

СОГЛАСОВАНО:

_____ 2014 г.
«__»_____

УТВЕРЖДАЮ:

*Директор по развитию бизнеса
ЗАО «ЗМ Россия»*

_____ Кондратьев И.А.
«__»_____ 2014 г.

*МЕТОДИКА
№ ЗМ/2230/002*

*закладки интеллектуальных электронных маркеров на трассах КЛ
среднего (6–35 кВ) и высокого (110–500 кВ) классов напряжения и при-
емки построенных трасс КЛ по интеллектуальным электронным
маркерам*

СОГЛАСОВАНО:

_____ 2014 г.
«__»_____

РАЗРАБОТЧИК:

*Аналитик
ЗАО «ЗМ Россия»*

_____ Тузов Г.А.
«__»_____ 2014 г.

ПРОВЕРЕНО:

*Ведущий технический эксперт
ЗАО «ЗМ Россия»*

_____ Сулим В.П.
«__»_____ 2014 г.

г. Москва

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МАРКИРОВКИ.....	3
2.	ТИПЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ МАРКЕРОВ.....	4
3.	МЕТОДИКА ЗАКЛАДКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МАРКЕРОВ ПО ТРАССЕ КЛ.....	6
3.1.	МЕСТА ЗАКЛАДКИ МАРКЕРОВ.....	6
3.2.	ГЛУБИНА И ПЕРИОДИЧНОСТЬ УКЛАДКИ МАРКЕРОВ.....	8
3.3.	ЗАКРЕПЛЕНИЕ МАРКЕРОВ НА КАБЕЛЕ.....	10
4.	ПРОГРАММИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ МАРКЕРОВ.....	12
5.	ПРИЕМКА ТРАССЫ КЛ ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ МАРКЕРАМ.....	13

Перв. измен.	
Справ. №	

Подпись и дата	
Изм. №	
Взам. Инв. №	
Подпись и дата	

МЕТОДИКА ЗМ/2230/002								
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Закладка интеллектуальных электронных маркеров на трассах КЛ среднего (6-35 кВ) и высокого (110-500 кВ) классов напряжения и приемка построенных трасс КЛ по интеллектуальным электронным маркерам	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Тузоб	Сулум				2		
Проб.					ЗАО «ЗМ Россия»			
Утв.	Кондратьев							

1. ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МАРКИРОВКИ

Принцип технологии маркеропоиска состоит в зондировании поверхности земли радиочастотными сигналами, генерируемыми прибором-маркероискателем, с целью определения местоположения маркера.

Электронный маркер представляет собой резонирующий низкочастотный колебательный контур, запаянный в пластиковый кожух. Сигнал от прибора, за счет эффекта электромагнитной индукции, вызывает колебания определенной резонансной частоты во внутреннем контуре маркера. Прибор улавливает эти ответные колебания и таким образом локализует местоположение маркера.

Электронные маркеры закладываются в грунт рядом с кабельными линиями электропередачи на средний (6–35 кВ) и высокий (110–500 кВ) класс напряжения в процессе их строительства, при проведении реконструкции либо аварийно-восстановительных работ. Электронный маркер не требует элементов питания; срок службы маркера составляет не менее 30 лет.

Для маркировки трасс КЛЭП следует применять электронные маркеры *интеллектуального* типа. Интеллектуальные маркеры представляют собой особое схемотехническое решение. Они содержат встроенный RFID-чип с памятью, позволяющий записывать, хранить и считывать пользовательскую информацию. Информация из памяти передается в прибор-маркероискатель на резонансной частоте колебательного контура маркера.

Интеллектуальные электронные маркеры позволяют осуществлять как определение местоположения промаркированного объекта КЛ, так и абсолютную идентификацию трассы КЛ и специальных точек на ней (муфт, кабельных колодцев, поворотов, пересечений с другими коммуникациями и проч.).

