



# Современное оборудование ЭХЗ производства ЗАО «ХИМСЕРВИС»

**Н.М. Католикова,**  
начальник технического отдела ЗАО «Химсервис»

ЗАО «Химсервис» работает в области разработки и производства оборудования ЭХЗ с 1994 года, и нам хорошо известны существующие проблемы и достижения в области защиты от коррозии подземных сооружений.

В этой статье я расскажу о существующих материалах, используемых в качестве анодных заземлителей, а также представлю продукцию, выпускаемую ЗАО «Химсервис», и услугах, предлагаемых нашим предприятием. Все это позволит вам узнать о наших разработках и помочь в принятии решения по использованию их на ваших объектах.

Общеизвестно, что все изоляционные материалы, используемые в качестве защитных покрытий, имеют дефекты. Беспористых покрытий не бывает.

Дефекты могут возникнуть в процессе нанесения покрытия как в заводских, так и в трассовых условиях. Они неизбежно возникают при монтаже трубо-

провода, и, естественно, в процессе его эксплуатации. Через дефекты покрытия грунтовой электролит проникает к металлу трубопровода, вызывая его коррозионное разрушение.

Катодная защита предназначена для защиты металла трубопровода от коррозии в дефектных местах и используется только совместно с защитными покрытиями. В чем же заключается принцип катодной защиты? При таком способе защите от коррозии (рис. 1) защищаемое сооружение (чаще всего трубопровод) присоединяется к отрицательному полюсу источника тока, роль которого играет выпрямитель станции катодной защиты. К положительному полюсу подключается анодное заземление. Электрическая цепь замыкается через грунт. В процессе работы системы ЭХЗ ток, стекающий с анодного заземления, растворяет анодный заземлитель. Электроны, освобождающиеся при этом, натекают на защищаемый объект (трубопровод) и поляризуют его, тем самым препятствуя растворению металла трубопровода.

Очевидно, что надежность и долговечность системы ЭХЗ будет, в первую очередь, определяться скоростью растворения анодного заземлителя, а также надежностью электрических соединений системы.

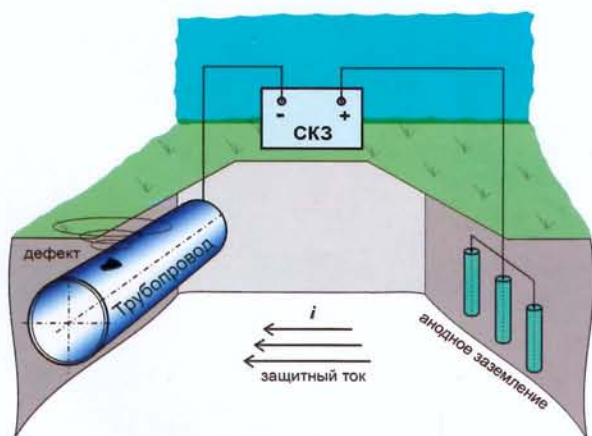


Рис. 1 Схема работы катодной защиты



В качестве материала анодного заземлителя может использоваться любой токопроводящий материал. До недавнего времени наиболее дешевыми и общедоступными являлись железоуглеродистые сплавы – стали и чугуны. Всем известны анодные заземления из отходов стальных труб, рельсов и др. металлолома. Что же происходит при использовании стали или чугуна в качестве анодного заземления?

Как было сказано выше, долговечность системы ЭХЗ определяется скоростью анодного растворения материала анодного заземлителя. Железоуглеродистые сплавы имеют очень высокую скорость растворения – порядка 9,8 кг/А·год. Поэтому использование этого материала приводит к загрязнению грунтовых вод продуктами растворения.

Вторая проблема с использованием стальных изделий в качестве анодных заземлителей – это осуществление надежного токоподвода. Как правило, токоподвод осуществляется приваркой кабеля к трубе или рельсу, и, в лучшем случае, такое соединение изолируется битумом. При работе битум растрескивается и соединение быстро отгорает.

