



شرکت ملی گاز ایران

امور تدوین استانداردها

IGS

این دستورالعمل با توجه به تجربیات عملی و فنی کارشناسان شرکت ملی گاز تهیه گردیده و استفاده از آن به مدت ۱ سال از زمان انتشار الزامی نبوده و صرفاً جهت راهنمایی می باشد. از کلیه کاربران محترم این دستورالعمل درخواست می گردد نظرات اصلاحی خود را جهت بررسی به امور تدوین استانداردها اعلام نمایند. بدیهی است پس از زمان مقرر اقدامات مقتضی بمنظور اخذ مصوبه ه. م. جهت الزامی نمودن آن، صورت خواهد پذیرفت.

دستورالعمل

اندازه گیری پتانسیل حفاظت کاتدی لوله های فولادی در شبکه توزیع و خطوط تغذیه به روش
خاموش لحظه ای

**Instant Off Potential Measuring Method on Buried Distribution and
Network Gas Steel Pipes**

بسمه تعالی

**دستورالعمل اندازه گیری پتانسیل حفاظت کاتدی لوله های
فولادی در شبکه توزیع و خطوط تغذیه به روش خاموش لحظه ای**

<u>ردیف</u>	<u>موضوع</u>	<u>صفحه</u>
۱-	پیشگفتار	۲
۲-	هدف و دامنه کاربرد	۲
۳-	منابع	۳
۴-	تعاریف و اصطلاحات	۴
۵-	تجهیزات اندازه گیری	۶
۶-	کنترل کیفی	۹
۷-	روش اندازه گیری	۱۰
۸-	معیار مجاز پتانسیل خاموش لحظه ای	۱۳
۹-	محدودیت کاربرد پتانسیل خاموش لحظه ای	۱۳
۱۰-	جداول	۱۶

۱- پیشگفتار:

حفاظت کاتدی بعنوان مؤثرترین روش حفاظتی به همراه پوشش به منظور جلوگیری از خوردگی لوله های مدفون در زمین حتی در مترائ کم شناخته شده است که بطور گسترده در حفاظت از خوردگی شبکه توزیع و انشعابات فولادی مربوطه، خطوط تغذیه و خطوط انتقال و سایر تاسیسات فولادی گازرسانی مدفون مورد استفاده قرار می گیرد.

۲- هدف و دامنه کاربرد:

اختلاف پتانسیل حاصل از جریان تزریقی سامانه حفاظت کاتدی که از پتانسیل ناشی از مقاومت موجود بین لوله و محیط و پتانسیل پلاریزاسیون ایجاد شده در سطح لوله می باشد، با تاکید بر پتانسیل خاموش لحظه ای مورد بررسی قرار می گیرد .

هدف و دامنه کاربرد این دستورالعمل استفاده از پتانسیل خاموش لحظه ای که بعنوان معیار دقیق تری برای اطمینان از تحت پوشش حفاظت کاتدی لوله های مدفون است می باشد ، شامل لوله های فولادی مدفون اعم از شبکه های توزیع و خطوط تغذیه و انشعابات مربوطه مدفون در خاک با هدف بررسی دقیق عملکرد سامانه حفاظت کاتدی، شناسایی مناطق بحرانی و آندیک در شبکه توزیع ، خطوط تغذیه و انشعابات فولادی مدفون و دسترسی به پتانسیل واقعی لوله با حذف مقاومت خاک و دیگر عوامل تاثیر گذار در لوله های تحت بهره برداری می باشد . از اینرو اندازه گیری پتانسیل حفاظت کاتدی به روش خاموش لحظه ای باید تحت شرایط و در سیکل های دوره ای ذیل انجام گردد

- در شرایط معمول ، دوره اجرایی این دستورالعمل دو ساله می باشد .
- کلیه خطوط فولادی نو مدفون که از زمان دفن آن دو سال گذشته باشد و تحت سامانه حفاظت کاتدی فعال قرار داشته باشد .
- در قرائت های ادواری پتانسیل های حفاظت کاتدی خطوط لوله فولادی مدفون نسبت به دوره مشابه قبلی خود چنانچه تغییر دیده شود و بنابه علت نامشخص از محدوده مجاز خود مطابق (جدول شماره ۴ و ۵) خارج شده باشد .

