zaangażowało do prac grupę geofizyczną, która przeszablonowała przewód, zapuszczając perforator rurowy do głębokości 2603 m , a dzięki zdetonowaniu ładunku wyciągnięto perforator i dokonano płukania przez przewód, wymieniając płuczkę w otworze na ciężar właściwy $2,60 \text{ g/cm}^3$.

Następnie pracowano overshot'em i dokonano podniesienia urwanego zestawu. W trakcie prowadzonej operacji stwierdzono samowypływ z przestrzeni, ciągnąc zestaw do wierzchu i wyrzucając przy tym overshot'a oraz jeden kawałek i dwa pasy pozostawionego przewodu. Dopuszczono trzy pasy przewodu i płukano przy maksymalnym zgazowaniu TG $49,9\%$. Następnie zamknięto prewenter i płukano przez manifold, zapuszczając przewód do głębokości 2603 m . Kolejno przystąpiono do cyrkulacji, kontrolując parametry płuczki, ciśnienia oraz objętości płynu wiertniczego. Po wypłukaniu otworu marszowano, a następnie zapuszczono zestaw ze świdrem PDC $8 \frac{1}{2}''$. Wszystkie marsze odbywały się wraz z testami na samowypływ.

REZULTAT

Dzięki wykonanym kolejno pracom Serwisu Płuczki oraz serwisów towarzyszących uzyskano ciężar właściwy płuczki wiertniczej na możliwie najwyższym poziomie $2,62 \text{ g/cm}^3$. Zapuszczenie zestawu, wypłukanie oraz ustabilizowanie parametrów płuczki i sytuacji w otworze pozwoliły na przystąpienie do kolejnych prac według programu Inwestora.



Wiercenie pary przecinających się otworów wiertniczych, na przykładzie Projektu Wesoła zrealizowanego dla Państwowego Instytutu Geologicznego

WYZWANIE

Szczegółowe rozpoznanie profilu geologicznego utworów karbonu do głębokości 1000 m, określenie metanowości oraz własności fizycznych, chemicznych, petrofizycznych i petrograficznych przewierczanych pokładów węgla na podstawie prób z rdzenia, wykonanie badań geofizycznych oraz testów przepuszczalności pokładów węgla, przeprowadzenie wstępnych testów produkcyjnych dla metanu z pokładów węgla 510, w tym z zastosowaniem szczelinowania hydraulicznego.

Lokalizacja:

Polska południowa,
województwo śląskie

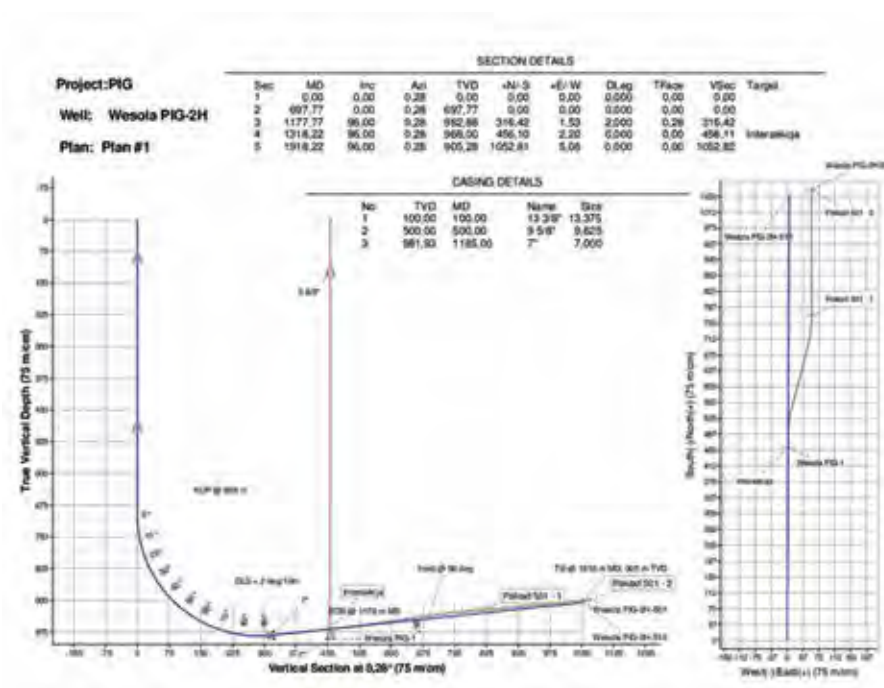


Sprzęt:

- Skytop Brewster RR-650
- Drillmec MR8000
- Silniki serii X-treme produkcji Baker Hughes
- Oprogramowanie firmy Landmark
- RMRS – Rotating Magnet Ranging System

Kluczowe aspekty:

Wykonane otwory badawcze Wesoła PIG-1 i Wesoła PIG-2H miały charakter pilotażowy i parametryczny, a przeprowadzone szczelinowanie w otworze horyzontalnym było pierwszym tego rodzaju zabiegiem wykonanym w Polsce w warunkach czynnej kopalni węgla kamiennego.



