

Изобретение относится к измерительной технике, а именно определению поляризационного потенциала  $E_n$  металла подземного металлического сооружения (ПМС) и определения на различных уровнях залегания коррозионной активности грунтов и скорости остаточной коррозии металла ПМС в точке контроля, исключая вскрытие траншеи.

Известен способ определения эффективности работы активных средств электрохимической защиты, выявления опасности коррозионного разрушения газопроводов, заключающийся в том, что измеряют разность потенциалов между металлом газопровода и неполяризуемым электродом сравнения (Остапенко В.Н., Ягульская Л.Н., Лукович В.В. и др. Электрохимическая защита трубопроводов от коррозии. - С.132 - 135).

Известен способ измерения поляризационной составляющей разности потенциалов в зоне действия средств электрохимической защиты, заключающийся в том, что прерывают действие катодной защиты и проводят измерение поляризационного потенциала газопровода (Там же. - С.135 - 139).

Известен способ измерения с выносным неполяризуемым электродом сравнения заключающийся в том, что последовательно перемещают этот электрод вдоль оси газопровода и непосредственно измеряют разность потенциалов в сооружении - земля на всем обследуемом участке с различными интервалами измерений (Там же. - С.139 - 142).

Известен способ градиента, заключающийся в том, что проводят измерения потенциала с помощью установок с двумя неполяризуемыми электродами сравнения (Там же. - С.142 - 148).

Известен способ измерения скорости почвенной коррозии, заключающийся в том, что контрольный образец подключается к трубе и по изменению массы оценивается интенсивностью почвенной коррозии (Заявка №3228259/25 - 28, кл. G01N17/00, 23.06.82).

Известен способ обнаружения коррозии трубопроводов заключающийся в том, что проводят прерывание действующей катодной станции (или нескольких катодных станций) и измеряют потенциал отключения по величине которого определяют коррозионное состояние трубопровода (Д-р Дж.М. Линдз. Pipeline Integrity Management Pipe Line Industry. December, 1992, p.48).

Приведенные выше аналоги заявляемого способа имеют ряд различных недостатков, но наиболее существенными являются нарушения синхронизации работы прерывателей на нескольких катодных станциях при обслуживании ими одного участка трубопровода, вследствие разбаланса таймеров прерывания и нарушения синхронизации работы прерывателей при управлении ими по радиоканалу.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к изобретению является способ измерения поляризационных потенциалов подземных стальных трубопроводов в зоне действия средств электрозащиты, заключающийся в том, что на уровне оси трубопровода устанавливают датчик и медносульфатный электрод (ГОСТ 9.015 - 89). В режиме прерывания проводят измерения

поляризационного потенциала датчика и по величине этого потенциала оценивают качество изоляционного покрытия трубопроводов.

Определение коррозионной активности грунтов по отношению к подземным металлическим сооружениям заключается в том, что проведен отбор проб грунта на уровне залегания металлических конструкций, помещают его в баночки и по: 1) методу потери массы стального образца; 2) поляризационным кривым проводят оценку коррозионной активности грунта (ГОСТ 9.015 - 89).

Недостаток прототипа - низкая точность и воспроизводимость при измерении поляризационного потенциала, вследствие присутствия в поляризующем токе катодной станции гармонических составляющих и искажение измеряемого поляризационного потенциала.

Несопоставимость измерения поляризационного потенциала металла ПМС и датчика, вследствие различного у них времени разрядки (зарядки) двойного электрического слоя, емкости и состава электролита.

При извлечении с уровня залегания ПМС грунта, увеличивается аэрация проб кислородом, изменяется внутренняя структура и температура грунта. Эти факторы существенно влияют на определение коррозионной активности грунтов и при этом невозможно определить истинную коррозионную активность на различных уровнях залегания.

При использовании этого способа нет возможности определить мгновенную скорость коррозии металла ПМС в данный момент времени на различных уровнях залегания.

Основной задачей изобретения является усовершенствование известного способа определения коррозионного состояния подземных- металлических сооружений за счет введения 6 - ти новых операций, внесение изменений в одну существующую операцию и использование 3 - х новых математических зависимостей при расчете коррозионного состояния, что позволяет повысить воспроизводимость измерений поляризационного потенциала и тем самым увеличить точность способа, в также определить на различных уровнях залегания: коррозионную активность грунта и мгновенную скорость остаточной коррозии металла ПМС и тем самым повысить информативность способа.