۳- منابع

- | | |
|----------------------|--|
| 3-1-NACE SP0169 | Control of external corrosion on underground OR submerged Metallic piping systems |
| 3-2-NACE TM0497 | Measurement techniques Related to criteria for Cathodic protection on under ground OR submerged Metallic piping system |
| 3-3-NACE 35108 | One hundred millivolt (mV) Cathodic Polarization criterion |
| 3-4-NACE TM0101 | Criteria for Cathodic protection on under ground OR submerged Metallic Tank systems |
| 3-5-NACE TM0102 | Measurement of protective coating Electrical conductance on under ground pipelines |
| 3-6- NACE SP0104 | The use of coupons for Cathodic protection monitoring application |
| 3-7- NACE SP0177 | Mitigation OF Alternating Current and Lightning effects On metallic Structures and Corrosion Control System . |
| 3-8-ISO 15589-1 | Cathodic protection of pipelines transportation systems |
| 3-9-BS EN12954 | Cathodic protection of buried OR immersed metallic structures |
| 3-10-BS EN13509 | Cathodic protection measurement techniques |
| 3-11-BS 7361-1 | Cathodic protection part1 code of practice for land and Marine Application |
| 3-12- 30.10.73.31 BG | Design of Cathodic protection systems for on shore buried pipelines |
| 3-13-AS 2832.2 | Criteria for Cathodic protection |
| 3-14-IPS-I-TP-820 | Inspection standard for monitoring Cathodic protection systems |
| 3-15-DIN 30676 | Design and application of Cathodic protection of external surface |
| 3-16-UFC-3-570-06 | Cathodic protection systems operation and maintenance |
| 3-17-ASTM-G51 | Test method for measuring PH of soil |
| 3-18- ASTM-G57 | Test method for field measurement of soil Resistivity using the wenner four electrode method |

۴- تعاریف و اصطلاحات :

۴-۱- تست پوینت (test point): نقاط یا ایستگاههای اندازه گیری پتانسیل لوله به زمین که با علامت TP نشان داده می شود .

۴-۲- هافسل (Half Cell): یک الکترود مرجع است مانند Cu/CUSO_4 برای لوله های مدفون در خاک و آب شیرین و Ag/AgCl برای هنگام عبور لوله از رودخانه و دریا (به استاندارد BS 7361-1 مراجعه شود) .

۴-۳- نقطه تزریق جریان : با علامت D.P نشان داده می شود . نقطه تزریق جریان یا پتانسیل لوله در محل اتصال کابل منفی به لوله نسبت به خاک .

۴-۴- پتانسیل طبیعی (Natural Potential) لوله نسبت به خاک : به پتانسیل لوله نسبت به زمین در هنگام در سرویس نبودن سامانه حفاظت کاتدی گفته می شود .

۴-۵- پتانسیل روشن Von یا (On Potential): به پتانسیلی که در زمان روشن بودن سامانه قرائت می گردد گفته می شود که عبارت از مجموعه افت ولتاژ در زمین بین هافسل و لوله ، افت ولتاژ در پوشش ، افت ولتاژ طبیعی لوله نسبت به زمین و ولتاژ پلاریزاسیون می باشد . پتانسیل روشن منفی تر از ۸۵ / - ولت صرفاً معیار مناسبی برای اطمینان حاصل کردن از تحت پوشش حفاظت کاتدی نمی باشد .

۴-۶- پتانسیل خاموش لحظه ای V_{off} یا آنی (Instant Off Potential): به پتانسیلی که بلافاصله بعد از قطع جریان قرائت می گردد گفته می شود که عبارت است از مجموعه افت ولتاژ طبیعی لوله نسبت به خاک و ولتاژ پلاریزاسیون . پتانسیل خاموش لحظه ای معیار دقیق تری برای اطمینان از تحت پوشش حفاظت کاتدی می باشد .

۴-۷- ولتاژ القاء A.C: ولتاژی است که بر اثر تداخل الکتریکی بین خطوط فشار قوی برق و لوله گاز بوجود می آید .

