

Robert RADO¹, Jan LUBAŚ²

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza Kraków, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu

² Poszukiwania Nafty i Gazu Kraków Sp. z o.o.

ANALIZA OPLACALNOŚCI WYKONANIA REKONSTRUKCJI ZAWODNIONYCH OTWORÓW EKSPLOATACYJNYCH

Streszczenie. Wraz z postępem techniki i technologii w wiertnictwie otwory kierunkowe stały się powszechnie wykorzystywane w wierceniach udostępniających złoża. Obniżenie nakładów na wiercenie i zwiększenie trafności otworów można uzyskać przez zastosowanie wiercenia otworu kierunkowego. Wiercenia takie pozwalają na dokładne określenie granicy konturu gaz-woda czy ropa-woda, lub określenie położenia stropu i spągu warstwy produktywnej i nieproduktywnej w przypadku warstw o małej miąższości. Dokładne określenie położenia tej granicy zwiększa szanse na wykonanie pozytywnego otworu kierunkowego w warstwie produktywnej.

Analizy czasu oraz techniki wykonania takich otworów są ułatwieniem dla określenia niezbędnych nakładów inwestycyjnych na ich wykonanie, kalkulacji kosztu eksploatacji urządzeń wiertniczych, kosztów serwisu kierunkowego etc.

Dzięki danym uzyskanym z wykonania takiego otworów udało się uchwycić koszt poszczególnych faz projektu niezbędnych do wykonania otworu do planowanej głębokości.

Analizując czasy i koszty trwania poszczególnych faz całego procesu technologicznego, można wykazać, że użycie otworu istniejącego do wykonania z niego otworu kierunkowego zwiększa trafność równocześnie nie podnosząc znacznie ogólnego kosztu wykonania otworu.

ANALYSIS OF ECONOMIC PROFITABILITY OF RECONSTRUCTIONS WATERED EXPLOITATION BOREHOLES

Summary. Advancement in drilling techniques and technology enables using directional boreholes for a variety of drilling situations. Directional drilling technologies started to be commonly applied for reservoir completion. The need to lower the investment cost of drilling and increasing its efficiency resulted in the use of directional drilling. This concept enables precise defining the boundary of the gas-water or oil-water contour or determining the position of the top and bottom of the productive and non-productive horizon for thin strata. Having had precisely determined that boundary, a directional borehole can be drilled more easily in the bearing horizon.

The investment costs of drilling, cost of exploitation of drilling equipment, cost of servicing directional boreholes, etc. can be better assessed is preceded by the analysis of time and technology of drilling.

Basing on data obtained from drilling such a borehole, it was possible to measure the costs of specific stages of project, i.e. drilling to a specific depth.

The analysis of the time and cost of specific phases of the entire technological process reveals that a two-stage performance of the use existing borehole to realizes new directional drilling increases the accuracy of the borehole, without much increasing the total cost.

1. Wstęp

Postęp techniki i technologii w wiertnictwie umożliwia wykorzystywanie otworów kierunkowych w różnych sytuacjach wiertniczych. Otwory te stały się powszechnie wykorzystywane w wierceniach udostępniających złoża ropy naftowej i gazu ziemnego. Obniżenie nakładów na wiercenie otworów można uzyskać przez wykorzystanie istniejących już otworów poszukiwawczych czy eksploatacyjnych i poddanie ich takiej rekonstrukcji, aby przynajmniej część istniejącego już otworu została wykorzystana. Wiercenia takie są z powodzeniem realizowane dzięki zastosowaniu technologii wierceń kierunkowych. Koncepcja takiego wiercenia pozwala na wykorzystanie informacji o położeniu granicy konturu, np. gaz-ropa, ropa-woda z otworu już istniejącego lub określenie położenia stropu i spągu warstwy produktywnej i nieproduktywnej dla warstw o małej miąższości. Dokładne określenie położenia tych granic ułatwia wykonanie otworu kierunkowego w warstwie produktywnej.

