

**АССОЦИАЦИЯ РАЗРАБОТЧИКОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
СРЕДСТВ ЭЛЕКТРОХИМЗАЩИТЫ**

ООО «МТМ» - ЗАО «ЭХЗ»

Тел./факс /8412/48-05-82

Тел./факс /4872/26-77-76

Тел. /985/776-95-71

Тел./факс /4872/700-133

Е-mail: anod-ehz@tochka.ru

Е-mail: ehz@tula.net

www.anod-er.ru

**ЭЛАСТОМЕРНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ АНОДНОГО
ЗАЗЕМЛЕНИЯ СЕРИИ ЭЛЭР
КОМПЛЕКТУЮЩИЕ ИЗДЕЛИЯ**

(КРАТКОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Электроды анодного заземления из электропроводного эластомера серии ЭЛЭР (общие положения)	Лист 4
2. Электроды анодного заземления протяженного типа серии ЭЛЭР	
2.1. Принципиальная конструкция эластомерных электродов протяженного типа серии ЭЛЭР	Листы 6 - 9
2.2. Технические характеристики электродов протяженного типа серии ЭЛЭР	Лист 10
2.3. Принцип действия и область применения электродов протяженного типа серии ЭЛЭР	Листы 11 - 13
2.4. Рекомендации по монтажу электродов АЗ протяженного типа серии ЭЛЭР	Листы 13 - 14
3. Электроды анодного заземления глубинного типа ЭЛЭР-5ГАЗ	
3.1. Принципиальная конструкция эластомерных электродов глубинного типа ЭЛЭР-5ГАЗ	Листы 15 - 16
3.2. Технические характеристики электродов глубинного типа ЭЛЭР-5ГАЗ	Лист 16
3.3. Область применения электродов глубинного типа ЭЛЭР-5ГАЗ	Лист 17
3.4. Монтаж глубинных АЗ из электродов ЭЛЭР-5ГАЗ	Листы 17 - 18
4. Электроды анодного заземления модульного типа ЭЛЭР-3	
4.1. Принципиальная конструкция эластомерных электродов модульного типа ЭЛЭР-3	Листы 19 - 20
4.2. Технические характеристики электродов модульного типа ЭЛЭР-3	Лист 21
4.3. Область применения модулей ЭЛЭР-3	Лист 22
4.4. Монтаж электродов АЗ модульного типа ЭЛЭР-3	Листы 22 - 24
5. Общие требования по эксплуатации для всех типов эластомерных электродов серии ЭЛЭР	Лист 25
6. Комплектующие изделия для электродов из электропроводного эластомера	Листы 25 - 31

ВВЕДЕНИЕ. ЭЛЕКТРОДЫ АНОДНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ СЕРИИ ЭЛЭР

Эластомерные электроды анодного заземления серии ЭЛЭР (ранее маркировавшиеся как **Электрод Резиновый**), применяемые в системах **электрохимзащиты** технологических объектов — один из показательных примеров научной разработки и организации производства продукции, которые коренным образом изменили принципы технологического процесса от проектирования до эксплуатации в области **электрохимзащиты** (катодной защиты) от коррозии.

Возможность формирования и управления электрическим полем анодного заземления системы электрохимзащиты, создающим необходимый защитный потенциал на объекте независимо от его размеров и конфигурации, и учета электропроводности вмещающей среды — это главное новое технологическое свойство, присущее электродам серии **ЭЛЭР** наряду с другими потребительскими качествами, обеспечивающими минимум требований при их транспортировании, простоту и удобство при монтаже, надежность и ремонтпригодность при использовании в системах электрохимзащиты.

Впервые в России промышленное производство **эластомерных электродов серии ЭЛЭР**, применяемых в электрохимзащите, было организовано на специально созданном в 1992 г. предприятии ООО «МТМ» в г. Пенза. Здесь были разработаны и освоены в производстве все существующие сегодня типы эластомерных электродов, в т. ч. многослойная конструкция протяженного электрода, обеспечивающая формирование и управление полем защитного тока, не имеющая аналогов поточная промышленная технология изготовления, технологическая оснастка, нормативная и конструкторская документация и произведено более 600 км эластомерных электродов. Нарботанный опыт и возросшие потребности рынка позволили организовать в 1996 г. вторую производственную базу — **ЗАО "Электрохимзащита" г. Тула** — и образовать Ассоциацию разработчиков и производителей средств **электрохимзащиты** с участием ведущих специалистов в области защиты от коррозии.

За четырнадцатилетний период деятельности предприятия Ассоциации разработали и изготовили более 2500 км **эластомерных электродов серии ЭЛЭР** для оснащения систем **электрохимзащиты** (катодной защиты) объектов ОАО «ГАЗПРОМ» и нефтяного комплекса: «Тюментрансгаз», «Ямбурггаздобыча», «Ямалгазпром», «Лентрансгаз», «Уралтрансгаз», «Надымгазпром», «Уренгойгазпром», «Кубаньгазпром», «Белтрансгаз», «Югтрансгаз», «Кавказтрансгаз», «ЛУКОЙЛ–Пермнефтепродукт», «Балтийская трубопроводная система», «Сибнефтепровод», газопроводов «Ямал–Европа», «Голубой поток», «СРТО–Торжок», «Находкинское месторождение — Ямбургская ГКС-1-2» и т. д. Признанием нового класса электродов анодного заземления как высокотехнологичного эффективного продукта служат примеры обустройства систем электрохимзащиты (катодной защиты) проблемного Краснотурьинского узла предприятия «Тюментрансгаз» не имеющими аналогов в мире электродами с дифференциальным электросопротивлением, поставки электродов на газопровод «Голубой поток» компании «BLUE STREAM PIPELINE COMPANY B. V.» и на газопровод «Находкинское месторождение — Ямбургская ГКС-1-2», трасса которого проходит через зону вечной мерзлоты, множество водных переходов и губу Северного Ледовитого океана.

В апреле 1999 г. по результатам натуральных испытаний и опытно-промышленной эксплуатации **эластомерные электроды анодного заземления серии ЭЛЭР**, производимые на предприятиях Ассоциации производителей средств электрохимзащиты, были аттестованы к серийному производству и промышленной эксплуатации Межведомственной комиссией ОАО «ГАЗПРОМ». Периодическая сертификация всех серийно выпускаемых эластомерных электродов ЭЛЭР осуществляется в системе «ТЭКСЕРТ» — система сертификации топливно-энергетического комплекса. Эластомерные электроды ЭЛЭР неоднократно экспонировались на отечественных и международных выставках, в т. ч. Международном конгрессе по защите окружающей среды «EUViron-97» (Австрия) и Международной выставке «Оeko98» (Швейцария).

Нормативно-техническая документация на изготовление электродов серии ЭЛЭР и «Правила применения... РД-106*-05», определяющие проектирование, монтаж и эксплуатацию систем защиты

с применением электродов серии ЭЛЭР, согласованы с головными институтами — ВНИИСТ и ВНИИГАЗ.

Появление нового класса электродов, обладающих широким набором принципиально новых потребительских свойств, способствовало созданию реального рынка в практике применения средств электрохимзащиты, качественному пересмотру нормативных требований в области противокоррозионной защиты.

В настоящее время предприятия Ассоциации, кроме серийного производства проверенных практикой применения эластомерных электродов, готовят промышленное производство новых моделей электродов анодного заземления со сроком службы 30 и более лет для защиты морских сооружений причалов и портов.

При изготовлении и поставке электродов предприятия Ассоциации всегда учитывают индивидуальные требования заказчика и конкретные условия применения, включая шеф-монтаж, авторский надзор и реальное обеспечение гарантийных обязательств.

Предприятия Ассоциации разработчиков и производителей средств электрохимзащиты обладают всеми техническими и интеллектуальными средствами, необходимыми для решения любых Ваших проблем, связанных с электрохимической коррозией.

1. Электроды анодного заземления из электропроводного эластомера серии ЭЛЭР

Эластомерные электроды анодного заземления (АЗ) - малорастворимые электроды из электропроводной эластомерной композиции, предназначенные для применения в анодных заземлениях установок катодной защиты металлических и железобетонных сооружений от коррозии, контактирующих с грунтом, речной и морской водой и другими электролитическими средами,

Принципиальная конструкция эластомерных электродов АЗ представляет собой линейный цилиндрический электрод, состоящий из одной или нескольких оболочек из электропроводного эластомера, внутри которого коаксиально вдоль его центральной оси размещен металлический сердечник, выполняющий функцию токопровода. Электропроводный эластомер, являющийся рабочим материалом электродов, состоит из эластомерной матрицы, наполненной углеродными компонентами, обеспечивающими протекание анодного тока. Эластомерная матрица обладает высокой эластичностью, деформационной упругостью, стойкостью к озонному, кислородному и иным видам старения и воздействию агрессивных сред. Электропроводный эластомер химически инертен, а при электрохимическом срабатывании углеродных материалов образуется углекислый газ, что обеспечивает экологическую чистоту работы анодного заземления. Материалом токопровода служит гибкий многожильный провод из меди или латунированной стали. Условия применения и принцип действия эластомерных электродов АЗ определяются их конструкцией и характеристиками рабочего материала.

Основными рабочими характеристиками эластомерных электродов АЗ являются:

- номинальная удельная плотность анодного тока J [мА/м];
- скорость анодного растворения q [кг/А.год];
- гарантийный срок службы T [лет].

Для электродов протяженного типа вводятся дополнительные характеристики:

- постоянная распространения тока α [1/м];
 - характеристическое сопротивление Z [Ом],
- значения которых определяются соотношением продольного r и поперечного R сопротивлений электродов протяженного типа.

Диапазон номинальных значений этих характеристик составляет:

- $\alpha = 10^{-2} - 10^{-4}$ [1/м];
- $Z = 0,1 - 2,5$ [Ом];
- $J = 20 - 250$ [мА/м] без коксовой засыпки
50 – 800 [мА/м] с коксовой засыпкой;
- $q \leq 0,25$ [кг/(А.год)];
- $T =$ не менее 30 [лет].

Типы серийно выпускаемых эластомерных электродов АЗ:

1.1. Электроды АЗ протяженного типа серии ЭЛЭР:

- электроды протяженного типа однослойные

ЭЛЭР-2, ЭЛЭР-2.1 ТУ 4834-005-24014768-2005;

ЭЛЭР-5 ТУ 4834-006-24014768-2005;

- электроды протяженного типа многослойные

ЭЛЭР-2.1/2 ТУ 4834-005-24014768-2005;

- комплекты электродов протяженного типа (в заводской коксовой упаковке)

ЭЛЭР-2.1 К ТУ 4834-005-24014768-2005.

1.2. Электроды АЗ глубинного типа серии ЭЛЭР:

ЭЛЭР-5ГАЗ ТУ 4834-006-24014768-2005.

1.3. Электроды АЗ модульного типа серии ЭЛЭР:

ЭЛЭР-3 ТУ 4834-007-24014768-2005.

2. Электроды анодного заземления протяженного типа серии ЭЛЭР.

2.1. Принципиальная конструкция эластомерных электродов протяженного типа серии ЭЛЭР.

