

Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №3 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-3>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/129TVN316.pdf>

Статья опубликована 08.07.2016.

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Пяльченков Д.В., Гостев В.В. Специфика использования двухэлектродного метода интенсивных измерений для определения состояния антикоррозионного покрытия магистральных трубопроводов Западной Сибири // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №3 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/129TVN316.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**УДК 681.5.015**

**Пяльченков Дмитрий Владимирович**

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Россия, Тюмень<sup>1</sup>

Доцент кафедры «Бизнес-информатика и математика»

Кандидат технических наук

E-mail: [d\\_v\\_pial@tsgu.ru](mailto:d_v_pial@tsgu.ru)

РИНЦ: [http://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=417528](http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=417528)

**Гостев Владимир Владимирович**

ООО «Диагност», Россия, Тюмень

E-mail: [bobanstmn@gmail.com](mailto:bobanstmn@gmail.com)

## **Специфика использования двухэлектродного метода интенсивных измерений для определения состояния антикоррозионного покрытия магистральных трубопроводов Западной Сибири**

**Аннотация.** Целостность антикоррозионного покрытия магистрального трубопровода – необходимое условие для безотказной работы всей системы трубопроводного транспорта нефти и газа. В настоящее время большинство магистральных трубопроводов Западной Сибири эксплуатируются 25-35 и более лет, в связи с чем актуальность проблемы контроля состояния их изоляции не вызывает вопросов.

Предприятия, эксплуатирующие огромную по протяженности сеть газо- и нефтепроводов, несомненно, заинтересованы в качественном мониторинге и адекватной интерпретации полученных результатов.

В данной работе представлены некоторые результаты диагностического обследования состояния изоляционного покрытия магистральных трубопроводов двухэлектродным методом интенсивных измерений, на основании которых представлены рекомендации по оптимизации проведения данного вида работ в условиях Западной Сибири.

**Ключевые слова:** антикоррозионное покрытие; трубопроводный транспорт; контроль изоляции; двухэлектродный метод; оптимизация работ; мониторинг коррозии; ремонт нефтепровода

---

<sup>1</sup> 625000, г. Тюмень, ул. Володарского 38, к. 443

## 1. Введение

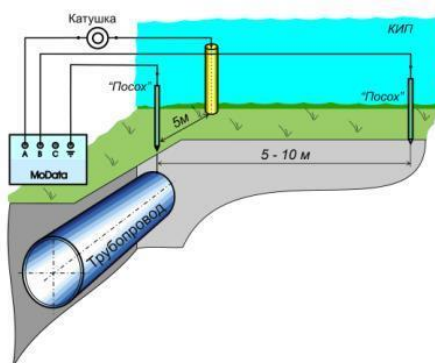
Только прямые убытки от коррозии в мире настолько огромны, что общество вынуждено тратить ежегодно десятки, а может быть и сотни миллиардов долларов на борьбу с ней. Общая сумма прямых коррозионных потерь в США (в России статистика, к сожалению, не ведется) составляет около 70 млрд. долларов в год, т.е. более 4% валового национального продукта. И это не считая проблем, возникающих при авариях, произошедших из-за коррозионного разрушения различных конструкций [1].

Поскольку полностью прекратить процесс коррозии невозможно, то одной из важнейших экологических и экономических проблем, наиболее актуальных для топливно-энергетического комплекса страны в целом и Западной Сибири в частности, является замедление скорости коррозионного разрушения металла до приемлемого уровня.

В настоящий момент существует два основных способа защиты подземного металлического сооружения от коррозии – так называемые активная (электрохимическая) и пассивная (с помощью изоляционных покрытий) защиты, используемые на большинстве трубопроводов в комплексе.

Принцип работы пассивной защиты основан на уменьшении доступа агрессивной среды к поверхности металла, из чего следует, что чем меньше изоляционное покрытие имеет повреждений, тем выше эффективность его работы.

Одним из методов диагностики состояния АКП (антикоррозионного покрытия) является метод интенсивных измерений, принципиальная схема которого представлена на рис. 1.