Кроме того, если длина анодного заземления достаточно большая и, будучи установленным в скважину, пересекает слои грунта с различной электропроводностью, то в процессе работы анодного заземления ток, стекая в слоях с низким сопротивлением грунта, приведет к локальному растворению части

анодного заземления. При этом нижняя часть анодного заземления, лишенная токоподвода, перестает работать.

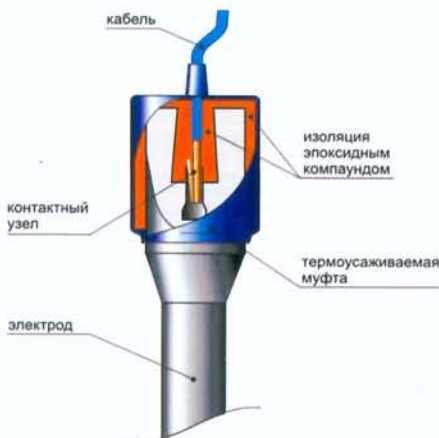
И третья причина, по которой неэффективно использовать стальные трубы (рельсы) в качестве анодных заземлителей, – это высокое переходное сопротивление анод – грунт. При анодном растворении железоуглеродистых сплавов на их поверхности образуются соединения с низкой электропроводностью, что вызывает высокое переходное сопротивление и приводит к повышенному расходу электроэнергии.

Суммируя вышеизложенное, можно сделать один вывод: в наше время, в век высоких технологий, необходимо использовать современное оборудование, а не технические решения 50-летней давности.

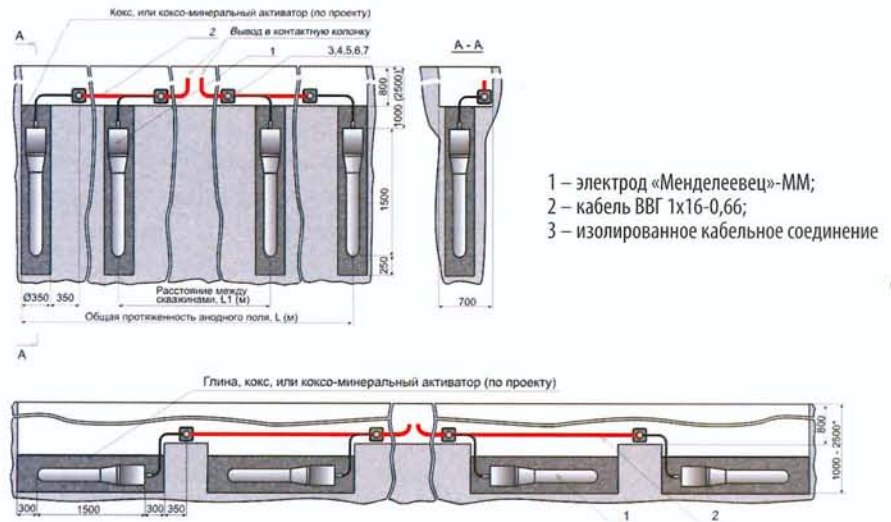
Современные технические решения предлагает ЗАО «Химсервис», специализирующееся на разработке и производстве современного оборудования ЭХЗ.

В качестве материала анодных заземлителей мы используем железокремнистый сплав – ферросилид, что позволяет рассчитывать на 30 лет службы анодного заземления. Скорость растворения этого сплава составляет 0,3-0,5 кг/А·год, что, по крайней мере, в 20 раз ниже скорости растворения железоуглеродистых сплавов. Продукты растворения сплава имеют высокую электропроводность, поэтому не оказывают влияние на значение переходного сопротивления анод – грунт.