Однослойные электроды АЗ протяженного типа **ЭЛЭР-2**, **ЭЛЭР-2.1**, **ЭЛЭР-5** имеют одну рабочую оболочку из электропроводного эластомера с заданным в процессе их изготовления постоянным значением удельного объемного электрического сопротивления в диапазоне $0,5 \div 5,0$ Ом*м. Указанные электроды отличаются между собой толщиной рабочей оболочки и, соответственно, номинальной удельной плотностью анодного тока.

Многослойные электроды АЗ протяженного типа **ЭЛЭР-2.1/2** имеют, кроме рабочей оболочки, еще одну эластомерную оболочку, значение удельного объемного электрического сопротивления которой задается в процессе изготовления в диапазоне $50 \div 3000$ Ом*м., и может быть переменным по длине электрода. Назначение этой оболочки электрода – обеспечить оптимальное распределение тока, стекающего с анодного заземления, в средах с различным удельным электрическим сопротивлением и при различном состоянии изоляционного покрытия защищаемого сооружения. Выбор значения удельного объемного электрического сопротивления электропроводного эластомера для указанной оболочки и, соответственно, значений **R**, **α** , **Z** электрода производится на стадии проектирования, исходя из конкретных параметров коррозионной среды и защищаемого объекта.

Комплектные протяженные электроды АЗ (в заводской коксовой упаковке) **ЭЛЭР-2.1 К** имеют на токопроводе две оболочки: из электропроводного эластомера и коксовой крошки, общим каркасом для которых служит чехол из углеродного материала, покрытого электропроводным эластомером. Отличительными качествами электродов **ЭЛЭР-2.1 К** являются:

- значение удельного объемного электрического сопротивления эластомерной оболочки задается в процессе изготовления в диапазоне $0,5 \div 3000$ Ом*м., и может быть переменным по длине электрода;

- каркас для коксового наполнителя выполнен из эластичного электропроводного углеродного материала, не разрушающегося полностью в анодной реакции;

- в составе коксового наполнителя используются специальные вещества, образующие электропроводные гели при взаимодействии с почвенным электролитом, связывающие излишнюю воду и препятствующие ее проникновению к эластомерному электроду.

Конструктивное исполнение типов протяженных эластомерных электродов АЗ представлено на рис. 1-3.

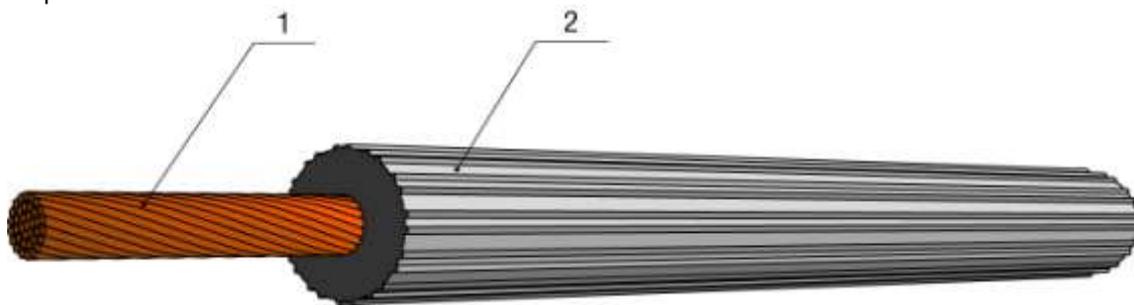


Рис. 1. Принципиальная конструкция однослойного электрода из электропроводного эластомера ЭЛЭР-2®, ЭЛЭР-2.1®, ЭЛЭР-5®:

1. Медный или стальной токопровод; 2. Рабочая оболочка из электропроводного эластомера с удельным объемным электросопротивлением в диапазоне $0,5-5,0$ Ом.м

Модификация электрода	НТД	Диаметр электрода, мм	Строительная длина, м	Нормативная плотность анодного тока, А/м. без засыпки / в коксовой засыпке
ЭЛЭР-2	ТУ 4834-005-24014768-2005	25,0 + 1,0	600 – 1200	0,02 / 0,05
ЭЛЭР-2.1	ТУ 4834-005-24014768-2005	36,0 + 2,0	600 – 1200	0,05 / 0,10
ЭЛЭР-5	ТУ 4834-006-24014768-2005	70,0 + 4,0	50 – 300	0,25 / 0,80

Наиболее эффективные области применения однослойных электродов из электропроводного эластомера в системах катодной защиты от подземной, речной и морской коррозии:

- разветвленных коммуникаций компрессорных, газораспределительных, нефтеперекачивающих станций, теплоэлектростанций и заводских объектов любого назначения;
- трубопроводов любого назначения в скальных и высокоомных (многолетнемерзлых, глубоко промерзающих, засушливых и пустынных) грунтах и в условиях опасности «стресс - коррозии»;
- технологических резервуаров различного назначения, в т. ч. внутренней поверхности;
- портовых и причальных сооружений и морских платформ;
- подводных переходов и переходов под автомобильными и железными дорогами односторонних трубопроводов и их систем;
- любых объектов со сложной конфигурацией.

Неравномерность токораспределения в пределах заданной защитной зоны - не более 100%.

Собственная постоянная растекания тока $\leq 1,3 \cdot 10^{-2}$ (1/м). КПД системы защиты - не менее 70%.

Начало производства и эксплуатации – 1992 г. Серийный выпуск. Гарантийный срок эксплуатации – 30 лет.

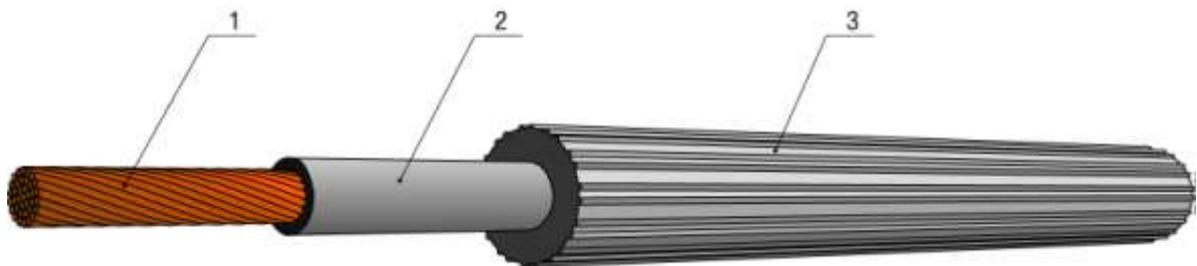


Рис. 2. Принципиальная конструкция многослойного электрода из электропроводного эластомера ЭЛЭР-2.1/2@:

1. Медный или стальной токопровод; 2. Токозадающая оболочка из электропроводного эластомера с удельным объемным электросопротивлением в диапазоне 50–3000 Ом.м;
3. Рабочая оболочка из электропроводного эластомера с удельным объемным электросопротивлением в диапазоне 0,5–5 Ом.м

Модификация электрода	НТД	Диаметр электрода, мм	Строительная длина, м.	Номинальная плотность анодного тока, А/м. без засыпки / в коксовой засыпке
ЭЛЭР – 2.1/2	ТУ 4834-005-24014768-2005	38,0 + 2,0	600 – 1200	0,05 / 0,10

Наиболее эффективные области применения многослойных электродов из электропроводного эластомера в системах катодной защиты от подземной, речной и морской коррозии:

- разветвленных коммуникаций компрессорных, газораспределительных, нефтеперекачивающих станций, теплоэлектростанций и заводских объектов любого назначения;
- многиточных систем магистральных трубопроводов;
- магистральных трубопроводов в грунтах с любым удельным электросопротивлением и резко неоднородных (по удельному сопротивлению) грунтах.

Неравномерность токораспределения в пределах заданной зоны защиты - не более 10%.

Собственная постоянная растекания тока $\leq 5,5 \cdot 10^{-4}$ (1/м). КПД системы защиты - не менее 85 – 90 %.

Начало производства и эксплуатации - 1994 г. Серийный выпуск. Гарантийный срок эксплуатации - 30 лет.

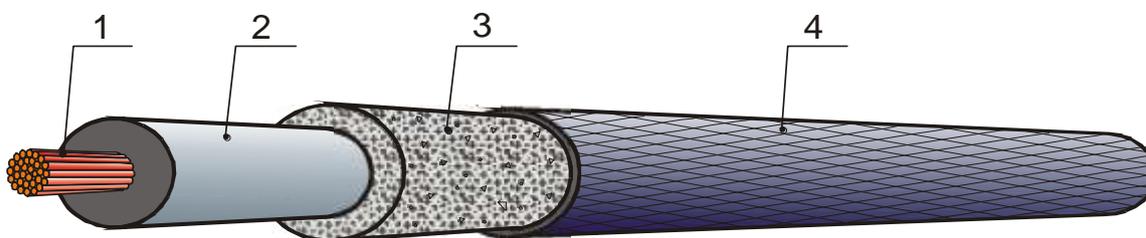


Рис. 3. Принципиальная конструкция комплектного электрода ЭЛЭР-2.1К®.

1. Медный или стальной токопровод;
2. Токозадающая оболочка из электропроводного эластомера с удельным объемным электросопротивлением в диапазоне 0,5–3000 Ом.м.;
3. Коксовая оболочка.
4. Чехол из углеродного материала, покрытого электропроводным эластомером.

Модификация электрода	НТД	Диаметр электрода, мм	Строительная длина, м.	Номинальная плотность анодного тока, А/м.
ЭЛЭР – 2.1К	ТУ 4834-005-24014768-2005	40,0 + 3,0	≤ 200	0,10

Наиболее эффективные области применения комплектных электродов из электропроводного эластомера в заводской коксовой упаковке в системах катодной защиты от подземной коррозии:

- разветвленных коммуникаций компрессорных, газораспределительных, нефтеперекачивающих станций, теплоэлектростанций и заводских объектов любого назначения;

- многониточных систем магистральных трубопроводов;

- магистральных трубопроводов в грунтах с любым удельным электросопротивлением и резко неоднородных по удельному сопротивлению грунтах.

Неравномерность токораспределения в пределах заданной зоны защиты - не более 10%.

Собственная постоянная растекания тока $\leq 5,5 * 10^{-4}$ 1/м. КПД системы защиты - не менее 85 – 90 %.

Начало производства - 2007 г. Опытно-промышленная серия. Расчетный срок эксплуатации - 30 лет.

2.2. Технические характеристики электродов протяженного типа серии ЭЛЭР.