Точность локализации по интеллектуальным электронным маркерам составляет 10–20 см в зависимости от глубины закладки и типа интеллектуального маркера (см. раздел 3.2). Специально подобранная резонансная частота маркеров практически полностью исключает влияние помех от металлических объектов в грунте (включая металлический сердечник и экран самой КЛ) на процесс локализации и считывания данных интеллектуальных маркеров. Рабочая частота электронных маркеров для маркировки КЛЭП составляет 169,8 кГц.

Инв. №подл	Подпись и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

МЕТОДИКА ЗМ/2230/002

Лист

3

2. ТИПЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ МАРКЕРОВ

Шаровой маркер.

Данный тип маркера имеет сферический корпус, изготовленный из полиэтилена высокой плотности, химически устойчивого и механически прочного материала. Внутри маркера находится запаянный пластиковый диск, содержащий резонансный контур (антенну) и интегральную схему с RFID-чипом с памятью. Внутри также содержится незамерзающая жидкость, которая представляет собой водный раствор пропиленгликоля. Это химически неактивное, нетоксичное, экологически безвредное, взрыво- и пожаробезопасное вещество. Наличие жидкости позволяет эксплуатировать маркер в условиях низких температур (в т.ч. в промерзающих грунтах), а также обеспечивает горизонтальное положение диска с резонансным контуром при любом положении маркера в траншее с КЛ. Это гарантирует максимальный уровень сигнала от маркера и облегчает закладку маркеров, поскольку снимает требование по выравниванию маркера перед засыпкой траншеи.

Таблица 1

Интеллектуальный шаровой маркер 1422/XR-iD	
Диаметр корпуса	10,4 см
Максимальная глубина обнаружения	1,5 м
Максимальная глубина считывания	1,0 м
Мин. горизонтальное и вертикальное расстояние до кабельной линии	10,4 см от центра маркера
Мин. дистанция между маркерами	1,06 м

Полноразмерный маркер.

Данный тип маркера имеет плоский корпус, в котором закреплен резонансный контур большого диаметра (38 см), что обеспечивает более мощный сигнал и, как следствие, большую максимальную глубину закладки. Широкий корпус маркера обеспечивает физическую защиту наиболее уязвимых объектов (муфты) при ручном шурфовании и визуально оповещает работников, ведущих земляные работы, о пролегании КЛ. Данный тип маркера применим при прокладке КЛ открытым способом путем разработки траншеи и требует выравнивания в горизонтальное положение при его укладке.



Рисунок 1. Полноразмерный маркер

Таблица 2

Интеллектуальный полноразмерный маркер 1251/XR-iD	
Диаметр / толщина корпуса	38 см / 1,7 см
Максимальная глубина обнаружения	2,4 м
Максимальная глубина считывания	2,0 м
Мин. горизонтальное и вертикальное расстояние до кабельной линии	15,2 см
Мин. дистанция между маркерами	1,5 м

Околоповерхностный маркер.

Данный тип маркера имеет небольшой корпус цилиндрической формы. Это существенно упрощает установку данного типа маркеров, поскольку для его закладки достаточно просверлить отверстие диаметром 2 см в асфальтовом / бетонном покрытии или земле, без необходимости проведения масштабных земляных работ.



Рисунок 2. Околоповерхностный маркер

Таблица 3

Интеллектуальный околоповерхностный маркер 1433/XR-iD	
Диаметр / длина корпуса	2 см / 7,6 см
Максимальная глубина обнаружения / считывания	60 см
Мин. вертикальное расстояние до кабельной линии	30 см
Мин. горизонтальное расстояние до кабельной линии	5 см
Мин. дистанция между маркерами	1,06 м

Инд. №года	Подпись и дата
Взам. Инв. №	Инв. № дидл
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

МЕТОДИКА ЗМ/2230/002

Лист
5

3. МЕТОДИКА ЗАКЛАДКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МАРКЕРОВ ПО ТРАССЕ КЛ