ROZWIĄZANIE

Dla realizacji zadania wykonane zostały dwa otwory wiertnicze: Wesoła PIG 2H – otwór kierunkowy z sekcją poziomą w pokładach węgla 510 partii Az złoża „Wesoła”. Po osiągnięciu stropu pokładu 501 otwór został zarurowany rurami 7”, a dalsze wiercenie prowadzono świdrami o średnicy 5 7/8” aż do przecięcia z otworem Wesoła PIG 1. Po wykonaniu intersekcji został odwiercony poziomy odcinek otworu w pokładach węgla 510 o długości 600 m. Zasadniczym celem było udostępnienie przedmiotowych pokładów węgla dla umożliwienia swobodnego dopływu metanu do wykonanego otworu po obniżeniu ciśnienia hydrostatycznego. W otworze Wesoła PIG-1 na całym odcinku wierzonego otworu maksymalne dopuszczalne było odchylenie od osi pionowej wynosiło 5° lub maksymalny przyrost krzywizny wynoszący 2°/100 m, przy czym w żadnym punkcie oś otworu wykonywanego nie mogła odejść na większą odległość niż 12 m od osi otworu pionowego.

Pomiary kontrolne wykonywano inklinometrem wrzutowym z wciągarką drutową z częstotliwością, która zapewniała spełnienie wymagań co do krzywizny otworu. Występujące w trakcie wiercenia zaniki płuczki kontrolowano i korygowano poprzez zmianę parametrów płuczki oraz jej receptury w zależności od występującej bieżącej sytuacji w otworze, tak aby zapewnić parametry reologiczne, pozytywnie wpływające na proces wiercenia. Zastosowano płuczkę obrobioną materiałami do likwidacji zaników oraz wykonano korki cementowe w celu uszczelnienia górotworu, przewiercając je i pogłębiając otwór.

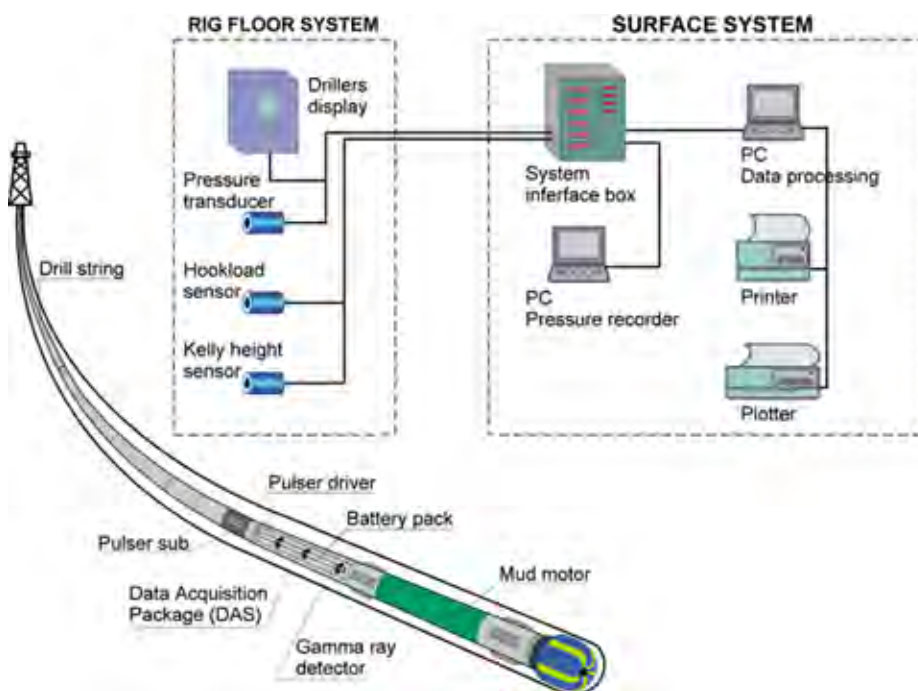
Podział prac obejmował: Serwis Wierceń Kierunkowych Exalo - wiercenie sekcji 8 1/2", zbudowanie krzywizny od 0° do 96°, Scientific Drilling - wiercenie sekcji 5 7/8", utrzymanie krzywizny 96°, geonawigacja w pokładzie węgla oraz Prime Horizontal - nawigację prowadzącą do przecięcia z otworem PIG-1.