Analiza czasu niezbędnego do wykonania takich otworów jest ułatwieniem dla określenia niezbędnych nakładów inwestycyjnych na ich odwiercenie, kalkulacji kosztu eksploatacji urządzeń wiertniczych, kosztów serwisu kierunkowego etc., a w rezultacie podjęcie decyzji o zasadności zastosowania tego typu rozwiązań. Czasami występują również problemy z lokalizacją miejsca nowego otworu lub też czasochłonne i kosztowne roboty przygotowawcze pod nowy otwór.

Analizując czasy i koszty trwania poszczególnych faz całego procesu technologicznego, można wykazać, że wykonanie nowego otworu bazującego na już istniejącym otworze wiertniczym zwiększa trafność nowego otworu, równocześnie nie podnosząc ogólnego kosztu jego wykonania pomimo dodatkowych prac rekonstrukcyjnych i likwidacyjnych, a czasami może zdecydowanie obniżyć jego koszty.

Dzięki danym uzyskanym z wykonania takiego otworu udało się uchwycić czas trwania poszczególnych faz projektu niezbędnych do wykonania nowego odcinka otworu kierunkowego, bazującego na już istniejącym otworze kierunkowym.

Analiza czasu i kosztów wykonania poszczególnych faz całego procesu technologicznego dowodzi, że wykorzystanie już istniejącego otworu zwiększa trafność prac wiertniczych, dostarcza informacji dla prawidłowego zaprojektowania konstrukcji otworu, technologii wiercenia oraz parametrów płuczki wiertniczej. W efekcie, takie rozwiązanie jest uzasadnione z ekonomicznego punktu widzenia.

2. Charakterystyka geologiczno-wiertnicza rejonu wierceń i konstrukcja otworu eksploatacyjnego

Aktualne tendencje przy wykonywaniu otworów eksploatacyjnych oraz ich rekonstrukcjach zmierzają do wykorzystywania starych bądź też istniejących już otworów i w wytypowanych interwałach wiercenia z nich otworów kierunkowych. Otwory takie wiercone są np. w celu zwiększenia efektywności eksploatacji złoża, wszędzie tam gdzie jest ona niewystarczająca bądź ekonomicznie nieuzasadniona przy użyciu otworów pionowych, czy też uwarunkowania techniczno-geologiczne utrudniają lub wręcz uniemożliwiają odwiercenie otworów pionowych. Inną przesłanką do wykonania takiego otworu może być również brak technicznych możliwości likwidacji komplikacji lub awarii w otworze pionowym lub kierunkowym, powodujący konieczność odchylenia osi otworu w nowym kierunku.

W przypadku gdy miąższość warstwy jest niewielka, zalega ona pod dużym kątem bądź jest pofałdowana, a struktura, w której się znajduje, jest zaburzona np. uskokami, trafność otworu związana jest z dokładnym wyznaczeniem parametrów zalegania warstwy. Bez znajomości tych parametrów proces kierowania trajekcją osi otworu kierunkowego jest trudny i w wielu przypadkach kończy się niepowodzeniem z powodu nawiercenia warstwy nadległej lub leżącej poniżej, bądź też wprowadzenie otworu pod niewłaściwym kątem w stosunku do rozciągłości warstwy.

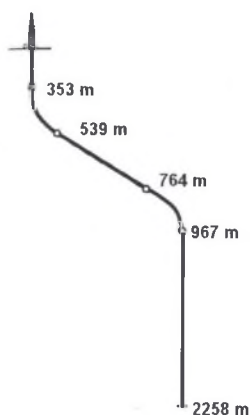
Autorzy artykułu oparli swoje rozważania na danych uzyskanych z prac wiertniczych prowadzonych na strukturze gazonośnej, która została udostępniona otworem kierunkowym.