Таблица 1

Наименование показателя	Тип электрода				
	Протяженный				
Марка электрода	ЭЛЭР-2	ЭЛЭР-2.1	ЭЛЭР-2.1/2	ЭЛЭР-2.1 К	ЭЛЭР-5
Число рабочих оболочек	1	1	2	2	1
Токопровод, $S_{сеч.}$, мм ²	медь $S_{сеч.}$ 25÷50 мм ² или сталь латунированная $S_{сеч.}$ = 65 мм ²				
Внешний диаметр, мм	25+2	36+2	38+2	40+3	70+4
Номинальная строительная длина, м	600÷1200			max = 200	50÷300
Масса, кг/м., не менее	0,95	1,35	1,50	1,50	5,20
Эластичность, %	не менее 20				
Удельное объемное эл. сопротивление материала оболочек ρ , Ом.м	0,5÷5,0	0,5÷5,0	50÷3000 (1 слой *) 0,5 (2 слой)	0,5÷3000*	0,5÷5,0
Продольное эл. сопротивление r , Ом/м	Для медного токопровода – $(3,6÷7,2) \cdot 10^{-4}$ для стального латунированного токопровода – $4,4 \cdot 10^{-3}$				
Поперечное эл. сопротивление R , Ом.м	0,2÷2,0	0,2÷2,0	10,0 ÷ ÷ 600,0**	0,2 ÷ ÷ 600,0**	0,2÷2,0
Собственная постоянная распространения тока α , 1/м	10 ⁻² – 10 ⁻⁴				
Скорость анодного растворения q , кг/(А.год)	≤ 0,25				
Номинальная плотность анодного тока J , А/м (в коксовой засыпке)	0,02 (0,05)	0,05 (0,10)	0,05 (0,10)	0,10	0,25 (0,80 – 1,00)
Климатическое исполнение	УХЛ, категория размещения 5 по ГОСТ 15150-69				
Гарантийный срок службы в номинальном анодном режиме T , лет	≥30				
Гарантийный срок хранения до монтажа, мес., не более	12 (условия хранения в части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе 2 ГОСТ 15150-69)				
Нормативно-техническая документация на изготовление	ТУ 4834-005-24014768-2005				ТУ 4834 -006- 24014768 -2005

Примечания:

* - величина удельного объемного электросопротивления материала 1-й оболочки, прилегающей к токопроводу, определяется проектом.

** - значение поперечного электросопротивления рассчитывается, исходя из значения удельного объемного электросопротивления материала 1-ой оболочки.

2.3. Принцип действия и область применения электродов протяженного типа серии ЭЛЭР.

2.3.1. Принципы распределения защитного потенциала для различных типов АЗ.

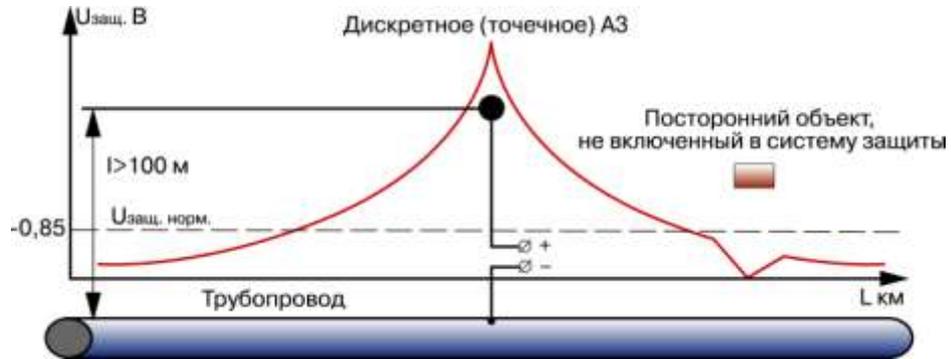


Рис. 4. Распределение защитного потенциала для системы с дискретным (точечным) АЗ.
Коэффициент неравномерности токораспределения 300–500 %.
КПД системы защиты < 45 %

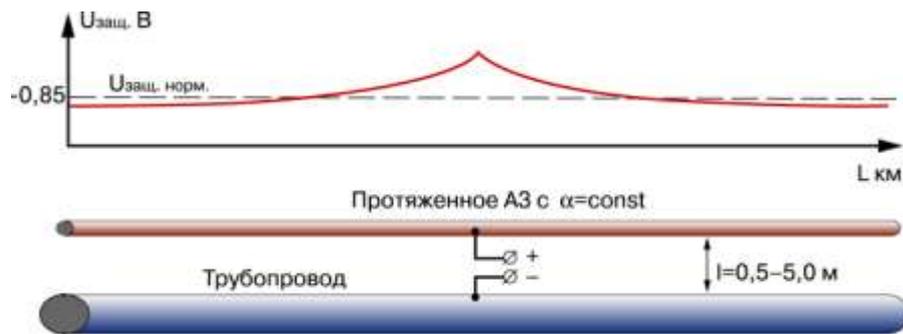


Рис. 5. Распределение защитного потенциала для системы с протяженным АЗ
($\alpha = \text{const}$).
Коэффициент неравномерности токораспределения < 100 %.
КПД системы защиты до 70 %

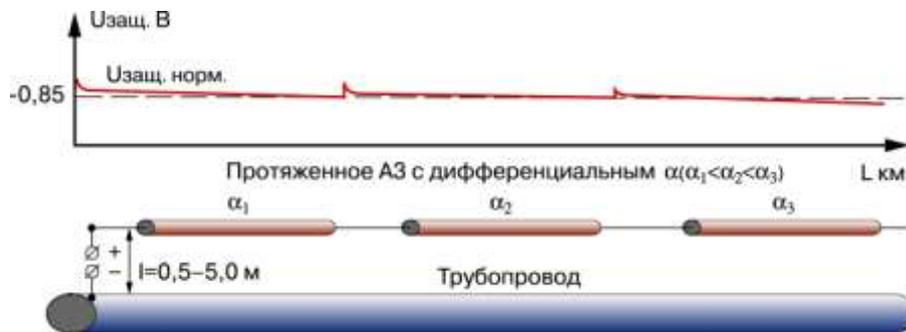


Рис. 6. Распределение защитного потенциала для системы с протяженным АЗ
(с дифференциальным α).
Коэффициент неравномерности токораспределения ≤ 10 %.
КПД системы защиты 80–90 %

2.3.2. При размещении в непосредственной близости от объекта защиты и параллельно ему электроды АЗ протяженного типа серии ЭЛЭР обеспечивают создание цилиндрического поля защитного тока (в отличие от сферического поля при использовании сосредоточенных анодов), которое, практически, полностью замыкается в объеме среды между анодным заземлением и защищаемым сооружением. В этом случае, система «анод – объект защиты» может рассматриваться как система двух параллельных проводников тока, закон распространения которого определяется соотношением постоянных распространения тока анодного заземления и объекта защиты.

Конструктивные особенности электродов АЗ протяженного типа серии ЭЛЭР (особенно, многослойных электродов и электродов в коксовой упаковке с дифференциальными электрическими характеристиками) позволяют:

- **формировать защитное поле требуемой конфигурации, управлять режимом стекания защитного тока, а, значит, обеспечивать равномерное распределение защитного потенциала по длине и поверхности защищаемого объекта на минимально необходимом уровне, сохраняя его изоляционное покрытие;**

- **обеспечить минимальное сопротивление анодной цепи в грунтах, практически, с любым удельным электрическим сопротивлением;**

- **исключить образование блуждающих токов и предотвратить экранирующее влияние объектов, не включенных в систему защиты;**

- **исключить (или минимизировать) на подводных переходах экранирующее воздействие защитного электрического поля, нарушающее естественную миграцию (в т.ч. нерест) рыб;**

- **обеспечить КПД системы защиты на любых объектах не менее 80%.**

Управление режимом стекания защитного тока анодного заземления из электродов протяженного типа (или отдельных его участков) можно также осуществлять с помощью дополнительных регулируемых поляризованных сопротивлений.

Применение коксовой засыпки анодных заземлений позволяет использовать их в тяжелых глинистых грунтах, где затруднен отвод от поверхности анода газов, образующихся при протекании электрохимической реакции, уменьшает сопротивление растеканию тока с анода, увеличивает срок службы и нормативную удельную плотность защитного тока.

2.3.3. Область применения электродов АЗ протяженного типа серии ЭЛЭР.

С учетом принципа действия и основных характеристик область применения электродов АЗ протяженного типа серии ЭЛЭР в системах катодной защиты от подземной, речной и морской коррозии включает в себя следующие объекты:

- в установках катодной защиты на промышленных площадках различного назначения (компрессорные, газораспределительные, нефтеперекачивающие станции тепло-, электростанции и промышленные площадки иного назначения и любые сооружения со сложной конфигурацией), независимо от типа грунтов;

- в установках катодной защиты линейных участков магистральных, промысловых и иных трубопроводов и многониточных систем трубопроводов в грунтах с любым удельным электрическим сопротивлением, включая скальные, пустынные, засушливые и многолетнемерзлые, и в условиях «стресс-коррозии»;

- в установках катодной защиты на переходах трубопроводов через водные преграды;

- в установках катодной защиты трубопроводов на участках их пересечений или параллельной прокладки с другими трубопроводами, независимо от типа грунтов;

- при ремонте и реконструкции катодной защиты трубопроводов со сроком эксплуатации не менее 10 - 15 лет;

- в установках катодной защиты многониточных систем трубопроводов с различным сроком эксплуатации или с различными электрическими характеристиками;

- в установках катодной защиты любых гидротехнических сооружений (портовые и причальные сооружения, морские платформы и т.п.);

- в установках катодной защиты технологических резервуаров любого назначения, включая внутреннюю поверхность;
- в установках катодной защиты промышленных подземных сооружений (обсадные колонны скважин, шлейфы, свайные поля, ингибиторопроводы, коллекторы и т.п.), независимо от типа грунтов.

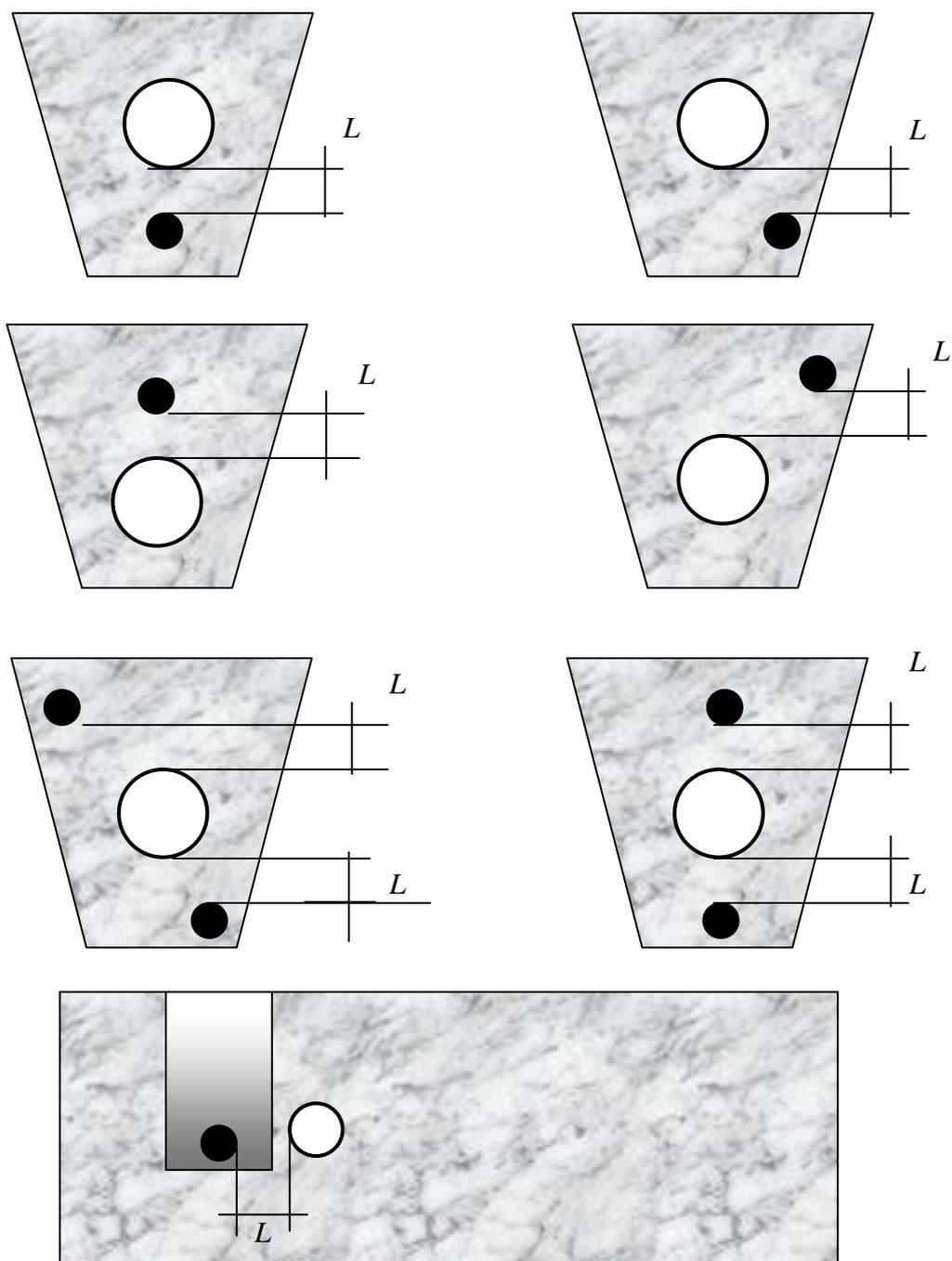
2.4. Рекомендации по монтажу электродов АЗ протяженного типа серии ЭЛЭР.