Поставленная задача достигается тем, что в предлагаемом способе определение коррозионного состояния ПМС, путем определения поляризационного потенциала  $E_n$  металла ПМС и коррозионной активности грунтов  $I_k$ , во время обследования ПМС производят отключение всех штатных систем электрохимической защиты, оказывающих влияние на обследуемый участок, затем поляризуют постоянным током в потенциостатическом режиме обследуемый участок при помощи радиуправляемой станции катодной защиты ПРСКЗ с последующим дистанционным прерыванием поляризации и определением поляризационного потенциала  $E_n$  в течении 0,01 - 10сек после прерывания, а коррозионное состояние оценивают, исключая вскрытие траншеи, путем поэтапного заглубления

коррозионного зонда на различные уровни залегания ПМС, определяя на различных уровнях залегания коррозионную активность грунта  $I_k$ , при поляризации электродов коррозионного зонда напряжением  $\Delta E = 5 - 20$  мВ и измерения возникающего тока по формуле

$$I_k = B \frac{\Delta I}{\Delta E}, \quad (1)$$

где  $B$  - постоянная способа, а затем определяют на различных уровнях залегания ПМС, скорость остаточной коррозии металла ПМС  $I_{ko}$ , учитывая измеряемый коррозионный потенциал  $E_k$  электродов коррозионного зонда изготавливаемого из металла ПМС по формуле

$$I_{ko} = I_k \cdot 10^{\frac{-E_k - E_n}{b}} \quad (2)$$

где  $b$  - постоянная способа, также для обеспечения необходимой и достаточной защиты ПМС от коррозии, в конкретных условиях, учитывают величину  $E_n$ , согласно формуле

$$E_n = E_k + b \cdot \lg \frac{I_{ko}}{I_k}, \quad (3)$$

Во время обследования ПМС производят отключение всех штатных систем электрохимической защиты, оказывающих влияние на обследуемый участок. При помощи ПРСКЗ производят поляризацию ПМС. Это позволяет исключить наличие гармонических составляющих в поляризующем токе катодной станции (катодных станций).

Дистанционно прерывают поляризацию и регистрируют поляризационный потенциал  $E_n$  в течение 0,01 - 10 сек после прерывания. Это позволяет исключить разбаланс таймеров прерывателей на катодных станциях и нарушение синхронизации работ прерывателей на катодных станциях при управлении ими по радиоканалу при измерении поляризационного потенциала металла ПМС  $E_n$ .

Измерение коррозионной активности грунта производят с помощью двухэлектродного зонда, поэтапно заглубляемого в грунт на различную глубину, при поляризации электродов коррозионного зонда напряжением  $\Delta E = 5 - 20$  мВ и измерении возникающего тока  $\Delta I$  по формуле

$$I_k = B \frac{\Delta I}{\Delta E}, \quad (1)$$

где  $B$  - постоянная способа.

Это позволяет исключить влияние изменения природных факторов (дополнительной аэрации проб грунта, повышение температуры) при определении коррозионной активности грунтов на различных уровнях залегания. Определяют на различных уровнях залегания ПМС, скорости остаточной коррозии металла ПМС  $I_{ko}$ , учитывая измеряемый коррозионный потенциал  $E_k$  электродов коррозионного зонда изготавливаемого из металла ПМС по формуле:

$$I_{ko} = I_k \cdot 10^{\frac{-E_k - E_n}{b}} \quad (2)$$

где  $b$  - постоянная способа.

Это позволяет определить мгновенную скорость коррозии  $I_{ko}$  в данный момент времени на различных уровнях залегания металла ПМС. Предлагаемый способ позволяет оценить коррозионное состояние ПМС на различных

уровнях его залегания.

Для обеспечения необходимой и достаточной защиты ПМС от коррозии величину  $E_n$  следует определять согласно формуле

$$E_n = E_k + b \cdot \lg \frac{I_{ko}}{I_k}, \quad (3)$$

Это позволяет обеспечивать необходимую и достаточную защиту ПМС от коррозии в данных конкретных условиях эксплуатации.

Отличительные признаки заявляемого решения.