Как известно, наиболее слабой и уязвимой частью анодного заземлителя является место присоединения токо-



**Рис. 2** Схема контактного узла анодных заземлителей «Менделеевец»



**Рис. 3** Схема установки анодных заземлителей «Менделеевец»-ММ

подводящего кабеля – контактный узел (рис. 2). В анодных заземлителях «Менделеевец» контактный узел заглублен в тело анода и, таким образом, имеет механическую защиту. Контакт кабеля с анодом осуществляется посредством зачеканки медных жил кабеля во втулке электрода анодного заземлителя. Внутренняя полость контактного узла изолируется составом на основе эпоксидного компаунда. Для предотвращения проникновения влаги по кабелю и со стороны электрода контактный узел дополнительно изолирован термоусаживаемой муфтой, имеющей клеевой подслои.

При разработке конструкций анодных заземлителей особое внимание было уделено кабелю. Работая в тех же условиях, что и анодный заземлитель, кабель подвергается агрессивному воздействию среды прианодного пространства. Газы, выделяющиеся при работе заземлителя, способны разрушить оболочку кабеля, что приводит к преждевременному выходу кабеля и, соответственно, анодного заземления из строя. Разработанный и используемый в конструкциях анодных заземлителей «Менделеевец» коррозионностойкий кабель адекватно отвечает сроку службы анодных заземлителей.

Для повышения эффективности работы анодных заземлителей нами разработан и запатентован состав засыпки прианодного пространства – коксо-минеральный активатор КМА. Использование КМА способствует снижению переходного сопротивления

анод – грунт и уменьшению скорости растворения ферросилидовых анодов.

Разрабатывая конструкции анодных заземлителей, мы стремимся к максимально возможному изготовлению заземлителей в заводских условиях, что повышает надежность всех соединений и увеличивает надежность и долговечность работы системы ЭХЗ. Все конструкции анодных заземлителей «Менделеевец» имеют 100% заводскую готовность. Монтаж заземлителей, как правило, сводится к опуску в скважину (или установку в траншею), засыпке прианодного пространства (при необходимости) и подключению в КИПе к токоподводящему кабелю СКЗ.



**а) Термитная сварка кабелей**



**б) Кабельное соединение с использованием кабельных зажимов**



**в) Изоляция кабельного соединения термоусаживаемыми муфтами**

**Рис. 4** Кабельные соединения



Особое внимание уделяется комплекту поставки. В зависимости от способа присоединения анодных заземлителей к токоподводящему кабелю предлагаются различные варианты комплектации анодных заземлителей. Так, для поверхностных анодных заземлителей, соединяемых в схему с помощью магистрального кабеля (рис. 3), предлагается два варианта изготовления кабельных соединений – с использованием термитной сварки (рис. 4а) или с помощью кабельных зажимов (рис. 4б). Независимо от способа изготовления кабельных соединений в комплект поставки обязательно входит магистральный кабель, комплект для изготовления кабельных соединений и монтажный комплект для изоляции кабельных соединений. Изоляцию кабельных соединений мы рекомендуем проводить с использованием термоусаживаемых муфт (рис. 4в), что не только облегчает проведение работ по изоляции, но и значительно повышает надежность соединения.

Глубинные заземлители, кабели присоединения которых выводятся на КИП, комплектуются кабельными наконечниками и термоусаживаемыми трубками для изоляции места оконцевания кабеля.

Такая комплексная поставка избавляет вас от приобретения дополнитель-

ных расходных материалов. Анодные заземлители, смонтированные в соответствии с прилагаемой Инструкцией по монтажу и с использованием оригинальных расходных материалов, обеспечивают надежную и долговечную работу систем ЭХЗ.

На базе ферросилидовых анодов ЗАО «Химсервис» предлагает несколько конструкций анодных заземлителей.

Наиболее простой и распространенной является конструкция поверхностного анодного заземлителя стержневого типа (рис. 5). Используется этот тип заземлителей для формирования анодных полей в местах, где поверхностные слои грунта имеют низкую электропроводность и не существует ограничения по землеотводу.

