XVII Krajowa Konferencja
"Pomiary Korozyjne w Ochronie Elektrochemicznej"
12-14 czerwca 2024
Wolbórz

Badania DCVG+CIPS interpretacja otrzymanych wyników

Łukasz Sadowski, Jacek Kłodziński, Maciej Mleczko
P.Z.A. CORRSTOP Sp. z o.o.

CORRSTOP

Wprowadzenie

Niniejsze wystąpienie omawia trzy główne tematy:

- Podstawowe zagadnienia związane z DCVG i CIPS
- Zastosowanie i znaczenie badań intensywnych
- Pomiary intensywne w praktyce

DCVG, CIPS

Obecnie najbardziej popularnymi badaniami intensywnymi stosowanymi do sprawdzania powłok na rurociągach są:

- DCVG – Direct Current Voltage Gradient
- CIPS – Close Interval Potential Survey

CORRSTOP

DCVG, CIPS – urządzenie

CORRSTOP

DCVG – proces badania

01

Przygotowanie:

Nastawienie parametrów pracy oraz cyklu przerywania źródła prądu stałego

CORRSTOP

DCVG – proces badania

02

Pomiary w terenie:

Wykorzystanie specjalistycznego sprzętu do pomiaru gradientu napięcia wzdłuż rurociągu

DCVG – proces badania

03

Analiza danych:

Określanie miejsc, gdzie gradient napięcia jest największy, co wskazuje na uszkodzenie powłoki

CORRSTOP

DCVG – interpretacja

Niski gradient napięcia	Sugeruje, że powłoka ochronna jest w dobrym stanie, a rurociąg jest odpowiednio chroniony przed korozją

CORRSTOP

DCVG – interpretacja

Średni gradient napięcia

W celu dokładniejszej oceny stanu powłoki i ewentualnych zagrożeń korozją należy przeprowadzić dodatkowe badania

CORRSTOP

DCVG – interpretacja

Wysoki gradient napięcia

Wskazuje na znaczące uszkodzenie powłoki ochronnej. Konieczna jest dokładna inspekcja i naprawa tych miejsc, aby zapobiec korozji rurociągu

CORRSTOP

CIPS – proces badania

01

Przygotowanie:

Przyłączenie rurociągu do systemu ochrony katodowej i przygotowanie punktów pomiarowych wzdłuż rurociągu

CIPS – proces badania

02

Pomiary w terenie:

Regularne pomiary potencjałów wzdłuż rurociągu w odstępach co krok

CORRSTOP

DCVG+CIPS – proces badania

02

CIPS – proces badania

03

Analiza danych:

Przedstawienie wyników w formie wykresów potencjałów zmierzonych wzdłuż rurociągu

CIPS – interpretacja

Potencjały zgodne z normami

Wskazują na prawidłowe działanie systemu ochrony katodowej, który skutecznie zapobiega korozji rurociągu

CORRSTOP

CIPS – interpretacja

Potencjały odbiegające od norm

Sugerują problemy z ochroną katodową. Mogą wynikać z uszkodzeń powłoki, problemów z systemem ochrony katodowej lub niejednorodności w glebie wokół rurociągu

CIPS – interpretacja

Nagłe zmiany potencjałów

Wskazują na miejsca problematyczne, które wymagają dalszych badań

CORRSTOP

Znaczenie pomiarów intensywnych

CORRSTOP

Znaczenie pomiarów intensywnych

1. Mniejsze ryzyko awarii
2. Redukcja kosztów utrzymania
3. Zapewnienie bezpieczeństwa

Pomiary intensywne w praktyce – przykład 1

Krok	Pot ON	Pot OFF	Grad ON	Grad OFF	Δ grad	Komentarz
7540,9	-1375,5	-1046,2	-37	-21,4	-15,6	
7543,1	-1369,2	-1037,5	-64,6	-38,5	-26,1	
7544,1	-1363,8	-1038,9	-58,7	-31,7	-27	
7545,1	-1364,4	-1036,4	-103,7	-28,6	-75,1	
7549,2	-1339,5	-1023,9	-91,8	-42,6	-49,2	
7549,8	-1309,1	-1017	-105,4	-48,3	-57,1	
7551,1	-1313,1	-1011,2	-221,5	-79,1	-142,4	
7551,3	-1279,5	-1011,8	-178,4	-83,1	-95,3	0,52
7554	-1242,5	-974,8	-60,5	-7	-53,5	
7557,1	-1113,7	-938,4	164,9	54,3	110,6	DEFEKT
7557,3	-1114,5	-947,1	193,3	58,3	135	
7557,3	-1128,7	-954,5	179,5	54,3	125,2	
7558,3	-1230,9	-971,5	106,3	52,6	53,7	
7559,4	-1276,2	-979,2	64,6	40,9	23,7	
7560,5	-1303,3	-997	47,1	26,3	20,8	48 Ωm
7561,7	-1308	-1011	44,8	13,9	30,9	

