



**OCHRONA KATODOWA ORUROWAŃ
ODWIERTÓW WYDOBYWCZYCH**

CATHODIC PROTECTION OF STEEL WELL CASINGS

Jerzy Sibila

PZA CORRSTOP Sp. z o.o.

Słowa kluczowe: ochrona katodowa, orurowania odwiertów wydobywczych
Key words: cathodic protection, well casings

Streszczenie

W artykule przedstawiono ochronę katodową infrastruktury pól naftowych: orurowań odwiertów wydobywczych, rurociągów złożowych, zbiorczych i magistralnych. Szczególną uwagę zwrócono na ochronę katodową orurowań odwiertów wydobywczych oraz występującą pomiędzy orurowaniami odwiertów interferencję i procedurę jej ograniczania.

Summary

The paper discusses cathodic protection of oil field structures such as: well casings, flow-lines, trunk-lines and main oil lines as well as bottoms of above ground storage tanks. Special attention was paid to cathodic protection of well casings and interference problems occurring between neighbouring casings with proposed procedures that mitigate this interference.

1. Wprowadzenie

Ochrona katodowa infrastruktury pól naftowych ma szczególne znaczenie z uwagi na aspekt ekonomiczny. Liczone w miliardach dolarów amerykańskich nakłady na budowę pola naftowego i jego zaplecza, a także wielomilionowe straty w razie przerwy w produkcji, lub przesyła zakontraktowanej ropy do rafinerii i stamtąd do jej finalnych odbiorców powodują, że zapobieganie korozji stanowi priorytetowe zadanie dla wszystkich służb utrzymania ruchu. Przykładową mapę ilustrującą gęstość zabudowania pola naftowego odwiertami wydobywczymi i rurociągami przedstawiono na rysunku 1.

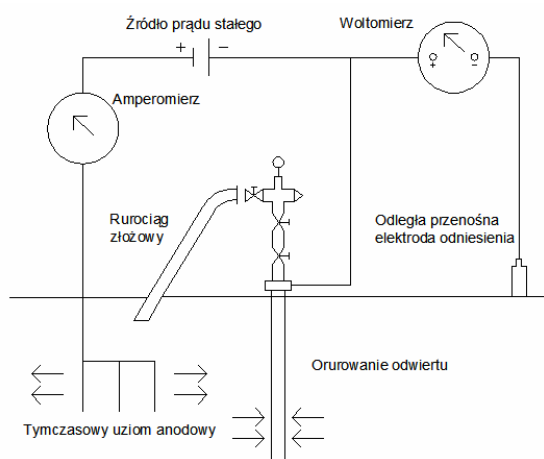
Najdroższe na polach naftowych są odwierty wydobywcze, których jednostkowy koszt wykonania wynosi od kilku do kilkudziesięciu milionów dolarów. Ponadto orurowania tych odwiertów, w odróżnieniu od rurociągów, są budowane z rur bez powłok ochronnych, nie zawsze dokładnie ocementowane, a przewiercone są przez różne warstwy gruntu i wskutek tego są narażone na przyspieszoną korozję spowodowaną powstającymi mikro i makroogniwami. Dlatego ich ochrona katodowa jest niezwykle istotna, ale decyzja o jej zastosowaniu należy do operatora. Kryterium konieczności zastosowania ochrony katodowej stanowi często przewidywany okres eksploatacji odwiertu, np. w Arabii Saudyjskiej jest to pięć lat [1]. W praktyce, biorąc pod uwagę relacje nakładów na ochronę katodową do kosztów wykonania odwiertu, niemal wszystkie odwierty wydobywcze są zabezpieczane katodowo, zarówno w USA, państwach arabskich, Brazylii, Wenezueli, Pakistanie, Kazachstanie itd. Polska jest pod tym względem wyjątkiem.

Ochrona katodowa orurowań pobiera 80–90% całkowitego prądu potrzebnego do elektrochemicznego zabezpieczenia wszystkich konstrukcji na polu naftowym takich jak rurociągi ropy, gazu i wody, zbiorniki, separatory, dehydratory itd.

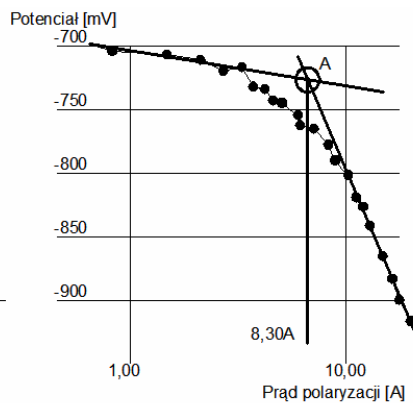
2. Ochrona katodowa odwiertów wydobywczych

Dla zapewnienia skutecznej ochrony katodowej orurowania odwiertu wydobywczego na jego całej długości, z reguły wynoszącej od 2,500 do 2,800 m. najistotniejsze jest prawidłowe określenie zapotrzebowania prądowego. Na etapie projektowania pola naftowego szacunkowo określa się je na podstawie znajomości powierzchni zewnętrznej orurowania uwzględniając także ocementowane odcinki rur, a po wykonaniu odwiertu wyznacza się dokładniej przy pomocy krzywej $E = \text{Log } I$, zwanej charakterystyką Tafela. Na rysunku 2 przedstawiono schemat pomiarowy do wyznaczenia krzywej $E = \text{Log } I$, a na rysunku 3 przykładową charakterystykę.

