

УДК 622.35:620.197

**А.В. Ермаков**, к.т.н., генеральный директор, e-mail: aleksander.ermakov@pm-ural.com;

**С.В. Никифоров**, к.т.н., председатель совета директоров, e-mail: sergey.nikiforov@pm-ural.com;

**М.С. Игумнов**, д.т.н., проф., научный консультант, e-mail: igmike@yandex.ru; **Е.С. Студенок**, к.т.н., директор по качеству, ЗАО «УРАЛИНТЕХ», e-mail: elena.studenok@pm-ural.com; **В.А. Попов**, к.т.н., начальник производственного отдела защиты от коррозии, e-mail: V.Popov@adm.gazprom.ru;

**В.А. Желобецкий**, начальник лаборатории прочности и надежности МГ ИТЦ,

e-mail: V.Jelobetskiy@urtg.gazprom.ru; **А.В. Попов**, начальник лаборатории мониторинга коррозионной защиты ИТЦ, ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», e-mail: popov\_a\_v@urtg.gazprom.ru

## РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ АНОДНЫХ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

*Предприятием ЗАО «УРАЛИНТЕХ» разработана и внедрена технология производства новых анодных заземлителей для систем защиты от коррозии – АЗК-МП и АЗК-ОП, изготовленных из биметалла медь-титан с металлическим (МП) и оксидным (ОП) покрытиями. Проведены лабораторные и стендовые испытания, установлены технические характеристики заземлителей, оформлены технические условия, ТУ 3435-043-72386442-2013 и ТУ 3435-051-72386442-2013. Заявленные характеристики подтверждены испытаниями в специализированных организациях, получены сертификаты соответствия заземлителей АЗК-МП и АЗК-ОП требованиям НД ОАО «Газпром» «Временные технические требования к анодным заземлителям». Получены первые положительные результаты опытно-промышленных испытаний заземлителей в условиях работы газотранспортного предприятия.*

**Ключевые слова:** заземлители, электрохимическая защита от коррозии, противокоррозионные покрытия.

Компанией ЗАО «УРАЛИНТЕХ» начиная с 2009 г. был проведен цикл научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию нерастворимых анодных заземлителей на основе биметалла медь-титан с металлическими и оксидными покрытиями [1, 2]. Была разработана опытно-промышленная технология изготовления биметаллических прутков медь-титан диаметром от 7 до 9 мм с толщиной титановой оболочки ( $0,45 \pm 0,05$ ) мм и запатентованы способы нанесения на них плотных металлических и оксидных токопроводящих покрытий [3]. Изучена зона контакта на границе медь-титан. Показано отсутствие каких-либо несплошностей, оксидных включений и других дефектов. Изучены технологические параметры нанесения металлических и оксидных покрытий

электрохимическим методом и методом термического разложения солей, обеспечивающие сплошность покрытия и хорошую адгезию с титановой оболочкой. Проведенные исследования



**Рис. 1.** Фрагмент электрода с кабелем в картонном тубусе, заполненном коксовой засыпкой. Узел контакта герметизирован термоусаживаемой трубкой

позволили определить оптимальную толщину покрытия, которая в случае оксидных и металлических покрытий составила от 3 до 5 мкм.

Также были разработаны конструкция, технология выполнения контактных узлов электрод-кабель и способ их герметизации, показанные на рисунке 1. Проведены успешные лабораторные испытания технических характеристик заземлителей на соответствие НД ОАО «Газпром» «Временные технические требования к анодным заземлителям». Выпущена опытная партия заземлителей АЗК-МП и АЗК-ОП (рис. 2) и передана ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» для проведения стендовых испытаний в условиях, близких к реальным.

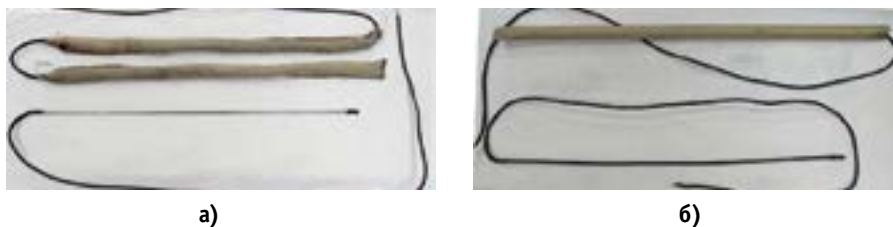
Для проведения стендовых испытаний была собрана установка, эскиз которой представлен на рисунке 3.

В качестве измерительной ячейки была использована 100-литровая стальная емкость (бочка) диаметром 43 см. Внутренняя боковая поверхность емкости площадью 1 м<sup>2</sup> имитировала защищаемое сооружение и являлась катодом в системе ЭХЗ. Верхние и нижние концы испытуемых электродов (далее – анодов) изолировались клейкой лентой таким образом, чтобы рабочая поверхность анода составляла 100 см<sup>2</sup>. Анод располагался в центре ячейки перпендикулярно основанию. Такая конструкция позволила снизить влияние вторичных процессов в среде и на поверхности анода под действием тока при длительных испытаниях за счет большого объема испытательной среды (1 л на 1 см<sup>2</sup> площади анода).

В качестве коксовой засыпки использовали коксовую мелочь (КМ 1 по ТУ 0763-003-75447256-2009) без специального добавления солей.