W trakcie eksploatacji złoża nastąpiło pojawienie się wody złożowej i systematyczny wzrost jej wydobywania. W celu uniknięcia zawodnienia strefy eksploatacji zdecydowano się na

wyłączenie z eksploatacji części interwału. Zabieg ten spowodował spadek wydobywania wód złożowych z jednoczesnym spadkiem wydajności otworu. Sytuacja ta była jednak przejściowa i po kilku tygodniach nastąpił ponowny wzrost dopływu wody osiągając w kulminacyjnym momencie $100 \text{ m}^3/\text{dobę}$. Koszty związane z wywozem i utylizacją tak dużych ilości wód złożowych spowodowały podjęcie decyzji o przerwaniu eksploatacji.

Otwór, o którym mowa, wykonano w celu zbadania struktury miocenu w rejonie jego usytuowania oraz zbadania warunków litologiczno-facjalnych miocenu autochtonicznego. Otwór udostępniał horyzont gazonośny struktury dewonu, a jego koniec był położony ok. 50 m poniżej jej maksymalnej kumulacji. Według informacji na dzień zatrzymania odwiertu jego wydobywanie stanowiło ok. 5% całkowitych zasobów wydobywalnych.

Powyższy powód stał się podstawą podjęcia decyzji o ponownym udostępnieniu złoża przez przeprowadzenie prac rekonstrukcyjno-wiertniczych, z wykorzystaniem już istniejącego otworu. Zakres prac rekonstrukcyjnych polegał na wykorzystaniu części już istniejącego otworu przy wierceniu nowego otworu. Pierwotny otwór został wykonany jako otwór kierunkowy typu „S”. Na rys. 1 przedstawiono przybliżony kształt otworu z zaznaczeniem punktów budowania kąta krzywizny otworu oraz punktów zrzucania kąta krzywizny.



Rys. 1. Schemat trajektorii otworu kierunkowego stanowiącego podstawę do prac rekonstrukcyjno-wiertniczych

Fig. 1. Trajectory scheme of directional borehole, used for reconstruction-drilling works

Projekt rekonstrukcji zakładał wykorzystanie istniejącego otworu do głębokości 353 m, w którym to interwale głębokości rozpoczęto budowanie kąta skrzywienia otworu pierwotnego. Nowy otwór kierunkowy zaplanowano jako otwór typu „J” i miał być odwiercony do strefy maksymalnej kumulacji złoża, opierając się na danych geologiczno-wiertniczych uzyskanych z pierwszego otworu.

Pod względem geologicznym rejon wierceń zbudowany był głównie z utworów osadowych. Do głębokości 13 m występował czwartorzęd, a następnie otwór pierwotny do

głębokości otworu 2238 m przewiercał utwory miocenu (sarmat i baden). Miocen składał się w głównej części z piaskowców, mułowców i łupków. Końcowe 260 m metrów otworu to dewon. Dewon litologicznie zbudowany był z wapieni dolomitycznych i dolomitu. Ostatni odcinek otworu o długości 33 m został wykonany w prekambrze.

Projekt otworu przewidywał następujące zarurowanie:

- kolumna wstępna 20" do głębokości 28 m,
- kolumna przewodnikowa 13 3/8" do głębokości 199 m,
- kolumna techniczna 9 5/8" do głębokości 698 m,
- kolumna eksploatacyjna 7" do głębokości 2077 m.

Kolumny z wyjątkiem kolumny 7" były cementowane do wierzchu. Kolumnę 7" zacementowano na zakładkę w rurach 9 5/8".

Po niezbyt pozytywnych doświadczeniach, związanych z celnością w czasie pierwszego wierceniu na tej strukturze, zdecydowano o wykorzystaniu wiedzy i informacji nabytych w trakcie wiercenia pierwszego otworu. Wszelkie trudności przy wierceniu pierwszego z otworów były źródłem doświadczeń, które wykorzystano przy projektowaniu prac rekonstrukcyjno-wiertniczych.

