

Протокол MODBUS в ТМСН-3.

- Протокол – MODBUS RTU;
- Скорость обмена после подачи питания – 9600 бод;
- Стоп биты – 2;
- Контроль четности – нет;
- Поддерживаемые функции – 03, 06;
- Диапазон допустимых адресов – (1 ÷ 247);
- Поддерживаются широковещательные запросы (нулевой адрес);
- Максимальная длина фрейма – 133 байта;
- Конец фрейма фиксируется по интервалу тишины продолжительностью 3.5 символа.

Таблица 1. Внутренние регистры ТМСН-3.

| адрес | запись | параметр |
|-------|--------|---|
| 000h | - | R_{из.} - сопротивление изоляции, кОм |
| 00Fh | - | Статус состояния ТМСН <i>(см. Таблица 8)</i> |
| 010h | - | R_{пласта} – давление пласта, атм <i>(Примечание 1)</i> |
| 011h | - | T_{двигателя} – температура масла ПЭД, °С <i>(Примечание 2)</i> |
| 012h | - | R_{из.} – сопротивление изоляции, КОм |
| 013h | - | T_{пласта} – температура пласта, °С <i>(Примечание 2)</i> |
| 026h | - | Флаги аварийных ситуаций – битовое поле <i>(см. Таблица 7)</i> |
| 02Dh | - | R_{из.} - сопротивление изоляции, кОм |
| 02Eh | - | R_{пласта} - давление пласта, атм <i>(Примечание 1)</i> |
| 02Fh | - | Q_{вык.} – расход на выкиде, м ³ /сутки |
| 030h | - | T_{двигателя} - температура масла ПЭД, °С <i>(Примечание 2)</i> |
| 031h | - | T_{пласта} – температура пласта, °С <i>(Примечание 2)</i> |
| 032h | - | R_{вык.насоса} - давление на выкиде насоса, атм <i>(Примечание 1)</i> |
| 033h | - | T_{вык.насоса} – температура на выкиде насоса, °С <i>(Примечание 2)</i> |
| 034h | - | G_{xy} - вибрация радиальная(в поперечной плоскости XY), 0.1м/с ² |
| 035h | - | G_z - вибрация осевая(в продольной плоскости Z), 0.1м/с ² |
| 036h | - | ID1, ID2 – конфигурация погружного блока <i>(см.Таблицы 2,3)</i> |
| 037h | - | R_{пласта} - давление пласта, 0.1атм <i>(Примечание 1, 3)</i> |
| 038h | - | I_{ут.} – ток утечки, 0.01мА |
| 039h | - | R_{вык.насоса} – давление на выкиде насоса, 0.1атм <i>(Примечание 1, 3)</i> |
| 03Bh | - | R_{пласта} – давление пласта, 0.01 атм. <i>(Примечание 1, 3)</i> |
| 03Ch | - | T_{статора} – температура статора ПЭД, °С |

