

УДК 621.317.333.4

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПРИБОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ SEBA VLOC DM-2, RADIODETECTION RD-8000, УКИ-1М И ИП «АЗИМУТ»

COMPARISON TESTS OF INSTRUMENTATION COMPLEXES SEBA VLOC DM-2, RADIODETECTION RD-8000, INSULATION MONITORING DEVICE UKI-1M AND FAULT DETECTOR «AZIMUT»

И.Г. Блинов

к.т.н., директор
ООО НПВП «Электрохимзащита»,
г. Уфа

I.G. Blinov

Candidate of Sciences,
Director of LLC «Electrochimizaschita»,
Ufa, Russian Federation
ehz@ufanet.ru

**А.В. Старочкин**

главный инженер
ООО НПВП «Электрохимзащита»,
г. Уфа

A.V. Starochkin

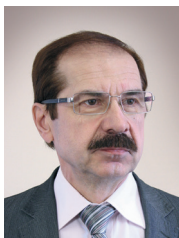
Chief Engineer, LLC «Electrochimizaschita»,
Ufa, Russian Federation
ehz@ufanet.ru

**К.В. Ниткевич**

заведующий сектором
технического диагностирования
ООО НПВП «Электрохимзащита»,
г. Уфа

K.V. Nitkevich

Head of Technical Diagnosis Sector,
LLC «Electrochimizaschita»,
Ufa, Russian Federation
ehz@ufanet.ru

**А.В. Валушок**

к.т.н., ведущий научный сотрудник
ООО «НИИ Транснефть»,
г. Москва

A.V. Valyushok

Candidate of Sciences,
Leading Research Associate,
LLC «Transneft R&D»,
Moscow, Russian Federation
ValyushokAV@niitnn.transneft.ru

**Я.Д. Ивашов**

инженер 2-й категории
ООО НПВП «Электрохимзащита»,
г. Уфа

Y.D. Ivashov

2nd Engineer, LLC «Electrochimizaschita»,
Ufa, Russian Federation
ehz@ufanet.ru



Аннотация: Рассмотрены вопросы поиска и локализации мест дефектов в антикоррозионном изоляционном покрытии трубопроводов и мест повреждений протяженных анодных заземлителей катодной защиты. Приведены данные сравнительных испытаний на магистральном нефтепроводе «ВСТО» различных приборных комплексов по следующим этапам: поиск оси трубопровода и определения глубины его залегания, поиск дефектов в антикоррозионном покрытии трубопровода, поиск мест повреждения протяженных анодных заземлителей. Выявлены преимущества диагностического комплекса «Искатель повреждений «Азимут».

Ключевые слова: протяженный анодный заземлитель, обследование коррозионного состояния, комплексное обследование, электрохимическая защита.

Abstract: The article studies the issues of search and localization of defect areas in anti-corrosive pipeline insulation coating and places of failure of extended anode beds of cathodic protection. The data on the comparison tests of various instrumentation complexes on the Eastern Siberia–Pacific Ocean oil pipeline is provided in the following stages: searching of pipeline axis, searching of defects in pipeline anti-corrosive coating, searching of extended anode beds of cathodic protection. The advantages of the diagnostic set «Fault detector «AZIMUT» are provided.

Key words: extended anode bed, corrosion condition study, integrated survey, electrochemical protection.

Научно-производственное внедренческое предприятие «Электрохимзащита» выполняет работы по комплексному обследованию коррозионного состояния трубопроводов и состоянию средств электрохимической защиты с 1992 г. Накопленный опыт позволяет оперативно реагировать на новые вызовы, с которыми сталкиваются диагностические организации при проведении работ.

Одной из новых, не изученных в полном объеме, областей электрохимической защиты явились проблемы, связанные с обнаружением на линейной части магистральных трубопроводов мест порывов протяженных анодных заземлителей (ПАЗ).

Применение ПАЗ для катодной защиты линейной части магистральных трубопроводов является целесообразным при прокладке трубопроводов в скальных или вечномерзлых грунтах [1]. Такие грунты не могут обеспечить низкое сопротивление растеканию токов анодных заземлителей как при использовании анодных заземлителей поверхностного заложения, так и анодов глубинного типа.

