

Kryteria Ochrony Katodowej Stosowane w Krajach Euroazjatyckiej Wspólnoty Gospodarczej

Jerzy Mossakowski, Łukasz Sadowski, Jerzy Sibila

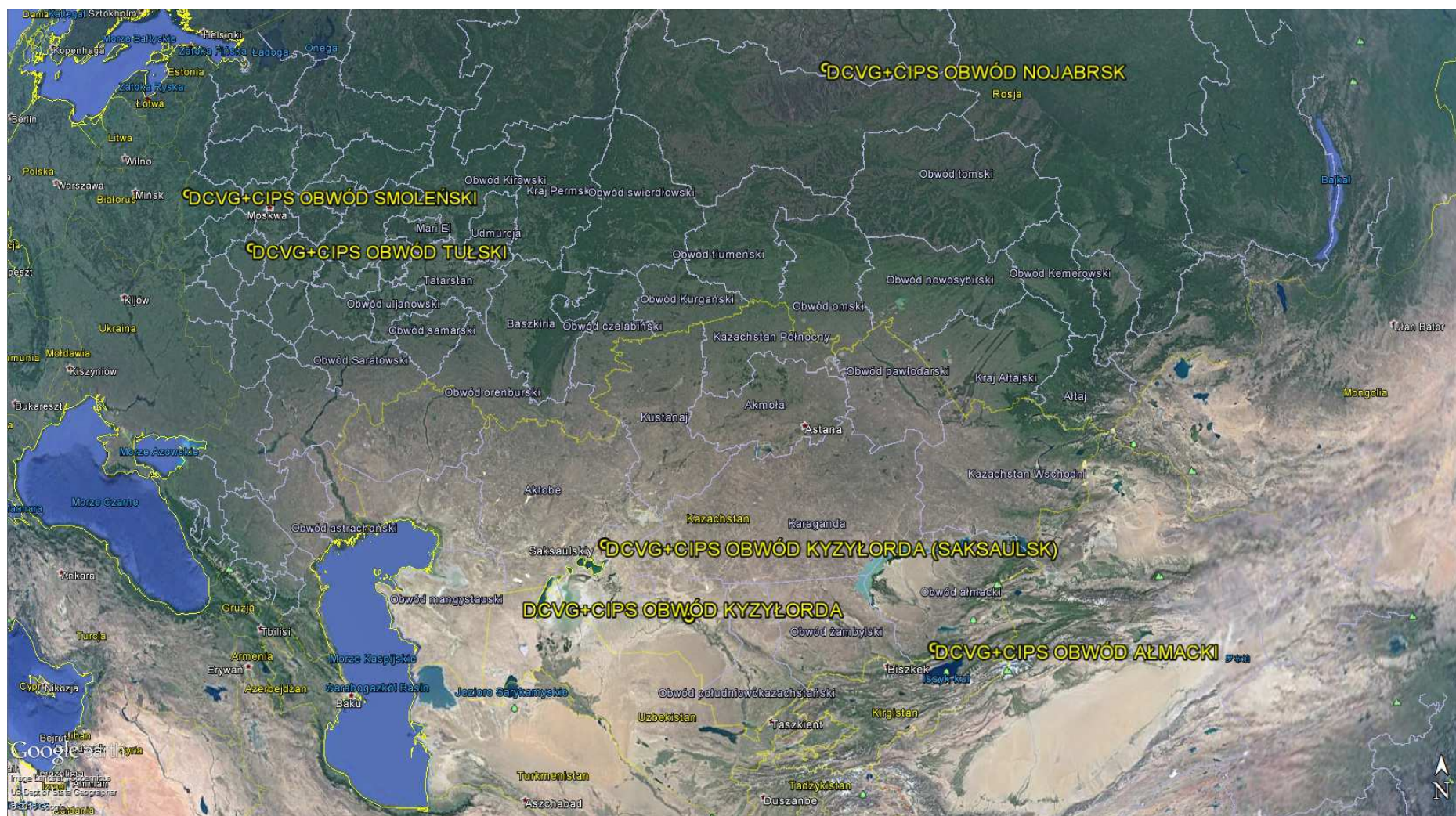
P.Z.A. CORRSTOP Sp. z o.o.