| адрес | запись | параметр |
|-------|--------|---|
| 03Dh | - | $Q_{\text{прием}}$ – расход на приеме, м ³ /сутки |
| 03Eh | - | серийный номер ТМСП (для ТМСН-12) |
| 03Fh | - | модель ТМСП / версия ПО ТМСП (для ТМСН-12) <i>(Примечание 7)</i> |
| 042h | - | $Q_{\text{вык.}}$ – расход на выкиде, 0.1м ³ /сутки (для ТМСН-12) |
| 047h | - | $\Sigma Q_{\text{вык.}}$ – счетчик жидкости на выкиде, 0.01м ³ <i>(Примечание 4)</i> |
| 048h | - | |
| 049h | - | Убывающий таймер времени измерения $R_{\text{из.}}$, сек. <i>(Примечание 4)</i> |
| 04Ah | - | |
| 04Bh | - | Состав датчиков в ТМСП. <i>(Таблица 4)</i> |
| 050h | - | дополнительное давление №1, 0.001 МПа (для ТМСН-12) |
| 051h | - | дополнительное давление №2, 0.001 МПа (для ТМСН-12) |
| 052h | - | дополнительная температура №1, 0.1 °С (для ТМСН-12) |
| 053h | - | дополнительная температура №2, 0.1 °С (для ТМСН-12) |
| 0CAh | + | Скорость порта RS-232, 100бит/с <i>(Примечание 5)</i> |
| 0CBh | + | Скорость порта RS-485, 100бит/с <i>(Примечание 5)</i> |
| 0CCh | - | $I_{\text{ут.}}$ – ток утечки, мА |
| 100h | + | Адрес устройства в сети MODBUS (1 ÷ 247) |
| 101h | + | Скорость порта RS-232, 0.01бит/с <i>(Примечание 5)</i> |
| 102h | + | Скорость порта RS-485, 0.01бит/с <i>(Примечание 5)</i> |
| 103h | + | Внутренние часы – секунды(low byte)/минуты(high byte) в BCD формате |
| 104h | + | Внутренние часы – часы(low byte)/день недели(high byte) в BCD формате |
| 105h | + | Внутренние часы – дата(low byte)/месяц(high byte) в BCD формате |
| 106h | + | Внутренние часы – год(low byte) в BCD формате |
| 107h | + | Длительность цикла измерения сопротивления изоляции, сек. |
| 108h | + | Период записи хронологии – часы. |
| 109h | + | Период записи хронологии – минуты. |
| 10Ah | + | Период записи хронологии – секунды. |
| 10Bh | + | Номер скважины |
| 10Ch | + | Номер куста |
| 10Dh | + | Номер месторождения |
| 115h | + | Минимально допустимое сопротивление изоляции, кОм <i>(Примечание 6)</i> |

| адрес | запись | параметр |
|-------|--------|---|
| 124h | - | Серийный номер ТМСН |
| 127h | + | Единицы измерения для температуры (ТМСН-3) (см.Таблица 5) |
| 128h | + | Единицы измерения для давления (ТМСН-3) (см.Таблица 6) |
| 133h | + | Количество стоп бит (0 – один бит, 1 – два бита) |
| 134h | + | Дата/время в UNIX-формате (Примечание 8) |
| 135h | + | |

Примечание 1: размерность давлений определяется регистром 128h (см. Таблица 5) .

Примечание 2: размерность температур определяется регистром 127h (см. Таблица 4).

Примечание 3: если выбрана размерность кПа или psi, то давление хранится в целых единицах, чтобы избежать переполнения двухбайтного регистра.

Примечание 4: 4-х байтный параметр. Первый регистр содержит младшее полуслово, следующий регистр – старшее полуслово.

Примечание 5: допустимы только числа из следующего ряда: [24, 48, 72, 96, 144, 192, 384, 560, 576, 1152]. После подачи питания, устанавливается скорость 9600 бит/с. В случае приема 3-х фреймов с неправильной контрольной суммой также устанавливается скорость 9600 бит/с.

Примечание 6: если сопротивление изоляции опускается ниже данной уставки, ТМСН не измеряет параметры Р, Т и пр. до тех пор пока не нормализуется сопротивление.

Примечание 7: регистр содержит модель аппаратной части и номер ПО для погружного блока(ТМСП-12) (см. Таблица 9).

Примечание 8: 4-х байтный параметр, поэтому занимает указанный регистр и следующий за ним по порядку. В ТМСН-2 данный параметр отсутствует. В регистре 134h содержится младшее полуслово, в регистре 135h – старшее полуслово. Запись в регистр 135h инициирует установку нового времени, поэтому необходимо соблюдать следующую последовательность: сначала заполнить регистр 134h, затем заполнить регистр 135h (не позже чем через 1 секунду после 134h).

Таблица 2. Конфигурация погружного блока – **ID1**, старший байт в регистре 036h.