W trakcie pierwotnej eksploatacji złoża nastąpiła zmiana położenia konturu gaz-woda, co przy wierceniu nowego otworu kierunkowego mogło spowodować, że uzyskany efekt byłby niewspółmierny do poniesionych nakładów finansowych, a to one grały główną rolę w podejmowaniu decyzji o konieczności wykorzystania już istniejącego otworu i ponownemu udostępnieniu złoża.

W rachubę wchodziło wykonanie otworu badawczego, dzięki któremu uzyskano by aktualne dane niezbędne do zaprojektowania wiercenia kolejnych otworów. Jednak z punktu widzenia finansowego to rozwiązanie zdecydowanie podrażało inwestycję.

Dlatego też ostatecznie zaprojektowano otwór kierunkowy, który, jak wspomniano, wykorzystywał już istniejącą część otworu eksploatacyjnego i miał osiągnąć kulminację złoża na głębokości 2080 m.

W trakcie wiercenia pierwszego z otworów zaobserwowano komplikacje wiertnicze w postaci przychwyceń przewodu wiertniczego, głównie w interwałach 820 m-1150 m oraz w głębokościach poniżej 2000 mm.

Pojawiły się również zaniki płuczki wiertniczej, które stwierdzono w przedziale głębokości 2028-2253 m, czyli końcowej głębokości wiercenia.

3. Założenia do wykonania prac rekonstrukcyjnych otworu

Projekt rekonstrukcji otworu przewidywał likwidację części istniejącego otworu przez wykonanie korków cementowych w rurach 7" w dwóch interwałach głębokości. Pierwszy na spodzie otworu w przedziale głębokości 1970-2070 m, drugi ciśnieniowy z perforacją buta kolumny 9 5/8" wykonano w zakresie głębokości 650-750 m.

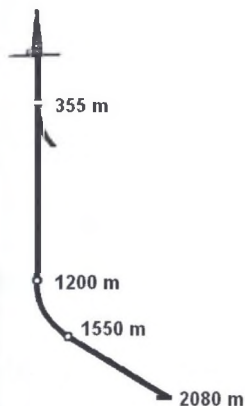
Następnie projekt przewidywał wycięcie rur 7" na głębokości 430 m (rury te nie były cementowane do wierzchu) i wyciągnięcie ich.

Wstępnie planowano dwa warianty wykonania nowego otworu. Pierwszy z nich przewidywał wykonanie korka cementowego w rurach 9 5/8" w interwale 360-400 m i zacięcie nowego otworu w głębokości ok. 360 m z użyciem systemu MWD. Drugi z wariantów przewidywał również wykonanie korka cementowego, tyle że w zakresie głębokości 400-500 m z wycięciem okna w rurach 9 5/8" w głębokości 355 m i zacięcie otworu. Następnie oba warianty przewidywały odwiercenie pionowego otworu do głębokości 1200 m średnicą 216 mm.

Ostatecznie ze względu na warunki techniczne wybrano wariant drugi jako najbardziej optymalny. Wycięto rury 7" w głębokości 430 m i wyciągnięto je na powierzchnię. Następnie wykonano korek cementowy w interwale 400-500 m. Wycięto okno w rurach okładzinowych 9 5/8" w interwale 335-397 m i ponownie wykonano korek cementowy w interwale 397-355 m. W głębokości 355 m zacięto nowy otwór, aby ominąć starą trajektorię. Odwiercono pionowy odcinek do głębokości 1200 m. Od tej głębokości nastąpiło kierunkowanie otworu, tak aby uzyskać odejście o 360 m od osi pionowej otworu w stropie dewonu na głębokości 2035 m. Wybór taki podyktowany był warunkami geologicznymi oraz stwierdzonym konturem gaz-woda. W rezultacie wykonano odcinek otworu o średnicy 8 1/2" do głębokości 2021 m (strop dewonu) pod kątem ok. 32° i w azymucie ok. 160°. Po wykonaniu pomiarów geofizycznych otwór zarurowano rurami 7" i zacementowano dwustopniowo z mufą cementacyjną w głębokości 1000 m. Kolejnym etapem było odwiercenie 59 m otworu średnicą 149 mm do głębokości 2080 m po przeprowadzeniu opróbowania odcinek ten zarurowano niezacementowanymi perforowanymi rurami traconymi 4 1/2".