Для обеспечения равномерности поляризации боковой поверхности ячейки она была снабжена токоподводами в разных точках рабочей поверхности. В процессе испытаний с помощью электролитических ключей и медносульфатных электродов сравнения (МСЭ) регистрировали потенциалы катода и анода без омической составляющей (бос) и потенциал анода с омической составляющей (сос) на расстоянии 10 мм от его поверхности. Таким образом, в зависимости от условий испытаний потенциал измерялся в коксовой засыпке либо в испытательной среде. Для поляризации использовался источник тока Б5-21, а при больших токах – станция катодной защиты типа ПНКЗ. В ряде экспериментов с помощью термопар (на рисунке 3 не показаны) регистрировалась температура поверхности анода и температура на границе испытательной среды и коксовой засыпки. Для сравнения вместе с АЗК-МП и АЗК-ОП аналогичным испытаниям был подвергнут стальной электрод такого же типоразмера.

В ходе эксперимента были получены зависимости установившихся потенциалов анода и катода, напряжения и температуры поверхности электрода от плотности тока анода в воде, глине, торфе и песке. Испытания проводились как с коксовой засыпкой, помещенной в картонный тубус диаметром 38 мм (состояние заводской поставки), так и без засыпки, когда тубус заполнялся

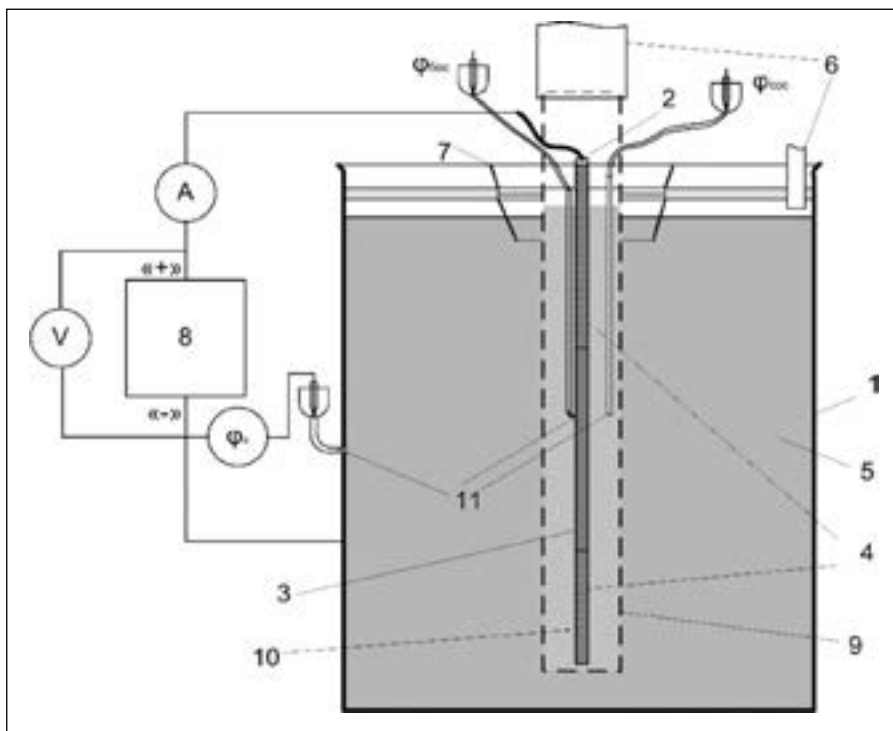


**Рис. 2. Внешний вид заземлителей**  
 а) АЗК-МП (тип II) – гирлянда электродов в джутовых чехлах с коксовой засыпкой и единственный электрод с металлическим покрытием; б) АЗК-ОП (тип I) – единственный заземлитель АЗК-ОП в картонном тубусе с коксовой засыпкой и единственным электродом с оксидным покрытием

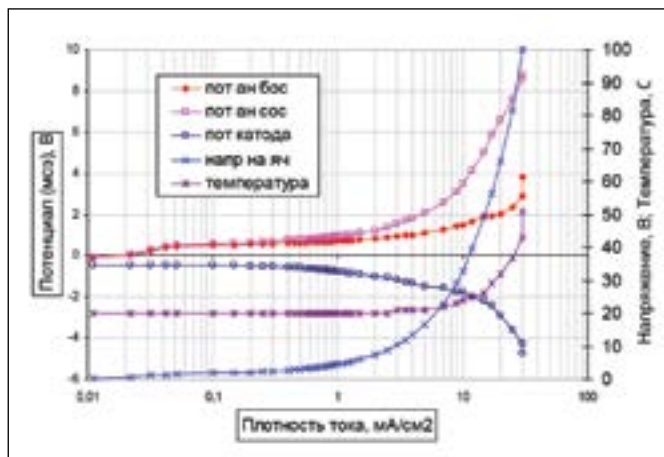
испытательной средой из ячейки. При проведении экспериментов испытания прекращались по достижении на зажимах ячейки напряжения 100 В (максимальное эксплуатационное напряжение в системах ЭХЗ от почвенной коррозии). Полученные зависимости имели традиционный для данных систем вид, что позволило сделать заключение о правильности выбранной методики исследования и правомочности дальнейшего анализа результатов.