Закладку интеллектуальных электронных маркеров необходимо осуществлять на КЛЭП особой важности, для которых необходимо обеспечение максимальной надежности и безопасности эксплуатации, а также максимальная оперативность проведения аварийно-восстановительных работ на них. К указанным КЛЭП относятся:

- Все КЛ высокого класса напряжения (110–500 кВ);
- КЛ среднего класса напряжения (6–35 кВ), питающие электроприемники I и II категории, в отношении которых необходимо обеспечение особого уровня надежности при эксплуатации;

Также, требуется маркировка с применением интеллектуальных электронных маркеров КЛ среднего класса напряжения (6–35 кВ), проходящих по территории низкой городской застройки либо относящихся к областным сетям, для которых невозможно обеспечить точных геодезических привязок к наземным объектам. Отсутствие четких наземных привязок создает сложности в локализации трасс данных КЛ при необходимости проведения земляных работ на них, что решается путем их абсолютной идентификации с применением интеллектуальных маркеров.

3.1. Места закладки интеллектуальных маркеров

Закладку интеллектуальных электронных маркеров необходимо осуществлять на все объекты указанных в п.3 типов кабельных линий, которые фиксируются в исполнительной документации путем специальных обозначений и/или с присвоением индивидуальных номеров согласно проекту:

- Люки смотровых колодцев
- Соединительные, переходные, разветвительные и ремонтные муфты
- Концевые муфты
- Границы участков ГНБ
- Точки ввода в здания
- Повороты трассы КЛ и точки заглубления
- Места пересечений с другими подземными коммуникациями, авто- и железными дорогами
- Границы водных переходов

Также, обязательна маркировка линейных участков указанных в п. 3 типов кабельных трасс с фиксированным интервалом:

- Для высоковольтных КЛ и КЛ среднего класса напряжения, питающих потребителей I и II категории, частота закладки интеллектуальных маркеров на прямолинейных участках должна быть не более 50 м;
- Для КЛ среднего класса напряжения (6–35 кВ), проходящих по территории низкой городской застройки либо относящихся к областным сетям, частота закладки интеллектуальных маркеров на прямолинейных участках должна быть не более 100 м.

Инд. №года	Подпись и дата
Взам. Инв.№	Инв. № дидл
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