Jak wspomniano, otwór rekonstrukcyjny wykonano jako otwór kierunkowy typu "J". Głębokość rozpoczęcia kierunkowania wynosiła 1200 m z założeniem uzyskania kąta

skrzywienia 32° z szybkością jego budowania $1^\circ/10$ m otworu. Koniec nabierania krzywizny uzyskano na głębokości 1520 m a następnie wiercono prostoliniowy odcinek do głębokości 2080 m.



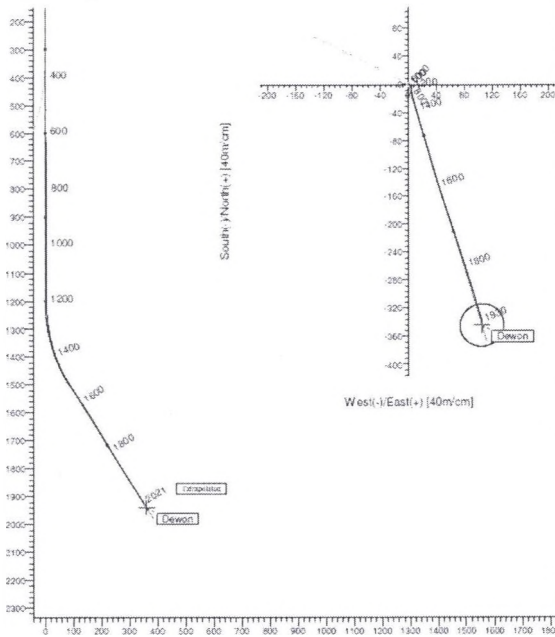
Rys. 2. Schemat trajektorii otworu rekonstrukcyjnego
Fig. 2. Trajectory scheme of reconstruction borehole

4. Technika wiercenia otworu kierunkowego typu „J”

Rozpoczęcie wiercenia, czyli zacięcie nowego otworu w interwale 355-412 m wykonano świdrem „Glinik” o średnicy $8\frac{1}{2}$ ” typu MITZHX z silnikiem węglowym. Następnie również z użyciem silnika i świdra PDC typu M519 w jednym marszu (wykonując jedynie kilkakrotnie marsze kontrolne), odwiercono odcinek pionowy w interwale 412-1200 m. Ten etap wiercenia, czyli wykonanie odcinka otworu pionowego przebiegło bez komplikacji.

W drugim etapie odcinek kierunkowy (nabieranie kąta i azymutu) otworu $8\frac{1}{2}$ ” wykonano świdrem gryzowym Smith typu XR z silnikiem węglowym $6\frac{3}{4}$ ”. Dla tego odcinka odchylenie rozpoczęto na głębokości 1200 m (KOP), a założony kąt odchylenia osi otworu uzyskano na głębokości 1550 m (EOB). W dalszej części, tj. utrzymywanie założonej trajektorii otworu wykonano świdrem PDC typu HRC6062. W celu poprawy dokładności wiercenia (cel geologiczny) w końcowej fazie, tj. w interwale 1760-2021 m, zamontowano dodatkowo w systemie MWD sondę gamma. Jej wyniki w połączeniu z wynikami wcześniejszych pomiarów geofizycznych i odpowiedniej korelacji pozwoliły na bardzo precyzyjne nawierzenie docelowej warstwy. Zestaw do wiercenia otworu kierunkowego składał się z zestawu z węglowym silnikiem hydraulicznym firmy Precision 7/8 M/L. Odchylenie osi otworu do osiągnięcia zakładanego kąta wykonano zestawem z krzywym łącznikiem o stałym kącie $1,15^\circ$. Następnie wiercenie kontynuowano pod uzyskanym kątem do głębokości 2021 m

(MD), czyli 1930 m (TVD). Po zakończeniu wiercenia tego odcinka otworu wykonano pomiary geofizyczne, zapuszczono rury okładzinowe 7" i zacementowano je dwustopniowo do wierzchu.