При проведении экспериментов было выявлено, что начальные высокие удельные характеристики испытуемых анодов в водных солевых (морских) средах зачастую не реализуются в грунтах. Поскольку это не может быть связано с коррозией (предлагаемые аноды не корродируют в природных

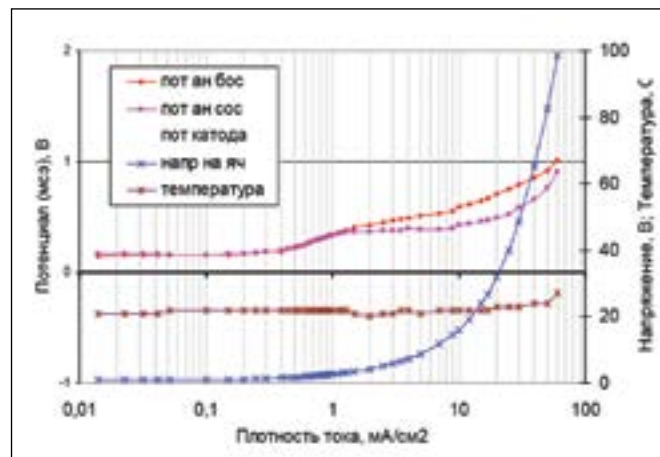
грунтах и водных средах), единственной причиной этого могут быть вторичные процессы, протекающие в грунтах вблизи поверхности анодов, такие как разогрев грунта, обезвоживание приэлектродного слоя (в процессе разложения воды), электроосмотические явления и др. Следует отметить, что протекают они в разных грунтах с разной интенсивностью. Ранее, при использовании традиционных анодов, ухудшение показателей их работы объясняли исключительно пассивацией поверхности анода из-за образования на ней большого количества продуктов коррозии и не принимали во внимание возможное влияние вторичных процессов. На наш взгляд, этому следует уделять более пристальное внимание.



**Рис. 3. Стенд для испытания анодов в состоянии заводской поставки:**  
 1 – стальная емкость 100 л; 2 – анод; 3 – испытуемая поверхность анода; 4 – изолированные участки анода; 5 – испытательная среда (вода, грунт); 6 – газоотводные трубки; 7 – затвор; 8 – источник постоянного тока; 9 – картонный тубус; 10 – коксовая засыпка; 11 – электроды сравнения



а) без коксовой засыпки



б) с коксовой засыпкой

Рис. 4. Влияние плотности тока на параметры АЗК-ОП в глине

В ходе исследований был собран большой фактический материал об эксплуатационных характеристиках АЗК в разных средах и при различных напряжениях на ячейке, что необходимо для успешного внедрения в практику противокоррозионной защиты новых типов заземлителей. На рисунках 4 и 5 приведены типичные примеры построенных диаграмм (всего 33 диаграммы). Так, из диаграммы (рис. 4) можно видеть, что аноды с оксидным покрытием без коксовой засыпки в глине нагреваются до 60 °С, потенциал поверхности анода при этом достигает почти 3,0 В (МСЭ), что может свидетельствовать о наличии тонкого слоя из обезвоженной глины, а максимальная плотность тока при напряжении 100 В не превышает 20 мА/см<sup>2</sup>. Безусловно, это ухудшит показатели работы анода при длительной эксплуатации при таком режиме. При наличии коксовой засыпки потенциал анода снижается до 1,0 В (МСЭ), а максимальный рабочий ток повышается до 50 мА/см<sup>2</sup>, при этом температура у поверхности анода не превышает

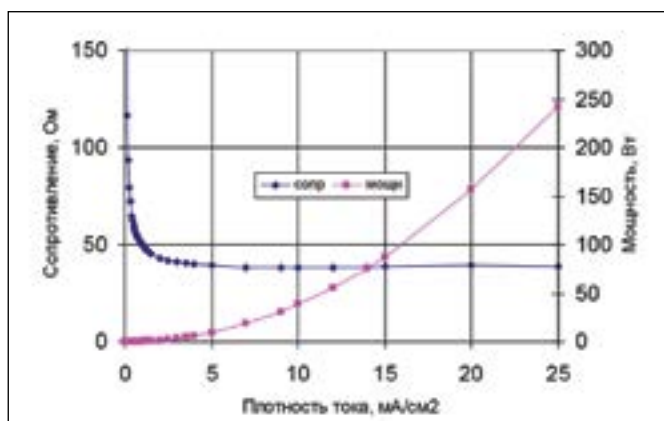
30–35 °С. Аналогичное положительное влияние оказывает наличие коксовой засыпки на эксплуатационные характеристики всех испытываемых электродов и во всех средах.

### АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ ДИАГРАММ ПОКАЗАЛ СЛЕДУЮЩЕЕ:

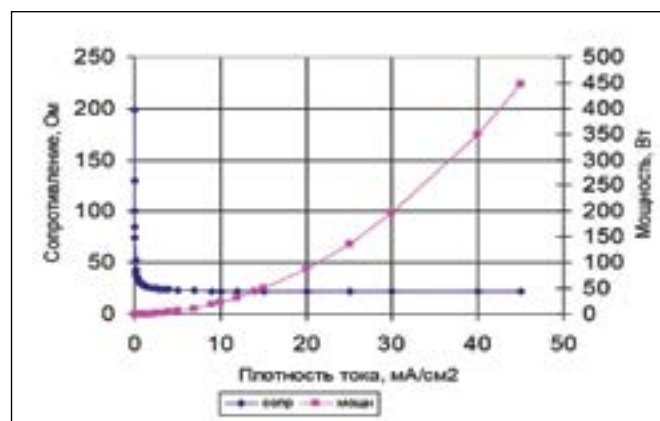
- в полном соответствии с теорией потенциал анода с омической составляющей в грунте по модулю больше потенциала анода без омической составляющей. Однако при наличии коксовой засыпки потенциал у поверхности анода более положителен, чем в глубине коксовой засыпки. Это можно объяснить с позиций теории объемно-пористых электродов, частично заполненных электропроводящей средой. Данное обстоятельство важно учитывать при выборе эксплуатационных параметров, так как известно, что при достижении некоторого критического потенциала графит (кокс) начинает интенсивно разлагаться с образованием углекислого газа, снижая тем самым временной ресурс работы анодного заземлителя;

- при работе на больших плотностях тока потенциал анода с коксовой засыпкой может начать падать без уменьшения токоотдачи. Можно предположить, что за счет испарения влаги из приэлектродного слоя кокс начинает работать как чистый проводник первого рода, электрохимический процесс разложения воды смещается вглубь коксовой засыпки, анод при этом играет роль простого токоподвода;
- прогрев прианодного слоя происходит на небольшую глубину порядка 40–50 мм от поверхности анода;
- при наличии коксовой засыпки температура на границе кокс-грунт может на 5–7 градусов превышать температуру у поверхности анода.

Последнее обстоятельство важно для понимания лимитирующей стадии токоотдачи в испытанных системах. При пропускании тока в общей цепи локальный разогрев ее отдельного участка свидетельствует о повышенном сопротивлении этого участка и его значимости для результирующего тока. В связи с этим внутреннее сопротивление си-



а) без коксовой засыпки



б) с коксовой засыпкой

Рис. 5. Зависимость сопротивления системы от плотности тока анода в торфе

Таблица 1. Эксплуатационные характеристики исследованных заземлителей АЗК МП и АЗК ОП

Среда	Материал электрода	Наличие коксовой засыпки	Плотность тока, А/м <sup>2</sup> , при напряжении, В		Потенциал анода, В (мсэ), при напряжении, В				Сопротивление системы расчетное, Ом		
			100	50	100	100	50	50	max	min	раб.
			100	50	бос	сос	бос	сос			
вода	сталь	б/к	350	180,0	8,40	23,00	4,00	17,00	26,30	20,40	24,30
		с/к	800	420,0	0,34	1,84	0,15	1,20	31,00	11,10	13,40
	АЗК-МП	б/к	320	152,8	9,77	–	6,00	–	540,00	27,00	28,00
		с/к	520	330,0	2,20	–	2,00	–	76,00	14,60	16,10
	АЗК-ОП 2	б/к	320	190,0	7,90	–	4,50	–	207,00	24,70	27,30
		с/к	1000	700,0	2,50	2,00	1,83	1,80	59,00	6,00	6,30
глина	сталь	б/к	3	1,5	17,00	19,00	7,00	9,00	20000,00	25,00	500,00
		с/к	250	105,0	2,00	8,40	0,71	4,70	61,00	39,00	46,00
	АЗК-МП	б/к	380	180,0	2,80	6,90	1,80	4,40	134,68	23,20	23,20
		с/к	630	300,0	0,48	0,42	0,40	0,36	16,11	13,64	13,50
	АЗК-ОП 1	б/к	330	180,0	5,70	17,00	3,40	7,30	111,00	23,00	25,20
		с/к	600	300,0	1,07	0,91	0,80	0,60	360,00	14,80	15,00
торф	сталь	б/к	180	95,0	1,32	7,88	0,48	4,00	167,00	47,15	52,19
		с/к	350	170,0	0,78	0,35	0,55	0,28	355,00	28,78	28,87
	АЗК-МП	б/к	150	70,0	2,80	11,50	2,20	6,75	1000,00	57,80	57,80
		с/к	450	200,0	0,69	0,72	8,00	0,61	340,00	22,00	24,17
	АЗК-ОП 1	б/к	250	130,0	0,88	2,20	0,78	1,80	430,00	38,18	38,30
		с/к	450	225,0	1,00	0,53	0,82	0,41	200,00	21,74	22,44
песок	сталь, сухой	с/к	11	7,0	0,08	13,80	0,05	8,74	884,00	510,00	750,00
		с/к	45	27,5	0,27	0,31	0,25	0,30	408,00	175,20	177,00
	АЗК-МП	б/к	24	12,5	0,45	3,04	0,42	2,50	1160,00	390,00	390,00
		с/к	46	22,0	0,41	0,52	0,33	0,51	430,00	211,00	214,00
	АЗК-ОП 2	б/к	17	9,0	0,75	4,50	0,63	3,40	2100,00	527,00	527,00
		с/к	41	20,0	0,45	0,37	0,39	0,32	360,00	218,00	220,00

стемы, которое при рабочих токах, судя по локализации разогрева, в основном определяется переходным сопротивлением анод-грунт, было рассчитано согласно уравнению (1):

$$U = \varphi_a - (-\varphi_k) + IR, \tag{1}$$

где U, В – напряжение ячейки;  $\varphi_a$ ;  $\varphi_k$ , В(мсэ) – потенциалы анода и катода соответственно; I, А – ток ячейки; R, Ом – внутреннее сопротивление системы.