*Рисунок 1. Принципиальная схема двухэлектродного метода интенсивных измерений*

Суть метода сводится к измерениям с шагом 5-10 метров потенциалов включения, потенциалов отключения и их градиентов ( $U_{\text{вкл}}$ ;  $U_{\text{отк}}$ ;  $dU_{\text{вкл}}$ ;  $dU_{\text{отк}}$ ) при фиксированных режимах работы установок катодной защиты (УКЗ), влияющих на защиту обследуемого участка трубопровода, и последующим алгебраическим манипуляциям с результатами этих измерений [2].

Корректная область применения данного метода - трубопроводы с изоляцией, построенные с учетом требований [3], что позволяет локализовать единичные сквозные дефекты на фоне качественного изоляционного покрытия и оценивать защищенность трубопровода в этих дефектах.

Данная схема рекомендована к применению большинством производителей диагностического оборудования, а так же нормативной документацией организаций, эксплуатирующих магистральные трубопроводы [4-5].

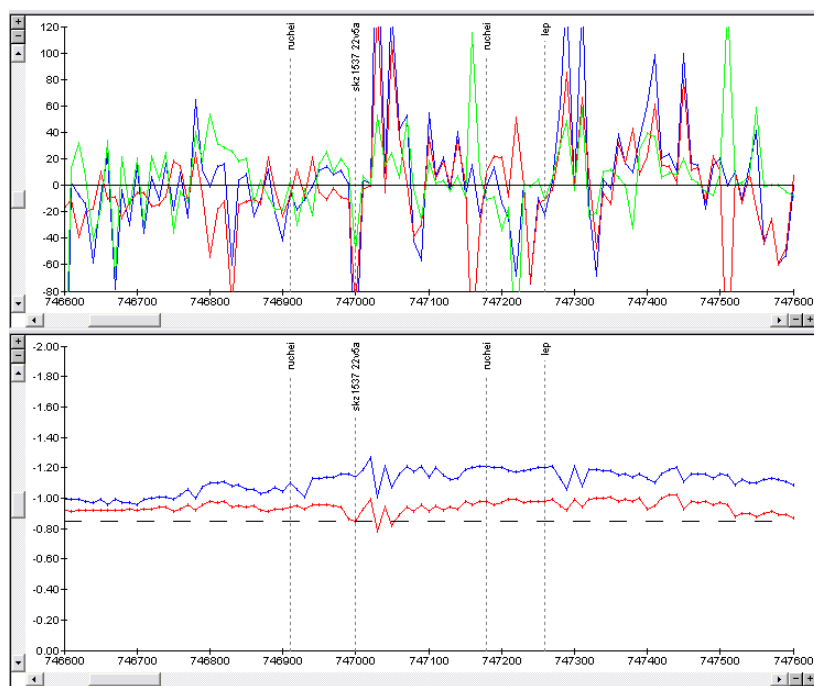
Однако эта схема не в полной мере учитывает особенности, в которых работает система трубопроводного транспорта в условия России. В частности - наличие в одном техническом коридоре с обследуемым трубопроводом еще от 1 до 20 параллельных трубопроводов, а также сложные географические и климатические условия в местах проведения диагностических работ.

## 2. Методика исследований

В качестве объектов обследования были выбраны находящиеся в одном техническом коридоре: магистральный нефтепровод УБКУА (Усть-Балык-Курган-Уфа-Альметьевск) на участке 641-889 км, магистральный нефтепровод НКК (Нижевартовск-Курган-Куйбышев) на участке 879-1129 км и магистральный нефтепровод Т-Ю (Тюмень-Юргамыш) на участке 0-251 км. Диагностическое обследование выполнялось в период с 2013 по 2014 год с использованием измерительного комплекса «Modata» немецкой фирмы «Weilekes Elektronik» и универсального диагностического измерителя «Диакор» фирмы ЗАО «Химсервис». Выносной электрод сравнения (МЭС) при измерениях располагался согласно схеме на рис. 1, т.е. перпендикулярно обследуемому трубопроводу на расстоянии 5-10 м.