CORRSTOP

Pomiary intensywne w praktyce – przykład 1

Średnica rury	DN 200
Potencjał ON [mV]	-1113,7
Potencjał OFF [mV]	-938,4
Gradient ON [mV]	164,9
Gradient OFF [mV]	54,3
Δ gradient [mV]	110,6
Rezystywność [Ωm]	48
Głębokość [m]	0,52
R defektu [Ω]	23,9537901
Promień def [m]	0,3465
Pow. Defektu obliczona [m^2]	0,38
IR	38,68485484
IR wzgl	80,59344759
I [mA]	14,5
pow. defektu po odkopaniu [m^2]	0,345
poprawność obliczeń [%]	90,79
profil defektu	brak opaski

CORRSTOP

Pomiary intensywne w praktyce – przykład 2

Krok [m]	Pot ON [mV]	Pot OFF [mV]	Grad ON [mV]	Grad OFF [mV]	Δ grad [mV]	Komentarz
0	-1769	-1144	212,9	-1,5	214,4	ZZU
0,4	-1762	-1146	188,9	-4	192,9	70 Ωm
0,9	-1762	-1144	201,4	-0,8	202,2	
1,3	-1746	-1149	143,8	5,3	138,5	
2,3	-1746	-1152	132,8	6,8	126	
3,5	-1724	-1152	22,4	9,5	12,9	
5,5	-1702	-1149	-26	5,3	-31,3	
6,8	-1610	-1152	-122,9	7	-129,9	
9	-1600	-1152	-142,2	7,7	-149,9	
9,3	-1573	-1149	-168,6	5,5	-174,1	
10,4	-1585	-1149	-156,8	5,1	-161,9	
10,9	-1571	-1146	-186,4	-5,9	-180,5	BETON
11,4	-1585	-1146	-174,7	-5,4	-169,3	
11,9	-1655	-1136	-101,4	-13	-88,4	
13	-1710	-1141	-91,9	-52,6	-39,3	
13,7	-1717	-1144	-79,4	-44,3	-35,1	1,23m

Pomiary intensywne w praktyce – przykład 2

Średnica rury	DN 150
Potencjał ON [mV]	-1571
Potencjał OFF [mV]	-1146
Gradient ON [mV]	-186,4
Gradient OFF [mV]	-5,9
Δ gradient [mV]	-180,5
Rezystywność [Ωm]	70
Głębokość [m]	0,70
R defektu [Ω]	391,6
Promień def [m]	0,558
Pow. Defektu obliczona [m^2]	0,98
IR	29,88
IR wzgl	42,68
I [mA]	16,3
pow. defektu po odkopaniu [m^2]	~0,9
poprawność obliczeń [%]	91,80
profil defektu	Brak izolacji na kołnierzach

CORRSTOP

Pomiary intensywne w praktyce – przykład 3

Pot ON [mV]	Pot OFF [mV]	Grad ON [mV]	Grad OFF [mV]	Δ grad [mV]	Komentarz
-8013,2	-1238,7	175,3	-6,6	181,9	
-8013,4	-1238,4	174	-7,3	181,3	0.86M
-8018,8	-1241,2	173,4	-7,5	180,9	ES PODLACZONA
-8014,8	-1246,7	104,2	-22,3	126,5	
-8003,2	-1260,9	66,5	21,4	45,1	
-8030,9	-1231,5	47,4	28,4	19	
-8039,6	-1236,5	25,7	25,9	-0,2	
-8041,8	-1241,4	-58,2	30,6	-88,8	
-8044,8	-1250,8	-76,3	35,9	-112,2	
-8060,7	-1255,1	-131,7	-11,1	-120,6	
-8054,1	-1247,3	-172	-19,1	-152,9	
-8059,6	-1253	-129,4	5,5	-134,9	
-8058,7	-1252,8	-111,6	6,7	-118,3	