Зависимость сопротивления системы от плотности тока для всех проведенных испытаний выглядит аналогично графикам, приведенным на рисунке 5. Полученные результаты позволили оценить максимально возможные плотности токов различных типов анодов, границы

их применимости, обусловленные спецификой размеров, конструкции, мощностью источников тока, требованиями к ресурсу анодных заземлителей, технологичностью их монтажа и эксплуатации. Все выявленные свойства и характерные особенности изученных заземлителей представлены в таблице 1.

Проведенные стендовые испытания показали, что конструкция разработанных заземлителей перспективна для применения в системах электрохимической защиты от коррозии. Полученные в результате стендовых и лабораторных испытаний технические характеристики стали основой для разработки технических условий на заземлители АЗК-МП (ТУ 3435-043-72386442-2013) и АЗК-ОП (ТУ 3435-051-72386442-2013).

Технические характеристики заземлителей АЗК-МП и АЗК-ОП представлены в таблице 2.

Выпущенная по техническим условиям партия заземлителей в количестве 30 штук была направлена в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и ООО «НефтегазТехЭкспертиза (ОС «ОЭГСЕРТ») для проведения испытаний заземлителей на соответствие заявленным в технических условиях требованиям и сертификации данной продукции на соответствие НД ОАО «Газпром» «Временные технические требования к анодным заземлителям». Испытания в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» проводили в течение 1 месяца при плотности анодного тока 1900 А/м<sup>2</sup> в водном растворе 3%-ного хлористого натрия. Напряжение на ячейках задавали и поддерживали с помощью источника питания Mastech HY3003-2, имеющего два канала и обеспечивающего по каждому из каналов напряжение до 30 В, ток до 3 А. Регистрация силы тока, напряжения цепи и температуры электролита осу-

Таблица 2. Технические характеристики заземлителей

Техническая характеристика	Значение	Отклонение
Характеристики рабочего электрода		
Масса электрода, г	От 330 до 560	
Линейные размеры, мм:		
Общая длина	1030	±10
Длина рабочей части электрода	Не менее 900	
Диаметр	От 7 до 9	±0,3
Площадь медного сердечника, мм <sup>2</sup>	От 29 до 50	
Толщина покрытия, мкм	От 3 до 5	+0,5
Механические свойства:		
Предел прочности, МПа	Не менее 400	
Относительное удлинение, %	Не менее 4,5	
Электрохимический эквивалент, г/А•год:		
В грунте	Не более 0,010	
В морской воде	Не более 0,015	
Бестоковый потенциал относительно хлорсеребряного электрода сравнения ЭВЛ-1МЗ.1, мВ	От +150 до +350	
Максимальный рабочий ток, А	2 (для гирлянды из N электродов – 2 x N)	
Предельно допустимая плотность анодного тока, А/м <sup>2</sup>	Не более 400	
Характеристики кабеля и соединения кабеля с электродом		
Марка кабеля (одножильного многопроволочного)	ВПП, ВППО	
Площадь сечения, мм <sup>2</sup>	Не менее 10	
Сопrotивление электрического контакта кабеля с электродом, Ом	Не более 0,02	
Статическая механическая нагрузка соединения кабеля с электродом, Н	Не менее 500	
Изоляция места контакта и свободных торцов электрода – термоусаживаемой трубкой марки	HDT-A 12/3	
Сопrotивление изоляции кабеля и изоляционных покрытий контактного узла в водной среде при напряжении 500 В, МОм	Не менее 1	
Сопrotивление изоляции: выдерживает испытание на пробой в воздушной среде импульсным напряжением, кВ	Не менее 5 на 1 мм толщины изоляции	
Характеристики коксовой засыпки		
Масса, г	Не менее 600	
Характеристики заземлителя		
Габаритные размеры, мм:		
Высота	1300	±100
Диаметр	Не менее 35	
Средний срок службы, лет:		
В грунте	Не менее 50	
В морской воде	Не менее 35	

ществлялась вручную по показаниям приборов 3–6 раз в день. Измерения потенциала выполняли ежедневно. Образцы были подвергнуты гальваностатической анодной экспозиции в течение 37 дней. На рисунке 6 приведены значения плотности тока и напряжение на ячейках в процессе испытаний в 3%-ном растворе NaCl. В сумме в ходе испытаний через образцы было пропущено следующее количе-

ство электричества, равное 182 А·год/м<sup>2</sup> – через АЗК-МП; 165 А·год/м<sup>2</sup> – через АЗК-ОП. При плотности тока 50 А/м<sup>2</sup> это эквивалентно трем годам эксплуатации. Можно отметить, что напряжение в цепи ячеек было стабильным, что свидетельствует о постоянстве переходного сопротивления на границе медь-титан и о стабильности свойств активирующего покрытия образцов. Результаты измерений электродных потенциалов

образцов АЗК-МП и АЗК-ОП приведены на рисунке 7. На рисунке 7 можно видеть значительные колебания потенциала во времени, связанные в первую очередь с интенсивным газовыделением на образцах и, как следствие, появлением значительной омической составляющей. Исходя из критерия, приведенного в методике NACE TM0108 п. 6.1, «образец считается не прошедшим испытание, если

его рабочий потенциал увеличился в ходе испытаний при поляризации на 4 В и более относительно начального значения», при испытаниях АЗК отказа не было.