В местах ограниченного землеотвода, а также в местах, где электропроводящие слои грунта находятся на большой глубине (более 6м), целесообразно использовать глубинные анодные заземлители (рис. 6). Отличительной особенностью этих заземлителей является возможность собирать их в гирлянду и устанавливать в одной скважине, что позволяет увеличивать снимаемую токовую нагрузку и способствует снижению переходного сопротивления.

Для повышения эффективности работы представленных заземлителей прианодное пространство необходимо заполнять КМА.

Специально для облегчения монтажа анодных заземлителей с использованием

КМА разработаны конструкции комплектных заземлителей, в которых КМА является составной частью конструкции (рис. 7). В конструкциях комплектных заземлителей рабочий электрод помещен в корпус из оцинкованной жести, а свободное пространство заполнено КМА. Комплектные заземлители за счет плотного прилегания КМА к рабочему электроду отличаются низким значением переходного сопротивления и стабильностью работы в течение всего срока эксплуатации.

Не сомневаюсь, что вас заинтересуют выпускаемые нами магнетитовые заземлители. Уникальность магнетита как материала анодных заземлителей заключается в чрезвычайно низкой скорости анодного растворения – 0,02-0,04 кг/А\*год, что позволяет изготавливать компактные конструкции магнетитовых анодных заземлителей.

Цепочка магнетитового заземлителя (рис. 8) состоит из магнетитовых анодов, соединенных токоподводящим кабелем. За счет малого веса монтаж магнетитового заземлителя осуществляется вручную, при этом опуск производится за кабель, что отменяет необходимость использования грузоподъемной техники для монтажа анодного заземления.

Кроме того, магнетитовые заземлители могут использоваться для реконструкции глубинных анодных заземлений (ГАЗ), выполненных из стальных труб. Для восстановления работоспособности анодного заземления необходимо



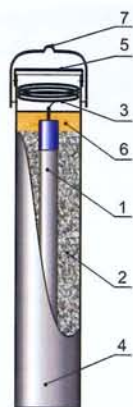
Рис. 5 Анодные заземлители «Менделеевец» – ММ



Рис. 6 Анодные заземлители «Менделеевец» – МГ



Технические характеристики



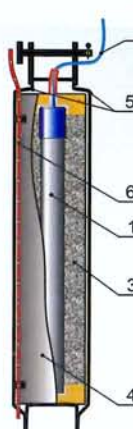
НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ	ЗНАЧЕНИЕ
Снимаемая токовая нагрузка, А	5
Скорость анодного растворения, кг/А*год:	0,2...0,4
Габаритные размеры, мм:	
длина	1800
диаметр	220
Масса, кг	65
Срок службы, лет, не менее	30

- 1 – электрод;
- 2 – коксо-минеральный активатор КМА;
- 3 – кабель;
- 4 – корпус;
- 5 – транспортная крышка;
- 6 – фиксирующая крышка;
- 7 – монтажная скоба

Рис. 7а Анодные заземлители «Менделеевец» – МК



Технические характеристики



НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ	ЗНАЧЕНИЕ
Снимаемая токовая нагрузка, А	8
Скорость анодного растворения, кг/А*год	0,2...0,4
Габаритные размеры, мм:	
длина	1730
поперечное сечение	200
Масса, кг	73
Количество блоков в гирлянде, шт., не более	16
Срок службы, лет, не менее	30

- 1 – электрод;
- 2 – кабель присоединения;
- 3 – коксо-минеральный активатор;
- 4 – контейнер;
- 5 – кронштейны;
- 6 – газоотводная трубка;
- 7 – центрирующая крышка

Рис. 7б Анодные заземлители «Менделеевец» – МКФ

очистить внутреннее пространство ГАЗ и вручную произвести монтаж магнетитового заземлителя. Если внутренняя полость трубы пустая, то прианодное пространство необходимо засыпать КМА. Если внутри трубы есть вода, то сразу после монтажа и подключения магнетитового заземлителя система ЭХЗ готова к эксплуатации.