2.4.1. Рекомендуемые варианты укладки электродов АЗ протяженного типа серии ЭЛЭР представлены на рис.7.

2.4.2. Общие правила выполнения строительно-монтажных работ осуществляются в соответствии с требованиями РД 106*-05 и проектной документацией на объект применения.

2.4.3. Отличительными особенностями для эластомерных электродов АЗ протяженного типа при выполнении монтажных работ являются:

- при строительстве новых или реконструкции действующих трубопроводов диаметром до 350 мм электроды АЗ протяженного типа могут быть смонтированы в одной траншее с ними;
- при строительстве новых и реконструкции действующих трубопроводов диаметром более 350 мм электроды АЗ протяженного типа рекомендуется размещать в отдельной траншее;
- при раздельной укладке в самостоятельную траншею оптимальное расстояние от оси электрода до оси защищаемого трубопровода эквивалентно 6 - 8 диаметрам трубопровода;
- при любых условиях применения электродов АЗ протяженного типа в установках катодной защиты минимальное расстояние между ними и поверхностью защищаемого объекта должно быть равным 0,5 м;
- применение коксовой засыпки, выполняемой на месте проведения монтажных работ, при размещении электродов АЗ в одной траншее с трубопроводом не допускается. Указанное ограничение не распространяется на варианты, когда электроды АЗ протяженного типа (ЭЛЭР-2.1К) упакованы в коксовую оболочку на заводе-изготовителе;
- при однорядной и многорядной прокладке электродов протяженного типа они не должны соприкасаться между собой (за исключением случаев, когда проектом предусмотрена их парная укладка); минимальное расстояние между поверхностями электродов должно быть равным 0,5 м;
- поверхность электродов не должна соприкасаться с защищаемым или другим, не включенным в схему защиты, подземным или наземным объектом. Расстояние между поверхностью электрода и поверхностью любого подземного объекта, не включенного в схему защиты, должно быть не менее, чем удвоенное расстояние между электродом и защищаемым объектом;
- соединение отдельных секций электродов протяженного типа между собой должно осуществляться через клеммы контактных панелей в контрольно-измерительных пунктах или непосредственно в грунте с использованием технологий и комплектующих изделий и материалов, рекомендованных ТУ на соответствующую марку электрода;
- участок поверхности электрода на границе раздела двух сред («грунт-воздух», «вода-воздух»), выведенный для коммутации, должен быть изолирован по ТУ на соответствующую марку электрода (если изоляция не выполнена изготовителем) ;
- минимально допустимый диаметр изгиба электрода при монтаже и укладке должен быть равен 20 диаметрам электрода.
- эластомерные электроды АЗ всех типов могут быть смонтированы вручную или механизированным способом при температуре окружающей среды от минус 30°С до плюс 40°С. Допускается проведение работ по монтажу эластомерных электродов при температуре ниже минус 30°С с предварительным их разогревом по методике, согласованной с изготовителем.



- Электрод анодного заземления.
- Трубопровод.
- L - минимально допустимое расстояние

Рис.7. Варианты укладки электродов протяженного типа ЭЛЭР-2, ЭЛЭР-2.1, ЭЛЭР-2.1/2, ЭЛЭР2.1 К, ЭЛЭР-5 в траншее.

3. Электроды анодного заземления глубинного типа ЭЛЭР-5ГАЗ.

3.1. Принципиальная конструкция эластомерных электродов глубинного типа ЭЛЭР-5ГАЗ.

Электрод АЗ глубинного типа **ЭЛЭР-5ГАЗ** представляет собой электрод ЭЛЭР-5 длиной L , определяемой проектом, оснащенный кабелем подключения, узлами изоляции и герметизации, центрирующими кольцами и защитным оголовком. Рабочая оболочка электрода ЭЛЭР-5ГАЗ выполняется из электропроводного эластомера с минимальным удельным объемным электрическим сопротивлением, не превышающим $0,5 \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Центрирующие кольца, изготовленные из диэлектрического эластомера, предназначены для коаксиального размещения электрода в скважине и имеют профиль, обеспечивающий свободное заполнение пространства между электродом и стенками скважины коксовым активатором, и устанавливаются на теле электрода с шагом $1,5 \text{ м}$. Требуемый диаметр скважины – не менее 219 мм . Защитный оголовок защищает нижний конец электрода от механических повреждений при спуске электрода в скважину. Контактный узел кабеля подключения и токопровода электрода изолирован и герметизирован от воздействия внешней среды в заводских условиях с применением специальных изделий и термодинамически совместимых материалов. Конструктивное исполнение эластомерных электродов АЗ глубинного типа представлено на рис.8.

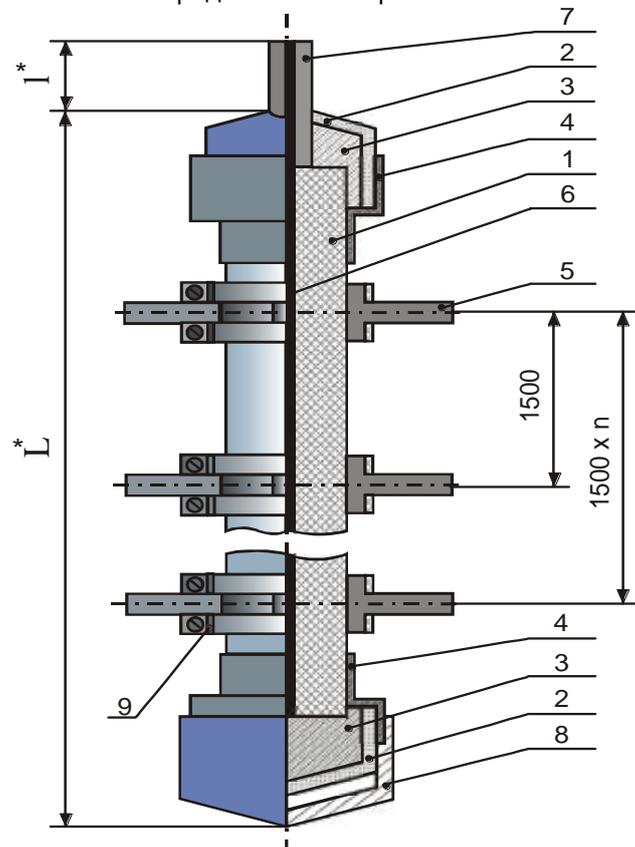


Рис. 8. Принципиальная конструкция электрода анодного заземления глубинного типа ЭЛЭР-5ГАЗ®:

1. Рабочая оболочка электрода ЭЛЭР-5;
2. Полиэтиленовая защитная муфта;
3. Узел изоляции из диэлектрической резины или герметика;
4. Термоусаживаемая муфта;
5. Центрирующее кольцо ЭХЗ-190;
6. Токопровод;
7. Кабель подключения;
8. Металлический защитный оголовок;
9. Хомут крепления центрирующего кольца.

Примечание : L^* , L^* - определяются проектом.

Модификация Электроды	НТД	Диаметр электрода, мм.	Строительная длина, м.	Нормативная плотность анодного тока, А/м без засыпки / в коксовой засыпке
ЭЛЭР – 5 ГАЗ	ТУ-4834-006- 24014768-2005	70,0 + 4,0	определяется проектом	0,25 / 0,80

Область применения: реконструкция действующих и создание новых глубинных анодных заземлений.

Начало производства и эксплуатации - 1995 г. Серийный выпуск. Гарантийный срок эксплуатации – 30 лет.

3.2. Технические характеристики электродов глубинного типа ЭЛЭР-5ГАЗ.

Таблица 2

Наименование показателя	Тип электрода
	Глубинный
Марка электрода	ЭЛЭР-5ГАЗ
Число раб. оболочек	1
Токопровод, $S_{сеч.}$, мм ²	Медь $S_{сеч.}$ 25÷50 мм ² или сталь латунированная $S_{сеч.}$ = 65 мм ²
Внешний диаметр, мм	70+4
Номинальная строительная длина, м	*
Масса, кг/м., не менее	не менее 5,20
Эластичность, %	не менее 20
Удельное объемное эл. сопротивление материала оболочек ρ , Ом.м	$\leq 0,5$
Продольное эл. сопротивление r , Ом/м	для медного токопровода $-(3,6\div 7,2)\cdot 10^{-4}$ для стального латунированного токопровода $- 4,4\cdot 10^{-3}$
Поперечное эл. сопротивление, R Ом.м	$\leq 0,2$
Скорость анодного растворения q , кг/(А.год)	$\leq 0,25$
Номинальная плотность анодного тока J , А/м (в коксовой засыпке)	0,25 (0,80)
Климатическое исполнение	УХЛ, категория размещения 5 по ГОСТ 15150-69
Гарантийный срок службы в номинальном анодном режиме T , лет	≥ 30
Гарантийный срок хранения до монтажа, мес., не более	12 (условия хранения в части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе 2 ГОСТ 15150-69)
Нормативно-техническая документация на изготовление	ТУ 4834-006–24014768-2005

Примечания: * - длина электрода глубинного типа определяются проектом.

3.3. Область применения электродов глубинного типа ЭЛЭР-5ГАЗ.

Область применения электродов АЗ глубинного типа ЭЛЭР-5ГАЗ в системах катодной защиты определена в тех случаях, когда использование других типов анодных заземлений технически или экономически нецелесообразно.

Электроды АЗ глубинного типа ЭЛЭР-5ГАЗ рекомендуется применять:

- в грунтах с удельным электрическим сопротивлением более 100 Ом.м ;
- в грунтах с удельным электрическим сопротивлением верхнего слоя больше в 2 и более раз, чем удельное электрическое сопротивление подстилающего слоя;
- при недостаточности площади для размещения анодного заземления сосредоточенного типа;
- при реконструкции действующих глубинных анодных заземлений в установках катодной защиты объектов со сроком эксплуатации не менее 10 – 15 лет;
- в установках катодной защиты промышленных объектов (скважины, шлейфы и т.п.);

Выбор эластомерных электродов глубинного типа ЭЛЭР-5ГАЗ для систем катодной защиты обуславливается физико-механическими свойствами рабочего материала, исключающими потери при транспортировании и монтаже, высокой надежностью изоляции контактных соединений, выполняемой в условиях завода-изготовителя, и 100% заводской готовностью к монтажу.