Słowa kluczowe: ochrona katodowa, kryteria, DCVG, CIPS
Keywords: cathodic protection, criteria , DCVG, CIPS

CORRSTOP

▶ **WPROWADZENIE**

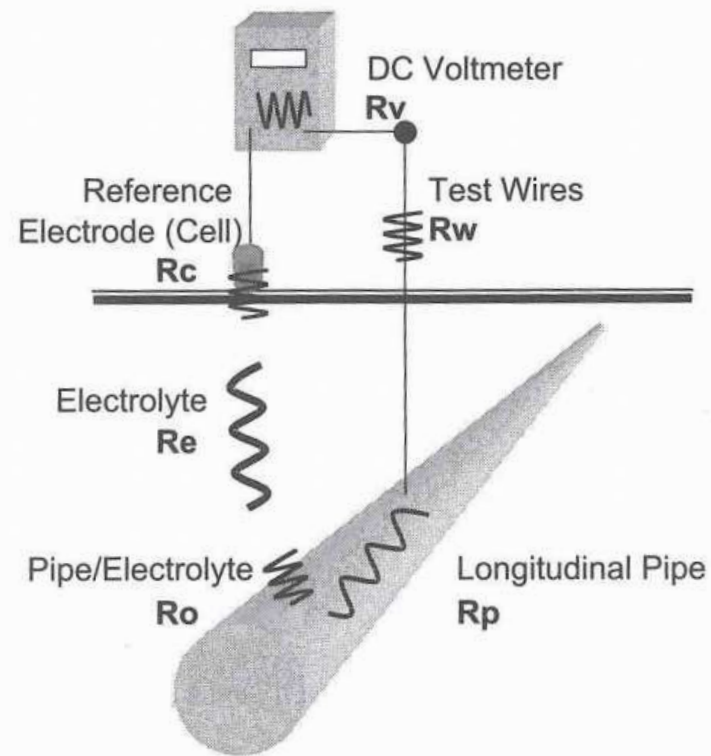
- ▶ ***W 2014 firma CORRSTOP rozpoczęła prace na terenie Euroazjatyckiej Wspólnoty Gospodarczej***
- ▶ ***Głównie były to pomiary DCVG+CIPS***
- ▶ ***Przedstawiono różnice w kryteriach stosowanych w krajach EWG w porównaniu z kryteriami podanymi w normach europejskich i standardach NACE***





▶ **1. Historia kryteriów ochrony katodowej**

- ▶ W 1928 roku Kuhn zaproponował $-0,85$ V jako kryterium skutecznej ochrony katodowej
- ▶ Przy czym był to potencjał załączeniowy, ON.
- ▶ Kuhn przeprowadzał badania terenowe w delcie rzeki Mississippi - w gruntach o bardzo małej rezystywności, $6 \Omega\text{m}$.
- ▶ Rurociągi praktycznie nie miały izolacji.



Total Resistance
 $R_t = R_v + R_w + R_p + R_o + R_e + R_c$

Figure 4.2 A structure-to-electrolyte potential circuit, with resistance components, is shown.

► 2. Aktualne kryteria skutecznej ochrony katodowej

wg. PN-EN 12954

Tablica 1 – Potencjały korozyjne, potencjały ochrony i potencjały krytyczne typowych metali w gruncie oraz w wodzie słodkiej i słonej

Metal lub stop	Środowisko		Potencjał korozyjny E_n (bez tworzenia się ogniw), wartości orientacyjne [V]	Potencjał ochrony E_p [V]	Potencjał krytyczny E_i [V]
Stale niestopowe i niskostopowe o wytrzymałości $\leq 800 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$	Woda i grunt, warunki tlenowe	Warunki normalne, $T < 40 \text{ }^\circ\text{C}$	od -0,65 do -0,40	- 0,85 ^a	–
		$T > 60 \text{ }^\circ\text{C}$	od -0,80 do -0,50	- 0,95 ^a	^b
		Napowietrzone grunty piaszczyste, $100 < \rho < 1000 \text{ } \Omega\text{m}$	od -0,50 do -0,30	- 0,75	–
		Napowietrzone grunty piaszczyste, $\rho > 1000 \text{ } \Omega\text{m}$	od -0,40 do -0,20	- 0,65	–
	Woda i grunt, warunki beztlenowe		od -0,80 do -0,65	- 0,95	–
Stal nierdzewna austenityczna lub ferrytyczna o wytrzymałości $< 800 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$	Neutralna i zasadowa woda słodka i grunt	W temperaturach otoczenia	od -0,10 do +0,20	- 0,45	–
	Kwaśna woda słodka i grunt	W temperaturach otoczenia	od -0,10 do +0,20	^c	^c
	Woda morska i słona	W temperaturach otoczenia	od -0,10 do +0,20	- 0,45	–

wg. ISO 15589-1

5.3.2 Protection criteria

5.3.2.1 The CP system shall be capable of polarizing all parts of the buried pipeline to potentials more negative than -850 mV referred to CSE, and to maintain such potentials throughout the design life of the pipeline. These potentials are those which exist at the metal-to-environment interface, i.e. the polarized potentials.