REZULTAT

Przeprowadzone wiercenia miały charakter badawczy, którego celem było określenie warunków przedeksploatacyjnego odmetanowienia kopalń w połączeniu z odzyskiem metanu, przy zastosowaniu wykonanych z powierzchni wielodennych otworów horyzontalnych, z uwzględnieniem możliwości zastosowania hydraulicznego szczelinowania pokładów węgla.

W Polsce technologie wierconych z powierzchni otworów kierunkowych w złożach kopalń węgla kamiennego nie były wcześniej stosowane, a przeprowadzenie w takich otworach zabiegów szczelinowania pokładów w celu przedeksploatacyjnego odmetanowienia były nowatorskie zarówno na rynku polskim jak i w skali światowej.



Wykonanie orurowanego otworu kierunkowego o średnicy wewnętrznej minimum 380 mm z powierzchni do poziomu 650 m z odczepem na poz. 550 m na terenie Kopalni Węgla Kamiennego

WYZWANIE

Wykonanie w trudnych warunkach geologicznych (konieczność przewiercenia stref spękań oraz zrobów skutkujących ucieczkami płuczki) orurowanego otworu kierunkowego o średnicy wewnętrznej rur minimum 380 mm z powierzchni do poziomu 650 m wraz z odczepem na poziomie 550 m, wchodzącego w skład instalacji odmetanowania, doprowadzającej metan z wyrobisk podziemnych do powierzchniowej stacji odmetanowania.



ROZWIĄZANIE

Odwiercono otwór pilotażowy 23" do głębokości 42 m, następnie poszerzono otwór poszerzaczem 22" x 34". Zapuszczono kolumnę rur 28" do 40 m i zacementowano. Kolejną sekcję otworu pod kolumnę techniczną rur okładzinowych 20" odwiercono do głębokości wystąpienia pierwszych uciezek płuczki tj. do głębokości 273 m. Zaprojektowana kolumna została zapuszczona jako dodatkowa (techniczna), ze względu na możliwość przewiercenia w trakcie dalszego głębinienia otworu stref intensywnych (całkowitych) zaników płuczki wiertniczej, celem zapewnienia stabilności ścian otworu. Wiercenie tej sekcji rozpoczęto zestawem pilotażowym do wiercenia kierunkowego ze świdrem PDC 12 1/4", a następnie poszerzono otwór do średnicy 24". Wiercenie tej sekcji otworu i kontrola jego trajektorii była prowadzona pod nadzorem specjalistów Serwisu Wierceń Kierunkowych przy użyciu systemu MWD. Po zapuszczeniu i zacementowaniu kolumny rur 20" kontynuowano wiercenie zestawem kierunkowym ze świdrem 12 1/4" do głębokości 667 m. Po osiągnięciu końcowej głębokości poszerzono otwór do średnicy 19" przy użyciu poszerzacza hydraulicznego XTU11750.

W czasie wiercenia tej sekcji obserwowano okresowo zaniki płuczki, które likwidowano wtłaczając porcje pasty z blokatorami. Otwór zarurowano kolumną rur 16" do głębokości 661,6 m i zacementowano na całej długości kolumny (rurociągu). Całkowity zanik płuczki w czasie wiercenia otworu wyniósł 441 m.

Lokalizacja:

Polska południowa, teren Kopalni Węgla Kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym



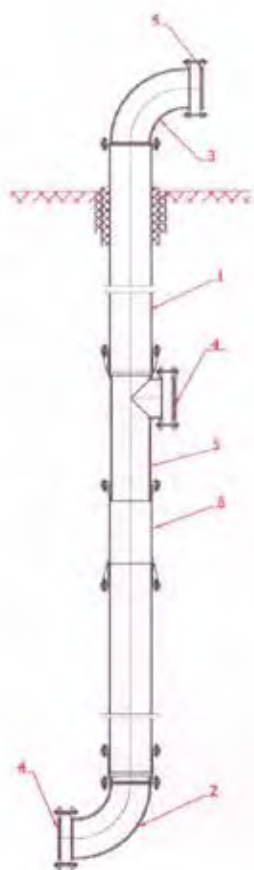
Sprzęt:

- Urządzenie wiertnicze Cooper LTO 550

Kluczowe aspekty:

Wykonanie otworu na terenie Kopalni Węgla Kamiennego, a tym samym w pobliżu czynnych wyrobisk górniczych na poziomie 550 m i 650 m, wymagające zaprojektowania przez Serwis Wierceń Kierunkowych optymalnej trajektorii otworu. Trajektorja sporządzona została w oparciu o dostarczone przez Zamawiającego dane zawierające współrzędne punktu początkowego i końcowego otworu oraz zestawienie możliwych do napotkania w czasie wiercenia obiektów podziemnych (chodniki, pochylnie, przekopy itp.). Pozwoliło to na ominięcie możliwych do napotkania w czasie wiercenia obiektów, a przez to zminimalizowanie zaników płuczki i pozytywne odwiercenie otworu.

Następnie zamontowano wyposażenie wylotu otworu oraz wytłoczono płyn z otworu przy użyciu jednostki azotowej. Wykonano próbę rurociągu odmetanowującego powietrzem przy ciśnieniu 10 at/3 h, stwierdzając jego szczelność. Po wykonaniu przekopów z poziomów 550 m oraz 650 m do wykonanego otworu zainstalowano odejścia z otworu do rurociągów na powierzchni i w poziomach 550 m oraz 650 m. Czynności te wykonywane zostały przez Przedsiębiorstwo Robót Górniczych na podstawie opracowanego projektu.



- 1 - Rury okładzinowe '16'
- 2 - Kolano '16'
- 3 - Kolano na powierzchni
- 4 - Kołnierz pełny
- 5 - Trojak
- 6 - Tuleja

Rys. 4 SCHEMAT PIONOWEGO RUROCIĄGU

REZULTAT

Odwiercono z powodzeniem otwór do głębokości 672 m, który następnie został zarurowany kolumną rur 16" i zacementowany do wierzchu. W następnej kolejności wykonana została zabudowa instalacji odczepów umożliwiającą połączenie kolumny rur okładzinowych 16" z istniejącą w Kopalni Węgla Kamiennego instalacją odmetanowującą na poziomach 550 i 650 oraz na powierzchni.



Wiercenia otworów dla potrzeb Podziemnego Magazynu Gazu na wyeksploatowanym złożu gazu ziemnego „S”

WYZWANIE

Rozbudowa, powiększenie pojemności czynnej PMG z 100 mln m³ do 330 mln m³ gazu poprzez odwiercenie 9 horyzontalnych otworów eksploatacyjnych o długości odcinka poziomego ok. 350 m.

Trudności i możliwe komplikacje w czasie wiercenia:

- skomplikowana tektonika złoża,
- upady warstw w zakresie 0 – 90 stopni.
- horyzonty piaskowcowe I, I bis, II
- anomalnie niskie gradienty ciśnień złożowych w seriach piaskowcowych (magazynowych) – 0,0026 – 0034 Mpa/m lub 0,0037 – 0048 Mpa/m w zależności od stopnia napełnienia PMG,
- możliwe sypanie w utworach eocenu i paleocenu,
- zaniki płuczki w profilu horyzontów magazynowych,
- klejenie przewodu wiertniczego w profilu horyzontów magazynowych.

Lokalizacja:

Polska południowo-wschodnia, województwie podkarpackie



Sprzęt:

- Urządzenie wiertnicze Skytop Brewster TR-800.

