

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.