To prevent damage to the coating, the limiting critical potential should not be more negative than $-1\,200\text{ mV}$ referred to CSE, to avoid the detrimental effects of hydrogen production and/or a high pH at the metal surface.

For high strength steels (specified minimum yield strength greater than 550 MPa) and corrosion-resistant alloys such as martensitic and duplex stainless steels, the limiting critical potential shall be determined with respect to the detrimental effects in the material due to hydrogen formation at the metal surface. Stainless steels and other corrosion-resistant alloys generally need protection potentials more positive than -850 mV referred to CSE; however, for most practical applications this value can be used.

For pipelines operating in anaerobic soils and where there are known, or suspected, significant quantities of sulfate-reducing bacteria (SRB) and/or other bacteria having detrimental effects on pipeline steels, potentials more negative than -950 mV referred to CSE should be used to control external corrosion.

For pipelines operating in soils with very high resistivity, a protection potential more positive than -850 mV referred to CSE may be considered, e.g. as follows:

- -750 mV for $100 < \rho < 1\,000$;
- -650 mV for $\rho \geq 1\,000$

where ρ is the soil resistivity, expressed in ohm metres.

As an alternative to the protection potentials given above, a minimum of 100 mV of cathodic polarization between the pipeline surface and a reference electrode contacting the electrolyte may be used. The formation or decay of polarization shall be measured in accordance with A.2.3.

- ▶ **Wg PN-EN 12954:** „Ochrona katodowa konstrukcji metalowych w gruntach lub w wodach. Zasady ogólne i zastosowania dotyczące rurociągów”:
 - ▶ Ochrona katodowa jest skuteczna jeżeli szybkość korozji nie przekracza
 - ▶ **10 μm /rok.**
- ▶ **Wg NACE SP0169–2013:** „Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems”.
 - ▶ Ochrona katodowa jest skuteczna jeśli obniża szybkość korozji do 1 mil na rok = **25 μm /rok.**
- ▶ **Wg. australijskiego standardu AS/NZS 2832.1** „Cathodic Protection of Metals Part 1: Pipes and Cables”.
 - ▶ Ochrona katodowa jest skuteczna gdy szybkość korozji jest mniejsza niż **5 μm /rok**
 - ▶ i instant-off potencjał jest równy lub bardziej elektroujemny niż minus 850 mV względem CSE lub przesunięcie potencjału wynosi co najmniej 100 mV.

ГОСТ 9.602-2005

Группа Т96

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Единая система защиты от коррозии и старения

СООРУЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫЕ

Общие требования к защите от коррозии

Unified system of corrosion and ageing protection.

Underground constructions.

General requirements for corrosion protection

Таблица 9 - Поляризационные защитные потенциалы металла сооружения относительно насыщенного медно-сульфатного электрода сравнения

Металл сооружения	Значение защитного потенциала*, В	
	минимальное, $E_{\text{мин}}$	максимальное, $E_{\text{макс}}$
Сталь	-0,85	-1,15
Свинец	-0,70	-1,30
Алюминий	-0,85	-1,40
* Здесь и далее под минимальным и максимальным значениями потенциала подразумевают его значения по абсолютной величине.		

Измерение поляризационных потенциалов проводят в соответствии с приложением Р.

7.1.2 На вновь построенных и реконструируемых подземных стальных трубопроводах обеспечивают поляризационные потенциалы в соответствии с таблицей 9.