Представленные конструкции анодных заземлителей разрабатывались применительно к защите линейной части магистральных трубопроводов. Вместе с тем, конструкции глубинных заземлителей успешно эксплуатируются и на компрессорных станциях, и в условиях городских хозяйств.

Если по техническим характеристикам существующие анодные заземлители не удовлетворяют требованиям, существующим на ваших объектах, мы готовы рассмотреть все предложения и разработать конструкцию анодного заземлителя специально для ваших условий.

Для того, чтобы система ЭХЗ бесперебойно работала, необходимо периодически проводить ее обследование.

ЗАО «Химсервис» предлагает услуги по диагностике коррозионного состояния подземных коммуникаций, находящихся под катодной защитой. Специалисты отдела диагностики трубопроводов, используя накопленный опыт, руководствуясь существующими нормативными документами и собственными разработками, проводят следующие работы:

- обследование состояния средств ЭХЗ участка трубопровода;
- обследование состояния изоляционного покрытия трубопровода с локализацией дефектов (используя метод интенсивных измерений);
- обследование коррозионного состояния участка трубопровода.



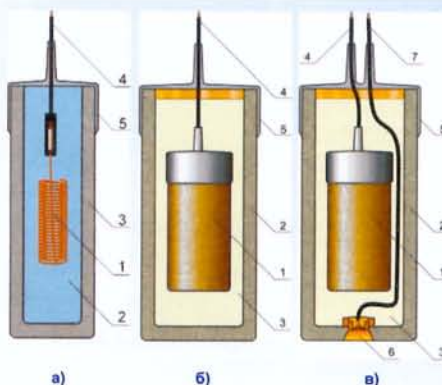
Технические характеристики



Технические характеристики	Анод	
	проходной	концевой
Диаметр, мм	60	60
Длина общая / рабочая, мм	720/600	760/710
Масса общая / эффективная, кг	6,2/4,7	6,0/4,7
Площадь рабочей поверхности, кв.дм	11,3	13,4

- 1 – магнетитовые аноды проходного типа;
- 2 – магнетитовый анод концевой;
- 3 – кабель

Рис. 8 Анодные заземлители «Менделеевец» – МТ



- а) **однокорпусной**
- 1 – медный электрод;
  - 2 – медный купорос;
  - 3 – керамический корпус;
  - 4 – измерительный кабель;
  - 5 – термоусаживаемая муфта

Технические характеристики

НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ	СМЭС-1	СМЭС-2	СМЭС-2ВЗ
Габаритные размеры, мм:			
высота	315	315	320
диаметр	98	143	143
Масса, кг	4,5	7,7	8,7
Потенциал (по х.с.э.), В			-(0,100 ± 0,02)
Переходное электрическое сопротивление, Ом, не более			1500
Диапазон рабочих температур, °С			от 0 до + 55
Срок службы, лет, не менее			10

б, в) двухкорпусные СМЭС-2(ВЗ)

- 1 – измерительный модуль;
- 2 – внешний корпус;
- 3 – влагоудерживающая засыпка;
- 4 – измерительный кабель;
- 5 – термоусаживаемая муфта
- 6 – вспомогательный электрод (ВЭ);
- 7 – измерительный провод ВЭ

Рис. 9 Медно-сульфатный электрод сравнения длительного действия СМЭС «Менделеевец»



После обследования Заказчику выдается технический отчет с рекомендациями:

- по повышению эксплуатационной надежности;
- по ремонту изоляционного покрытия;
- по срокам и виду очередности обследования.

Для обследования коррозионно-опасных участков используется метод бесконтактной магнитометрической диагностики, позволяющий точно локализовать места коррозионных разрушений и других дефектов металла трубопровода.

Используемая современная аппаратура и методики обследования позволяют проводить работы не только на линейной части магистральных трубопроводов, но и на дорожных переходах, компрессорных станциях, трубопроводах-отводах и других подземных объектах.