Введение новых операций:

поляризация ПМС постоянным током с помощью радиуправляемой станции катодной защиты в потенциостатическом режиме;

дистанционное прерывание действия потенциостатической радиуправляемой станции катодной защиты;

определение поляризационного потенциала  $E_n$  в течение 0,01 - 10 сек после прерывания поляризации;

поэтапное заглубление коррозионного зонда на различные уровни залегания ПМС;

поляризация электродов коррозионного зонда напряжением  $\Delta E = 5 - 20$  мВ и измерение возникающего тока  $\Delta I$ ;

определение коррозионного потенциала  $E_k$  электродов коррозионного зонда, изготавливаемых из металла ПМС.

Внесение изменений в существующие операции:

отключение всех штатных систем электрохимической защиты, оказывающих влияние на обследуемый участок.

Новые математические зависимости:

коррозионную активность грунта  $I_k$ , на различных уровнях залегания определяют по формуле

$$I_k = B \frac{\Delta I}{\Delta E}, \quad (1)$$

где  $B$  - постоянная способа;

мгновенную скорость остаточной коррозии  $I_{ko}$ , на различных уровнях залегания металла ПМС, определяют по формуле

$$I_{ko} = I_k \cdot 10^{\frac{-E_k - E_n}{b}} \quad (2)$$

где  $b$  - постоянная способа: величину  $E_n$  для обеспечения необходимой и достаточной защиты ПМС от коррозии в конкретных условиях определяют по формуле

$$E_n = E_k + b \cdot \lg \frac{I_{ko}}{I_k}, \quad (3)$$

На фиг.1 представлена блок-схема подключения системы коррозионного мониторинга по заявляемому способу; где 1 - катодная станция, 2 - потенциостатическая радиуправляемая станция катодной защиты, 3 - подземное металлическое сооружение, 4 - микропроцессорный выскроомный вольтметр, 5 - скважина, 6 - коррозионный зонд. На фиг.2 представлены измерения поляризационного потенциала при действующей катодной станции ПСК-М-06; на фиг.3 - результаты измерения поляризационного потенциала предлагаемым способом.

Способ осуществляется следующим образом.

После отключения всех штатных систем

электрохимической защиты (катодных станций) 1 фиг.1, оказывающих влияние на обследуемый участок. При помощи потенциостатической радиоуправляемой станции катодной защиты 2 производят поляризацию подземного металлического сооружения 3. Производят дистанционное прерывание защитного потенциала и регистрируют по микропроцессорному высокоомному вольтметру 4 поляризационный потенциал  $E_{пн}$  вдоль трассы подземного металлического сооружения в течении 0,01 - 10сек после прерывания. По величине поляризационного потенциала судят о качестве изоляционного покрытия подземного металлического сооружения.

Коррозионную активность грунта определяют на различных глубинах залегания ( $H_1, m \dots H_3, m$ ). Для этого предварительно в грунте поэтапно сверлятся точная, прецизионная по размерам зонда скважина 5 определенной уровня глубины. В скважину поэтапно заглубляют на обследуемый уровень коррозионный зонд 6. Стенки зонда плотно прижимаются к неразрушенной стенке скважины. На электроды зонда подают напряжение  $\Delta E = 5 - 20mV$  и измеряют возникающий ток  $\Delta I$ .

Коррозионную активность грунта определяют по формуле:

$$I_k = V \frac{\Delta I}{\Delta E}, \quad (1)$$

где  $V$  - постоянная способа.

Определяют на различных уровнях залегания ПМС, скорости остаточной коррозии металла ПМС  $I_{ко}$ , учитывая измеряемый коррозионный потенциал  $E_k$  электродов коррозионного зонда изготовливаемого из металла ПМС по формуле

$$I_{ко} = I_k \cdot 10^{\frac{-E_k - E_{пн}}{b}}, \quad (2)$$

где  $b$  - постоянная способа.

Предлагаемый способ позволяет оценить коррозионное состояние ПМС на различных уровнях залегания.

Для обеспечения необходимой и достаточной защиты ПМС от коррозии, в конкретных условиях, величину  $E_{пн}$  определяют согласно формуле

$$E_{пн} = E_y + b L_g \cdot I_g \frac{I_{ко}}{I_k}, \quad (3)$$

Натурные испытания проводились на втором участке газопровода Ефимовка - Диканька - Киев:  $D_y = 720mm, 262km, ПСК-М-06, режим работы 26В, 6А$ .

На фиг.2 представлены измерения поляризационного потенциала  $E_{пн}$  при действующей катодной станции ПСК-М-06. В результате обследования выявлены два участка спада потенциала до  $-0,780V$  и  $-0,750V$ .

