

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «21» мая 2021 г. № 805

Регистрационный № 81814-21

Лист № 1
Всего листов 7

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Модули инклинометрии МИ-501 и МД-402

Назначение средства измерений

Модули инклинометрии МИ-501 и МД-402 (далее – инклинометры) предназначены для измерений зенитных и азимутальных углов ствола горизонтальной или наклонно-направленной скважины и углов установки отклонителя при работе в составе систем телеметрических буровых в процессе бурения.

Описание средства измерений

Принцип работы инклинометров основан на измерении в скважине в трех направлениях значений проекций вектора силы тяжести на ось чувствительности акселерометра с помощью трех ортогонально установленных акселерометров и измерениях в трех направлениях проекций вектора напряженности естественного магнитного поля Земли на ось чувствительности магнитометра с помощью трех магнитометров. На основании этих измерений вычисляются метрологические параметры инклинометров.

Измерение углов установки отклонителя в зависимости от диапазонов может происходить с использованием акселерометров (показания параметров GTF) и с использованием магнитометров (показания параметров MTF).

Конструктивно в сборе инклинометры представляют собой электронный блок, установленный в немагнитный цилиндрический охранный кожух, заканчивающийся с одной стороны наружной резьбой, а с другой – внутренней резьбой. Резьбы служат для механического скрепления инклинометров с другим оборудованием скважинных систем телеметрических буровых. В транспортном состоянии на резьбы накручены защитные колпаки (заглушки) и пробки.

Инклинометры имеют два разъёма для подачи напряжения питания и подключения интерфейса связи. Одни контакты разъёмов используются для подключения к шине напряжения питания модулей, другие контакты разъёмов используются для подключения к шине интерфейса связи. Один разъём установлен на одном торце корпуса модуля, другой разъём подключен к модулю с помощью кабеля спирального через второй торец корпуса.

На цилиндрической поверхности инклинометров, на стороне расположения наружной резьбы, установлены резиновые кольца уплотнительные для обеспечения герметичности соединений с другим оборудованием приборов скважинных систем телеметрических буровых.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) в паспорт.

Общий вид инклинометров представлен на рисунках 1 и 2.



а)

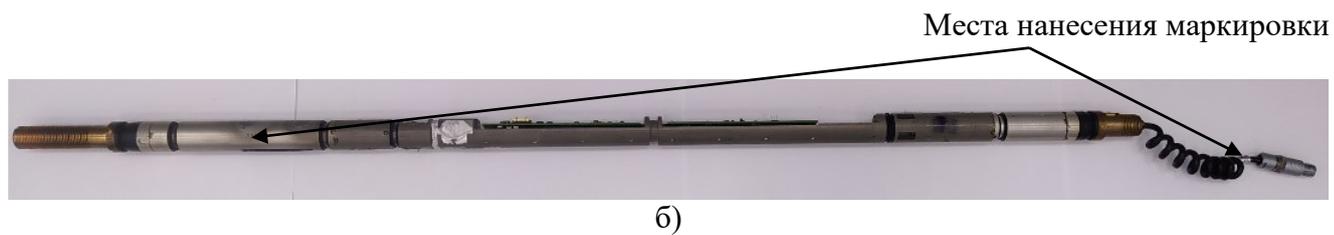


Рисунок 1 – Общий вид инклинометров МД-402
(а – в немагнитном кожухе, б – без немагнитного кожуха)

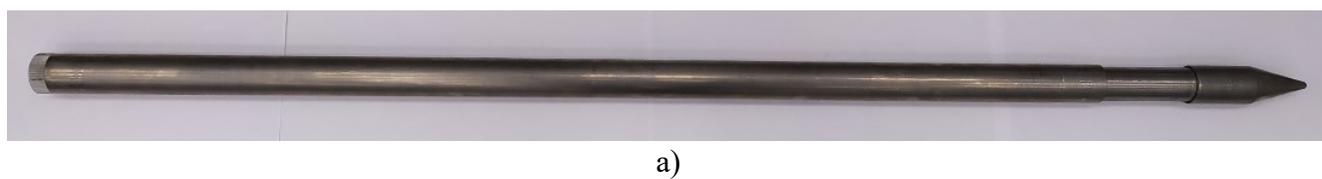


Рисунок 3 – Общий вид инклинометров МИ-501
(а – в немагнитном кожухе, б – без немагнитного кожуха)

Маркировка на инклинометры наносится в двух местах, обозначенных на рисунках 1 и 2. Пример маркировки изображен на рисунках 3 и 4.