- ▶ W załączniku P określa się sposób przeprowadzenia pomiaru potencjału polaryzacyjnego za pomocą „datczika” – elektrody symulującej defekt o powierzchni 25mm x 25 mm załączanej i rozłączanej z rurociągiem przerywaczem elektronicznym.
- ▶ Norma nie podaje czasów ON i OFF.
- ▶ Kryteria podane w Tablicy 9 stosuje się dla nowo-budowanych i modernizowanych rurociągów.
- ▶ Dla istniejących starych rurociągów, do czasu ich modernizacji i przy braku możliwości zmierzenia potencjałów polaryzacyjnych, dopuszcza się stosować ochronę katodową w taki sposób, aby sumaryczny (załączeniowy) potencjał zawierający potencjał polaryzacji i składowa omową znajdował się w przedziale:
 - ▶ - od minus 0,9V do minus 2,5 V względem elektrody siarczano-miedzianej dla rurociągów z pokryciami z mastyki i taśmowymi
 - ▶ - od minus 0,9 V do minus 3,5 V dla powłok na bazie ekstrudowanego polietylenu.

- ▶ Ochronę katodową przed prądami błędzącymi należy realizować tak, by na konstrukcji nie występowały strefy anodowe lub przemiennej znaku.
- ▶ Dopuszczalne przesunięcie potencjału konstrukcji w stronę dodatnią względem potencjału stacjonarnego nie powinno przekraczać w ciągu doby 4 minut.
- ▶ Potencjał stacjonarny konstrukcji określa się przy wyłączonej ochronie katodowej i wyłączonych źródłach prądów błędzących np. w miastach w porze nocnej. Za stacjonarny potencjał przyjmuje się średnią wartość potencjału zmierzonego w dłuższym okresie przy zmianach potencjału nie przekraczających 40 mV.

- ▶ Jeśli nie można zmierzyć potencjału stacjonarnego jego wartość dla stali przyjmuje się jako minus 0,70 V względem CSE.
- ▶ Przy badaniu zagrożenia **rurociągu** wywołanego prądami błędzącymi:
 - jeśli wahania potencjału nie przekraczają 40 mV przyjmuje się, że nie występuje niebezpieczne oddziaływanie prądów błędzących.
 - dla wahań potencjału przekraczających 40 mV stwierdza się występowanie prądów błędzących.
 - przy wahaniami powyżej 100 mV stwierdza się oddziaływanie prądów błędzących.
- ▶ Przy badaniu występowania prądów błędzących **w ziemi**, np. przy projektowaniu trasy rurociągu, jeśli wahania rejestrowanego w ciągu 10 minut potencjału mierzonego między dwoma elektrodami rozstawionymi w odległości 100 m przekraczają 40 mV to świadczy to o występowaniu prądów błędzących.

- ▶ Jeśli na rurociągach nie można uzyskać potencjałów ochronnych podanych w Tabeli 9, lub jest to ekonomicznie niecelowe, dopuszcza się stosowanie kryterium przesunięcia potencjału o **100 mV** w stronę ujemną względem potencjału stacjonarnego. Przy czym nawet jeśli zmierzony potencjał stacjonarny będzie mniej ujemny niż minus 0,55 V, to przyjmuje się jego wartość minus 0,55 V a zatem minimalny zmierzony potencjał polaryzacji musi wynosić **minus 0,65 V**.

**ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА
ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ
МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ**