На фиг.3 представлены результаты обследования этого же участка газопровода предлагаемым способом. В результате обследования выявлены три участка резкого спада потенциала до  $-0,720V, -0,750V$  и  $-0,620V$ . В местах спада потенциала проведены измерения коррозионной активности грунта и скорости остаточной коррозии на различных уровнях залегания (табл.1).

После этого в обследуемых местах были вырыты шурфы и извлечены пробы грунта для проведения существующего в данное время способа определения коррозионной активности

грунтов согласно прототипу ГОСТ 9.015 - 89 (табл.2).

Как видно из приведенных зависимостей на фиг.2 и 3, использование способа определения коррозионного состояния подземных металлических сооружений ПМС путем определения поляризационного потенциала  $E_{пн}$  металла ПМС и коррозионной активности грунтов за счет введения 6 типовых операций, внесение изменений в одну существующую операцию и использование 3 - х новых металлических зависимостей при расчете коррозионного состояния позволяет повысить воспроизводимость измерений поляризационного потенциала  $E_{пн}$  и тем самым увеличить точность способа, а также определение на различных уровнях залегания коррозионную активность грунта  $I_k$  и мгновенную скорость остаточной коррозии металла ПМС  $I_{ко}$ , и тем самым повысить информативность способа.

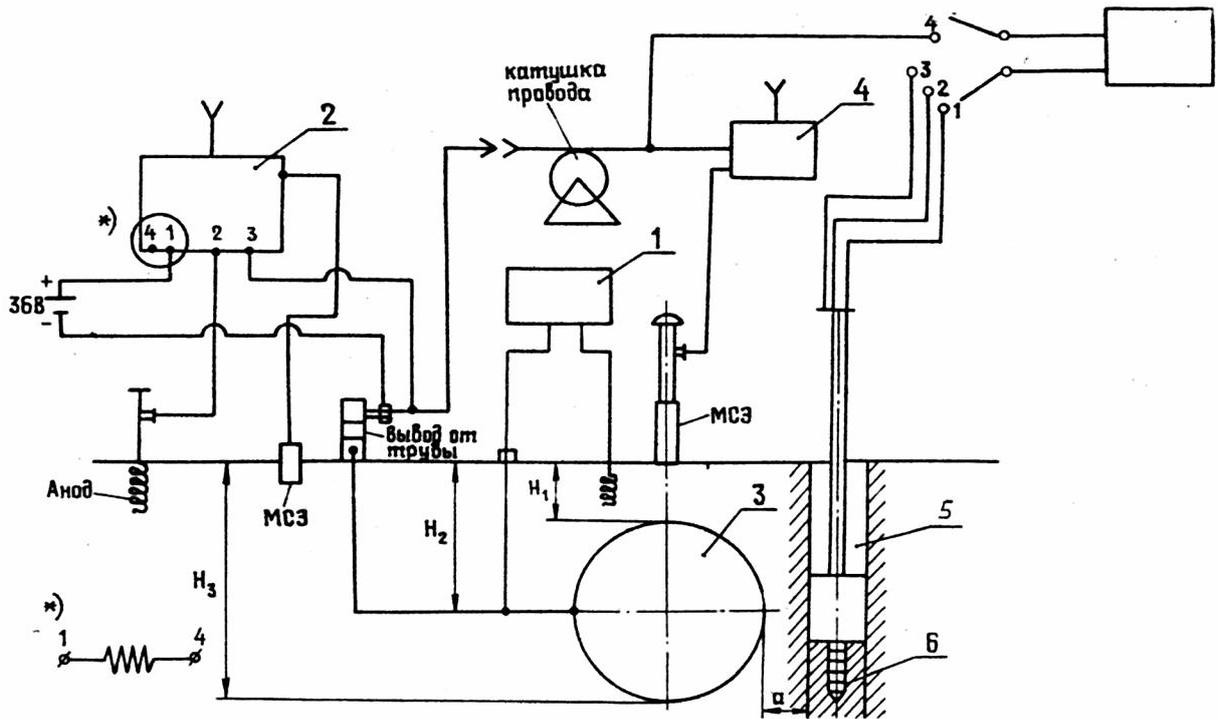
В приложении к заявке на изобретение представлены акты натурных испытаний заявляемого способа определения, коррозионного состояния подземных металлических сооружений путем определения поляризационного потенциала  $E_{пн}$  металла подземного металлического сооружения и коррозионной активности грунтов.