3.4. Монтаж глубинных АЗ из электродов ЭЛЭР-5ГАЗ.

3.4.1. Размещение и монтаж электродов глубинного типа ЭЛЭР-5ГАЗ predeterminedено конструкцией глубинного анодного заземления.

Особенностями при сооружении глубинного анодного заземления из электродов ЭЛЭР-5ГАЗ являются:

- контур анодного заземления может состоять из 2 - 6 глубинных анодных заземлителей;
- рекомендуемое расстояние от контура анодного заземления до защищаемого объекта 250-450 м., а в стесненных условиях – не ближе 50 м.;
- расстояние между отдельными глубинными анодными заземлителями в контуре должно быть не менее 1/3 длины отдельного заземлителя;
- длины глубинных анодных заземлителей, включенных в контур заземления, должны быть равными.

3.4.2. Схема размещения электрода АЗ глубинного типа в скважине представлен на рис.9.

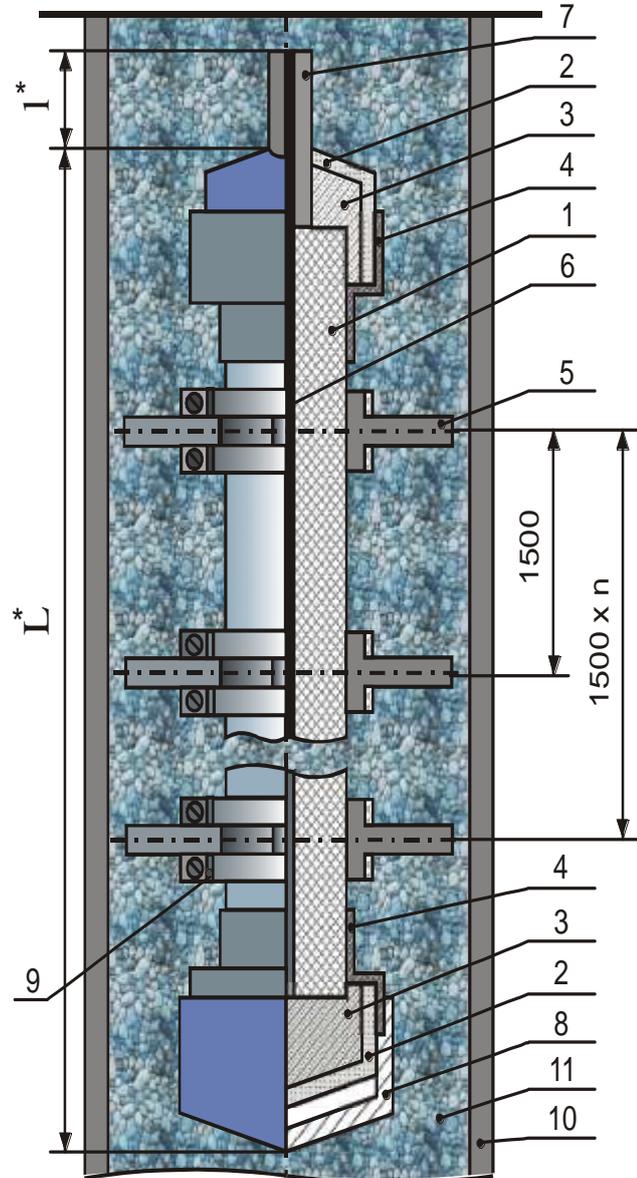


Рис. 9. Принципиальная конструкция глубинного анодного заземления (ГАЗ) из электрода ЭЛЭР-5®:

1. Рабочая оболочка электрода ЭЛЭР-5;
2. Полиэтиленовая защитная муфта;
3. Узел изоляции из диэлектрической резины или герметика;
4. Термоусаживаемая муфта;
5. Центрирующее кольцо ЭХЗ-190;
6. Токопровод;
7. Кабель подключения;
8. Металлический защитный оголовок;
9. Хомут крепления центрирующего кольца;
10. Обсадная труба (скважина);
11. Коксовая засыпка.

4. Электроды анодного заземления модульного типа ЭЛЭР-3.

4.1. Принципиальная конструкция эластомерных электродов модульного типа ЭЛЭР-3.

Электроды АЗ модульного типа ЭЛЭР-3 представляют собой заводскую комплектную сборку, состоящую из N – числа заземляющих электродов типа ЭЛЭР-5, длиной L – метров каждый, расположенных на расстоянии (3-5) L друг от друга на магистральном кабеле. Рабочая оболочка электродов модуля выполняется из электропроводного эластомера с минимальным удельным объемным электрическим сопротивлением, не превышающим 0,5 Ом.м.

Число электродов N в модуле ЭЛЭР-3 может изменяться от 2 до 24 шт., длина отдельного электрода L может составлять от 1,5 до 15 м. Выбор этих параметров производится на стадии проектирования, исходя из требуемой токовой нагрузки на модуль анодного заземления и технологических возможностей при проведении монтажных работ (вертикальный или горизонтальный способ размещения электродов в грунте, возможная глубина бурения и т.п.).

Изоляция и герметизация контактных узлов выполняется в заводских условиях и может иметь два варианта исполнения: из диэлектрических эластомеров, термодинамически совместимых с материалами оболочек кабеля, либо с применением соединительных муфт специальной конструкции.

Выполнение всех операций, связанных с электромонтажными работами по соединению и подключению электродов, изоляции и герметизации контактных узлов в условиях завода-изготовителя с применением специальных комплектующих изделий и термодинамически совместимых материалов, обеспечивает 100% надежность и стойкость этих соединений в течение всего гарантийного срока службы электродов АЗ модульного типа.

Принципиальная конструкция модулей АЗ ЭЛЭР-3 представлена на рис.10.



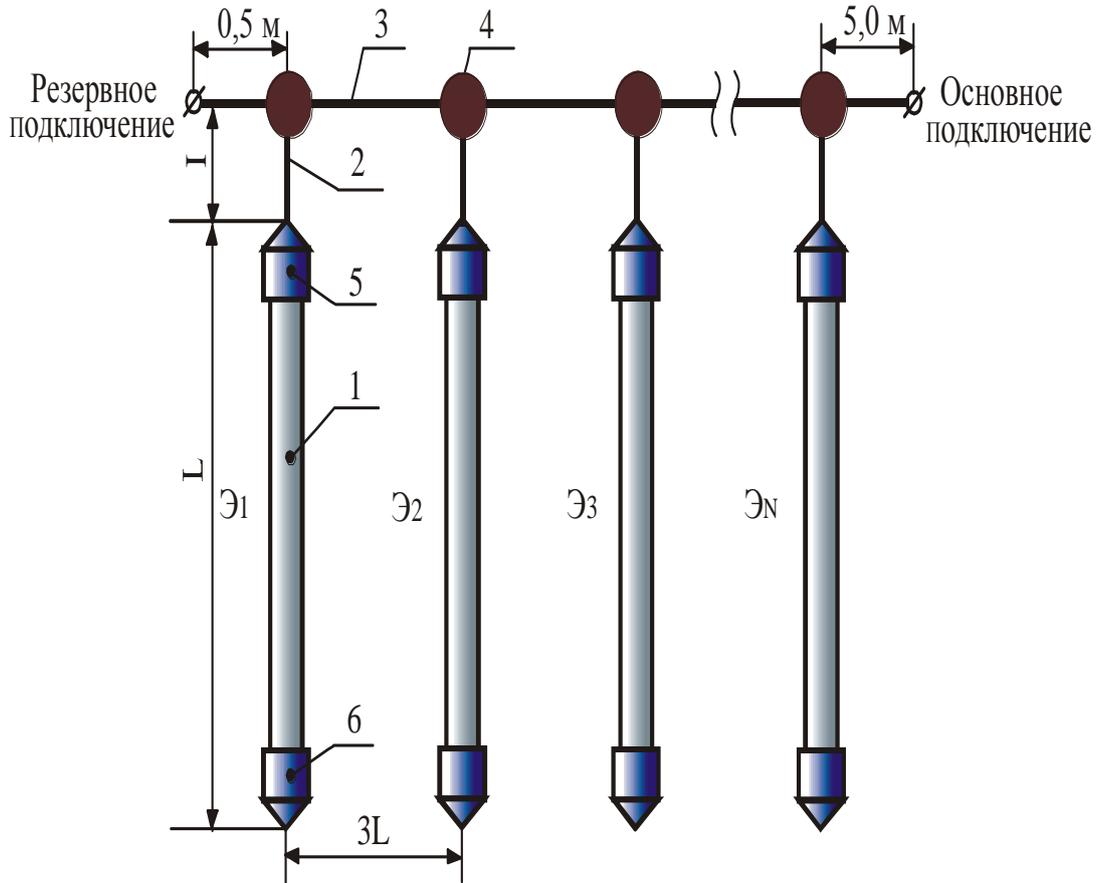


Рис. 10. Принципиальная конструкция модуля анодного заземления ЭЛЭР-3®

1. Рабочий электрод ЭЛЭР-5; 2. Кабель подключения;
3. Магистральный кабель; 4. Соединительный узел.

Примечание: L^* , L^* - определяются проектом.

Модификация Электрода	НТД	Диаметр рабочего электрода, мм.	Длина электрода, м./число электродов, шт.	Нормативная плотность анодного тока на единицу длины электрода, А/м без засыпки / в коксовой засыпке
ЭЛЭР – 3	ТУ-4834-007-24014768- 2005	70,0 + 4,0	L / N – определяются проектом	0,25 / 0,80

Нормативная плотность анодного тока на модуль, состоящий из N-числа электродов длиной по L-метров каждый, без коксовой засыпки рассчитывается по формуле: $I = L \times N \times 0,25$ (А).

Для варианта в коксовой засыпке вместо коэффициента 0,25 используется коэффициент 0,80.

Область применения: создание подпочвенных анодных заземлений для любых объектов.

Начало производства и эксплуатации - 1995 г. Серийный выпуск. Гарантийный срок эксплуатации – 30 лет.

4.2. Технические характеристики электродов модульного типа ЭЛЭР-3.

Таблица 3.

Наименование показателя	Тип электрода
	Модульный
Марка электрода	ЭЛЭР-3
Число раб. оболочек	1
Токопровод, $S_{\text{сеч.}}$, мм ²	Медь $S_{\text{сеч.}} 25 \div 50$ мм ² или сталь латунированная $S_{\text{сеч.}} = 65$ мм ²
Внешний диаметр, мм	70+4
Число электродов в модуле, шт.	2 ÷ 24*
Длина одного электрода, м	1,5 ÷ 15,0*
Масса, кг/м., не менее	5,20
Эластичность, %	не менее 20
Удельное объемное эл. сопротивление материала оболочек ρ , Ом.м	$\leq 0,5$
Продольное эл. сопротивление r , Ом/м	для медного токопровода $-(3,6 \div 7,2) \cdot 10^{-4}$ для стального латунированного токопровода $- 4,4 \cdot 10^{-3}$
Поперечное эл. сопротивление R , Ом.м	$\leq 0,2$
Скорость анодного растворения q , кг/(А.год)	$\leq 0,25$
Номинальная плотность анодного тока J , А/м (в коксовой засыпке)	0,25 (0,80)
Климатическое исполнение	УХЛ, категория размещения 5 по ГОСТ 15150-69
Гарантийный срок службы в номинальном анодном режиме T , лет	≥ 30
Гарантийный срок хранения до монтажа, мес., не более	12 (условия хранения в части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе 2 ГОСТ 15150-69)
Нормативно-техническая документация на изготовление	ТУ 4834-007-24014768-2005

Примечания: * - длина и число рабочих электродов в модуле определяются проектом.