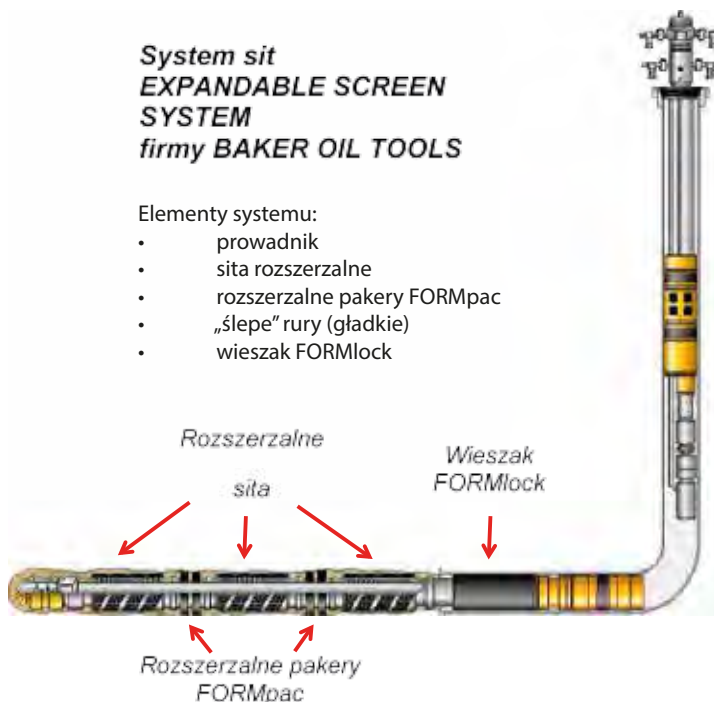
Kluczowe aspekty:

Dokonano odwiercenia sekcji ϕ 12¼" mm z zastosowaniem po raz pierwszy w Polsce płuczki wiertniczej potasowo-polimerowej (ULTRADRILL), opracowanej przez zespół MI SWACO, zmodyfikowanej przez inżynierów Serwisu Płuczkowego, na potrzeby otworów horyzontalnych na platformie PMG. Użycie zmodyfikowanego systemu ULTRADRILL zapewniło stabilność ścian otworów, szybkie wiercenie, dobrą średnią średnicę otworów oraz uniknięcie powstawania wrębów.

System sit EXPANDABLE SCREEN SYSTEM firmy BAKER OIL TOOLS

Elementy systemu:

- prowadnik
- sita rozszerzalne
- rozszerzalne pakery FORMpac
- „ślepe” rury (gładkie)
- wieszak FORMlock



ROZWIĄZANIE

Pierwszy etap wiercenia otworów, do zapuszczenia i zacementowania kolumny rur okładzinowych 9-5/8", zasadniczo przebiegał bez komplikacji. Niezaprzeczalnym faktem bezproblemowego odwiercenia sekcji ϕ 12¼" mm było zastosowanie po raz pierwszy w naszym kraju płuczki wiertniczej potasowo-polimerowej (ULTRADRILL), opracowanej przez zespół MI SWACO a zmodyfikowanej przez inżynierów Serwisu Płuczkowego na potrzeby otworów horyzontalnych na platformie PMG. Dzięki zastosowaniu zmodyfikowanego systemu ULTRADRILL uzyskano: stabilność ścian otworów, szybkie wiercenie, dobrą średnią średnicę otworów oraz uniknięto powstawania wrębów.

Odwiercenie otworów w sekcji 8 ½" nastąpiło najwięcej problemów. Powodem komplikacji w otworach był częściowy lub całkowity zanik płuczki wiertniczej po nawierceniu pokładów partii zbiornikowych i przychwytanie zestawu wiertniczego. Wiercenie sekcji otworów 8 ½" prowadzono aparaturą MWD do wierceń kierunkowych. Prace te zaprojektowali i wykonali specjaliści z Serwisu Wierceń Kierunkowych.

W trakcie wiercenia otworu wystąpiły ogromne trudności geologiczno-wiertnicze w postaci ucieczek płuczki. W związku z bardzo niskim gradientem ciśnienia złożowego oraz trudnymi warunkami geologiczno – tektonicznymi (szczeliny) podczas wiercenia w interwałach złożowych występowały katastrofalne ucieczki płuczki. Głębianie otworów kontynuowano tolerując występowanie zaników o intensywności nawet do 10 m³/godz. Obserwowano stałe zaniki statyczne w ilości od 5 - 7 m³/godz.

Ucieczki likwidowano poprzez wtłaczanie „porcji” płuczki o objętości od 5 – 10 m³, z dodatkiem blokatorów. Po wytlóczeniu kolejnej „porcji” płuczki podciągano przewód wiertniczy do buta rur i płukano ze zredukowanym wydatkiem, a następnie kontynuowano wiercenie. Przy większych ucieczkach wyciągano silnik wgłębny z otworu i zapuszczano zestaw jak do korka cementowego, przez który zatłaczano „porcje past uszczelniających”, obrobione blokatorami o większej granulacji. Do likwidacji ucieczek stosowano również środek do likwidacji ucieczek FORM- A-PLUG II firmy MI oraz pasty uszczelniające z włókniną SUPER SWEEP.