Rys. 3. Schemat trajektorii otworu kierunkowego

Fig. 3. Trajectory scheme of directional borehole

Tabela 1

Zestawienie dolnej części przewodu wiertniczego dla wiercenia otworu o średnicy 8 1/2"

| Średnica nominalna | Element przewodu wiertniczego | Długość [m] | Długość skumulowana [m] | |
|--------------------|---|-------------|-------------------------|--|
| 5" | Rury płuczkowe | Do wierzchu | Do wierzchu | |
| 5" | Grubościenne rury płuczkowe | 37,45 | 149,30 | |
| 6 1/2" | Obciążniki (1pas) | 18,88 | 111,85 | |
| 6 1/2" | Nożyce wiertnicze | 4,95 | 92,97 | |
| 6 1/2" | Obciążniki 3 pasy | 56,81 | 88,02 | |
| 6 1/2" | Grubościenne rury płuczkowe | 9,38 | 31,21 | |
| 6 1/2" | Łącznik pulsacyjny | 1,03 | 21,83 | |
| 6 1/2" | Grubościana niemagnetyczna rura płuczkowa | 9,04 | 20,80 | |
| 6 1/2" | Krzywy łącznik | 1,13 | 11,76 | |
| 6 1/2" | Stabilizator 8 1/8" | 1,17 | 10,73 | |
| 6 1/2" | Łącznik | 0,99 | 9,46 | |
| 6 3/4" | Silnik wgłębny Precision 7/8 M/L 5.0 1,15° BH | 8,22 | 8,47 | |
| 8 1/2" | Świder M1 THX | 0,25 | 0,25 | |

W dalszej części kontynuowano wiercenie otworu średnicą 5 7/8", pobrano dwa rdzenie w interesujących interwałach i zakończono otwór w głębokości 2080 m. Poziom perspektywiczny został opróbowany próbnikiem złoża, wykonano test produkcji, zapuszczono perforowane rury okładzinowe 4 1/2" i uzbrojono otwór do produkcji.

Trajektorię otworu kierunkowego zaprezentowano na rys. 3. W tabeli 1 zestawiono dolną część przewodu wiertniczego dla wiercenia otworu o średnicy 8 1/2" z wglębnym silnikiem hydraulicznym.

5. Bilans czasu i koszty wykonania otworu

Analiza czasu wykonania otworu kierunkowego do głębokości 2080 m (MD) pozwoliła autorom na wyznaczenie porównania kosztów niezbędnych do wykonania poszczególnych czynności wiertniczych podczas wiercenia otworu kierunkowego. Kompleksowe wykonanie rekonstrukcji eksploatacyjnego otworu wiertniczego kierunkowego można podzielić na cztery zasadnicze etapy:

- etap I – prace rekonstrukcyjne związane z likwidacją części otworu, wycięciem okna w rurach, wykonaniem korka cementowego i zboczeniem otworu do głębokości 412 m,
- etap II – wiercenie otworu pionowego do głębokości 1200 m,
- etap III – odwiercenie otworu kierunkowego do planowanej długości i jego zarurowanie,
- etap IV – odwiercenie i rdzeniowanie interwałów perspektywicznych, zarurowanie i udostępnienie tego interwału.