Z praktyki wiadomo, że prąd potrzebny do zabezpieczenia katodowego jednego orurowania wynosi 4–12 A. Z reguły za pomocą jednej instalacji ochrony katodowej zabezpiecza się do czterech odwiertów. Zatem instalacja taka musi mieć możliwość dostarczania przez wiele lat prądu o natężeniu ok. 50 A. Takiej wartości prądu uzyskuje się z uziomów głębokich.



Rys. 2. Układ pomiarowy do wyznaczania $E=\text{Log}I$



Rys. 3. Przykładowa charakterystyka $E=\text{Log}I$

3. Lokalizacja uziomów głębokich

Zbyt bliskie usytuowanie uziomu anodowego względem orurowania może spowodować, że prąd z uziomu będzie wpływał tylko do górnej jego części. Dla zapewnienia równomiernego rozkładu prądu wpływającego do orurowania na całej jego długości uziom anodowy powinien być zlokalizowany w odpowiedniej od niego odległości. Przyjmuje się, że optymalna odległość to 100–150 m, nie mniej niż 60 m.

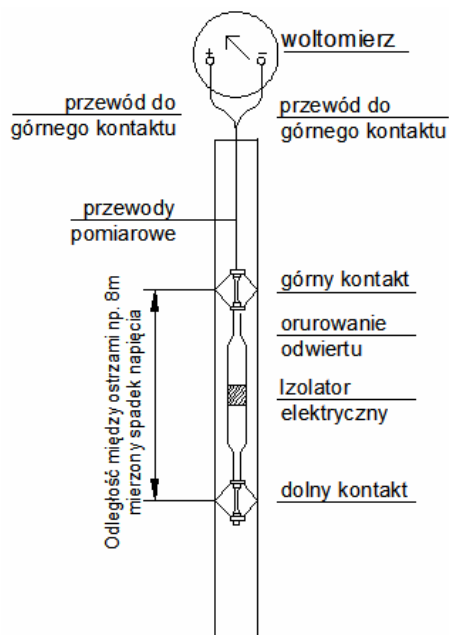
Najkorzystniejszy, najrozleglejszy rozptył prądu z uziomu otrzymujemy, jeśli w miejscu jego wykonania struktura gruntu jest taka, że powyżej kolumny anod mamy warstwę gruntu o wysokiej rezystywności. W praktyce jednak wybór miejsca pod uziom anodowy jest uwarunkowany wieloma innymi czynnikami i taka optymalna lokalizacja jest nie zawsze możliwa.

4. Sprawdzanie skuteczności wykonanej ochrony katodowej

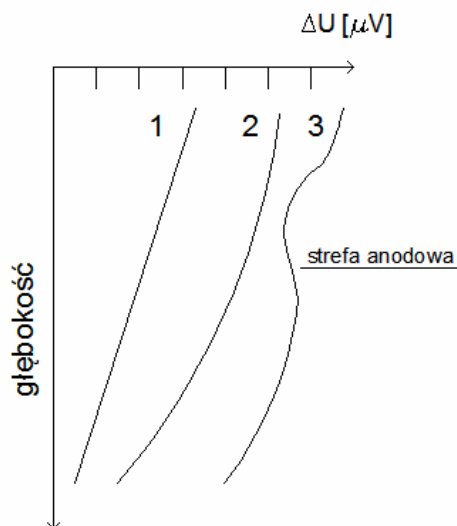
Zgodnie ze standardem NACE [2] prąd ochrony katodowej dostarczany do orurowania uważa się za wystarczający, kiedy pomiary wykażą, że wyeliminowane są wszystkie strefy anodowe.