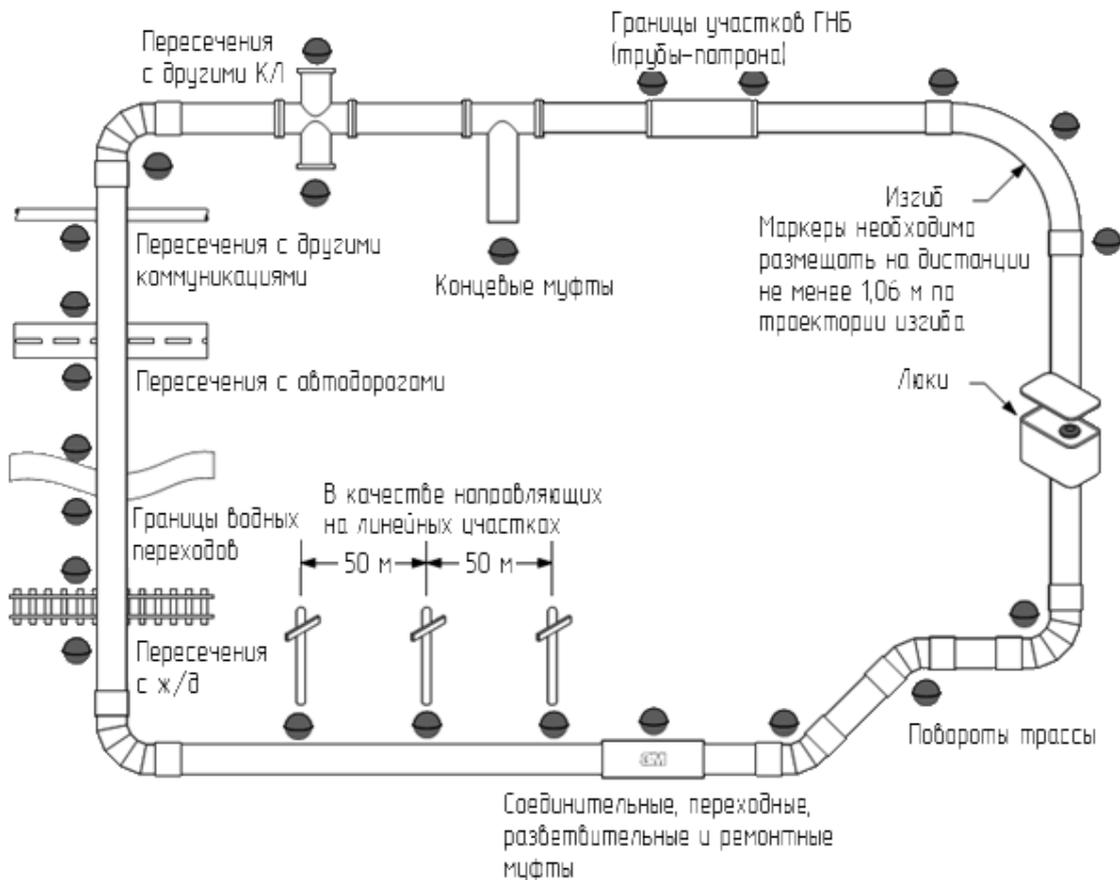


Рисунок 3. Места обязательной укладки интеллектуальных маркеров по трассе КЛ

Существует ряд **особых случаев** закладки интеллектуальных маркеров, при которых критичен выбор интеллектуального маркера определенного типа:

а) в случае если проектом предусмотрена укладка бетонных плит / плит ПЗК поверх кабельной линии в процессе ее строительства, рекомендуется применять полноразмерные маркеры, поскольку при укладке полноразмерных маркеров поверх плит отсутствуют сложности в их горизонтальном позиционировании, при этом данный тип маркеров обеспечивает максимально мощный сигнал. Между маркером и плитой необходимо подсыпать земляной слой толщиной 15–20 см;

б) в случае необходимости маркировки объектов городских кабельных сетей, залегающих близко к поверхности земли (в частности, люков кабельных колодцев), необходимо применять околоповерхностные интеллектуальные маркеры в связи с простотой их монтажа, не требующей проведения земляных работ и существенного разрушения дорожного полотна.

3.2. Глубина и периодичность укладки маркеров

Глубина закладки интеллектуальных маркеров определяется следующими параметрами:

- глубина пролегания КЛ;
- нормативная глубина обнаружения / считывания маркера;
- желаемая зона обнаружения сигнала маркера на поверхности земли;
- толщина снежного покрова зимой;
- потенциальное увеличение фактических отметок земли над КЛ.

Таблица 4. Нормативные глубины

Тип интеллект. маркера	Глубина обнаружения, м	Глубина считывания, м
Шаровой	1,5	1,0
Полноразмерный	2,4	2,0
Околоповерхностный	0,6	0,6

Таблица 5. Зоны обнаружения маркеров на поверхности земли

Тип интеллект. маркера / Глубина закладки, м	Околоповерхностный	Шаровой	Полноразмерный
0,6	Ø = 0,2 м	Ø = 0,9 м	Ø = 2,4 м
1,5	-	Ø = 0,6 м	Ø = 2,1 м
1,8	-	-	Ø = 1,5 м
2,4	-	-	Ø = 1,2 м

Расстояние от уровня поверхности земли до основания интеллектуального маркера не должно превышать нормативных показателей, указанных в табл. 4, иначе обнаружение / считывание маркера будет невозможно.