### Результаты обследования газопровода Ефимовка-Диканька ПСК-М-06, режим работы 26 В, 6 А предлагаемого

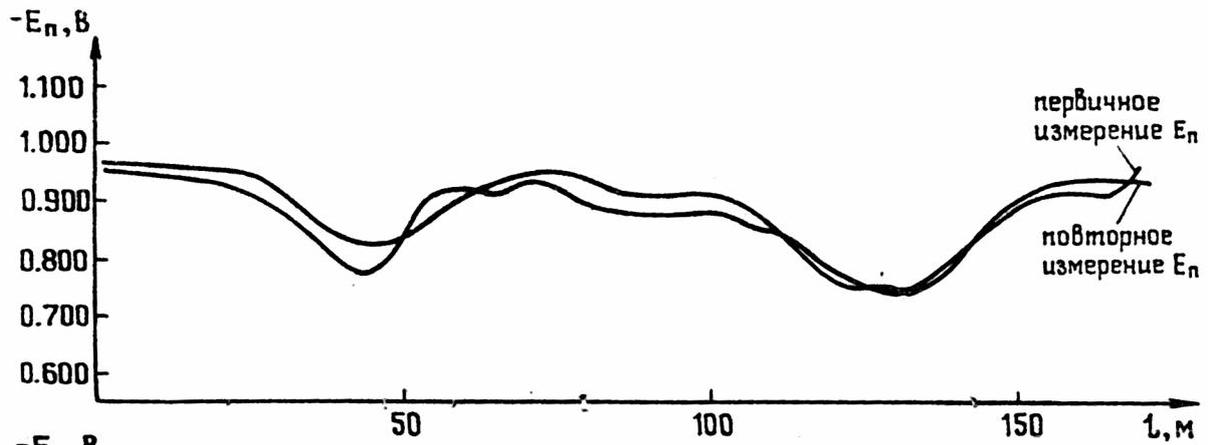
Н, м	E = - 0,720 В (40 м)		E = - 0,750 В (110 м)	
	к, мм	к мм/год	к <sub>2</sub> , мм/год	к <sub>о2</sub> мм/год
0,75	0,18	0,009	0,20	0,009
1,15	0,21	0,011	0,23	0,011
1,50	0,24	0,015	0,25	0,015
$E_k, В$	-0,580 В		-0,560 В	

### Результаты определения коррозионной активности ГОСТ 9.015-89

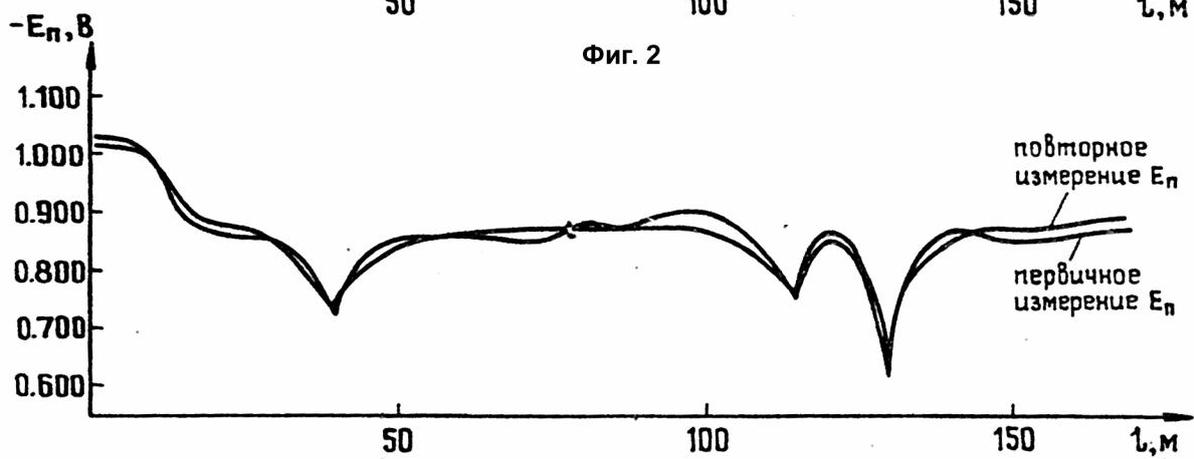
к <sub>1</sub> , мм/год	к <sub>2</sub> , мм/год
0,52	0,50



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3