**Методика проведения
комплексного периодического обследования**

МОСКВА
2011

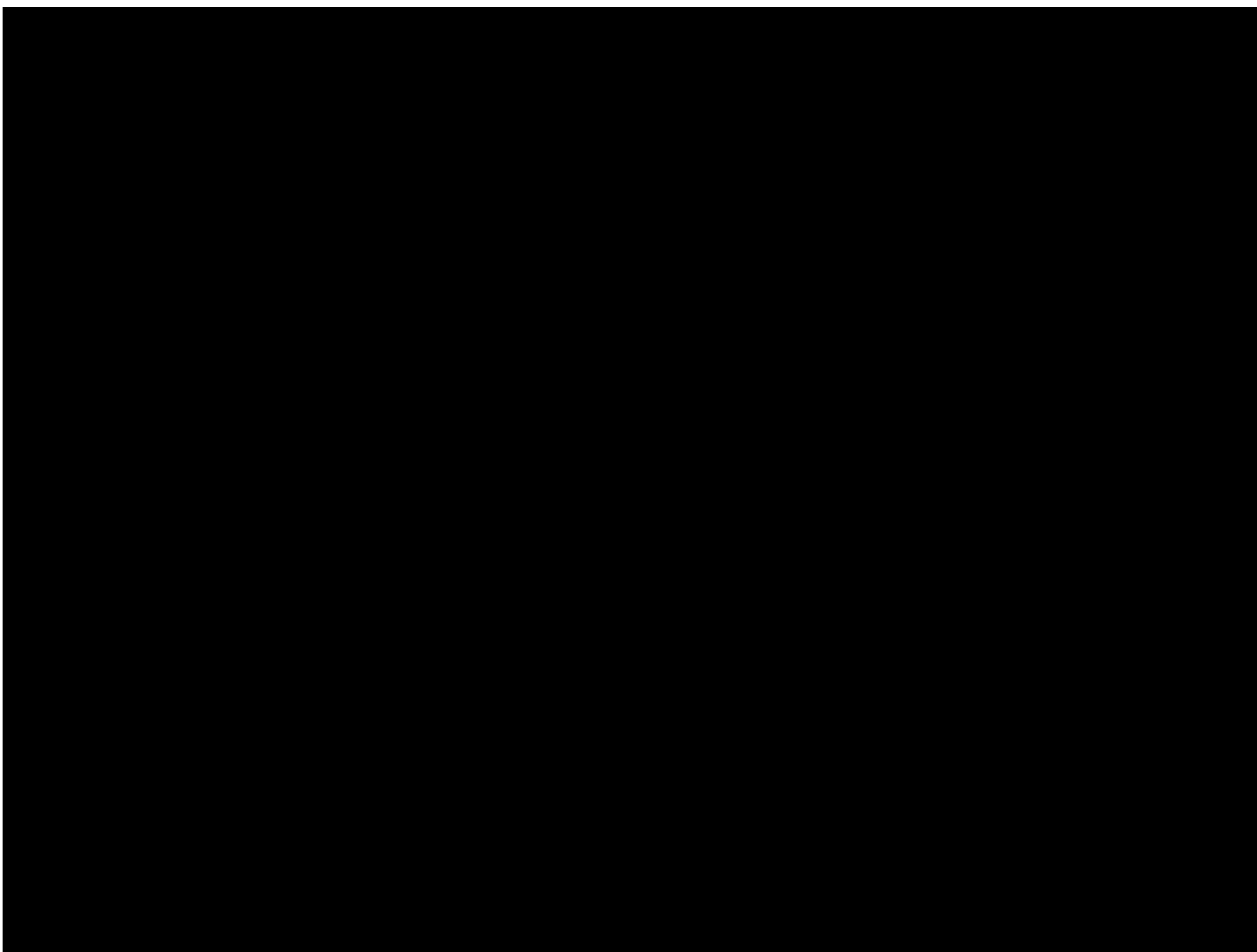
Таблица 2 Требования к защитным потенциалам

Условия эксплуатации трубопровода*	Поляризационный потенциал		Суммарный потенциал	
	минимальный, В	максимальный, В	минимальный, В	максимальный, В
$\rho_{гр} > 10 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, $t_{газа} < 20^\circ\text{C}$, содержание солей менее 1 г на 1 кг грунта	-0,85	-1,15	-0,90	-2,50 для битумных ИП -3,50 для полимерных ИП
$\rho_{гр} < 10 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ $t_{газа} = 20 \dots 60^\circ\text{C}$ содержание солей более 1 г на 1 кг грунта опасное влияние блуждающих токов микробиокоррозия	-0,95	-1,15	-1,05	
$t_{газа} > 60^\circ\text{C}$ в грунтах с $\rho_{гр} < 10 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ или подводной прокладке	-0,95	-1,10	-1,05	-1,5

- ▶ Dla odcinków rurociągów ze stwierdzoną korozją ścianek (ponad 10% grubości ścianki) minimalny potencjały ochronne winny być bardziej ujemne o 50 mV.
- ▶ Potencjały polaryzacyjne kontroluje się na nowo-wybudowanych lub poddanych rekonstrukcji rurociągach. Dla pozostałych rurociągów możliwa jest kontrola ochrony katodowej poprzez pomiar potencjału załączeniowego, ze składową omową.