Рекомендуется закладывать маркеры на глубину, меньшую максимального (нормативно-го) показателя. Это обеспечит большую зону обнаружения маркера на поверхности (согласно показателям в табл. 5) и компенсирует увеличение расстояния от поверхности земли до основания маркера, возникающее за счет снежного покрова зимой либо изменения фактических отметок земли на проложенной КЛ.

При этом для надежного обнаружения/считывания маркеров положение маркеро-поискового прибора в процессе поиска/чтения маркеров должно быть вертикальным, а наконечник прибора должен быть максимально приближен к поверхности земли (касаться земли).

Учет глубины снежного покрова должен осуществляться следующим образом:

- Антенну прибора-маркероискатель допускается втыкать в снег до определенного уровня, обозначенного резиновой прокладкой (см. рис. 4, показана выделением). Это частично компенсирует глубину снежного покрова;
- При прохождении КЛ под авто- и пешеходными дорогами рекомендуется закладывать не менее 10 см снежно-ледяного покрова при расчете глубины закладки интеллектуальных маркеров (т.е. расстояние между фактической отметкой земли и основанием маркера должно быть уменьшено не менее чем на 10 см);
- При прохождении КЛ под землей в зонах, не расчищаемых от снежно-ледяного покрова, рекомендуется закладывать не менее 30 см указанного покрова при расчете глубины закладки интеллектуальных маркеров (т.е. расстояние между фактической отметкой земли и основанием маркера должно быть уменьшено не менее чем на 30 см).

Инв. №года	Подпись и дата
Взам. Инв. №	Инв. № дидл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------



Рисунок 4. Наконечник (антенна) прибора-маркероискателя

С учетом вышеуказанных корректировок при расчете глубины закладки интеллектуального маркера, маркер должен быть заложен на расстоянии от КЛ, превышающем нормативное (минимальное) вертикальное расстояние, указанное в характеристиках каждого типа интеллектуальных маркеров. При этом требуются следующие меры:

- Маркер должен быть физически прикреплен к кабелю, чтобы избежать смещения его положения за счет движения грунтов (методики закрепления маркера изложены в п. 3.3);
- Фактическое расстояние от основания маркера до верхнего края кабеля должно быть зафиксировано во внутренней памяти интеллектуального маркера при его программировании непосредственно перед закладкой (см. п. 4).

При закладке интеллектуальных маркеров также необходимо выдерживать определенную периодичность их закладки:

- Минимальная дистанция между интеллектуальными электронными маркерами должна составлять 1,06 м (в случае шаровых и околоповерхностных маркеров) или 1,5 м (в случае полноразмерных маркеров). Закладка маркеров на меньшей дистанции может вызвать сбои при их считывании;
- При использовании интеллектуальных маркеров в качестве направляющих на прямолинейных участках КЛ, рекомендуется закладывать маркеры в местах стандартного расположения столбиков-реперов, табличек и прочих стандартных объектов наземной маркировки. Периодичность закладки интеллектуальных маркеров составляет не более 50 м (для высоковольтных КЛ и КЛ среднего класса напряжения, питающих потребителей I и II категории) либо не более 100 м (для КЛ среднего класса напряжения, проходящих по территории низкой городской застройки либо относящихся к областным сетям);
- На изгибах и поворотах с большим радиусом рекомендуется последовательная маркировка изгиба интеллектуальными электронными маркерами с дистанцией, близкой к минимальной возможной 1,06 м (в случае шаровых и околоповерхностных маркеров) или 1,5 м (в случае полноразмерных маркеров).

Инд. №года	
Подпись и дата	
Взам. Инв. №	
Инв. № дидл	
Подпись и дата	

3.3. Закрепление маркеров на кабеле

При закладке маркера необходимо прикрепить его к кабелю, чтобы избежать его смещения за счет движений грунтов.