Sprawdzenie tego jest możliwe w zasadzie tylko za pomocą tzw. profilowania spadków potencjału wzdłuż całego orurowania. Stosuje się do tego zestaw pomiarowy opuszczany w głąb orurowania, co wymaga wyłączenia badanego odwiertu z produkcji. Zestaw pomiarowy przedstawiono na rysunku 4. W jego skład wchodzi dwa sprężyste ostrza kontaktowe, zapewniające kontakt z wewnętrzną ścianką orurowania na stałym dystansie. Przy ich pomocy mierzy się spadek napięcia w rurach, poczynając od dołu, odcinek po odcinku. Mierzony spadek napięcia odpowiada natężeniu prądu płynącego w orurowaniu na danym odcinku, zatem dla każdego odcinka położonego wyżej powinien być większy. Jeśli tak jest to do orurowania dopływa prąd. Natomiast jeśli tak nie jest i natężenie prądu w rurze jest mniejsze niż dla odcinka położonego poniżej, to oznacza to upływ prądu z orurowania odwiertu na tym odcinku, czyli lokalną strefę anodową.

Typowy profil spadku potencjału wzdłuż orurowania przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 4. Zestaw pomiarowy do wyznaczenia profilu spadków napięcia w orurowaniu



Rys. 5. Profile spadków potencjału
 1. Dla układu jednorodnego
 2. Brak stref anodowych
 3. Z lokalną strefą anodową

Profilowanie spadków napięcia w orurowaniu jest kosztowne, a ponadto wymaga wyłączenia odwiertu z produkcji. Dlatego nie wykonuje się go dla każdego orurowania a tylko dla 1–2 wybranych z szybów naftowych zlokalizowanych na danym terenie. Niestety, dość często otrzymane rezultaty nie są powtarzalne, co najczęściej wynika ze złego kontaktu ostrzy pomiarowych ze ścianką orurowania.

W praktyce kontrole skuteczności działania ochrony katodowej przeprowadza się poprzez rutynowe, wykonywane co miesiąc z powierzchni ziemi pomiary potencjałów ON i OFF w stosunku do ziemi odległej, którą można wyznaczyć 30–120 metrów od głowicy orurowania. Odległość zależy od struktury warstw gruntu i poziomu wód podziemnych. Elektroda odniesienia powinna być usytuowana po stronie przeciwnej do uziomu anodowego. Przyjmuje się, że jeśli potencjał załączeniowy wynosi $-1,2\text{ V}$, a wyłączeniowy $-0,90\text{ V}$ to ochrona jest skuteczna.

5. Orurowanie odwiertu a połączone z nim rurociągi

Z każdym eksploatowanym odwiertem połączony jest rurociąg złożowy, a niekiedy także rurociągi służące do wtłaczania pod ziemię gazu lub wody – dla podniesienia ciśnienia w złożu.

Możliwe są dwa rozwiązania ochrony katodowej układu: odwierty-rurociągi:

1. Bez stosowania łącz izolujących rurociągi od głowicy odwiertu.

W takim układzie, gdy ochrona katodowa nie działa anodę stanowi orurowanie odwiertu. Rurociąg złożowy może być traktowany jako kabel powrotny odprowadzający prąd

z orurowania do stacji ochrony katodowej. Rozdział prądu pomiędzy orurowanie a rurociąg jest utrudniony.

2. Z zastosowaniem złączy izolujących na rurociągach połączonych z odwiertem.

Złącza izolujące przerywają prąd makro-ogniwa: orurowanie – rurociąg. Łatwe jest kontrolowanie i regulowanie prądu dostarczanego do odwiertu i do rurociągu.

Jednak przeważnie wydobywanej ropie towarzyszy woda i to o dużej przewodności, która bocznikuje połączenie izolujące. Może to doprowadzić do korozji wewnętrznej ścianki rurociągu przy połączeniu izolującym, od strony głowicy orurowania. W celu zapobieżenia temu zagrożeniu należy wewnętrzną powierzchnię rurociągu pokryć powłoką izolującą na długości 3–5 średnic.

Rozwiązanie z zastosowaniem połączeń izolujących jest droższe, ale z powodu łatwiejszej regulacji i kontroli rozplywu prądów częściej stosowane.

6. Interferencja

Na orurowanie może szkodliwie oddziaływać prąd pochodzący z sąsiedniego orurowania lub uziomu anodowego. Najczęściej prąd interferencyjny wpływa do górnej części orurowania, a wypływa z jego dolnej części. Możliwy jest też wpływ i wypływ prądu interferującego w kilku miejscach orurowania.

Oddziaływanie prądu interferencyjnego można zauważyć poprzez załączenie i wyłączenie systemu ochrony katodowej dla sąsiednich odwiertów wydobywczych. W razie stwierdzenia interferencji można ją zminimalizować poprzez ekwipotencjalizację potencjałów załączeniowych sąsiednich odwiertów.

Literatura

- [1] Saudi Aramco Standard SAES-X-700, 2007: Cathodic protection of Onshore Wells.
- [2] NACE Standard SP0186-2007: Application of Cathodic Protection for External Surfaces of Steel Well Casings.
- [3] PN-EN 15112:2007: Zewnętrzna Ochrona Katodowa Orurowań Odwiertów.