Uwagi i spostrzeżenia

- ▶ Na starych rurociągach nie były stosowane monobloki w związku z tym pomiar potencjału wyłączeniowego jest praktycznie nie możliwy. Wszystkie gazociągi są zwarte i w praktyce nie można „zatakować” wszystkich źródeł prądu ochrony.
- ▶ Stosuje się zatem kryterium potencjału załączeniowego $-1,15\text{ V}$
- ▶ Również w odniesieniu do nowych rurociągów



Rawa Mazowiecka 2017

CORRSTOP





Rawa Mazowiecka 2017

CORRSTOP



Rawa Mazowiecka 2017

CORRSTOP

Log No. №п/п 序号	Stake No. № Пикета 测试桩号	Feature Характеристика 特征	Soil Resistivity ($\Omega \cdot m$) Сопротивле ние грунта ($\Omega \cdot m$) 土壤电阻率	Soil pH pH грунта 土壤pH	Концентрация хлорида, ppm
78	1242.4	сухой песок саксаул	14.6	7.47	46.29
79	1241.58	сухой песок, саксаул	26.7	7.25	11.29
80	1240.58	сухой песок, кран.узел 56?	97.1	6.72	
81	1239.8	сухой песок	143.2	7.3	
82	1239.6	Заболоченный берег	49.6	7.12	9.23
83	1239	засолённый влажный берег	2.6	7.54	551.55
84	1238.5	засолённый влажный грунт	7.05	6.73	271.55
85	1238.3	засолённый влажный грунт	7.45	7.36	187.07
86	1237.8	засолённый грунт выступа	10.02	6.79	129.14
87	1237.3	засолённый грунт выступа	5.55	7.7	260.69
88	1236.8	засолённый грунт выступа	3.62	7.81	424.93
89	1236.3	сильно засоленный грунт	3.39	9	905.17
90	1235.8	сильно засоленный грунт	2.8	6.53	1737.93
91	1235.25	сильно засоленный грунт	9.13	9.33	103.66
92	1234.75	сильно засоленный грунт	0.65	7.57	1725.86
93	1234.25	сильно засоленный грунт	1.6	6.82	3125.86
94	1233.65	сильно засоленный грунт	0.16	7.02	3439.66
95	1232.15	сильно засоленный грунт	0.04	6.78	3445.69
96	1231.6	сильно засоленный грунт	2.04	5.77	995.69
97	1231.05	сильно засоленный грунт	3.54	7.64	1288.36
98	1230.5	сильно засоленный грунт	2.03	6.82	844.83
99	1230	сильно засоленный грунт	0.01	6.14	4103.45
100	1229.55	сильно засоленный грунт	2.3	7.55	307.76



Rawa Mazowiecka 2017

CORRSTOP



Rawa Mazowiecka 2017

CORRSTOP



Rawa Mazowiecka 2017

CORRSTOP







Rawa Mazowiecka 2017

CORRSTOP



Rawa Mazowiecka 2017

CORRSTOP

- ▶ Stacje ochrony katodowej termoelektryczne w Kazachstanie
- ▶ Sercem generatora termoelektrycznego jest hermetyczny moduł, który zawiera szereg elementów półprzewodnikowych (ołów–cyna–tellur). Palnik montowany jest na jednej ze stron, podczas gdy druga strona jest chłodzona żebrami aluminiowymi.
- ▶ Generator utrzymuje temperaturę na poziomie 540°C po stronie gorącej i 140°C po stronie zimnej. Ciepło na termoparze powoduje powstanie stałego napięcia DC bez składowej zmiennej.

- ▶ Generator utrzymuje temperaturę na poziomie 540°C po stronie gorącej i 140°C po stronie zimnej. Ciepło na termoparze powoduje powstanie stałego napięcia DC bez składowej zmiennej.
- ▶ Palniki mogą być zasilane przez propan, butan lub gaz ziemny i jest przeznaczony do pracy przy znikomych pracach konserwacyjnych, wloty powietrza i rury wydechowe są chronione przed deszczem, pyłem i silnymi wiatrami.

- ▶ Dane techniczne:
- ▶ – zakres temperatury otoczenia $+55^{\circ}\text{C}$ min. – 55°C
- ▶ – napięcie regulowane 24 V – 30 V
- ▶ – zużycie gazu ziemnego $2,1\text{m}^3/\text{dzień}$
- ▶ – ciśnienie gazu zasilającego max 1724 kPa (250 psi) min. 103kPa (15psi)









Rawa Mazowiecka 2017

CORRSTOP





Rawa Mazowiecka 2017

CORRSTOP



Rawa Mazowiecka 2017

CORRSTOP



Rawa Mazowiecka 2017

CORRSTOP