Если вы заинтересованы в качественном обследовании своих систем ЭХЗ, мы сможем провести обследование и выдать объективное заключение о состоянии системы в целом и ее составных частей.

ЗАО «Химсервис» давно и плодотворно работает на рынке средств ЭХЗ. Зная преимущества и недостатки существующего оборудования, мы стремимся разработать новое современное надежное оборудование.

Так, для контроля параметров ЭХЗ в этом году запущен в серийное производство стационарный медно-сульфатный электрод сравнения СМЭС (рис. 9). Конструкция электрода сравнения выполнена на базе корпуса из пористой керамики, что обеспечивает создание и поддержание электролитического контакта с грунтом при измерении потенциала защищаемых сооружений. Для работы в засушливых регионах разработана конструкция двухкорпусного электрода сравнения. Двухкорпусной электрод сравнения может комплектоваться вспомогательным электродом, используемым для измерения поляризационного потенциала трубопровода.

Специально для проведения работ по диагностированию трубопроводов

*Технические характеристики*

НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ	ЭМС-1,2	ЭМС-0,4
Высота электрода, мм	1140/1160	390 / 410
Длина провода, м	5,0*	2,0*
Масса электрода, кг, не более	0,5	0,3
Переходное электрическое сопротивление, кОм, не более		1,5
Потенциал по отношению к хлорсеребряному электроду, мВ		120±10
Диаметр стакана внутренний, мм		18
Диаметр стакана внешний, мм		25
Высота стакана, мм		100
Срок службы, лет, не менее		3

**Рис. 10** Электрод переносной медно-сульфатный ЭМС «Менделеев»

Типы наконечников: конус и пробка



*Технические характеристики*

НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ	ЗНАЧЕНИЕ			
Тип контакта	скользящий с графитовыми щетками			
Переходное сопротивление контакта, Ом, не более	0,1			
Тип провода*	ГУСП-141	ГУСП-142	ГСП-0,35	ГСП-0,5
Максимальная длина провода, м*	1000	1000	1000	500
Сопротивление провода на 1000 м длины, Ом, не более	272	165	270	80
Вес катушки в сборе с проводом и заплочной станцией, кг, не более	7,4	7,5	9	7,7
Вес провода, кг, не более	3,4	3,5	5,0	3,7
Вес катушки без провода, кг, не более	2,0			
Вес заплочной станции, кг, не более	2,0			
Габаритные размеры катушки (ширина x высота x глубина), мм, не более	320 x 400 x 260			
Габаритные размеры станции (длина x ширина x высота), мм, не более	370 x 155 x 850			
Срок службы, лет, не менее	2			

**Рис. 11** Катушка со скользящим контактом КСК-1 «Менделеев»

*Технические характеристики*

НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ	ЗНАЧЕНИЕ
Общее количество каналов измерения	4
Диапазон измерения:	
1 канал	±1В / ±10 В
2 канал	±1В / ±10 В
3 канал	±10В / ±100 В
4 канал (зависит от внешнего шунта)	±1А...±9999 А
4 канал (дополнительный режим)	±100 мВ
Погрешность измерения, %	0,3
Входное сопротивление 1, 2 и 3 каналов, МОм, не менее	10
Объем Flash-памяти, МБ	4
Тип источника питания	Встроенная АКБ, NiCd, 2400 мА/ч
Время работы от АКБ без подзарядки, ч, не менее	24
Потребляемая мощность от адаптера, Вт, не более	10
Интерфейс связи с ПК	RS-232, Bluetooth*, USB**
Рабочая температура, °С	от 0 до +60
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	210x165x91
Масса регистратора, кг, не более	1,5
Масса комплекта в упаковке, кг, не более	4,0
Срок службы, лет, не менее	5



**Рис. 12** Измеритель-регистратор напряжений многоканальный ИР-1 «Менделеев»

разработаны конструкции переносных электродов сравнения (рис. 10) и катушки со скользящим контактом, используемой в качестве удлинителя (рис. 11).