4.3. Область применения модулей ЭЛЭР-3.

По классификации, принятой ГОСТ Р 51164, анодные заземления из модулей типа ЭЛЭР-3 относятся к сосредоточенным заземлениям с горизонтальной, вертикальной или комбинированной укладкой электродов.

Выбор эластомерных электродов модульного типа для систем катодной защиты и защитных заземлений обуславливается физико-механическими свойствами рабочего материала, исключающими потери при транспортировании и монтаже, высокой надежностью изоляции контактных соединений, выполняемой в условиях завода-изготовителя, и 100% заводской готовностью к монтажу.

Область применения электродов АЗ модульного типа включает в себя установки катодной защиты любых объектов, когда использование электродов АЗ протяженного и глубинного типа исключено (сложность проведения монтажных работ по сооружению АЗ, техническая или экономическая нецелесообразность применения и т.п.).

4.4. Монтаж электродов АЗ модульного типа ЭЛЭР-3.

Сооружение сосредоточенного анодного заземления из электродов АЗ модульного типа ЭЛЭР-3 производят, исходя из следующих положений:

- для обеспечения стабильности параметров анодного заземления монтаж электродов рекомендуется производить с применением коксовой засыпки и размещать их ниже глубины промерзания грунта. Рекомендуемый диаметр коксовой засыпки составляет от 3 до 5 диаметров электрода АЗ;

- минимальное расстояние между электродами модуля для исключения явления взаимного экранирования должно составлять не менее 3-х длин отдельного электрода модуля и обеспечивается конструкцией модуля;

- способ размещения электродов модуля (вертикальный, горизонтальный или комбинированный) определяются проектными решениями.

Схемы размещения электродов модульного типа ЭЛЭР-3 представлены на рис.11-13.

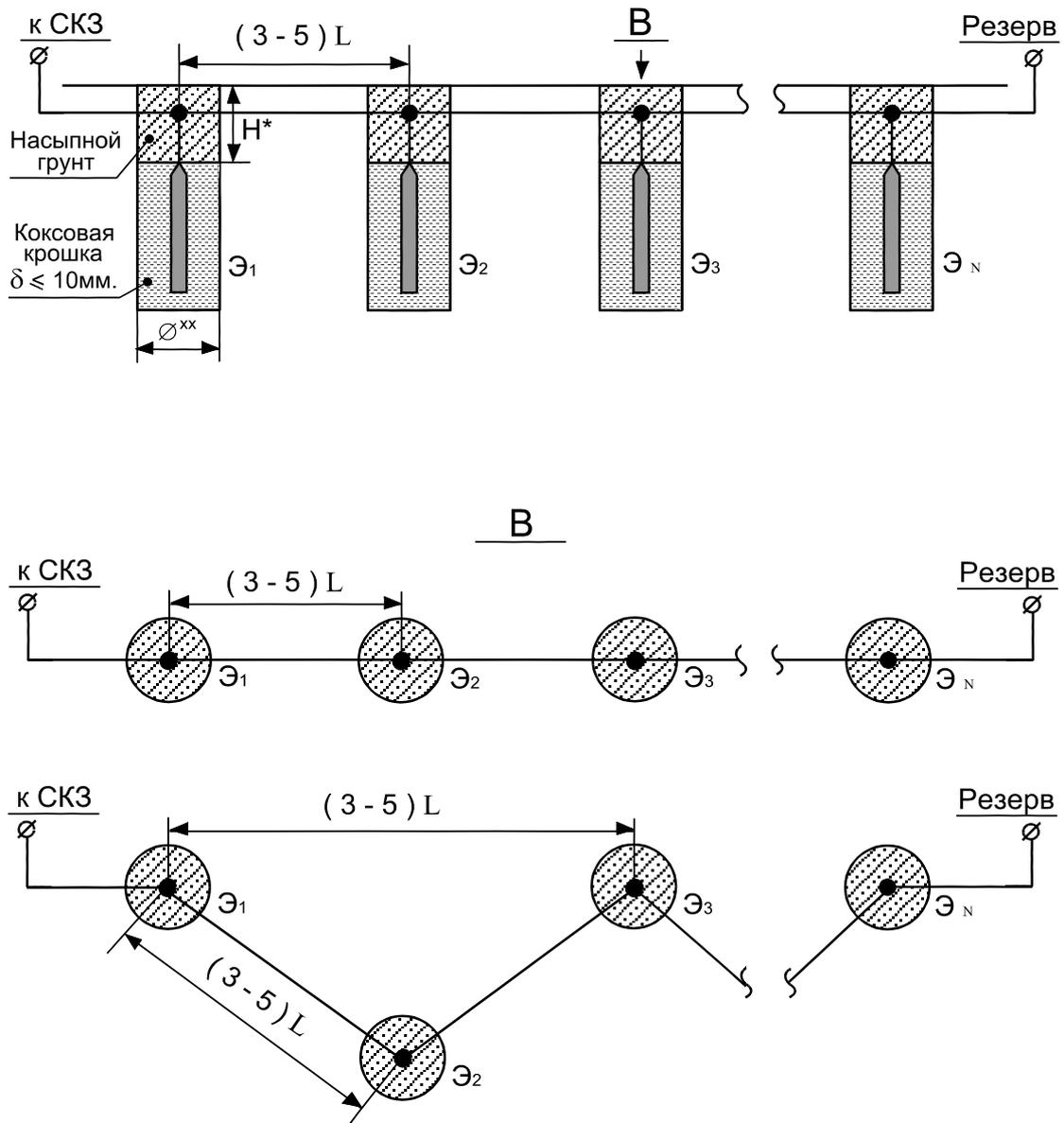


Рис.11. - Вертикальное размещение электродов модуля ЭЛЭР-3 в скважинах.
 (размещение в линию или размещение в шахматном порядке).
 L – длина электрода; H^* - глубина сезонного промерзания грунта;
 \varnothing^{**} - диаметр скважины (не менее 3-х диаметров электрода); δ - размер частиц фракции коксовой крошки.

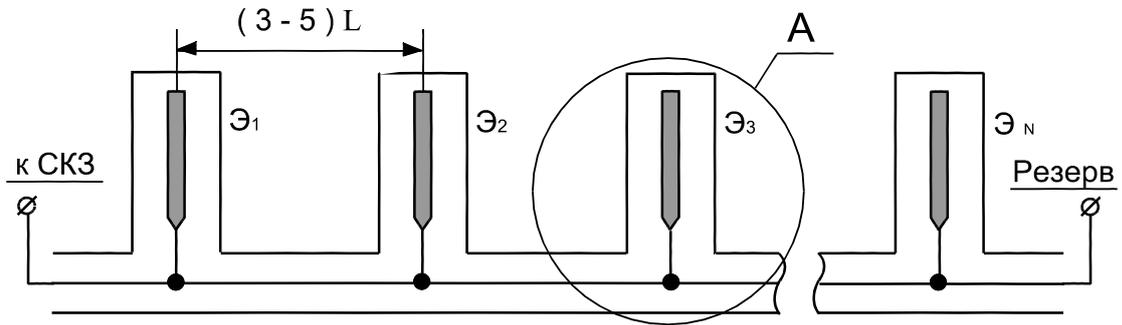


Рис.12. Одностороннее горизонтальное размещение электродов модуля ЭЛЭР – 3 в траншее

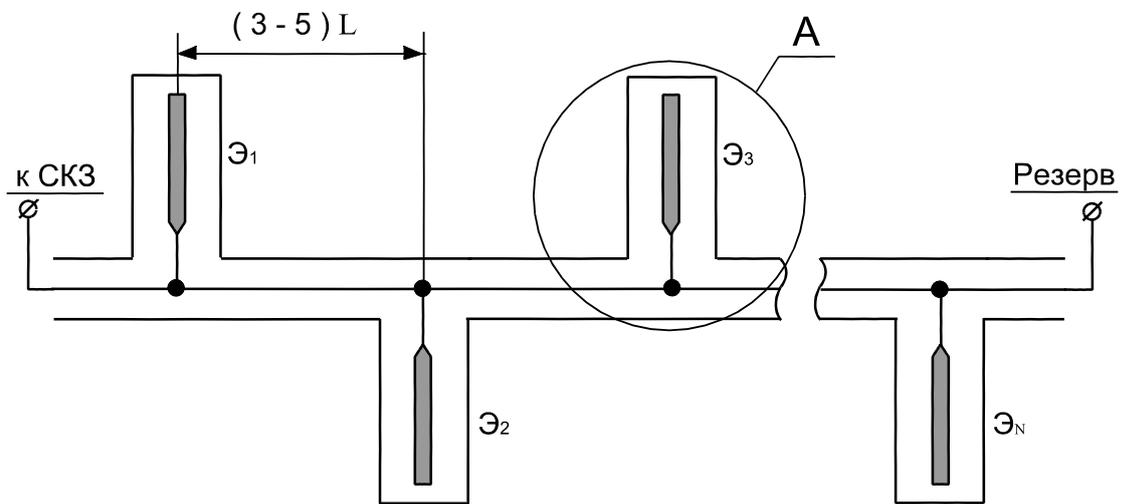
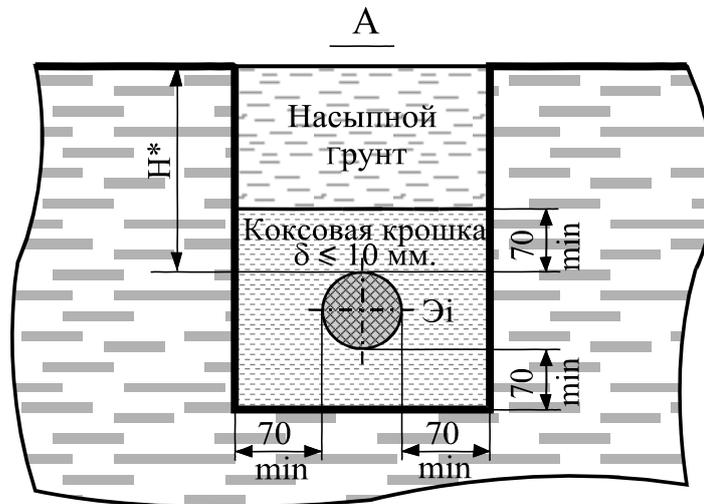


Рис.13. Двухстороннее горизонтальное размещение электродов модуля ЭЛЭР – 3 в траншее. (L – длина электрода).



H^* - глубина сезонного промерзания грунта
 δ - размер частиц фракции коксовой крошки

5. Общие требования по эксплуатации для всех типов эластомерных электродов серии ЭЛЭР.