| ID1 | Р _{пласта} , Т _{двигателя} , Т _{пласта} | G _{xy} , G _z | Q _{вык.} , Р _{вык.насоса} , Т _{вык.насоса} | Р _{выс.разр.} | Т _{статора} | резерв |
|-----|---|----------------------------------|--|------------------------|----------------------|--------|
| 0 | + | - | - | - | - | - |
| 1 | + | + | - | - | - | - |
| 2 | + | - | + | - | - | - |
| 3 | + | + | + | - | - | - |
| 4 | + | - | - | + | - | - |
| 5 | + | + | - | + | - | - |
| 6 | + | - | + | + | - | - |
| 7 | + | + | + | + | - | - |

| ID1 | $P_{\text{пласта}}, T_{\text{двигателя}}, T_{\text{пласта}}$ | $G_{\text{ху}}, G_z$ | $Q_{\text{вык.}}, P_{\text{вык.насоса}}, T_{\text{вык.насоса}}$ | $P_{\text{выс.разр.}}$ | $T_{\text{статора}}$ | резерв |
|--------|---|----------------------|---|------------------------|----------------------|--------|
| 8 | + | - | - | + | + | - |
| 9 | + | + | - | + | + | - |
| 10..15 | резерв | | | | | |
| 16 | $P_{\text{пласта}}, T_{\text{двигателя}}, T_{\text{пласта}}, P_{\text{пак.}}, T_{\text{пак.}}$ – ТМСИ с пакером | | | | | |
| 17 | $Q_{\text{вык.}}, P_{\text{вык.насоса}}, T_{\text{вык.насоса}}$ | | | | | |
| 18 | $P_{\text{пласта}}, T_{\text{двигателя}}, T_{\text{пласта}}, Q_{\text{прием}}, P_{\text{вык.насоса}}, T_{\text{вык.насоса}}, Q_{\text{вык.}}$ | | | | | |
| 19..31 | резерв | | | | | |

Таблица 3. Конфигурация датчиков давления и расхода – ID2, младший байт в регистре 036h.

| ID2 | $P_{\text{пласта}}$ | $P_{\text{вык.насоса}}$ | $Q_{\text{вык.}}$ |
|--------|---------------------|-------------------------|--|
| 0 | 25 атм | - | - |
| 1 | 350 атм. | 350 атм. | тип 1, $Q = [20..200]$ м ³ /сутки |
| 2 | 600 атм. | 600 атм. | тип 1, $Q = [20..200]$ м ³ /сутки |
| 3 | 150 атм | 150 атм | тип 1, $Q = [20..200]$ м ³ /сутки |
| 4 | 350 атм. | 350 атм. | тип 2, $Q = [100..500]$ м ³ /сутки |
| 5 | 600 атм. | 600 атм. | тип 2, $Q = [100..500]$ м ³ /сутки |
| 6 | 350 атм. | 350 атм. | тип 3, $Q = [10..100]$ м ³ /сутки |
| 7 | 600 атм. | 600 атм. | тип 3, $Q = [10..100]$ м ³ /сутки |
| 8 | 600 атм. | 600 атм. | тип 4, $Q = [100..600]$ м ³ /сутки |
| 9 | 350 атм. | 350 атм. | тип 5, $Q = [200..1250]$ м ³ /сутки |
| 10 | 600 атм. | 600 атм. | тип 5, $Q = [200..1250]$ м ³ /сутки |
| 11 | 350 атм. | 350 атм. | $Q_{\text{вык.}} = [100..500], Q_{\text{прием}} = [40..200]$ |
| 12 | 400 атм | 400 атм | тип 1, $Q = [20..200]$ м ³ /сутки |
| 13 | 400 атм | 400 атм | тип 2, $Q = [100..500]$ м ³ /сутки |
| 14..15 | зарезервировано | | |

Таблица 4. Состав датчиков в ТМСИ (только ТМСИ-3). Битое поле, единица в соответствующей позиции обозначает наличие датчика, ноль – отсутствие. Регистр 04Bh.

| бит | датчик |
|-----|--|
| a0 | $P_{\text{пласта}}$ – давление пласта |
| a1 | Q – расход на выкиде |
| a2 | $T_{\text{двигателя}}$ – температура масла ПЭД |
| a3 | $T_{\text{пласта}}$ – температура пласта |
| a4 | $P_{\text{вык.насоса}}$ – давление на выкиде насоса |
| a5 | $T_{\text{вык.насоса}}$ – температура на выкиде насоса |

| бит | датчик | |
|---------|-----------------------------------|---|
| a6 | G_{xy} | – вибрация в поперечной плоскости(xy) |
| a7 | G_z | – вибрация в продольной плоскости(z) |
| a8 | P_{пласта hi.res.} | – давление пласта с повышенным разрешением 0.01 атм |
| a9 | T_{статора} | – температура статора ПЭД |
| a10 | Q_{прием} | – расход на приеме |
| a11÷a15 | - резерв - | |