Наилучшим решением для обеспечения катодной защиты в таких условиях представляется использование именно ПАЗ, которые на этапе строительства укладываются в одну траншею со строящимся трубопроводом на расстоянии около 30–50 см. Положительная температура транспортируемого продукта при этом обеспечивает наличие влаги в околотрубной зоне в холодное время года, что обеспечивает присутствие грунтового электролита на поверхности ПАЗ.

Такие аноды имеют значительную протяженность, в некоторых случаях до 10 км и более.

Использование этого технического решения, однако, породило новые риски, а именно: возможность повреждения ПАЗ при производстве земляных работ на линейной части магистральных трубопроводов. При этом практически всегда отсутствует возможность определить наличие повреждения ПАЗ без детального приборного обследования. Эффективность же электрохимической защиты при повреждении протяженных анодов существенно снижается, что приводит к появлению зон недозащиты на трубопроводе.

Впервые столкнувшись с проблемой поиска и локализации мест повреждений ПАЗ, специалисты ООО НПВП «Электрохимзащита» ввиду отсутствия специализированных приборов опробовали различные приборные комплексы, предназначенные для поиска дефектов в антикоррозионном покрытии трубопроводов [2–4]. Подавляющее большинство опробованных комплексов показало свою непригодность для определения и локализации мест повреждения ПАЗ. Возможность обнаружения повреждений ПАЗ продемонстрировали приборные комплексы Radiodetection RD 8000 и Seba VLoc DM2, однако с низкой эффективностью и рядом ограничений по условиям прокладки трубопровода.

В целях повышения эффективности и надежности определения мест повреждений ПАЗ

в ООО НПВП «Электрохимзащита» был разработан приборный комплекс «Искатель повреждений «Азимут» (ИП «Азимут»), позволяющий эффективно находить и локализовать с достаточной (с практической точки зрения) точностью места повреждений ПАЗ. Кроме того, ИП «Азимут» позволяет осуществлять поиск дефектов в антикоррозионном покрытии трубопроводов, не уступая по эффективности лучшим отечественным (УКИ-1М) [5] и зарубежным аналогам. Также предусмотрена возможность использования его в качестве искателя несанкционированных врезок.

Диагностический комплекс ИП «Азимут» (рис. 1) состоит из:

- генератора ГТ-01, класс защиты IP54, в транспортном положении IP67, для поиска дефектов в антикоррозионном изоляционном покрытии;
- генератора ГА-01, класс защиты IP54, в транспортном положении IP67, для определения мест повреждений ПАЗ;
- двух приемников-измерителей А-01, класс защиты IP54, возможно исполнение с классом защиты IP67;
- индуктивного датчика;
- соединительных проводов, временного анодного заземления, контактных устройств-токосъемников.

На сегодняшний день изготовлено несколько прототипов ИП «Азимут», проведены успешные стендовые и натурные испытания.

В августе 2014 г. проведены сравнительные испытания ИП «Азимут» на линейной части магистрального нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий Океан» с привлечением специалистов эксплуатирующей организации.

Условия залегания трубопровода при проведении сравнительных испытаний были следующими:

- местность гористая, грунт – скальный, дресвяный;
- диаметр трубопровода – 1020 мм, изоляционное покрытие – экструдированный полиэтилен заводского нанесения, стыки изолированы термоусаживающимися муфтами;



Рис. 1
Диагностический комплекс ИП «Азимут»

- электрохимическая защита трубопровода от почвенной коррозии осуществляется при помощи ПАЗ ЭЛЭР 2.1/2;

- температура окружающего воздуха: +25...+30 °С.

Результаты, полученные при помощи ИП «Азимут», сравнивались с показаниями известных диагностических комплексов Seba VLoc DM-2, Radiodetection RD-8000, УКИ-1М.

Сравнительные испытания проведены в 3 этапа.

Этап 1. Поиск оси трубопровода и определения глубины его залегания.

Этап 2. Поиск дефектов в антикоррозионном покрытии трубопровода.

Этап 3. Поиск мест повреждения ПАЗ.

Этап 1. Поиск оси трубопровода и определения глубины его залегания

Использовались следующие приборные комплексы:

- Seba VLoc DM-2;
- Radiodetection RD-8000;
- УКИ-1М;
- ИП «Азимут».