۴-۸- افت ولتاژ (IR Droop): اختلاف مقادیر پتانسیل در حالت روشن و در حالت خاموش سامانه حفاظت کاتدی

۴-۹- پتانسیل لوله به زمین (Pipe to Soil Potential): اختلاف پتانسیل میان سطح فلز (لوله) و الکترولیت که توسط الکترود مرجع (هافسل) که در تماس با الکترولیت قرار دارد ، اندازه گیری می گردد .

۴-۱۰- الکترود مرجع (Reference Electrode): الکترودی است که پتانسیل مدار باز آن تحت شرایط برابر و یکسان اندازه گیری، ثابت باشد . پتانسیل سایر الکترودها نسبت به آن از نظر الکتریکی اندازه گیری می شود .

۴-۱۱ - دستگاه ولت‌متر (Voltmeter) : دستگاه الکترونیکی است برای اندازه گیری پتانسیل لوله نسبت به خاک و اندازه گیری سایر مولفه های الکتریکی .

۴-۱۲ - حفاظت کاتدی (Cathodic Protection) : یکی از روشهای محافظت از خورده شدن فلزات توسط کاتد قرار دادن سطح فلز در یک سل الکترو شیمیایی است .

۴-۱۳ - پتانسیل مدار باز (Open –Circuit Potential) : پتانسیل الکتروود که نسبت به الکتروود مرجع یا الکتروود دیگر بدون اعمال جریان اندازه گیری گردد .

۴-۱۴ - خوردگی (Corrosion) : زوال و از بین رفتن لوله در نتیجه واکنش الکتروشیمیایی آن با محیط اطراف .

۴-۱۵ - پتانسیل خوردگی (Corrosion Potential) : پتانسیل یک سطح در حال خورده شدن در یک الکتروولیت نسبت به الکتروود مرجع تحت شرایط مدار باز .

۴-۱۶ - پلاریزاسیون کاتد (Cathodic Polarization) : تشکیل لایه های محافظ و یا تجمع یون های مختلف در روی کاتد . پلاریزاسیون کاتد سبب سوق پتانسیل کاتد نسبت به الکتروولیت به سمت مقادیر منفی تر شده و نتیجتاً باعث کاهش میزان خوردگی می شود .

۴-۱۷ - دی پلاریزاسیون کاتد (Cathodic Depolarization) : از بین رفتن لایه های محافظ و یا پراکنده شدن یونهای مختلف بر سطح کاتدی. دی پلاریزاسیون کاتد باعث سوق پتانسیل کاتد نسبت به الکتروولیت به سمت مقادیر مثبت تر شده و نتیجتاً باعث کاهش مقاومت الکتریکی کاتد و افزایش خوردگی شده و یا موجب نیاز به جریان بیشتر برای حفاظت کاتدی میشود.

۴-۱۸ - پلاریزاسیون ، قطبیدگی (Polarization) : تغییر پتانسیل مدار باز در نتیجه عبور جریان از فصل مشترک الکتروود / الکتروولیت که برابر است با تفاضل پتانسیل خاموش و پتانسیل طبیعی .

۴-۱۹ - دستگاه قطع کننده یا اینتراپتر (Interrupter) : دستگاه قطع و وصل کننده جریان .

۴-۲۰ - دستگاه همزمانساز یا سنکرونایز (Synchronize) : دستگاه قطع و وصل کننده همزمان Interrupter ها

۴-۲۱ - دستگاه دیتالاگر (Data Logger) : دستگاه جهت اندازه گیری ، ثبت و بایگانی مؤلفه های الکتریکی حفاظت کاتدی .