Начиная с 2003 года ЗАО «Химсервис» производит современное электрометрическое оборудование для диагностирования трубопроводов.

Поскольку мы сами занимаемся проведением диагностических работ и используем данный вид оборудования, то знаем весь спектр оборудования, представленный на рынке, его преимущества и недостатки, а также знаем необходимый набор функций, используемый при проведении работ. В тесном сотрудничестве с отделом диагностики трубопроводов специалисты отдела электрометрического оборудования разрабатывают современное диагностическое оборудование.

На сегодняшний день мы уже можем предложить многоканальный измеритель-регистратор напряжений ИР-1 «Менделеевец» (рис. 12) и индикатор поляризационного потенциала ИПП-1 «Менделеевец» (рис. 13). Оба этих прибора предназначены для измерения и регистрации параметров электрохимической защиты. Разработан универсальный трассоискатель и поисковый генератор марки «Менделеевец» (рис. 14). Пользуются большим спросом и выпускаемые нами счетчики времени наработки СВНЭ (рис. 15), встраиваемые в станции катодной защиты и другое оборудование.

Все выпускаемое электрометрическое оборудование проходит испытания на трассе в ходе проведения диагностических работ, что позволяет выявлять слабые места и недостатки опытной конструкции и устранять их.

Мы сами являемся потребителем изготавливаемого оборудования, поэтому разрабатываем оборудование с оптимальным набором функций и максимально удобное в эксплуатации.

По отзывам специалистов, эксплуатирующих электрометрическое оборудование, приборы марки «Менделеевец» отличаются надежностью, простотой и удобством в эксплуатации.



**Технические характеристики**

НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ	ЗНАЧЕНИЕ
Диапазон измерения: поляризационного потенциала потенциала «труба-земля» выходного напряжения УКЗ выходного тока УКЗ методом измерения напряжения на внешнем шунте тока поляризации вспомогательного электрода	$\pm 2,0$ В $\pm 10$ В $\pm 2$ В / $\pm 10$ В $\pm 0,2$ В $\pm 5$ мА
Входное сопротивление, МОм, не менее	10
Количество хранимых в энергонезависимой памяти результатов, ед.	210
Время хранения данных, лет, не менее	1
Протокол обмена с компьютером	Xmodem
Тип источника питания	2 батарейки AAA по 1,5 В
Ток потребления при номинальном напряжении питания 3,0±0,1 В, мА, не более	20 (в режиме измерения) 0,2 (в режиме хранения)
Рабочая температура, °С	от 0 до +40
Относительная влажность окружающей среды во время эксплуатации прибора при температуре +25 °С, %	до 90
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	150x80x38
Масса, кг, не более	0,2
Срок службы, лет, не менее	5

**Рис. 13** Измеритель потенциала поляризационного ИПП-1 «Менделеевец»



Универсальный трассоискатель УТ-1 «Менделеевец»



Генератор поисковый ГП-1 «Менделеевец»



**Рис. 14** Аппаратура для поиска и диагностики подземных коммуникаций



**Технические характеристики**

НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ	СВНЭ-1-1	СВНЭ-1-2
Напряжение питания, В*: постоянного тока (DC) переменного тока (AC)	12...48 20...60	48...150 100...230
Потребляемый ток, не более, мА	0,8 (=12 В)	2,0 (230 В)
Точность счета, %		0,1
Диапазон рабочих температур, °С		от -40 до +85
Температура хранения, °С		от -50 до +85
Максимальное значение учитываемого времени		99 999,9 ч (11,4 года)
Дискретность индикации времени, ч		0,1
Гарантированное время хранения информации (при отсутствии питания), лет		10
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм, не более		60x60x35
Масса счетчика со скобой крепления, кг, не более		0,03
Масса переходной пластиновой пластины, кг		0,010
Масса комплекта в упаковке, кг, не более		0,05
Срок службы, лет, не менее		10

**Рис. 15** Электронный счетчик времени наработки СВНЭ-1 «Менделеевец»