5.1. Общие требования по эксплуатации эластомерных электродов должны отвечать нормативам технических условий на их изготовление и положениям соответствующей нормативно-технической документации, распространяющейся на объект их применения.

5.2. Транспортирование и хранение эластомерных электродов должно производиться по ГОСТ 18690 с дополнениями, изложенными в настоящем разделе.

5.3. Условия транспортирования в части воздействия механических факторов должны соответствовать группе Ж ГОСТ 23216.

5.4. Электроды в заводской упаковке пригодны для транспортирования любым видом транспорта без ограничения расстояний.

5.5. Условия транспортирования и хранения эластомерных электродов в заводской упаковке в части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе 2 ГОСТ 15150:

- температура – от минус 50⁰С до плюс 40⁰С;
- максимальное значение относительной влажности – 98% при 25⁰С;
- атмосферное давление – без ограничений;
- прямое воздействие атмосферных осадков и солнечных лучей – не допускается.

5.6. Максимальный срок хранения эластомерных электродов в заводской упаковке в указанных условиях до их монтажа не должен превышать 12 месяцев. В противном случае, потребитель обязан провести контроль качества электродов непосредственно перед их монтажом по методике входного контроля соответствующих технических условий на их изготовление.

5.7. Не допускается совместное транспортирование и хранение электродов с маслами, органическими растворителями, химически агрессивными веществами, ядохимикатами и пачкающими продуктами.

5.8. Эксплуатационные электрические параметры эластомерных электродов, нормируемые соответствующими техническими условиями на их изготовление, при применении их в системах катодной защиты обеспечиваются при температуре от минус 50⁰С до плюс 40⁰С:

- в грунтах с содержанием водорастворимых солей до 4 г/кг при рН от 3 до 11;
- в речной и морской воде и других водных электролитах с содержанием солей до 4 г/кг при рН от 3 до 11.

Применение эластомерных электродов в других средах, в том числе содержащих химически агрессивные компоненты, допустимо только при применении специальных составов рабочего материала, которые изготавливаются по специальному заказу.

5.9. Не допускается эксплуатация эластомерных электродов с поврежденной поверхностью. Повреждениями считаются нарушения целостности рабочей эластомерной оболочки электрода в виде трещин, проколов и вмятин, глубиной более 2,0 мм., суммарной площадью 100 мм² на одном погонном метре электрода. В случае наличия таких повреждений электрод должен быть отремонтирован в соответствии с методикой, утвержденной в установленном порядке и согласованной с заводом-изготовителем .

5.10. Все участки поверхности электродов, находящиеся на границе раздела двух сред («воздух-грунт», «воздух-вода»), должны быть изолированы от контакта с внешней средой в соответствии с требованиями ТУ и РД 106*-05.

5.11. Номинальные значения удельной плотности анодного тока в системах противокоррозионной защиты, обеспечивающие установленный гарантийный срок службы эластомерных электродов не менее 30 лет, указаны в таблицах 1 - 3. Превышение номинальных значений удельных плотностей анодного тока сокращает срок службы электродов и может провоцировать ускоренную деструкцию эластомерной оболочки электрода.

5.12. Запрещается использовать эластомерные электроды для передачи и распределения электрической энергии в осветительных и силовых сетях, а, также, для монтажа электрооборудования машин и механизмов.

6. КОМПЛЕКТУЮЩИЕ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ ИЗ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОГО ЭЛАСТОМЕРА

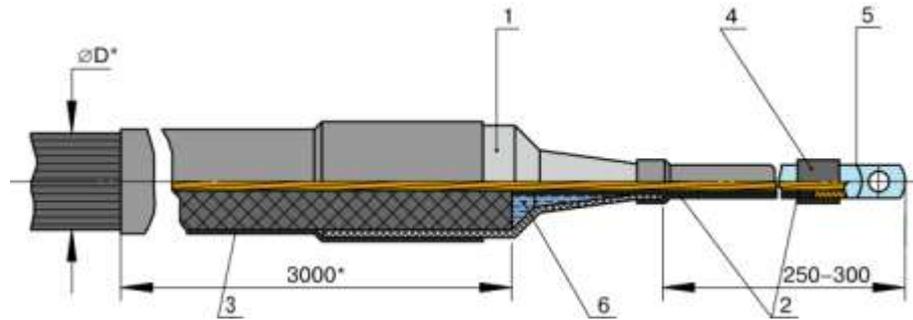


Рис. 14. Комплект изоляции поверхности электродов ЭЛЭР-2, ЭЛЭР-2.1
ЭЛЭР-2.1/2, ЭЛЭР-5 на границе раздела двух сред
«электролит–воздух» «грунт–воздух» ЭХЗ 4834.058.001
1. Концевая (проходная) изолирующая муфта; 2,3,4. Термоусаживаемая трубка ТУТ;
5. Наконечник кабельный; 6. Герметик

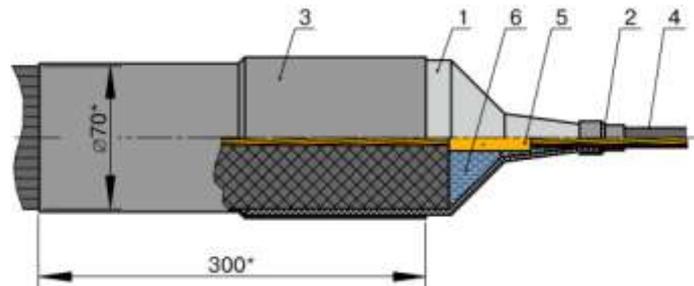


Рис. 15. Комплект изоляции контактного узла электродов ЭЛЭР-3, ЭЛЭР-5 (ГАЗ)
для грунтов ЭХЗ 4834.058.002
1. Концевая (проходная) изолирующая муфта; 2,3. Термоусаживаемая трубка ТУТ;
4. Кабель ВВГ 1х35; 5. Контактный узел; 6. Герметик

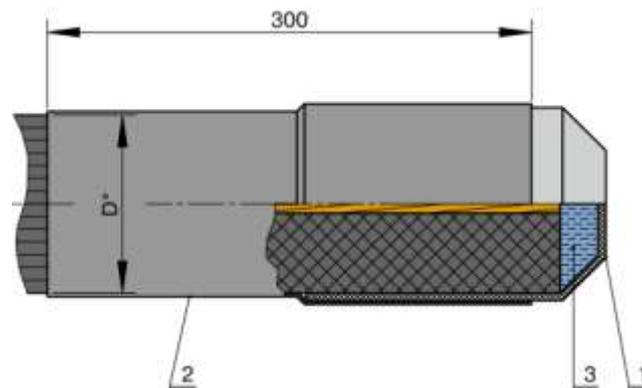


Рис. 16. Комплект изоляции торцов электродов ЭЛЭР-2, ЭЛЭР-2.1, ЭЛЭР-2.1/2,
ЭЛЭР-3, ЭЛЭР-5 (ГАЗ), для грунтов ЭХЗ 4834.058.003
1. Концевая (тупиковая) изолирующая муфта; 2. Термоусаживаемая трубка ТУТ;
3. Герметик

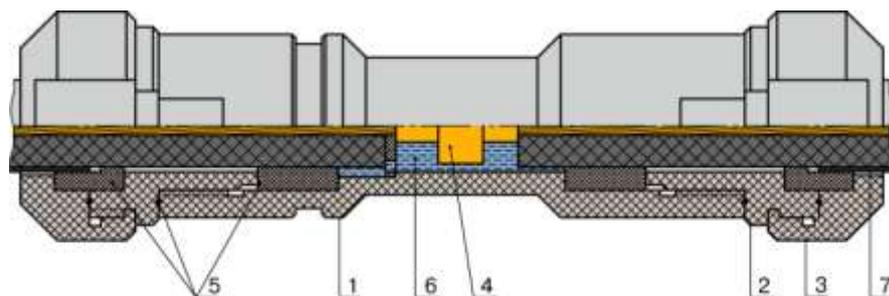


Рис. 17. Муфта соединительная типа «электрод–электрод» для электродов ЭЛЭР-2, ЭЛЭР-2.1, ЭЛЭР-2.1/2 для водных сред «БАЛТИКА» ЭХЗ 4834.058.004
1. Корпус; 2,3 Гайка; 4. Контактный узел; 5. Узлы уплотнения; 6. Герметик;
7. Термоусаживаемая трубка ТУТ

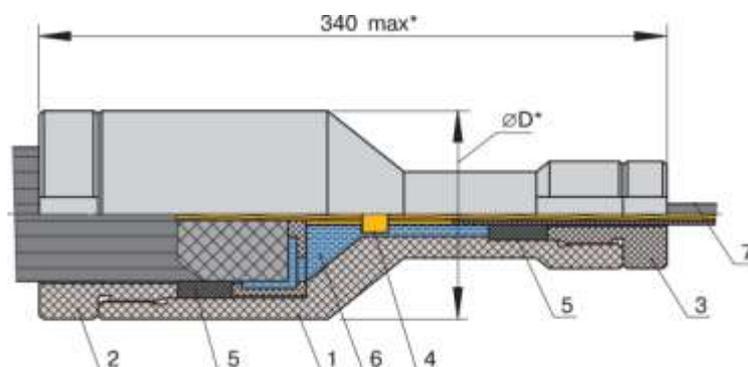


Рис. 18. Муфты соединительные типа «электрод–кабель» для электродов ЭЛЭР-2, ЭЛЭР-2.1, ЭЛЭР-2.1/2, ЭЛЭР-5 для грунтов и водных сред ЭХЗ 4834.058.012, ЭХЗ 4834.058.016
1. Корпус; 2,3 Гайка; 4. Контактный узел; 5. Узел уплотнения; 6. Герметик;
7. Кабель ВВГ 1х35/ВВГ 1х50

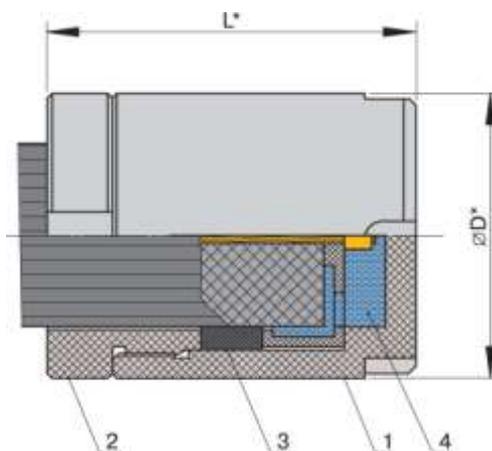


Рис. 19. Комплект изоляции торцов электродов ЭЛЭР-2, ЭЛЭР-2.1, ЭЛЭР-2.1/2, ЭЛЭР-5 для водных сред ЭХЗ 4834.058.015
1. Корпус; 2. Гайка; 3. Узел уплотнения; 4. Герметик