- ۴-۲۲- اتصال عایقی (I.j) : جدا کننده جریان الکتریکی .
- ۴-۲۳- غلاف فولادی (Casing) : لوله هایی از جنس فولاد اند که برای حفاظت مکانیکی لوله گاز به هنگام عبور از موانع و تقاطع ها استفاده می شود .
- ۴-۲۴- جدایش کاتدی (Cathodic Disbandment) : از بین رفتن چسبندگی میان پوشش و سطح لوله در نتیجه اعمال ولتاژ اضافی و محصولات واکنش کاتدی .
- ۴-۲۵- سپر حفاظتی (Shielding) : مانع الکتریکی از ورود و رسیدن جریان حفاظت از الکترولیت به لوله .
- ۴-۲۶- جریان سرگردان (Stray Current) : جریانی است مستقیم که از منابع بیگانه در زمین ایجاد می گردد و اختلالات در سامانه حفاظت کاتدی بوجود می آورد .
- ۴-۲۷- نمونه (COUPON) : صفحه ای فلزی از جنس لوله برای اندازه گیری ولتاژ خاموش لحظه ای (Voff)
- ۴-۲۸- ولتاژ آنی و زودگذرایی (Voltage Spiking) : ولتاژ زودگذرایی است که در هنگام قطع و وصل بر روی خط لوله ایجاد می شود . این پدیده ، نتیجه مؤلفه های الکتریکی خازنی و القایی است که بصورت غیر مستقیم در زمان اندازه گیری پتانسیل روشن و یا خاموش ایجاد می شود . مدت زمان مشاهده این اثر بیش از چند صد میلی ثانیه نیست.
- ۴-۲۹- G.P.S : سامانه موقعیت سنجی جهانی
- ۴-۳۰- مقاومت الکتریکی خاک : مقاومت ویژه خاک به روش ۴ الکترود و در عمقهای مناسب طبق استاندارد ASTM-G57 اندازه گیری می گردد.
- ۴-۳۱- PH خاک : PH خاک (Pressure of Hydrogen) طبق استاندارد ASTM-G51 میزان اسیدی و قلیائی بودن خاک را نشان میدهد.
- ۴-۳۲- مونیتورینگ : سامانه جمع آوری داده ها
- ۴-۳۳- اسلیسکوپ : آنالیز کننده شکل موج سیگنال

۵- تجهیزات اندازه گیری :

۵-۱- مولتی متر دیجیتالی با حداقل امپدانس ۱۰ مگا اهم مقاومت ورودی برای زمین های با مقاومت معمولی و غیر سنگی و ۲۰۰ مگا اهم مقاومت ورودی برای زمین های خشک و سنگی و با مقاومت بالا و با رنجهای حداقل ۲۵۰V و ۲۰V، ۲۰۰ mV با قابلیت اندازه گیری فرکانس

۵-۲- هافسل یا الکتروود مرجع نوع CU/CU SO4. سطح جانبی الکتروودمس در تماس با محلول سولفات مس بایستی به قدری بزرگ باشد که مانع تشکیل لایه پلاریزاسیون در حین اندازه گیری شود و میله مسی بایستی از هدایت الکتریکی بالایی برخوردار باشد و مقدار خلوص آن در تطابق با استاندارد BS-2874 گرید C باشد .
سطح میله مسی باید از هر گونه آلودگی چربی و اکسید مس عاری باشد و در محلولی اشباع شده از سولفات مس که بصورت شناور در آن غوطه ور است ، قرار گیرد .

۵-۲-۱- اختلاف پتانسیل بین هافسل با هافسل مرجع نباید از ۵ میلی ولت بیشتر باشد .

۵-۲-۲- حدوداً ۱/۳ محفظه هافسل بایستی از کریستال های سولفات مس پر باشد .

۵-۲-۳- برای حل شدن کریستالهای سولفات مس، باید از آب مقطر استفاده شود .

۵-۲-۴- کلیه الکتروودهای مرجع یا هافسل ها باید حداکثر هر ۶ ماه یکبار بر اساس استاندارد BS و یا UFC، عملکرد و سلامت آنها آزمایش و کنترل گردد .

۵-۳- دستگاه دیتالاگر (Data Logger) :

۵-۳-۱- امپدانس ورودی حداقل ۱۰ مگا اهم و حداقل با رنج های ولتاژ صفر تا ۱۰۰ میلی ولت d.c و رنجهای صفر تا ۴۰۰

میلی ولت d.c و از صفر میلی ولت تا ۱۰ ولت d.c و صفر تا ۱۰۰ ولت d.c (برای استفاده از شنت جریان) و حداکثر رنج ولتاژ a.c از صفر تا ۱۰۰ ولت و صفر تا ۲۴۰ ولت باشد .

۵-۳-۲- نرخ نمونه برداری دستگاه دیتالاگر باید حداقل نمونه برداری دویست هزار نمونه بر ثانیه (50μs/s) باشد .

۵-۳-۳- حافظه دستگاه حداقل باید ۲ گیگا بایت باشد .