Основной способ закрепления маркера на кабеле — с помощью кабельных стяжек или капроновых шнуров, продеваемых через стандартные проушины, присутствующие на корпусе интеллектуальных маркеров шарового и полноразмерного типов. Данный способ представлен на рис. 5.

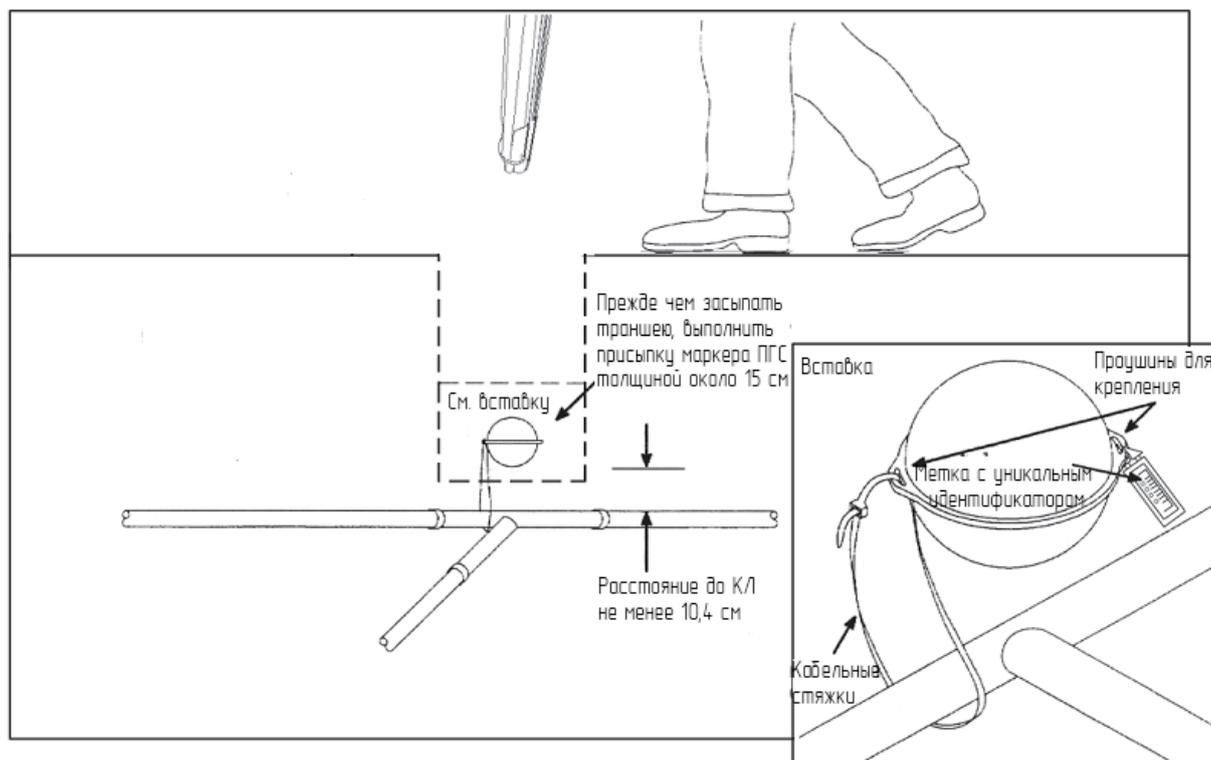


Рисунок 5. Закрепление маркера на кабеле с помощью стяжек

В случае если необходимо выдержать расстояние между интеллектуальным маркером и кабелем, существенно превышающее минимально допустимое расстояние, необходимо привязать маркер капроновыми шнурами либо стяжками и закрепить маркер на стенке траншеи между досками либо непосредственно в грунте (применимо для шарового интеллектуального маркера). После подсыпки слоя земли / ПГС соответствующей толщины, маркер необходимо извлечь из стенки траншеи и положить его ровно над трассой КЛ.