На рис. 2 изображен поиск оси трубопровода и глубины его залегания при помощи приборного комплекса Radiodetection RD-8000.

Результаты испытаний приведены в табл. 1.

При проведении испытаний с использованием всех четырех диагностических комплексов получены положительные данные с минимальным разбросом показателей.

В удобстве использования ИП «Азимут» полностью аналогичен УКИ-1М, однако для данного вида работ предпочтительнее использование специализированных трассоискателей с точки зрения удобства и эргономичности.

Этап 2. Поиск дефектов в антикоррозионном покрытии трубопровода

Использовались следующие приборные комплексы:

- Seba VLoc DM-2;
- УКИ-1М;
- ИП «Азимут».

На рис. 3 изображен поиск дефектов антикоррозионного покрытия при помощи приборного комплекса ИП «Азимут».

Коэффициент К (табл. 2) определяется как отношение уровня сигнала над дефектом к сигналу фона. Чем выше коэффициент К, тем выше точность и вероятность обнаружения дефекта в антикоррозионном покрытии.

При проведении испытаний с использованием трех диагностических комплексов получены положительные результаты. Разброс показателей точности определения местоположения дефекта составил менее одного метра для всех измерений.

Рис. 2

Поиск оси трубопровода и глубины его залегания при помощи приборного комплекса Radiodetection RD-8000



Табл. 1

Определение оси трубопровода и глубины его залегания

Измеряемый параметр	VLoc DM-2	RD-8000	УКИ-1М		ИП «Азимут»	
			100 Гц	1 кГц	100 Гц	1 кГц
Средняя ошибка при определении положения оси, см	2	4	8	8	5	7
Средний разброс показаний при определении оси, см	2	2	1	4	2	3
Среднее расстояние от поверхности земли до оси трубопровода (3 точки измерения), см	237	266	249	243	251	253
	336	344	343	345	342	337
	241	244	246	240	239	244
Средний разброс показаний при определении расстояния от поверхности земли до оси трубопровода, см	13	27	20	21	21	19
Максимальный разброс показаний при определении расстояния от поверхности земли до оси трубопровода, см	15	32	25	24	22	24



Рис. 3
Поиск
дефектов
антикор-
розионного
покрытия
при помощи
приборного
комплекса
ИП «Азимут»



Рис. 4
Поиск места
повреждения
ПАЗ при помо-
щи приборного
комплекса
ИП «Азимут»

Табл. 2
Поиск дефектов в антикоррозионном покрытии трубопровода

Измеряемый параметр	VLoc DM-2, мВ	УКИ-1М				ИП «Азимут»			
		100 Гц		1 кГц		100 Гц		1 кГц	
		Прод., мВ	Попер., мВ	Прод., мВ	Попер., мВ	Прод., мВ	Попер., мВ	Прод. мВ	Попер., мВ
Точка измерения 1									
Сигнал над дефектом	64	8,0	9,0	18,0	18,0	18,0	13,6	72,0	62,0
Сигнал фона	39	1,4	1,0	1,8	1,5	1,6	1,6	5,2	5,4
Коэфф. К	1,64	5,71	9,0	10,0	12,0	11,25	8,5	13,85	11,48
Точка измерения 2									
Сигнал над дефектом	58	15,0	18,0	10,0	12,0	13,0	15,0	54,0	52,0
Сигнал фона	29	0,39	0,6	0,5	0,18	1,0	1,4	1,9	0,7
Коэфф. К	2,0	38,46	30,0	20,0	66,67	13,0	10,71	28,42	74,29

Табл. 3
Поиск мест
повреждения
ПАЗ

Измеряемый параметр	VLoc DM-2		ИП «Азимут»	
	По ходу продукта, мВ	Против хода продукта, мВ	По ходу продукта, мВ	Против хода продукта, мВ
Максимальный уровень сигнала	69	70	12,25	7,66
Уровень сигнала на расстоянии 5 м после точки с максимальным уровнем сигнала	55	38	0,37	0,29
Коэффициент К	1,25	1,84	33,11	26,41

При испытаниях ИП «Азимут» продемонстрировал основные характеристики, схожие с комплексом УКИ-1М и существенно превосходящие VLoc DM-2. Вероятность необнаружения дефекта антикоррозионного покрытия при работе с ИП «Азимут» значительно выше, чем при использовании комплекса VLoc DM-2.