Zarówno wykonanie nowego otworu wiertniczego, jak i wykonanie rekonstrukcji istniejącego otworu wymaga przeprowadzenia prac przygotowawczych, takich jak: przygotowanie terenu pod wiertnicę i zaplecze, przygotowanie drogi dojazdowej, zainstalowanie wiertnicy i zaplecza. Bez względu na to, czy odwiercamy nowy otwór, czy przystępujemy do rekonstrukcji już istniejącego, niezbędny czas i nakłady będą podobne. Zatem, w przypadku otworu poddawanego rekonstrukcji część infrastruktury pozostaje po poprzednim wierceniu otworu (droga dojazdowa itp.), co obniża koszty prac przygotowawczych. Koszty te dla analizowanego otworu poddawanego rekonstrukcji kształtowały się na poziomie 140 000 USD. Przygotowanie terenu pod wiercenie nowego otworu byłoby ok. trzykrotnie droższe i kształtowałyby się na poziomie ok. 450 000 USD. Wiercenie nowego otworu wiązałoby się z koniecznością likwidacji istniejącego, co w sumie podwyższyłoby nakłady na całą inwestycję. Jeśli zostałaby wykonywana likwidacja otworu,

można byłoby użyć wiertnicy o mniejszym udźwigu, co przełożyłoby się na niższy koszt godziny jej pracy.

W przypadku likwidacji otworu, o którym mowa, nie zostałyby odzyskanych 430 m rur okładzinowych 7", których koszt szacowany jest na ok. 22 000 USD.

Wykonując rekonstrukcję istniejącego otworu, unika się kosztów związanych z odwierceniem, zarurowaniem i zacementowaniem kolumny wstępnej i przewodnikowej. Zatem, dla analizowanego przypadku kolumna I techniczna otworu eksploatacyjnego stała się kolumną przewodnikową dla nowego otworu kierunkowego. W tym przypadku z technicznego punktu widzenia otwór zostanie zakończony mniejszą średnicą w porównaniu do nowo wierconego otworu, jest to jedna z niedogodności podczas prowadzenia rekonstrukcji otworu.

Dla analizowanego otworu oszczędności, wynikające z braku konieczności wykonania początkowego zarurowania otworu, bazując na kosztach materiałów, tj. świrdrów, rur okładzinowych oraz serwisów (cementowanie), wyniosły ok. 115 000 USD. Koszty na podobnym poziomie kształtowałyby się w przypadku wykonania kolumny wstępnej i przewodnikowej dla zupełnie nowego otworu.

Jeżeli zapadłaby decyzja o wykonaniu nowego otworu, pociągnęłaby ona za sobą konieczność likwidacji istniejącego otworu. Koszty likwidacji przy użyciu trzech korków cementowych kształtowałyby się na poziomie ok. 100 000 USD (materiały do cementownia plus koszt pracy urządzenia wiertniczego). Jednak przy takim rozwiązaniu należałoby dodatkowo uwzględnić koszty płuczki wiertniczej, której nie udałoby się odzyskać. Koszt płuczki kształtowałby się na poziomie ok. 25 000 USD.

Jeśli założyć wykonanie nowego otworu w warunkach geologiczno-wiertniczych i zarurowania, o jakich mowa powyżej, niezbędny czas na wykonanie wiercenia do ok. 350 m wyniósłby ok. 12 dni, co daje przeciętny koszt w wysokości ok. 150 000 USD. Ogólnie na pracach wiertniczych i materiałach dla I fazy wykonania otworu zaoszczędzono ok. 287 000 USD w porównaniu z inwestycją opierającą się na wykonaniu nowego otworu.

Po stronie dodatkowych kosztów przy rekonstrukcji otworu należy uwzględnić koszty serwisowe związane z wycinaniem okna w rurach 9 5/8", następnie wykonaniem korka i zacięciem nowego otworu (ok. 62 000 USD). Łącznie te operacje plus koszty pracy urządzenia (68 000 USD) dają kwotę ok. 130 000 USD. Koszty te nie występowałyby w przypadku nowego otworu.