## 3. Результаты

На рисунке 2 представлен один из графиков интенсивных измерений двухэлектродным методом на участке 1 км, полученный с помощью измерительного комплекса «Modata».



**Рисунок 2.** График интенсивных измерений двухэлектродным методом с 3-мя трубопроводами в одном техническом коридоре при перпендикулярной установке МЭС

Как видно, при расположении выносного электрода сравнения (МЭС) перпендикулярно к оси трубопровода, измерение «воронки» включения и выключения не дает никаких внятных результатов, так как при разnose электродов на расстояние 5-10 м в зону измерения попадают соседние трубопроводы, так же имеющие дефекты в изоляционном покрытии и совместную защиту [9, 10]. В результате чего однозначно интерпретировать результаты измерений и указать дефекты антикоррозионного покрытия именно на

обследуемом трубопроводе не представляется возможным. Для уточнения состояния изоляции на данном участке было проведено дополнительное диагностическое обследование с использованием переменного тока (метод Пирсона). В результате был обнаружен дефект изоляции протяженностью 1 метр общей площадью 4 м<sup>2</sup>, подтвержденный контрольным шурфованием. Фотография контрольного шурфа представлена на рисунке 3.



**Рисунок 3.** Контрольный шурф на нефтепроводе УБКУА, выполненный по результатам диагностического обследования

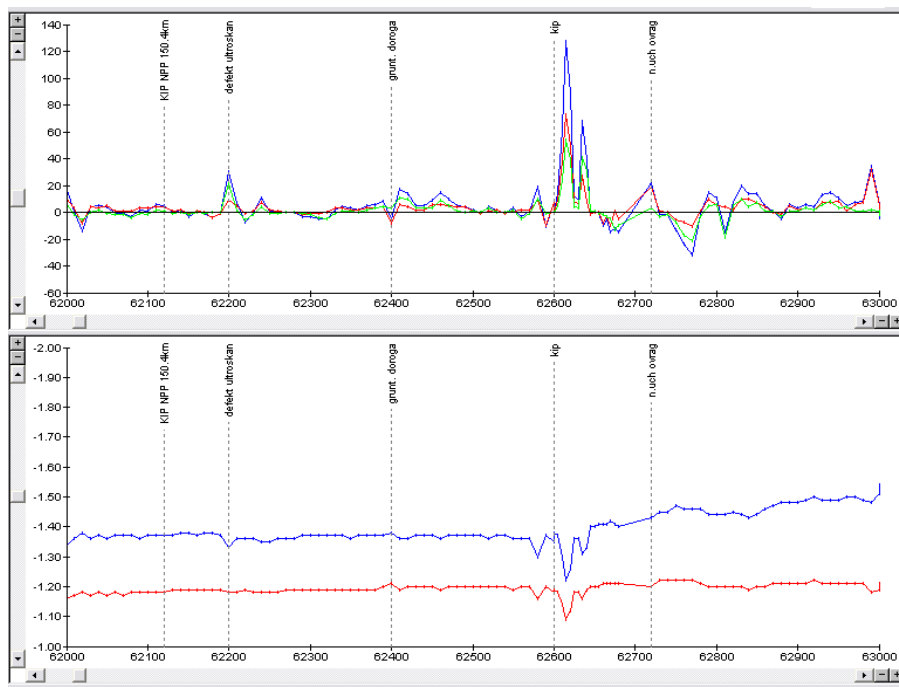
В дальнейшем, при проведении обследования, на некоторых участках для уточнения данных, была применена измененная схема проведения измерений. Выносной электрод (МЭС) с шагом 5-10 метров располагали не перпендикулярно, а параллельно оси трубопровода. [6, 7] Результаты сравнения полученных данных приведены в таблице 1.