Interwały sekcji 8-½" wiercono z zastosowaniem lekkiej płuczki potasowo – polimerowej o parametrach: gęstość 1,03 – 1,06 g/cm³, filtracja 4 ml/0,7 MPa/30', PV 19 cP, YP 40 lb/100 ft², pH 9,8.

Po odwierceniu sekcji otworów 8½", otwory były uzbrajane w kolumny filtracyjne 6⅞" składające się z zespołu filtrów, rur i zapinanych w OPEN HOLE pakierów. Następnie wykorzystując unikalną technologię firmy BAKER OIL TOOLS kolumnę poddano rozszerzeniu do 25 % powyżej jej pierwotnej średnicy. Zastosowanie nowoczesnego systemu ekspansji sit „EXPANDABLE SCREEN SYSTEM” pozwoliło na skuteczne izolowanie stref złożowych. Wielowarstwowa konstrukcja rozszerzalnych sit zapewniała dużą wytrzymałość mechaniczną, wysoką elastyczność pozwalającą na ich, rozszerzanie oraz większą zdolność zatrzymywania drobnych cząstek. Maksymalna długość rozszerzonego zestawu wyniosła 497 m. Każdy odwiert został dodatkowo uzbrojony, poprzez zapuszczenie i napięcie w rurach okładzinowych 9-5/8", pakera eksploatacyjnego „S.C.-1R” firmy BAKER, zaworu cyrkulacyjnego oraz rur wydobywczych 5 ½".

REZULTAT

Mimo problemów i komplikacji odwiercono 9 otworów horyzontalnych o głębokości mierzonej od 1261 do 1444 m (głębokość pionowa od 855 m do 1022 m) realizując zamierzony cel wyznaczony przez Zleceniodawcę. Zastosowanie najnowszych technologii w zakresie technicznego wyposażenia urządzenia wiertniczego, technologii wiercenia otworów horyzontalnych, technologii płuczki, sprzętu i technologii zbrojenia odwiertów było podstawą do bezawaryjnego zakończenia tego projektu. Istotny wpływ na realizację zadania miał również profesjonalizm wykonawcy i współpracujących serwisów oraz doświadczenie zdobyte podczas wiercenia i likwidacji zaników w bardzo trudnych warunkach geologicznych.



Lokalizacja PMG Strachocina



Wywołanie, oczyszczanie i pomiar wydajności odwiertu

WYZWANIE

Wywołanie, oczyszczanie i pomiar wydajności odwiertu.



Lokalizacja:

Polska zachodnia,
województwo wielkopolskie



Sprzęt:

- Napowierzchniowe urządzenie technologiczne do testowania odwiertów „Geoservices”
- Urządzenie do odpiaszczania „Sand Trap”

ROZWIĄZANIE

Prace zostały wykonane przy użyciu napowierzchniowego urządzenia technologicznego do testowania odwiertów "Geoservices" oraz urządzenia do odpiaszczania "Sand Trap", wykonanego według indywidualnego projektu dla firmy EXALO. Dzięki użyciu "Sand Trap" zabezpieczono urządzenia do testowania odwiertów przed uszkodzeniami mechanicznymi spowodowanymi przez piasek.

REZULTAT

Uzyskano przyływ gazu zgodny z oczekiwaniami zamawiającego.



Instrumentacja za pomocą urządzenia slickline

WYZWANIE

Prace linowe w odwiercie przy następujących parametrach:

Ciśnienie statyczne: Pss-155 bar Pgs-175.5 bar

Dane techniczne:

Strop korka cementowego	- 2658 m
Rury okładzinowe 6 ^{5/8} "	- 2658 m
Rurki syfonowe 2 ^{3/8} "	- 2606 m
Łącznik posadowy XX 2 ^{3/8} "	- 2596 m
Łącznik posadowy XN 2 ^{3/8} "	- 2604 m



ROZWIĄZANIE

Do zapięcia ciśnieniomierzy użyto wieszaka typu softset bomb hanger. Po zakończeniu testu i odbudowie ciśnienia przystąpiono do wypięcia ciśnieniomierzy. Podczas marszu w górę nastąpiło przyłapanie wieszaka wraz z ciśnieniomierzami w głębokości 936 m. Odzyskano wieszak wraz z ciśnieniomierzami. Uratowano dane z ciśnieniomierzy, które są podstawą do interpretacji charakterystyki odwiertu. Założono, że narzędzie będzie miało możliwość dwukierunkowego rozszerzania się szczęk, odpowiednio wytoczonych i o odpowiedniej twardości. Po zapuszczeniu i zlokalizowaniu pozostawionej części wieszaka i delikatnym uderzeniem nożycami w dół złapano wieszak, a mocne uderzenie nożycami w górę zapewniły mocny chwyt, który zapewnił pokonanie powstałych oporów i wyciągnięcie zestawu z odwiertu.