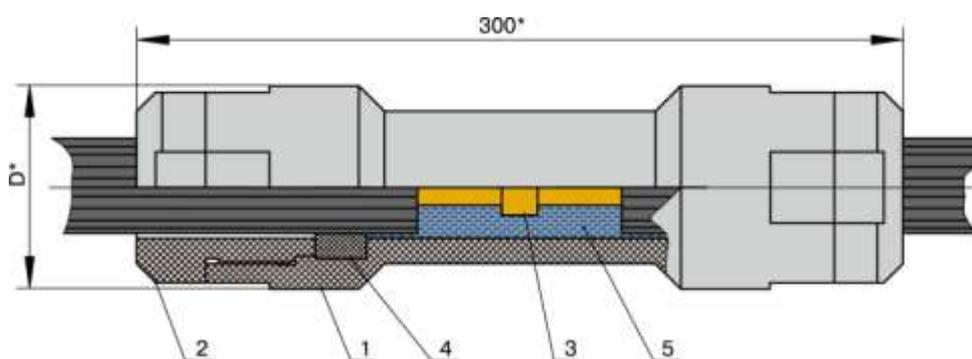


Рис. 20. Муфта соединительная типа «электрод–электрод» для электродов ЭЛЭР-2, ЭЛЭР-2.1, ЭЛЭР-2.1/2 для грунтов ЭХЗ 4834.058.018

1. Корпус; 2. Гайка; 3. Контактный узел; 4. Узел уплотнения; 5. Герметик

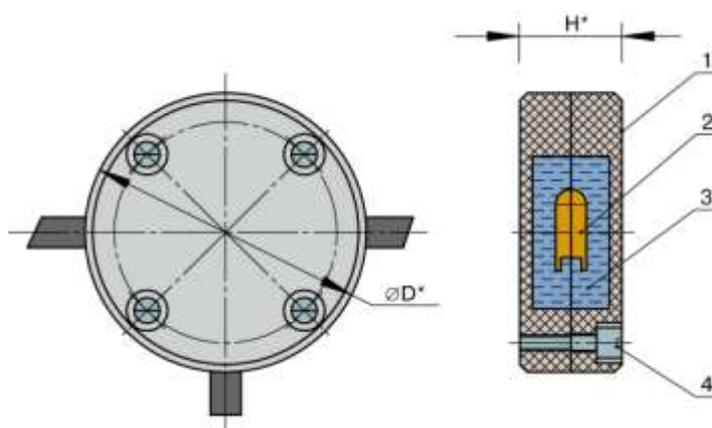


Рис. 21. Муфты соединительные типа «кабель–кабель–кабель» для модулей ЭЛЭР-3 для грунтов ЭХЗ 4834.058.028, ЭХЗ 4834.058.030

1. Корпус; 2. Контактный узел ; 3. Герметик; 4. Винт

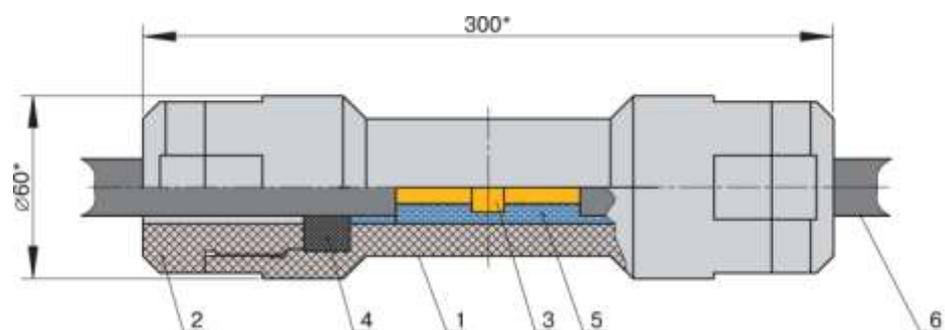


Рис. 22. Муфта соединительная типа «кабель–кабель» для грунтов и водных сред ЭХЗ 4834.058.029

1. Корпус; 2. Гайка; 3. Контактный узел; 4. Узел уплотнения; 5. Герметик;
6. Кабель ВВГ 1x35/ВВГ 1x50 (КГН 1x35)

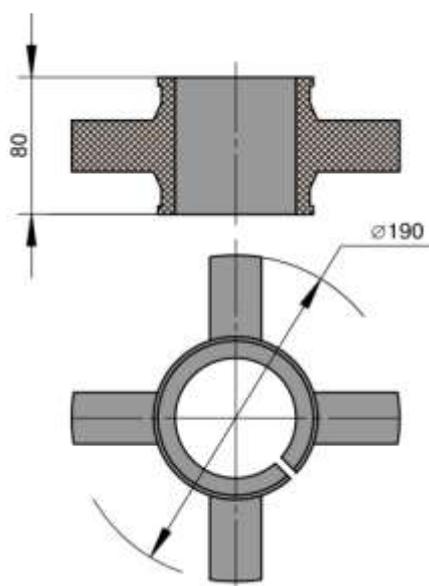


Рис. 23. Кольцо центрирующее ЭХЗ 190 для ЭЛЭР-5 ГАЗ

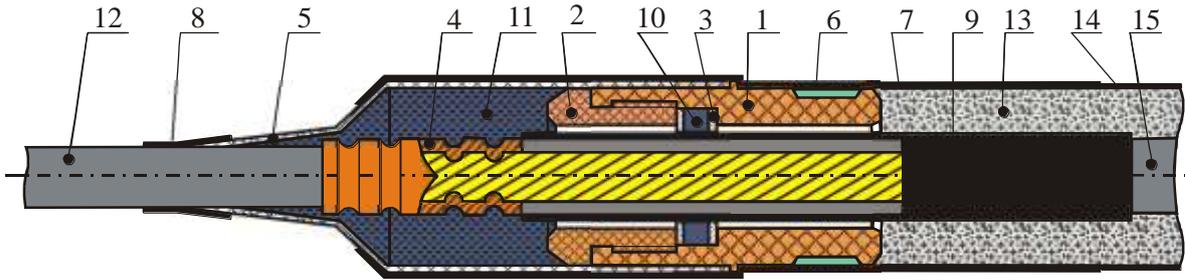


Рис. 24. Муфта соединительная типа «электрод-кабель» ЭХЗ 4834.058.043 для электродов ЭЛЭР-2.1К

1. Корпус; 2. Гайка; 3. Опорное кольцо; 4. Кабельная гильза; 5. Концевая (проходная) изолирующая втулка; 6. Хомут; 7,8,9. Термоусаживаемая трубка ТУТ; 10. Мастика герметизирующая; 11. Герметик; 12. Кабель ВВГ (1x35); 13. Коксовая оболочка; 14. Чехол из углеродного материала, покрытого электропроводным эластомером; 15. Оболочка из электропроводного эластомера.

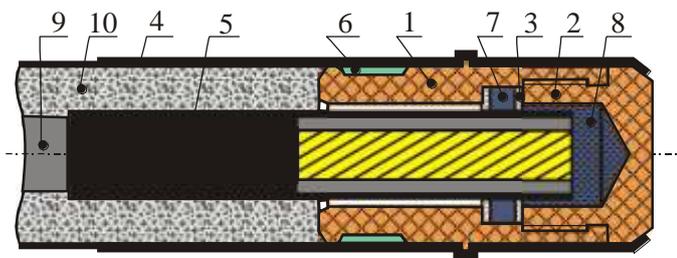


Рис. 25. Концевая заделка ЭХЗ 4834.058.044 для электрода ЭЛЭР-2.1К

1. Корпус; 2. Гайка; 3. Опорное кольцо; 4,5. Термоусаживаемая трубка ТУТ; 6. Хомут; 7. Мастика герметизирующая; 8. Герметик; 9. Оболочка из электропроводного эластомера; 10. Коксовая оболочка.

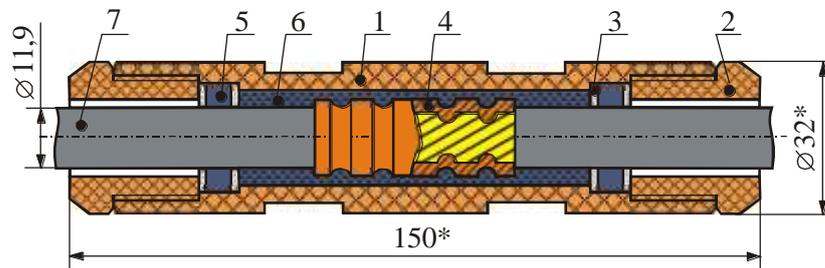


Рис. 26. Муфта соединительная ЭХЗ 4834.058.029-1 для электродов ЭЛЭР-2.1К

1. Корпус; 2. Гайка; 3. Опорное кольцо; 4. Кабельная гильза; 5. Мастика герметизирующая; 6. Герметик; 7. Кабель ВВГ (1x35).

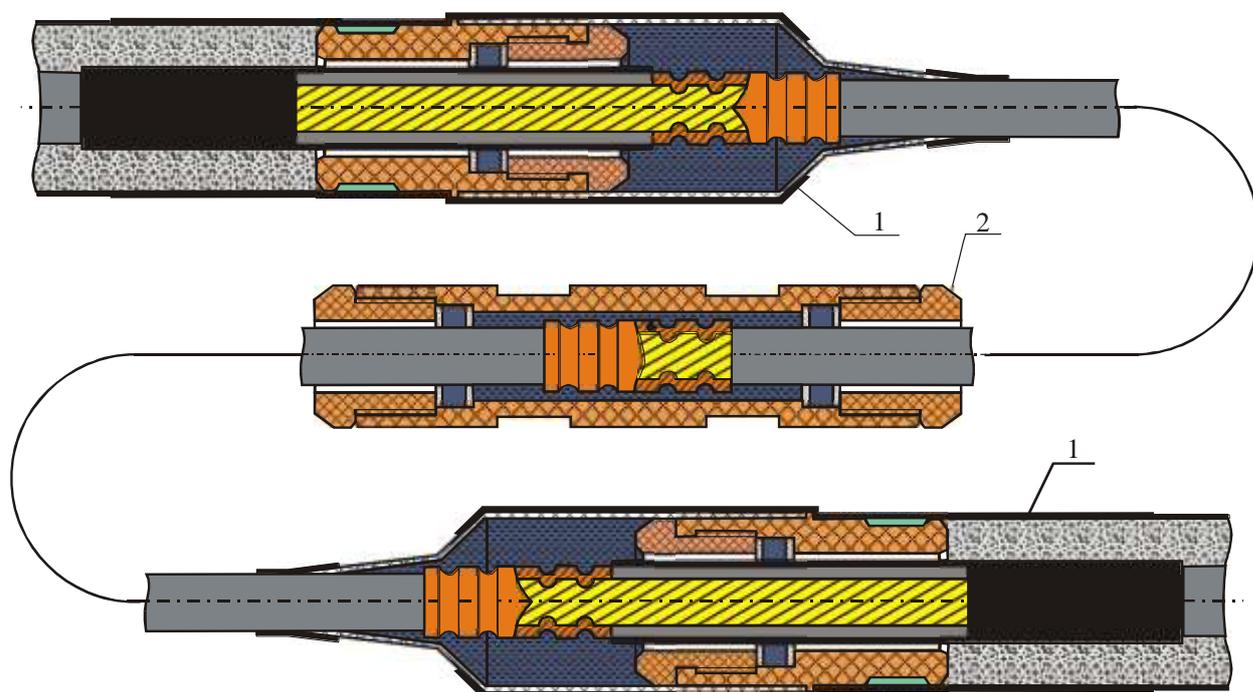


Рис. 27. Комплект ЭХЗ 4834.058.033 для соединения и ремонта электродов ЭЛЭР-2.1К
1. Муфта соединительная типа «электрод-кабель» ЭХЗ 4834.058.043;
2. Муфта соединительная ЭХЗ 4834.058.029-1