**Таблица 1**

**Сравнение результатов измерений перпендикулярного и параллельного расположения МЭС**

Количество дефектов	УБКУА			Т-Ю		
	Участок 641-646 км	Участок 740-750 км	Участок 882-889 км	Участок 7-14 км	Участок 150-160 км	Участок 224-227 км
МЭС перпендикулярно	14	22	15	3	22	14
МЭС параллельно	14	23	17	5	23	14

График интенсивных измерений с параллельной установкой МЭС представлен на рисунке 4. На графике отчетливо видны выявленные в ходе проведения диагностического обследования дефекты антикоррозионного покрытия.



**Рисунок 4.** График интенсивных измерений двухэлектродным методом с 3-мя трубопроводами в одном техническом коридоре при параллельной установке МЭС

Как видно из таблицы 1, при параллельной установке электродов сравнения на участках суммарной протяженностью 42 км удалось дополнительно выявить 6 дефектов изоляции. Часть из них была подтверждена контрольным шурфованием, как например дефект на нефтепроводе Т-Ю с координатами 153 км+140 м. Фотография контрольного шурфа представлена на рисунке 5.

Единственным минусом данного способа, выявленным опытным путем, оказалась худшая (по сравнению с перпендикулярной расстановкой МЭС) точность определения местоположения дефекта [8]. Ошибка лежала в пределах  $\pm 5$  м. Впрочем, при обнаружении дефекта, вполне достаточно провести дополнительные измерения с выносом электрода перпендикулярно, что повысит точность до  $\pm 1$  м.



**Рисунок 5.** Контрольный шурф на нефтепроводе Т-Ю, выполненный по результатам диагностического обследования

#### 4. Выводы

1. На основании представленных данных выявлено, что параллельная установка электродов сравнения (МЭС) при проведении интенсивных измерений двухэлектродным методом на трубопроводах в многониточном исполнении дает более правдоподобные сведения о защищенности и состоянии изоляционного покрытия обследуемого трубопровода, а так же при установке 2-го электрода на место 1-го дает 100%-е обследование по протяженности.
2. Дополнительным и немаловажным плюсом использования этого способа является более легкое прохождение диагностической бригады участков с порослями кустарников (деревьев), участков со сложным профилем, а так же на болотистой местности.
3. Основываясь на полученных результатах, рекомендуется проводить интенсивные измерения комбинированно. Это позволит повысить качество, а так же заметно повысит скорость проведения диагностических работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Электрохимическая защита трубопроводных сетей. Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. [Текст] / Ткаченко В.Н. М.: Стройиздат, 2004.-320 с.
2. Электрохимическая защита трубопроводов от коррозии / Остапенко В.Н., Ягупольская Л.Н., Лукович В.В. и др. Киев: Наук. дум-ка, 1988.-245 с.
3. Рациональная разработка нефтяных месторождений [Текст] / Лысенко В.Д., Грайфер В.И. М.: Недра - Бизнесцентр. 2005. 607 с.
4. Методы обеспечения надежности эксплуатации скважинного оборудования [Текст] / Р.Я. Кучумов, В.А. Пяльченков, Д.В. Пяльченков; ТюмГНГУ. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2005. - 148 с.
5. Организация ремонтных работ на скважинах в осложненных условиях разработки нефтяных месторождений [Текст] / Р.Я. Кучумов, В.А. Пяльченков, Р.Р. Кучумов; ТюмГНГУ. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2004. - 154 с.
6. Пяльченков Д.В. Моделирование показателей надежности нефтяных насосных установок с применением резервирования // Интернет-журнал «Наукovedение». 2013 №5 (18) [Электронный ресурс].-М. 2013. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/59tvn513.pdf>, свободный – Загл. с экрана.
7. Математические методы в теории надежности. [Текст] / Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. – М.: Наука, 1965. 356 с.
8. Пяльченков В.А. Исследование распределения нагрузки между подшипниками опоры шарошечного долота с использованием фотоупругой модели // Известия вузов. Нефть и газ. – 2014. - №1. – С. 57-61.
9. Пяльченков В.А. Методы исследования нагруженности вооружения и подшипников опоры шарошечных долот // Известия вузов. Нефть и газ. – 2015, №1, - С. 88-95.
10. Основы теории надежности нефтепромыслового оборудования. [Текст] / Бабаев С.Г. - М.: Недра, 1987. 452 с.