Кроме того, испытателями отмечено, что эргономичность работы с ИП «Азимут» при длительном обследовании выше, чем у VLoc DM-2.

Достоинством комплекса VLoc DM-2 является то, что работа с ним может проводиться одним оператором. Для работы с ИП «Азимут» необходимы минимум два специалиста.

Этап 3. Поиск мест повреждения ПАЗ

Использовались следующие приборные комплексы:

- Seba VLoc DM-2;
- ИП «Азимут».

Поиск мест повреждений ПАЗ производился с учетом утвержденных методик [4, 6].

На рис. 4 изображен поиск места повреждения ПАЗ при помощи приборного комплекса ИП «Азимут».

Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Коэффициент К определяется как отношение максимального уровня сигнала к уровню сигнала на расстоянии 5 м после точки с максимальным уровнем сигнала. Чем выше коэффициент К, тем выше точность и вероятность обнаружения места повреждения ПАЗ.

При проведении испытаний с использованием обоих диагностических комплексов получены положительные результаты.

Разброс показателей точности определения места повреждения ПАЗ составил менее 3 м, что является приемлемым с практической точки зрения.

При испытаниях ИП «Азимут» продемонстрировал эффективность, существенно превосходящую VLoc DM-2. Вероятность обнаружения точного места порыва ПАЗ при работе с ИП «Азимут» выше, чем при использовании комплекса VLoc DM-2.

Результаты сравнительных испытаний позволяют сделать вывод о том, что при использовании диагностического комплекса ИП «Азимут» возможно успешно выполнять работы по определению мест повреждений протяженных анодных заземлителей и дефектов в изоляционном покрытии. В части основных технических характеристик

и удобства использования ИП «Азимут» либо не уступает, либо превосходит аналоги российского и зарубежного производства.

Кроме указанных областей применения, разработчиками ИП «Азимут» предусмотрена возможность его использования для поиска не санкционированных врезок на линейной части магистральных трубопроводов. Однако на момент написания статьи испытания приборного комплекса в этом направлении не проводились.

ИП «Азимут» может быть использован в программе импортозамещения в качестве альтернативы приборным комплексам зарубежного производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корзинин В. Ю. Использование протяженных анодных заземлителей для электрохимической защиты нефтепроводов от коррозии // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2012. № 4(8). С. 92–98.
2. ГОСТ Р 51164-98. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии.
3. ГОСТ 9.602-2005. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.
4. РД-29.100.00-КТН-038-14. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Протяженные анодные заземлители. Методы диагностирования и определение мест повреждений.
5. Валушок А. В., Блинов И. Г., Насреев А. А. Опыт проведения обследований состояния изоляции подземных трубопроводов предприятием ООО НПВП «Электрохимзащита» // Материалы Новоселовских чтений. Вып. 2. Уфа: УГНТУ, 2004. С. 203–208.
6. Опыт применения протяженных анодных заземлителей на линейной части магистральных нефтепроводов ОАО «АК «Транснефть» / Т. С. Мустафин [и др.] // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2013. № 4(12). С. 47–49.

REFERENCES

1. Korzinin V.Y., Usage of extended anode beds as electro chemical protection of pipelines against corrosion. Oil and Oil products Pipeline Transportation: Science & Technologies, 4(2012), 92–98. (Russian Federation).
2. GOST R 51164-98. National standard. Main steel pipelines. General requirements for protection against corrosion. (Russian Federation).
3. GOST 9.602-2005. Interstate standard. Underground constructions. General requirements for corrosion protection.
4. RD-29.100.00-КТН-038-14. Regulatory document. Trunk oil and oil products pipeline transport. Extended anode beds. The methods of diagnosis and defects localization. (Russian Federation).
5. Valushok A.V., Blinov I.G., Nasreev A.A., The experience of surveying of the isolation condition of underground pipelines by LLC «Electrochimzaschita». The materials of Novosel. Readings. Issue 2, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, 2004, 203–208.
6. Mustafin T.S. et al., The experience in application of extended anode beds on the linear pipeline portion of trunk pipelines of JSC «Transneft». Oil and Oil products Pipeline Transportation: Science & Technologies, 4(2012), 47–49. (Russian Federation).