CORRSTOP

Pomiary intensywne w praktyce – przykład 3

Potencjał ON [mV]	-8013,7
Potencjał OFF [mV]	-1238,4
Gradient ON [mV]	174
Gradient OFF [mV]	-7,3
Δ gradient [mV]	181,3
Rezystywność [Ωm]	1539
Głębokość [m]	0,86
R defektu [Ω]	10342,47
Promień def [m]	0,01886
Pow. Defektu obliczona [cm^2]	11,17
IR	2,63
IR wzgl	0,17116
I [mA]	0,7
pow. defektu po odkopaniu [cm^2]	10
poprawność obliczeń [%]	111,7
profil defektu	Elektroda symulująca defekt o powierzchni 10cm^2

CORRSTOP

Pomiary intensywne w praktyce – przykład 4

Średnica rury	DN 200
Potencjał ON [mV]	-1792,1
Potencjał OFF [mV]	-1180
Gradient ON [mV]	-155
Gradient OFF [mV]	14
Δ gradient [mV]	-169
Rezystywność [Ωm]	270
Głębokość [m]	1,38
R defektu [Ω]	97,8
Promień def [m]	0,025
Pow. Defektu obliczona [cm^2]	19,63
IR	21,67904
IR wzgl	8,2150
I [mA]	3,7
pow. defektu po odkopaniu [m^2]	17,83
poprawność obliczeń [%]	110,09
profil defektu	Defekt po uderzeniu słupkiem betonowym

CORRSTOP

Pomiary intensywne w praktyce – przykład 5

Średnica rury	DN 350
Potencjał ON [mV]	-775,0
Potencjał OFF [mV]	-679,0
Gradient ON [mV]	-58,7
Gradient OFF [mV]	-22,1
Δ gradient [mV]	-36,6
Rezystywność [Ωm]	186
Głębokość [m]	1,5
R defektu [Ω]	26,33
Promień def [m]	0,85
Pow. Defektu obliczona [m^2]	2,26
IR	38,13
IR wzgl	19,68
I [mA]	2,98
pow. defektu po odkopaniu [m^2]	>0,5
profil defektu	Odspojona izolacja

Pomiary intensywne w praktyce – przykład 6

Odległość [m]	Pot. ON [mV]	Pot. OFF [mV]	Grad, ON [mV]	Grad, OFF [mV]	Rezystywność gruntu [Ωm]	ΔE [mV]	Δgrad [mV]	%IR	%IRwzg	I%Irwzgl	Idef [mA]	R def [Ω]	Promień defektu [m]	Rezystywność gruntu [Ωm]	Głębokość
5417,8	-882	-646	68,1	62,7		-236	5,4	-2,29	3,80	3,80	4,53	42,59	0,44	142	1,5
5420,2	-871	-636	152,6	75,4		-235	77,2	-32,85	54,37	54,37	10,14	18,93	1,10	142	1,5
5422,3	-869	-626	188,7	100,3		-243	88,4	-36,38	62,25	62,25	12,54	15,83	1,37	142	1,5
5424,8	-775	-609	178,7	108,8		-166	69,9	-42,11	49,23	49,23	11,88	11,42	2,17	142	1,5
5427,6	-725	-552	187	113,2		-173	73,8	-42,66	51,97	51,97	12,43	11,37	2,19	142	1,5
5430,0	-658	-517	60	23,9		-141	36,1	-25,60	25,42	25,42	3,99	28,88	0,67	142	1,5
5434,6	-619	-519	-89,7	43,4		-100	-133,1	133,10	-93,73	93,73	-5,96	13,70	1,65	142	1,5
5439,6	-495	-413	-193,5	-96,8		-82	-96,7	117,93	-68,10	68,10	-12,86	5,21	2,66	142	1,5
5442,2	-658	-522	-124,9	-41,6		-136	-83,3	61,25	-58,66	58,66	-8,30	13,38	1,70	142	1,5
5447,5	-658	-470	-130,5	-134,6		-188	4,1	-2,18	2,89	2,89	-8,67	17,71	1,19	142	1,5
5451,4	-693	-524	-97,5	-64,3		-169	-33,2	19,64	-23,38	23,38	-6,48	21,30	0,96	142	1,5
5452,8	-706	-532	-69,4	-54,5		-174	-14,9	8,56	-10,49	10,49	-4,61	30,81	0,62	142	1,5
5456,0	-706	-532	-80,2	-52,3		-174	-27,9	16,03	-19,65	19,65	-5,33	26,66	0,74	142	1,5
5458,9	-703	-532	-78,7	-57,7	142	-171	-21	12,28	-14,79	14,79	-5,23	26,70	0,74	142	1,5
5461,1	-706	-532	-78,2	-57,2		-174	-21	12,07	-14,79	14,79	-5,20	27,35	0,72	142	1,5
5463,8	-780	-577	-18,9	-19,1		-203	0,2	-0,10	0,14	0,14	-1,26	132,00	0,13	142	1,5