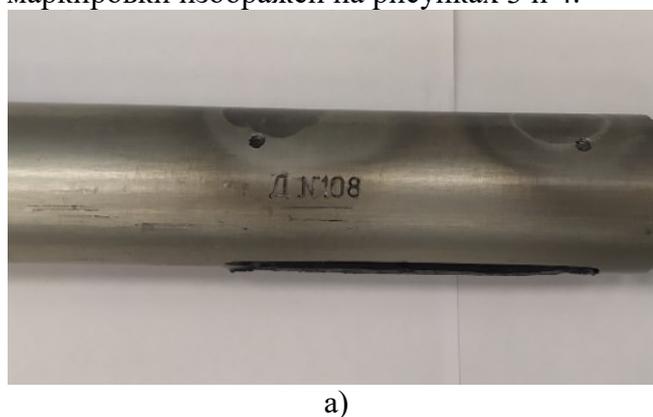


Рисунок 3 – Маркировка инклинометра МД-402
(а – на корпусе инклинометра, б – на проводе питания)



а)



б)

Рисунок 4 – Маркировка инклинометра МИ-501
(а – на корпусе инклинометра, б – на проводе питания)

Ограничение доступа к электронным компонентам модулей инклинометрии МИ-501 и МД-402 для предотвращения несанкционированной настройки и вмешательства, которые могут привести к искажению результатов измерений, обеспечивается заливкой электронных компонентов специальными высокотемпературными герметиками и лаками, без повреждения которых доступ к электронным компонентам не возможен.

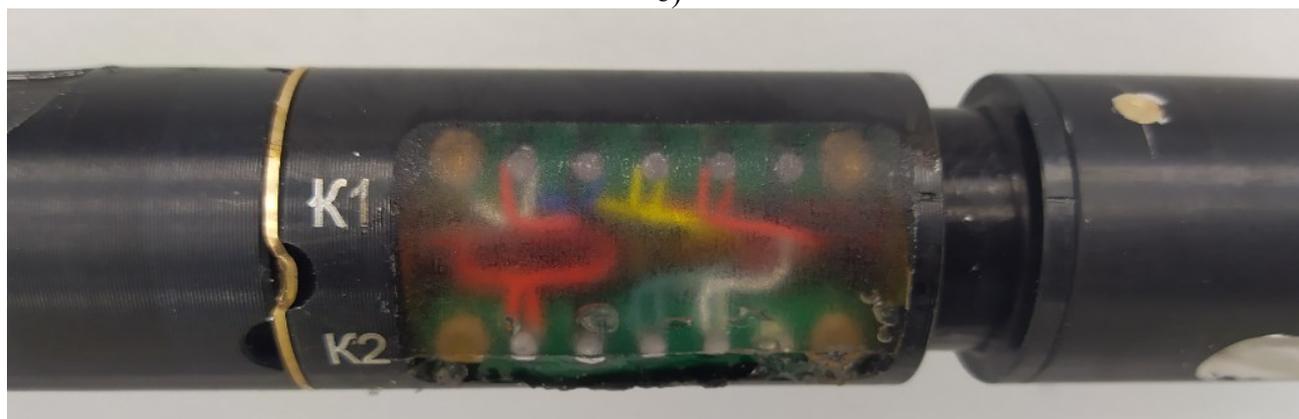
Примеры заливки модулей инклинометрии МИ-501 и МД-402 приведены на рисунках 5 и 6 соответственно.



а)



б)



в)

Рисунок 5 – Пример пломбирования модуля инклинометрии МИ-501
(а - заливка акселерометров и проводов герметиком ВГО-1; б - крупные радиоэлементы подливаются двухкомпонентным адгезивом для капсуляции радиоэлементов DP270, плата и места пайки проводов покрываются полиуретановым лаком 1Н20 UR5;
в - клемная колодка заливается компаундом Пенталаст 712)



а)



б)



в)

Рисунок 6 – Пример пломбирования модуля инклинометрии МД-402
(а - заливка акселерометров и проводов герметиком ВГО-1; б - крупные радиоэлементы подливаются двухкомпонентным адгезивом для капсуляции радиоэлементов DP270, плата и места пайки проводов покрываются полиуретановым лаком 1Н20 UR5;
в - клемная колодка заливается компаундом Пенталаст 712)

Программное обеспечение

В инклинометрах используется внешнее и внутренне программного обеспечения (ПО). Внешнее ПО RollTest предназначено для тестирования работоспособности инклинометров, контроля отображения текущих значений измеряемых параметров инклинометров, чтения идентификационных данные модулей и обозначения версий рабочих программ.