**Pyalchenkov Dmitry Vladimirovich**

Tyumen state oil and gas university, Russia, Tyumen  
E-mail: d\_v\_pial@tsogu.ru

**Gostev Vladimir Vladimirovich**

ООО «Diagnost», Russia, Tyumen  
E-mail: bobanstmn@gmail.com

## **Specifics of using two-electrode method of intensive measurements for determining the state of corrosion-resistant coating of main pipelines of the Western Siberia**

**Abstract.** Integrity of anti-corrosion coating of the main pipeline is a prerequisite for system survival of the entire oil and gas transmission system. Currently, most of the main pipelines of Western Siberia are being operated for 25-35 and more years, and therefore relevance of the problem of controlling their state of isolation is not doubted.

Enterprises operating gas and oil pipeline network of great extent, no doubt are interested in qualitative monitoring and adequate interpretation of the results.

This paper represents some diagnostic testing results of insulation coating state of main pipelines by a two-electrode intensive measurements method, on the basis of which, recommendations on optimization of this type of work in the conditions of Western Siberia are presented.

**Keywords:** anticorrosive coating; pipeline; insulation monitoring; two-electrode method; optimization work; corrosion monitoring; pipeline repair

## REFERENCES

1. Elektrokhimicheskaya zashchita truboprovodnykh setey. Uchebnoe posobie. 2-e izd., pererab. i dop. [Tekst] / Tkachenko V.N. M.: Stroyizdat, 2004.-320 s.
2. Elektrokhimicheskaya zashchita truboprovodov ot korrozii / Ostapenko V.N., Yagupol'skaya L.N., Lukovich V.V. i dr. Kiev: Nauk. dum-ka, 1988.-245 s.
3. Ratsional'naya razrabotka neftyanykh mestorozhdeniy [Tekst] / Lysenko V.D., Grayfer V.I. M.: Nedra - Biznestsentr. 2005. 607 s.
4. Metody obespecheniya nadezhnosti ekspluatatsii skvazhinного oborudovaniya [Tekst] / R.Ya. Kuchumov, V.A. Pyal'chenkov, D.V. Pyal'chenkov; TyumGNGU. - Tyumen': TyumGNGU, 2005. - 148 s.
5. Organizatsiya remontnykh rabot na skvazhinakh v oslozhnennykh usloviyakh razrabotki neftyanykh mestorozhdeniy [Tekst] / R.Ya. Kuchumov, V.A. Pyal'chenkov, R.R. Kuchumov; TyumGNGU. - Tyumen': TyumGNGU, 2004. - 154 s.
6. Pyal'chenkov D.V. Modelirovanie pokazateley nadezhnosti neftyanykh nasosnykh ustanovok s primeneniem rezervirovaniya // Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2013 №5 (18) [Elektronnyy resurs].-M. 2013. – Rezhim dostupa: <http://naukovedenie.ru/PDF/59tvn513.pdf>, svobodnyy – Zagl. s ekrana.
7. Matematicheskie metody v teorii nadezhnosti. [Tekst] / Gnedenko B.V., Belyaev Yu.K., Solov'ev A.D. – M.: Nauka, 1965. 356 s.
8. Pyal'chenkov V.A. Issledovanie raspredeleniya nagruzki mezhdou podshipnikami opory sharoshechnogo dolota s ispol'zovaniem fotouprugoy modeli // Izvestiya vuzov. Neft' i gaz. – 2014. - №1. – S. 57-61.
9. Pyal'chenkov V.A. Metody issledovaniya nagruzhennosti vooruzheniya i podshipnikov opory sharoshechnykh dolot // Izvestiya vuzov. Neft' i gaz. – 2015, №1, - S. 88-95.
10. Osnovy teorii nadezhnosti neftepromyslovogo oborudovaniya. [Tekst] / Babaev S.G. - M.: Nedra, 1987. 452 s.