Pomiary intensywne w praktyce – przykład 6

Pomiary intensywne w praktyce – przykład 6

CORRSTOP

Pomiary intensywne w praktyce – przykład 7

nastawy robocze						
Krok [m]	Grad ON [mV]	Grad OFF [mV]	Δ grad [mV]	Pot ON [V]	Pot OFF [V]	Komentarz
14868	7,5	14,1	-6,6	-1377,7	-1049,3	
14869,4	12,2	21,7	-9,5	-1378,9	-1047,9	
14870,9	11,2	15,2	-4	-1374,2	-1042,6	
14873,2	7,6	18,2	-10,6	-1372	-1039,8	
14874,7	10	19,9	-9,9	-1374,5	-1050	
14875,1	4	5,2	-1,2	-1381,4	-1053,2	
14876,3	-15,5	1,5	-17	-1387	-1061,1	
14877,4	15,3	0,9	14,4	-1372	-1049,8	
14878,8	-4,6	5,2	-9,8	-1381,3	-1057	1,48m
14879,4	3,2	5,9	-2,7	-1378,9	-1057,9	
14880	-7,3	-7,7	0,4	-1376,4	-1062	PPE
14880	-9,2	-12,2	3	-1346,3	-1040,3	ZZU
14880,6	-8	-10,2	2,2	-1379,7	-1036,8	Siatka
14888,5	25,7	28,2	-2,5	-1374,4	-1028,9	
14888,9	17,3	24,3	-7	-1374,7	-1043,6	
14889,3	38	34,8	3,2	-1353,9	-1043,6	
14890,1	18,5	26,8	-8,3	-1378,4	-1046,2	
14891,4	18,5	11,8	6,7	-1378,3	-1060,3	
14891,5	4,4	2,5	1,9	-1392,4	-1062	
14892,7	5,5	12,8	-7,3	-1393,9	-1064,2	
14894,4	13,9	16,6	-2,7	-1382,8	-1058,4	
14895,6	8,7	18	-9,3	-1387,7	-1059,5	
14897	-0,1	6,6	-6,7	-1384,9	-1055,4	
14898,5	13,9	19,2	-5,3	-1380,5	-1055,9	

podwyższone nastawy				
Krok [m]	Grad ON [mV]	Grad OFF [mV]	Δ grad [mV]	Komentarz
14870	0,2	-1,7	1,9	
14870,9	0,6	-1,6	2,2	
14872,8	7,1	5,5	1,6	
14874,2	4,6	0,1	4,5	1,45m
14875,8	22,4	8,2	14,2	
14876,6	23,3	6,5	16,8	
14877,9	29,6	9,4	20,2	
14878,7	33,8	7,6	26,2	
14879,9	44,5	6,5	38	
14880,5	52,7	15,7	37	
14881,1	-8	-2,6	-5,4	PPE
14881,3	-7,8	-2,5	-5,3	ZZU
14882,6	-8,7	-2,2	-6,5	Siatka
14889,5	-8,6	-3,1	-5,5	
14890,1	-21,1	-15	-6,1	
14890,7	-12,6	-14,8	2,2	
14891,2	-10,5	-0,4	-10,1	
14892,9	-12,1	-9,2	-2,9	
14892,9	-20,8	-17,1	-3,7	
14894,7	-29	-25,4	-3,6	
14895,5	-9,1	-3,8	-5,3	
14897,3	1,9	3	-1,1	
14898,6	2,4	3	-0,6	
14900	-9,1	-6,3	-2,8	

Pomiary intensywne w praktyce – przykład 6

CORRSTOP

Podsumowanie

- Badania DCVG+CIPS powinny być wykonywane regularnie w celu zachowania bezpiecznej eksploatacji rurociągu
- Dla rurociągów w dobrej izolacji wystarczy pomiar metodą DCVG+CIPS gradientem wzdłużnym i ewentualnie domierzanie gradientów w miejscach dużych skupisk defektów
- Dla izolacji bitumicznych dużo trudniej trafnie określić wagę defektu

Dziękujemy za uwagę