REZULTAT

Uniknięto ponownego zatłoczenia odwiertu i wyciągania rurek.

Lokalizacja:

Polska południowo-wschodnia, województwo podkarpackie



Sprzęt:

- Urządzenie slickline
- Zestaw śluz 5k
- Prewenter do drutu 5k
- Zestaw narzędzi wgłębnych

Kluczowe aspekty:

Zapięto ciśnieniomierze wgłębne w łączniku posadowym XN do określenia charakterystyki wydobywczej odwiertu. Próba uwolnienia zakończyła się rozerwaniem wieszaka i wyciągnięciem tylko jej górnej części. Przystąpiono do opracowania prototypu narzędzia, które gwarantowałoby mocniejszy chwyt w tulei o średnicy 1".



Zapewnienie serwisu kierunkowego podczas realizacji otworu Godna Wieś 1k

WYZWANIE

Odwiercenie otworu kierunkowego zgodnie z projektem. Zbudowanie krzywizny około 31° w azymucie około 16°, i osiągnięcie odejścia około 109 m w głębokości końcowej.



Lokalizacja:

Polska południowo-wschodnia, województwo małopolskie



Sprzęt:

- Sonda MWD – GE Tensor
- Silnik wgłębny 8" – Baker Hughes Ultra XL
- Silnik wgłębny 6 3/4" – NOV 6 3/4" 5/6 5,0

ROZWIĄZANIE

Przystąpienie do wykonania otworu było poprzedzone zaprojektowaniem zestawu przewodu oraz hydrauliki przy pomocy oprogramowania Landmark.

Do wykonania projektu zastosowano standardową technologię stosowaną przez serwis kierunkowy Exalo Drilling S.A. czyli silnik wgłębny wraz z sondą MWD. W sekcji 12 1/4" zastosowano silnik wgłębny 8" produkcji Baker Hughes model Ultra XL. W sekcji 8 1/2" zastosowano silnik wgłębny 6 3/4" produkcji NOV model 24X 5/6 5,0. Do nawigacji w otworze w obu sekcjach wykorzystano sondę MWD GE Tensor z podwójnym pakietem baterii oraz standardowym zestawem czujników.

REZULTAT

Realizacja projektu zakończyła się powodzeniem. Cel w głębokości końcowej został trafiony 2,38 m od środka, przy promieniu celu wynoszącym 20 m. W trakcie prac nie napotkano szczególnych trudności.

Zapewnienie serwisu kierunkowego podczas realizacji otworu Rogoźnica 5k

WYZWANIE

Odwiercenie otworu kierunkowego zgodnie z projektem. Zbudowanie krzywizny około 15° w azymucie około 140° i osiągnięcie odejścia około 669 m w głębokości końcowej.



Lokalizacja:

Polska południowo-wschodnia, województwo podkarpackie



Sprzęt:

- Sonda MWD – GE Tensor
- Silnik wgłębny 6 3/4" – NOV 6 3/4" 5/6 5,0

ROZWIĄZANIE

Przystąpienie do wykonania otworu było poprzedzone zaprojektowaniem zestawu przewodu oraz hydrauliki przy pomocy oprogramowania Landmark.

Do wykonania projektu zastosowano standardową technologię stosowaną przez serwis kierunkowy Exalo Drilling S.A., czyli silnik wgłębny wraz z sondą MWD. Zastosowano silnik wgłębny 6 3/4" produkcji NOV model 24X 5/6 5,0. Do nawigacji w otworze wykorzystano sondę MWD GE Tensor z podwójnym pakietem baterii, oraz standardowym zestawem czujników.

REZULTAT

Realizacja projektu zakończyła się powodzeniem. Cel w głębokości końcowej został trafiony 0,4 m od środka, przy promieniu celu wynoszącym 25 m. W trakcie prac nie napotkano szczególnych trudności.