В случае если расстояние между маркером и КЛ необходимо соблюсти максимально строго, рекомендуется закрепить маркер на отрезке композитной арматуры, пластиковой трубы либо деревянной доске так, как показано на см. рис. 6 (применимо для шарового интеллектуального маркера). При этом указанный отрезок также рекомендуется закрепить с помощью стяжек или шнуров к кабелю.

Полноразмерный интеллектуальный маркер рекомендуется размещать на бетонных плитах либо кирпичной кладке, укладываемых поверх КЛ, при необходимости привязывать маркер к плите / кирпичам также с помощью стяжек либо капроновых шнуров. Между маркером и плитой необходимо подсыпать земляной слой или ПГС толщиной 15–20 см.

Инв. №подл	Подпись и дата
Взам. Инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

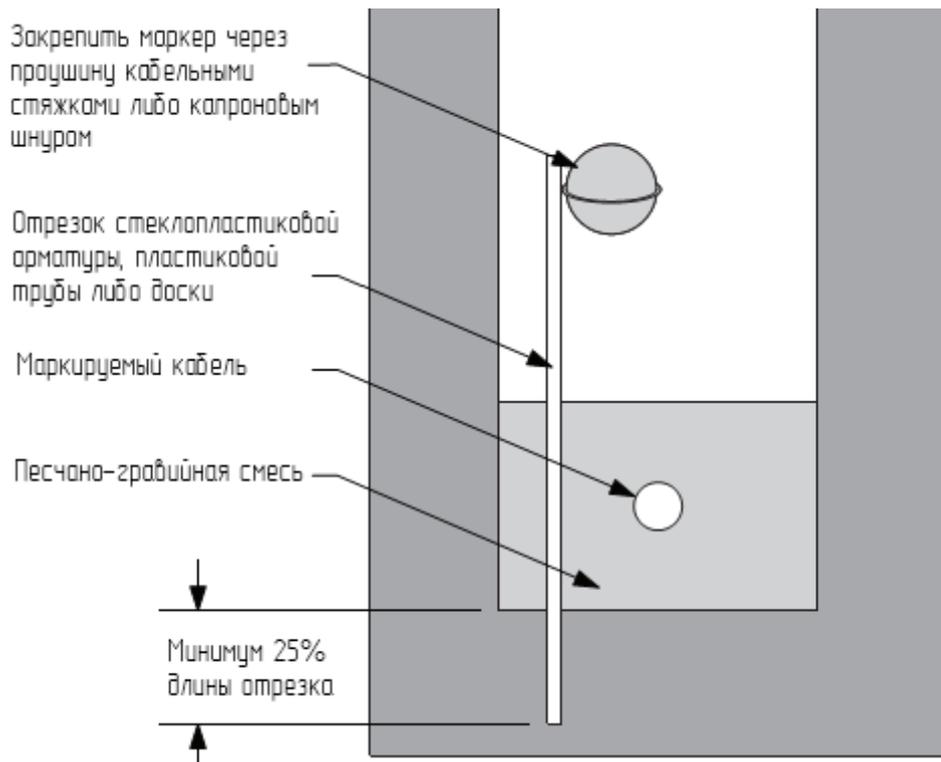


Рисунок 6. Жесткая фиксация шарового интеллектуального маркера над КЛ

Инв. №подл	Подпись и дата
Взам. Инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

МЕТОДИКА ЗМ/2230/002

4. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ МАРКЕРОВ

Память интеллектуального маркера позволяет записать 6 пользовательских параметров, состоящих из названия (8 символов) и значения параметра (14 символов).

Порядок программирования маркеров:

1. Подготовка шаблонов программирования маркеров осуществляется на ПК с использованием специальной утилиты, входящей в комплект поставки маркероискателя. Шаблон включает закрытый список необходимых названий параметров, словарь типовых терминов, используемых в качестве значений параметров, и постоянные значения параметров, известные заранее, до выезда на объект и закладки маркеров;
2. Загрузка шаблонов в прибор-маркероискатель;
3. Запись данных в маркер производится непосредственно перед закладкой в траншею. При этом внесение в шаблон переменной информации производится вручную с использованием виртуальной клавиатуры прибора, либо путем выбора фиксированных значений из справочника маркероискателя.