Таблица 5. Единицы измерения для температуры (только ТМСН-3). Регистр 127h.

| значение | расшифровка |
|----------|----------------------------|
| 0 | °C (значение по умолчанию) |
| 1 | °F |

Таблица 6. Единицы измерения для давления (только ТМСН-3). Регистр 128h.

| значение | расшифровка |
|----------|-----------------------------|
| 0 | атм (значение по умолчанию) |
| 1 | бар |
| 2 | ат |
| 3 | кПа |
| 4 | psi |
| 5 | кгс/см ² |

Таблица 7. Флаги аварийных ситуаций, единица в соответствующем бите сигнализирует о наличии аварийной ситуации. Регистр 026h

| бит | расшифровка |
|----------|--|
| a0 | низкое сопротивление изоляции |
| a1 | не удалось расшифровать измерительный сигнал от ТМСП |
| a2 | короткое замыкание в цепи ТМСП |
| a3 | обрыв в цепи ТМСП |
| a4 | неисправен датчик давления пласта |
| a5 | неисправен измеритель расхода на выкиде |
| a6 | неисправен датчик температуры масла ПЭД |
| a7 | неисправен датчик температуры пласта |
| a8 | неисправен датчик давления на выкиде насоса |
| a9 | неисправен датчик температуры на выкиде насоса |
| a10 | неисправен датчик поперечной вибрации |
| a11 | неисправен датчик осевой вибрации |
| a12 | неисправен датчик температуры статора ПЭД |
| a13 | неисправен измеритель расхода на приеме |
| a14..a15 | резерв |

Таблица 8. Битовые поля регистра 00Fh "Статус состояния ТМСН".

| бит | расшифровка | | | |
|----------------|---|----|---|--|
| a0 a1 | a1 | a0 | происходит измерение сопротивления изоляции Риз. | |
| | 0 | 1 | | |
| | 1 | 0 | происходит измерение параметров (P, T, Q ...) | |
| a2 | 0 | | сопротивление изоляции в норме; | |
| | 1 | | низкое сопротивление изоляции(см. уставку I15h); | |
| a3 a4 | a4 | a3 | – <i>используется для хронологических записей</i> | |
| | 0 | 0 | запись соответствует моменту отключению питания; | |
| | 0 | 1 | запись сделана во время работы ТМС-2; | |
| | 1 | 1 | запись соответствует моменту подачи питания на ТМС-2. | |
| a5 a6 a7 | a7 | a6 | a5 | – <i>результат последнего измерения параметров(T, P и др.)</i> |
| | 0 | 0 | 0 | параметры успешно определены |
| | 0 | 0 | 1 | не удалось определить параметры |
| | 0 | 1 | 0 | измерение прервано – возможно короткое замыкание |
| | 0 | 1 | 1 | измерение прервано – нет погружного блока(обрыв) |
| | 1 | 0 | 0 | измерение прервано – опасное повышение напряжения помехи в средней точке |
| a11÷a8 | <i>состояние технологических джамперов на плате</i> | | | |
| a12 | 0 | | подключен погружной блок без идентификаторов датчиков | |
| | 1 | | подключен погружной блок передающий идентификаторы датчиков(ID1 / ID2) | |
| a13 | 0 | | стандартный ТМСН | |
| | 1 | | ТМСН с LCD дисплеем и клавиатурой | |
| a14 | 0 | | – | |
| | 1 | | подключен ТМСП с неизвестными ID1/ ID2, необходимо обновить внутреннее ПО ТМСН. | |
| a15 | <i>состояние реле (для ТМСН с LCD дисплеем)</i> | | | |
| | 0 | | норма | |
| | 1 | | сработала какая-либо защита | |

Таблица 9. Регистр 0x3F. Модель аппаратной части и номер ПО для погружного блока(ТМСП-12).

| биты | расшифровка |
|---------|------------------------------|
| a0..a8 | версия ПО ТМСП (0.00 ÷ 5.11) |
| a9..a15 | код модели ТМСП (0 ÷ 127) |