Wykonanie opróbowania horyzontu perspektywicznego rurowym próbnikiem złoża Halliburton typu standard

WYZWANIE

Wykonanie opróbowania horyzontu perspektywicznego zestawem próbnika z pakierem zapinającym w rurze okładzinowej, na które składa się wstępne oczyszczenie opróbowywanego horyzontu oraz syfonowanie na kilku zwężkach stałych do uzyskania stabilizacji ciśnień głowicowych dynamicznych.



ROZWIĄZANIE

Zestaw rurowego próbnika złoża Halliburton typu standard został skręcony i zapuszczony do otworu. Podczas zapuszczania zestaw został zalewany płuczką obiegową o wysokości słupa zalewki gwarantującej wywarcie obliczonej depresji na opróbowywany horyzont perspektywiczny. Po zapięciu pakera oraz otwarciu zaworu w głębinie nastąpił wzmagający się wypływ powietrza z przewodu, następnie wypływ zalewki a po kilku minutach wypływ gazu palnego. Ciecz została skierowana do zbiornika magazynowego a gaz spalany na flarze. Po wstępnym oczyszczeniu na zwężce nastawnej wypływ cieczy został skierowany przez zwężki stałe do ustabilizowania się ciśnień i wydatków na każdej z nich. Po uzyskaniu wymaganych danych zamknięto zawór głębinowy w celu odbudowy ciśnienia dennego. W trakcie odbudowy ciśnienia zestaw został zalany płuczką obiegową, otwarto zawór cyrkulacyjny a następnie wypłukano pojemność przewodu. Po tej czynności przystąpiono do odpięcia pakera i płukania otworu. Po uzyskaniu jednorodnej płuczki w otworze i bezpiecznym wyciągnięciu zestawu pobrano próbki płynu złożowego z autoklawu oraz odczytano dane z rejestratorów głębinowych i przekazano przedstawicielowi inwestora.

Lokalizacja:

Polska zachodnia,
województwo wielkopolskie



Sprzęt:

- Zestaw w głębinie rurowego próbnika złoża Halliburton typu standard (but z sitem, sito, paker RTTS 7", łącznik bezpieczeństwa nadpakerowy, pojemnik na rejestratory głębinowe wraz z dwoma rejestratorami ciśnienia i temperatury, nożyce hydrauliczne, zawór głębinowy, autoklaw, zawór obrotowy, zawór cyrkulacyjny otwierany z przewodu, zawór cyrkulacyjny otwierany z przestrzeni),
- Zestaw napowierzchniowy (zagłowiczenie wylotu przewodu Halliburton z 3 zasuwami w tym jednym zamknięciem hydraulicznym, manifold zwężkowy Halliburton),
- Instalacja do separacji płynu i spalania gazu (separator dwufazowy przewoźny, flara do spalania gazu, rurociągi, zbiornik magazynowy).

Kluczowe aspekty:

Podczas zapuszczania zestaw został zalewany płuczką obiegową o wysokości słupa zalewki gwarantującej wywarcie obliczonej depresji na opróbowywany horyzont perspektywiczny. Po zapięciu pakera oraz otwarciu zaworu w głębinie nastąpił wzmagający się wypływ powietrza z przewodu, następnie wypływ zalewki a po kilku minutach wypływ gazu palnego.

REZULTAT

Prace przebiegły zgodnie z projektem. Podczas testu uzyskano wypływ gazu palnego oraz wstępnie oczyszczono opróbowywany horyzont złożowy. Podczas syfonowania na każdej ze zwęzek stałych uzyskana została stabilizacja ciśnienia oraz wydatek przepływu gazu. Próbki gazu zostały pobrane do dalszych badań, rejestratory wgłębne zapisały dane ciśnienia oraz temperatury a wszystkie prace przebiegły bezpiecznie i sprawnie.





EXALO

GRUPA PGNiG

Siedziba Główna
Exalo Drilling S.A.
Pl. Staszica 9
64-920 Piła
Polska
tel: +48 67 215 13 00

Departament Sprzedaży
ul. Naftowa 3
65-705 Zielona Góra
tel: +48 68 329 55 55
fax: +48 68 325 64 42
e-mail: sales@exalo.pl

Republika Czeska
tel: +48 134372194
e-mail: czechy@exalo.pl

Kazachstan
tel/fax: +77 272279688
e-mail: kazachstan@exalo.pl

Ukraina
tel: +38 0442905715
e-mail: ukraine@exalo.pl

Pakistan
tel/fax: +92 2135874136
e-mail: pakistan.branch@exalo.pl

www.exalo.pl