По завершении испытаний было проверено состояние контактных узлов путем измерения сопротивления омметром постоянного тока GWINSTEK GOM-802 между проводом и ближайшей к контактному узлу точкой на образце, полученные значения приведены в таблице 3.

Значения сопротивлений указывают на исправное состояние контактного узла и то, что его электропроводные свойства не претерпели неблагоприятных изменений в процессе испытаний. Это положительно характеризует качество герметизации контактного узла для данных условий экспозиции.

**ПО МАТЕРИАЛАМ ИСПЫТАНИЙ, ПРОВЕДЕННЫХ В ООО «ГАЗПРОМ ВНИИГАЗ», УСТАНОВЛЕНО, ЧТО:**

- работоспособность анодных заземлителей АЗК-МП и АЗК-ОП, испытанных в 3%-ном растворе NaCl при максимальной плотности анодного тока 1900 А/м<sup>2</sup> в течение месяца, не нарушается;
- подтверждено соответствие технических характеристик образцов, заявленных в технических условиях;
- анодные заземлители данного типа перспективны при разработке систем катодной электрохимической защиты в морских условиях.

В мае 2013 г. были успешно завершены сертификационные испытания заземлителей АЗК-МП и АЗК-ОП, проводившиеся в испытательном центре ОАО «Сигнал» (испытательная база ОС «ОЭГСЕРТ»), получены сертификаты соответствия № ГО 00.RU.1305.H00041, П 2159 (на заземлитель АЗК-МП) и № ГО 00.RU.1305.H00042, П 2160 (на заземлитель АЗК-ОП).

Получение положительного заключения органа сертификации позволило начать опытно-промышленные испытания АЗК МП и АЗК ОП в трассовых условиях ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург». На двух установках катодной защиты (УКЗ) были смонтированы подпочвенные анодные заземлители (на глубине 2,5 м на расстоянии 3 м). Партии состояли из 12 штук каждого наименования заземлителей. Через месяц после монтажа до включения в систему ЭХЗ были измерены сопротивления рас-

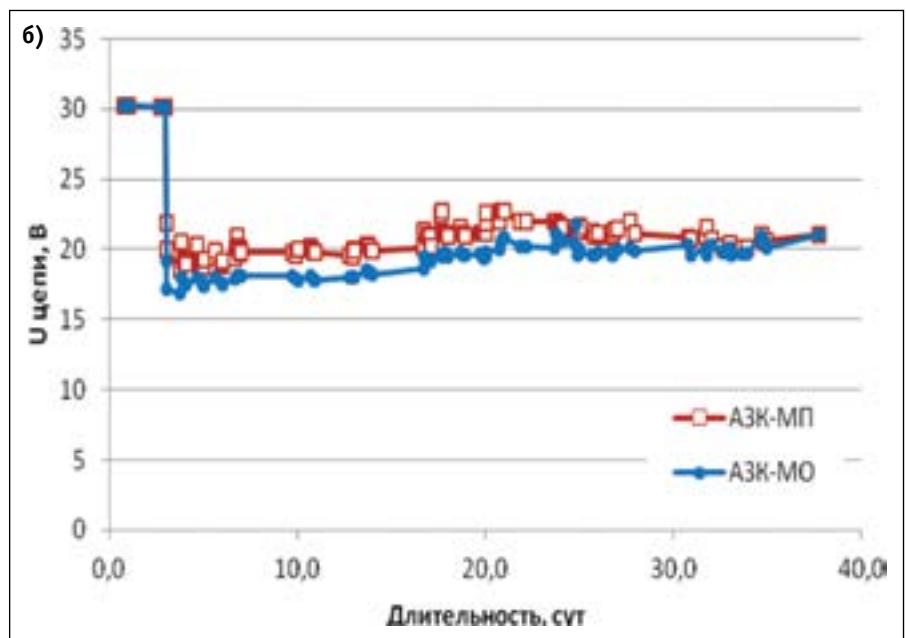
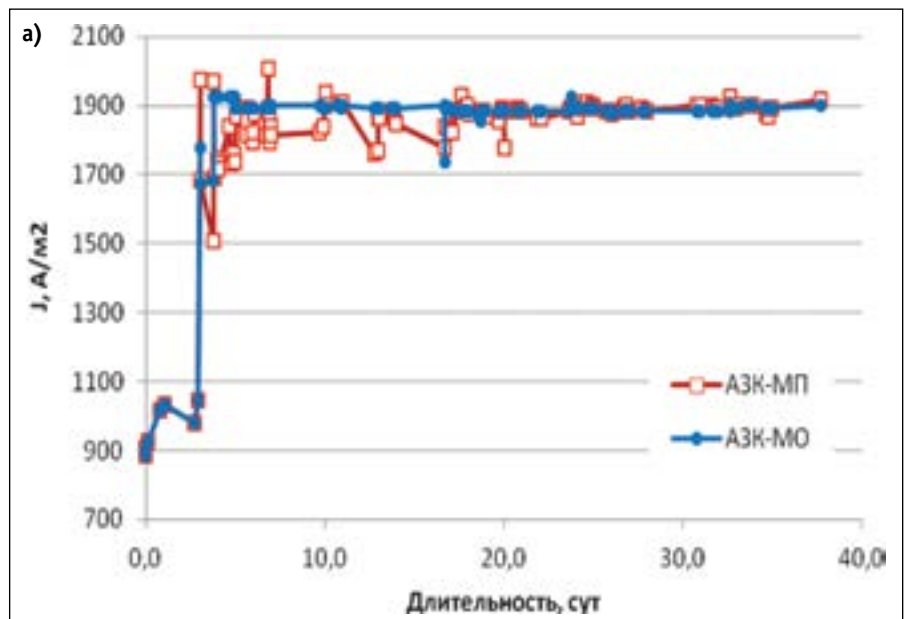