Po uwzględnieniu oszczędności i potencjalnych dodatkowych kosztów łącznie dla I fazy wykonania otworu, przyjmując jego rekonstrukcję, zaoszczędzono ok. 157 000 USD.

Zakładając, że nowy otwór zostałby odwiercony jako kierunkowy koszty etapów od II – IV w przypadku otworu rekonstruowanego oraz nowo wierconego, kształtowałyby się na tym samym poziomie, ze względu na konieczność korzystania z serwisów kierunkowych.

Sytuacja wygląda nieco inaczej, jeśli założyć, że nowo wiercony otwór na tej strukturze zostałby wykonany jako pionowy. W tym przypadku koszt obniżyłby się o ok. 180 000 USD, oszczędność ta jest wynikiem pominięcia konieczności korzystania z serwisu kierunkowego. Pozostałe koszty, takie jak koszty materiałów płuczkowych, narzędzi i rur okładzinowych byłyby na podobnym poziomie.

Reasumując, wykonanie rekonstrukcji otworu z odwierceniem nowego odcinka o kierunkowej trajektorii powoduje obniżenie kosztów na poziomie 150 000 USD.

6. Podsumowanie

Z przeprowadzonych analiz wynika, że wykonanie wierceń z otworów już istniejących do głębokości ok. 2000 m jest uzasadnione z finansowego punktu widzenia. Szacowane oszczędności dla wierceń kierunkowych wynoszą ok. 150 000 USD.

W przypadku jakichkolwiek komplikacji wiertniczych wynikających z budowy geologiczno-litologicznej nastąpiłby wzrost kosztów wykonania takiego wiercenia, który mógłby zniwelować uzyskane oszczędności. Uwzględniając jednak, że oba otwory (rekonstruowany i nowo wiercony) są wiercone w podobnych warunkach, potencjalny wzrost kosztów spowodowanych trudnościami wiertniczymi będzie na tym samym poziomie dla obu z nich.

Innym czynnikiem przemawiającym za zastosowaniem takiego rozwiązania jest szybkie oddanie otworu do eksploatacji. Ułatwić to może wykorzystanie istniejącej już napowierzchniowej infrastruktury eksploatacyjnej. W niektórych przypadkach wykonanie nowych przyłączy może trwać od kilku do kilkunastu miesięcy. Są to realne straty dla inwestora z powodu niemożności eksploatacji otworu. Wykorzystanie istniejącej już infrastruktury jest dodatkowym argumentem za wykorzystywaniem zawodnionych otworów eksploatacyjnych do prowadzenia rekonstrukcji.

BIBLIOGRAFIA

1. Rado R., Lubaś J.: Porównanie efektywności pracy różnych typów narzędzi wiertniczych, Materiały z IX międzynarodowej konferencji naukowo-technicznej, Wydawnictwo AGH, Kraków 1998.
2. Wiśniowski R., Stryczek S., Skrzypaczek K.: Horizontal well path designing with catenary metod, Materiały konferencyjne: Nové poznatky v oblasti vrtania, tazby, dopravy a uskladnovania uhl'ovodíkov Podbanské 2002 : XI. medzinárodná vedecko-technická konferencia : 29–31 oktobra 2002, Podbanské, Slovensko.
3. Wiśniowski R.: New drilling methods for the conductor casing operations, Acta Montanistica Slovaca, 2006.
4. Ziaja J., Wiśniowski R.: Decision model and criteria of selection of rational schemes of casing in drilling wells, Materiały Konferencyjne VSB Ostrava: Mineral raw materials and mining activity of the 21st century: January 30–31, Ostrava 2001.
5. Rado R., Lubaś J.: Koncepcja wiercenia eksploatacyjnych otworów kierunkowych i horyzontalnych z określeniem konturu ropa-woda, Wiertnictwo, Nafta Gaz. Zeszyty Naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej, Kraków 2007.

Recenzent: Doc. Ing. Josef Mazáč, CSc. HGF, VŠB-TU OSTRAVA