Таблица 1 – Идентификационные данные встроенного ПО RollTest

| Идентификационные данные | Значение |
|-----------------------------------|----------|
| Идентификационное наименование ПО | RollTest |
| Номер версии ПО, не ниже | 1.0.0.2 |

Встроенное в микроконтроллеры ПО MI_SIB3 (инклинометр МИ-501) и ПО MS2_1 (инклинометр МД-402), которые расположены внутри корпусов инклинометров. Встроенные ПО модулей инклинометрии предназначены для математической обработки данных полученных в результате обработки сигналов от магнитометров и акселерометров. Данные обрабатываются в микроконтроллере. Результатом вычислений является определение положения модулей инклинометрии в пространстве, численные значения зенитного и азимутального углов и угла вращения инклинометров вокруг собственной оси. Встроенные ПО модулей инклинометрии представляют собой микроконтроллерные коды, которые устанавливаются в модули с помощью компьютера.

Таблица 2 – Идентификационные данные встроенного ПО инклинометров

| Идентификационные данные ПО | Значение | |
|-----------------------------------|----------|--------|
| | МИ-501 | МД-402 |
| Идентификационное наименование ПО | MI_SIB3 | MS2_1 |
| Номер версии ПО, не ниже | 405_014 | 4_14_6 |

Конструкция инклинометров исключает возможность несанкционированного влияния на ПО и измерительную информацию.

Уровень защиты программного обеспечения «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Метрологические и технические характеристики

Таблица 3 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение | |
|--|----------------------|--------|
| | МИ-501 | МД-402 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений зенитных углов, ° | ±0,15 | |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений азимутальных углов*, °: - при значении зенитных углов от 1° до 3° включ.; - при значении зенитных углов св. 3° до 6° включ.; - при значении зенитных углов св. 6° до 120° включ. | ±4,0 ±2,5 ±1,5 | |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов установки отклонителя, °: - для показаний МТФ при зенитных углах от 0 до 5° включ.; - для показаний ГТФ при зенитных углах св. 5° до 120° включ. | ±3,0 | |
| Диапазон измерений зенитных углов, ° | от 0 до 120 | |
| Диапазон измерений азимутальных углов, ° | от 0 до 360 | |
| Диапазон измерений углов установки отклонителя, ° | от 0 до 360 | |
| * при значениях зенитных углов от 0° до 1° погрешность азимутальных углов не нормируется | | |

Таблица 4 – Основные технические характеристики

| Наименование характеристики | Значение | |
|---|--------------|--------------|
| | МИ-501 | МД-402 |
| Температура эксплуатации, °С | от 15 до 120 | |
| Габаритные размеры, не более, мм: - диаметр - длина | 45,5 1420 | 45,5 1540 |
| Масса, не более, кг | 11 | 11 |

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации печатным способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 5 – Комплектность инклинометров МИ-501

| Наименование | Обозначение | Количество |
|----------------------------------|-------------------|------------|
| Модуль инклинометрический МИ-501 | ШКМБ 5.139.015 | 1 шт. |
| Центратор | ШКМБ 6.275.026-01 | 1 шт. |
| Упаковка модуля электроники 501 | ШКМБ 4.170.076 | 1 шт. |
| Паспорт | ШКМБ 5.139.015 ПС | 1 экз. |
| Методика поверки | МП 4304-006-2020 | 1 экз. |

Таблица 6 – Комплектность инклинометров МД-402

| Наименование | Обозначение | Количество при поставке, шт |
|---|-------------------|-----------------------------|
| Модуль инклинометрический МД-402 | ШКМБ 5.139.007 | 1 шт. |
| Кейс КС-022 | ШКМБ 6.875.006 | 1* шт. |
| Паспорт | ШКМБ 5.139.007 ПС | 1 экз. |
| Методика поверки | МП 4304-006-2020 | 1 экз. |
| * поставляется по согласованию с заказчиком | | |

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в пункте 2 руководства по эксплуатации модулей инклинометрии ШКМБ 0.005.041 РЭ

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к модулям инклинометрии МИ-501 и МД-402

ТУ 26.51.12.160-053-79191960-2018 Модули инклинометрии. Технические условия