Рис. 6. Изменение плотности тока (а) и напряжения (б) во времени

текания каждого заземлителя. Среднее сопротивление растекания единичного анода АЗК МП составило 19 Ом, АЗК ОП – 11 Ом. Измеренное удельное сопротивление грунта в местах монтажа анодов было от 78 до 105 Ом\*м. Результирующее измеренное сопротивление растекания анодного заземлителя АЗК МП составило 3,6 Ом, АЗК ОП – 3,8 Ом, что близко к расчетному для данной конструкции подпочвенных анодных заземлителей.

После подключения анодов в течение месяца установился примерно одинаковый режим работы обеих УКЗ: напряжение – 12 В; ток – 3 А. При напряжении УКЗ 48 В регистрировали устойчивый ток 12 А.

Важно отметить, что при монтаже использовался ямобур на базе автомобиля «ГАЗ-66». Однако малая масса и габариты испытуемых анодов позволяют монтировать их в труднодоступных местах трассы с помощью переносного изыскательского бура, которым можно пробивать шпур диаметром до 80 мм на глубину до 5 м. Такая технология уже опробована, и сейчас отрабатывается способ извлечения смонтированного анода. В случае успешного завершения данных испытаний заземлители АЗК-МП и АЗК-ОП могут быть рекомендованы как легкие, удобные временные заземлители для интенсификации систем ЭХЗ локальных участков трассы с прогрессирующими коррозионными процессами.

Таблица 3. Сопротивление контактных узлов образцов после испытаний в 3%-ном растворе NaCl в течение 30 дней

№ образца	Материал	R, мОм	№ образца	Материал	R, мОм
1	АЗК-МП	1,9	7	АЗК-ОП	0,8
2		0,8	8		0,9
3		1,4	9		1,9

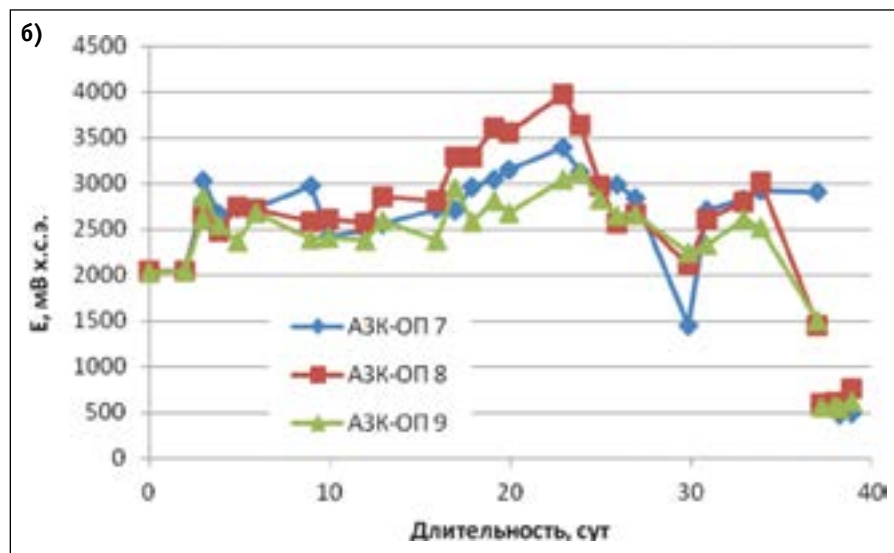
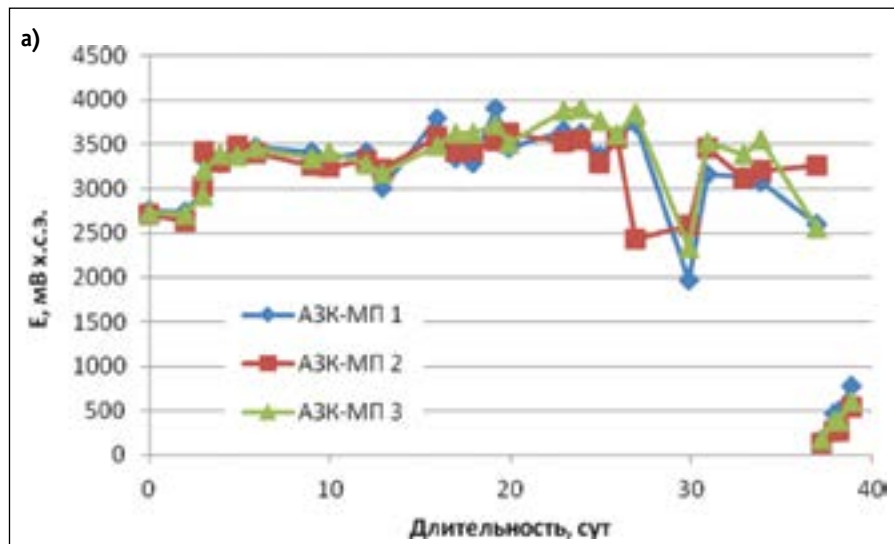


