

Команды и данные HART-протокола во ВЗЛЕТ ТЭР.

1. Универсальные команды протокола HART.

Реализованы следующие универсальные команды:

- **команда 0:** чтение: идентификатор HART-устройства:
 - u08: =254,
 - u16: код производителя и тип устройства,
 - u08: требуемое количество преамбул,
 - u08: номер ревизии универсальных команд,
 - u08: номер ревизии специальных команд,
 - u08: номер ревизии программного обеспечения,
 - u08: номер ревизии аппаратного обеспечения,
 - u08: флаги функций устройства:
 - бит 0: мультисенсорное устройство,
 - бит 1: требуется управление EEPROM,
 - бит 2: мост для протокола,
 - u24: идентификатор устройства,

- **команда 1:** чтение: первая переменная:
 - u08: код единицы измерения (17 - л/мин),
 - float: первая переменная (текущий расход),

- **команда 2:** чтение: ток и процент диапазона:
 - float: ток (без учёта демпфирования), мА,
 - float: процент диапазона,

- **команда 3:** чтение: ток и переменные:
 - float: ток (без учёта демпфирования), мА,
 - u08: код единицы измерения первой переменной (17 - л/мин),
 - float: первая переменная (текущий расход),

- **команда 6:** запись: короткий HART-адрес:
 - u08: короткий HART-адрес (0..15),

- **команда 11:** чтение: идентификатор HART-устройства по тэгу:
 - данные в запросе: 6 байтов: тэг,
 - данные в ответе: как в команде 0,

- **команда 12:** чтение: строка:
 - 24 байта: строка,

- **команда 13:** чтение: тэг, дескриптор, дата:
 - 6 байтов: тэг,
 - 12 байтов: дескриптор,
 - 3 байта: дата,

- **команда 17:** запись: строка:
 - 24 байта: строка,

:

- **команда 18:** запись: тэг, дескриптор, дата
 - 6 байтов: тэг,
 - 12 байтов: дескриптор,
 - 3 байта: дата.

Общие команды протокола HART.

Реализованы следующие общие команды:

- **команда 35:** запись: диапазон первой переменной (для формирования выходного тока):
 - данные:
 - u08: код единицы измерения,
 - float: верхнее значение (для 20 мА),
 - float: нижнее значение (для 4 мА),
 - диапазон должен быть не меньше 0.001:
 - иначе в ответе указывается ошибка 4: параметр слишком мал,

- **команда 40:** запись: режим фиксированного тока:
 - данные: float: ток, мА: 4.0..20.0,
 - если короткий HART-адрес не равен 0:
 - в ответе указывается ошибка 16: нет доступа,
 - при записи 0: выход из режима фиксированного тока,
 - в ответе передаётся формируемый выходной ток (без учёта демпфирования),

- **команда 59:** запись: количество преамбул в ответе:
 - u08: количество преамбул (3..20),

- **команда 64:** запись: дополнительное время установления аналогового сигнала:
 - u08: номер аналогового канала (используется только 0: ток),
 - float: дополнительное время установления, с,
 - при записи: может быть округление, усечение для записываемого значения:
 - в ответе указывается ошибка 8: значение установлено на ближайшее.

2. Специальные команды протокола HART.

Специальные команды протокола HART имеют номера в диапазоне 128..253. Реализованы следующие специальные команды:

- **команда 128:** чтение: название прибора, версия ПО:
 - строка (не более 24 байтов, кодировка: ASCII):
 - название прибора, номер версии ПО,

- **команда 129:** чтение: паспортные данные прибора:
 - u32: серийный номер,
 - u32: под развитие (0),
 - u32: под развитие (0),

- **команда 130:** чтение: информация о датчике переменной HART:
 - данные в запросе:
 - u08: индекс переменной HART (1),
 - данные в ответе:
 - u08: индекс переменной HART (1),
 - u32: под развитие (0),
 - u08: код единицы измерения (17 - л/мин),
 - float: верхний диапазон,
 - float: нижний диапазон,
 - u16: диаметр трубы, мм,

- **команда 132:** чтение: состояние устройства:
 - u08: состояние 1 (комбинация состояний прибора и модуля): биты:
 - 0..1: режим прибора (0: Работа, 1: Сервис, 2: Настройка),
 - 2: нет (достаточного) питания,
 - 3: нештатные внешние условия,
 - 4: аппаратный сбой,
 - 5: ошибка параметров (в т.ч. при инициализации),
 - 6: ошибка измеренных, вычисленных значений,
 - 7: ошибка функционирования,
 - u08: состояние 2:
 - 0: ошибка отдельного токового выхода,
 - 1: зашкал входного сигнала,
 - 2: некорректный Kp по выходу 1,
 - 3: некорректный Kp по выходу 2,
 - 4: устойчивый зашкал входного сигнала,
 - 5: $Q_t > Q_{max}$,
 - 6: нет промера опоры, аппаратная неисправность,
 - 7: рабочий режим без инициализации (или разрушение баз данных),
 - u08: состояние 3:
 - 0: пустая труба,
 - 1: проводимость вне диапазона,
 - 2: расход вне диапазона,
 - 3: расход меньше нижней уставки,
 - 4: расход больше верхней уставки,
 - 5: зашкал по входному усилителю,

- 6: перегрев прибора (твнутр. > ткрит.),
- 7: под развитие,

- **команды 133:** чтение: текущие данные:

- u08: состояние: биты:
 - 0: расход меньше нижней уставки,
 - 1: расход больше верхней уставки,
 - 2: низкое напряжение питания,
 - 3: перегрев прибора (Твн. > Тдоп.),
 - 4: аппаратная неисправность прибора - нет промера опоры,
 - 5: ошибка инициализации, разрушение базы данных,
 - 6: $Q_t > Q_{max}$,
 - 7: зашкал АЦП сигнала или входного усилителя,
- u08: код единицы измерения расхода (17 - л/мин),
- float: измеренное текущее значение расхода,
- u08: код единицы измерения объема (43- м3),
- u32: накопленное значение объема (в прямом направлении) целая часть,
- float: накопленное значение объема (в прямом направлении) дробная часть,
- u32: накопленное значение объема (в обратном направлении) целая часть,
- float: накопленное значение объема (в обратном направлении) дробная часть,

- **команда 137:** чтение: данные дозатора:

- данные в запросе:
 - u08: индекс дозатора (1),
- данные в ответе:
 - u08: индекс дозатора (1),
 - u08: состояние дозатора:
 - =0: дозирование не идёт,
 - =1: состояние не определено (в процессе изменения),
 - =2: дозирование идёт,
 - float: измеренный объём дозы, м3,
 - float: время набора дозы, с,

- **команда 145:** чтение/запись: состояние дозатора:

- данные в запросе:
 - u08: индекс дозатора (1),
 - u08: заданное состояние дозатора:
 - передаётся: если используется запись,
 - значения:
 - =0: останов дозирования,
 - =1: старт дозирования,
- данные в ответе:
 - u08: индекс дозатора (1),
 - u08: состояние дозатора,
 - значения: см. команду 137,

- **команда 146:** чтение/запись: заданный объём дозы:

- данные в запросе:

- u08: индекс дозатора (1),
- float: заданный объём дозы, м3:
 - передаётся: если используется запись,
 - доступ на запись: если дозирование остановлено,
- данные в ответе:
 - u08: индекс дозатора (1),
 - float: заданный объём дозы (после записи), м3,