Существует перечень рекомендуемых параметров, из числа которых требуется отобрать 6 обязательных параметров для ввода в память интеллектуальных маркеров:

- название компании / эксплуатирующего подразделения
- контактная информация (номер телефона)
- наименование титула / диспетчерский номер линии
- глубина залегания объекта
- расстояние от маркера до КЛ
- номер маркера по проекту
- класс напряжения КЛ
- цвет фазы
- диаметр токопроводящей жилы
- расстояние до следующего маркера
- дата закладки маркера / проведения ремонта
- имя монтера, установившего муфту
- причина аварии на КЛ

Рекомендуется создание нескольких типов шаблонов — в частности, для маркеров, закладываемых при новом строительстве / реконструкции и при проведении ремонтно-восстановительных работ. В память маркеров, применяемых в процессе ремонтно-восстановительных работ, обязательно внесение информации о монтере, производившем ремонт, причине аварии и дате/времени ее устранения. Это необходимо для ведения статистики аварий и ремонтов на КЛ (анализ информации, записанной и считанной из интеллектуальных маркеров, — см. п. 5).

Инь. №года	Подпись и дата
Взам. Инв.№	Инь. № дидл
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

5. ПРИЕМКА ТРАССЫ КЛ ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ МАРКЕРАМ

Информация, записанная и считанная из памяти интеллектуальных электронных маркеров, выгружается на ПК из памяти приборов-маркероискателей с помощью специальной утилиты в комплекте поставки прибора-маркероискателя в форме стандартных электронных отчетов в формате .csv. Данные отчеты должны применяться для проверки выполнения работ строительным подрядчиком в процессе приемки трассы КЛ. Отчеты, предоставленные строительным подрядчиком, могут быть использованы в качестве официального отчета о работе, проведенной подрядной организацией.

Этапы приемки трассы КЛ по интеллектуальным маркерам:

1. Проверка на основании вышеуказанного официального отчета подрядной организации количества маркеров и записанных в них данных на предмет соответствия проектной документации;
2. Выбор определенного количества объектов КЛ, на которых проектом была предусмотрена установка интеллектуальных маркеров (не менее 5% от общего числа промаркированных объектов трассы);
3. Выборочная проверка с выездом на КЛ путем прохождения вдоль трассы КЛ по выбранным объектам маркировки с целью обнаружения и считывания интеллектуальных маркеров, маркирующих данные объекты;
4. Выгрузка данных по считанным маркерам из памяти прибора на ПК в формате .csv и анализ полученной информации на соответствие данным проектной документации. Составление официального отчета о результатах выборочной проверки.

Рекомендуется осуществлять проверку также до окончания строительства КЛ на этапе укладки маркеров (промежуточную проверку) путем выгрузки данных с приборов-маркероискателей, использовавшихся сотрудниками подрядной организации для программирования интеллектуальных маркеров, и их анализа на предмет соответствия запроектированного и реального произведенного объема программирования и закладки интеллектуальных маркеров.

Анализ информации, записанной и считанной из памяти интеллектуального маркера, с помощью формируемых прибором-маркероискателем электронных отчетов также рекомендуется применять для ведения статистики повреждений и проведенных ремонтных работ. При установке ремонтных муфт обязательна закладка вместе с муфтой интеллектуального маркера с записанной информацией о ремонте (см. п. 4), которая должна быть впоследствии выгружена на ПК и сохранена в единую базу данных для хранения и последующего анализа.

Инд. №подл	Подпись и дата
Взам. Инв.№	Инв. № дидл
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

МЕТОДИКА ЗМ/2230/002

Лист

13