Рис. 7. Электродный потенциал образцов анодных заземлителей в 3%-ном растворе NaCl

а) образцы АЗК-МП № 1–3; б) образцы АЗК-ОП № 7–9

## ВЫВОДЫ:

**1.** На ЗАО «УРАЛИНТЕХ» разработаны новые заземлители для систем электрохимической защиты от коррозии, АЗК-МП и АЗК-ОП, электроды которых выполнены из композиционного материала медь-титан с активирующим металлическим и оксидным покрытиями соответственно. Масса заземлителя с коксовой засыпкой не превышает 1,5 кг.

**2.** Испытания, проведенные на предприятии-изготовителе и в специализированных сторонних организациях: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ООО «Нефте-

газТехЭкспертиза» (ОС «ОЭГСЕРТ»), ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», – показали перспективность использования данных заземлителей в системах электрохимической защиты трубопроводов.

**3.** По результатам испытаний оценены максимально возможные плотности токов различных типов заземлителей, границы их применимости, обусловленные спецификой размеров, конструкции, мощностью источников тока, требованиями к ресурсу анодных заземлителей, технологичностью их монтажа и эксплуатации.

- 4.** Разработаны технические условия ТУ 3435-043-72386442-2013 «Заземлитель анодный композитный АЗК-МП» и ТУ 3435-051-72386442-2013 «Заземлитель анодный композитный АЗК-ОП», проведены успешные сертификационные испытания на соответствие заземлителей требованиям технических условий и НД ОАО «Газпром» «Временные технические требования к анодным заземлителям», получены сертификаты соответствия № ГО 00.RU.1305.H00041, П 2159 (на заземлитель АЗК-МП) и № ГО 00.RU.1305.H00042, П 2160 (на заземлитель АЗК-ОП).
- 5.** Отработана технология монтажа и подключения данных изделий в качестве стационарных заземлителей со сроком эксплуатации не менее 50 лет (в грунте) или временных заземлителей при ремонте труднодоступных участков газо- и нефтепроводов.
- 6.** Получены положительные результаты опытно-промышленных испытаний заземлителей в условиях работы газотранспортного предприятия.
- 7.** Получены два патента.

## Литература:

- Ермаков А.В., Игумнов М.С., Студенок Е.С., Желобецкий В.А., Попов А.В. Разработка новых перспективных материалов для электрохимической защиты от коррозии // Коррозия «Территория «НЕФТЕГАЗ». – 2013. – № 3. – С. 62–65.
- Делекторский А.А., Ермаков А.В., Игумнов М.С., Платонова Е.Г. Малорастворимые аноды на биметаллической основе с активным покрытием применительно к системам электрохимической защиты от коррозии // Наука и технология. – 2012. – С. 80–83.
- Патент РФ № 2456379 от 20.07.2012 г. «Способ изготовления многофункционального коррозионностойкого электрода». Делекторский А.А., Ермаков А.В., Игумнов М.С., Никифоров С.В., Терентьев Е.В.



**ЗАО «УРАЛИНТЕХ»**  
 Россия, 620017, г. Екатеринбург,  
 пр-т Космонавтов, д. 18  
 Тел./факс: +7 (343) 270-87-00,  
 380-02-36  
 e-mail: office@pm-ural.com  
 www.pm-ural.com



# УНИПОЛ



## ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНАЯ ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ МАТЕРИАЛАМИ «УНИПОЛ»



## ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНАЯ ЗАЩИТА ОТ ОГНЯ МАТЕРИАЛАМИ «УНИПОЛ» НА 30, 45, 60, 90, 120 МИНУТ

### ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ «УНИПОЛ»®

- нанесение от -25°C до +35°C
- эксплуатация от -60°C до +60°C
- грунт-эмали 2 в 1
- простота нанесения
- одноупаковочность составов
- подтвержденные сроки службы от 15 лет

### ВИДЫ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ «УНИПОЛ»®

- атмосферостойкие
- водостойкие
- химстойкие
- маслобензостойкие
- термостойкие
- огнезащитные

### ОТРАСЛЕВАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ ПОКРЫТИЙ «УНИПОЛ»®

- ОАО «Газпром»
- ОАО АК «Транснефть»
- ОАО «РЖД»
- ГК «Трансстрой»
- ОАО «Трест Гидромонтаж»
- ОАО «Фундаментпроект»

Разработчик и производитель ЗАО «НПК «КоррЗащита»

Почтовый адрес: 117218, г. Москва, ул. Большая Черемушкинская, д. 21 (а/я 53)

Контактный тел.: +7(495) 780-66-09

Интернет сайт: [www.korrzashita.ru](http://www.korrzashita.ru)

Электронная почта: [info@korrzashita.ru](mailto:info@korrzashita.ru)