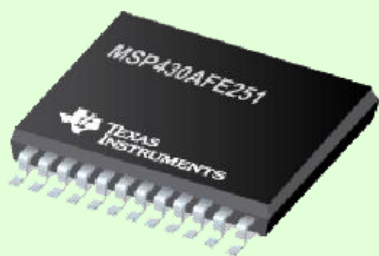


ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

Уважаемые пользователи, у вас в руках новый продукт от компании «EDgun», цифровой измерительный комплекс. В дальнейшем, для краткости, мы будем называть его манометр, но это именно комплекс, так, как мы посчитали, что было бы неправильным не использовать открывшиеся возможности электроники и дать вам лишь функцию измерения давления, пусть более точную, чем у механического манометра, но всё же, в принципе, такую же. И поэтому, мы потратили столько же времени на разработку программного обеспечения манометра, сколько и на разработку «железа», если не больше :)

Итак, сначала «железо» манометра.



Манометр построен на базе микроконтроллера MSP430AFE251 с низким энергопотреблением. Контролер MSP430AFE251 принадлежит к линейке микроконтроллеров серии AFE2xx от компании Texas Instruments. Данный микроконтроллер является высокопроизводительным устройством и

оснащен встроенным модулем дельта-сигма преобразователя второго порядка с динамическим диапазоном более 100 дБ. Эта серия микроконтроллеров характеризуется наивысшей точностью результатов и минимальным потреблением.



В манометре используется монолитный керамический датчик давления из алюмооксидной керамики производства фирмы Metallux (Швейцария). На одной из центральных сторон датчика находится толстопленочная мембрана. Корпус содержит контакты для подсоединения проволочных выводов. Высокая точность работы

датчика достигается благодаря лазерной подгонке резистивного моста и температурной компенсации. В результате погрешность выходного сигнала составляет $\pm 0,1$ мВ/В. Монолитные керамические датчики давления производства Metallux, благодаря стабильности работы, устойчивости против различных сред применения, хорошим механическим качествам находят широкое применение в аналоговых измерительных системах, в системах слежения за давлением. Именно эти датчики применяют в автомобильном двигателе такие известные производители как Audi и BMW.

В манометре используется OLED дисплей фирмы Winstar с разрешением 64x32 пикселя. Дисплеи, построенные на OLED технологии, обладают рядом преимуществ, по сравнению с обычными LCD и VFD технологиями:

Плоские – не нуждаются в задней подсветке, OLED сам излучает свет;

Широкий угол обзора «свыше 175 градусов»;

Быстрая скорость отклика;

Высокая яркость;

Высокая контрастность;

Широкий диапазон рабочих температур – 40°/+85 °С;

Более низкое потребление энергии;

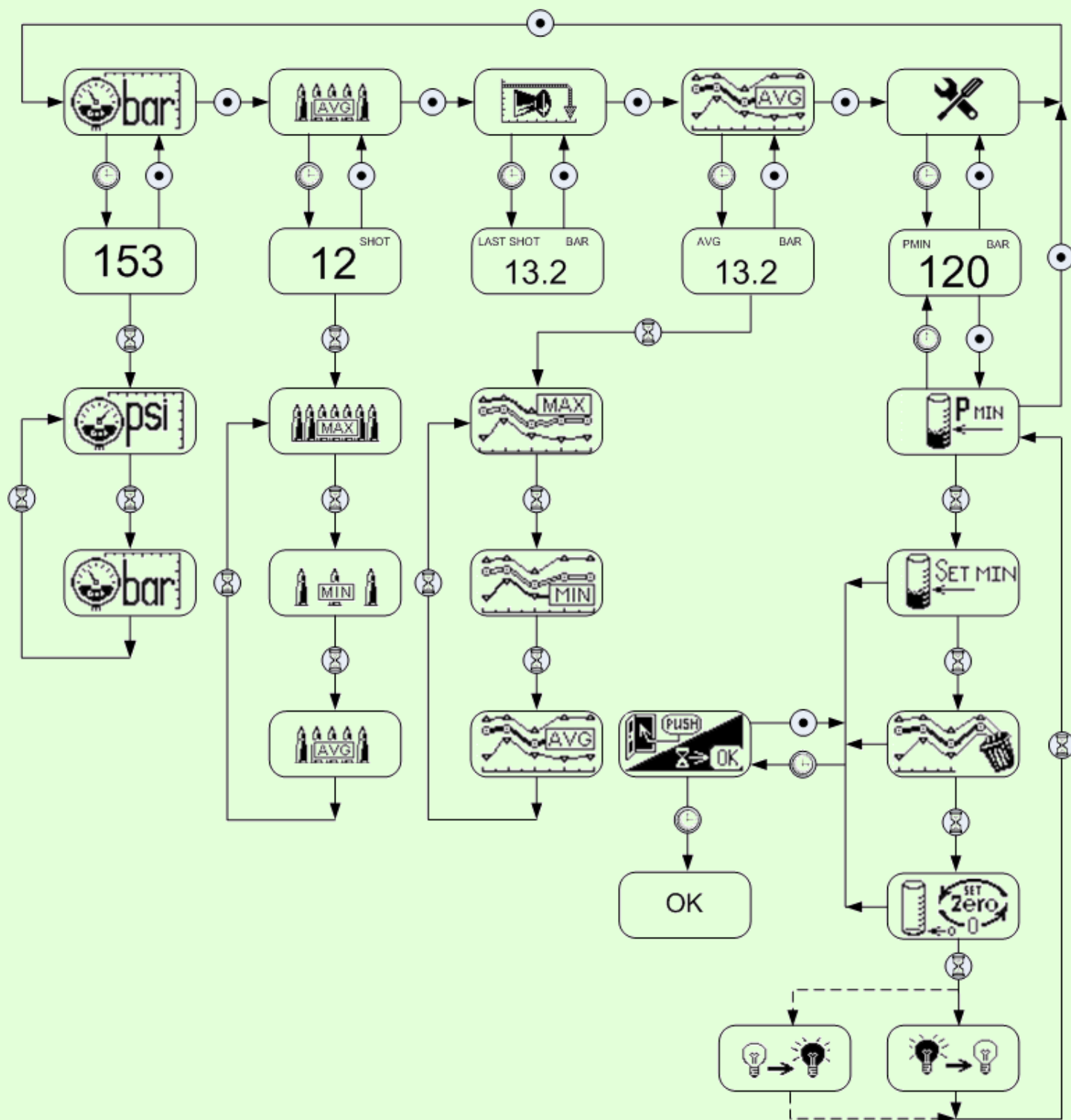
Хорошо читаемые при солнечном свете.



Итак, переходим к меню манометра. Оно, на первый взгляд, кажется сложным и непонятным, как инструкция в новом смартфоне, в котором вы не будете пользоваться 90 % его функциями, но не делайте поспешных выводов.

Мы постарались сделать так, чтобы логика работы манометра была интуитивной и понятной. Уверяем вас, что уже на следующий день, после того, как вы получите либо изделие с этим манометром, либо купите его отдельно и установите в своё изделие, вы даже не сможете себе представить, как же вы могли пользоваться изделием без такого прибора до этого! Так и будет! Проверено!

1. Общая структура меню манометра



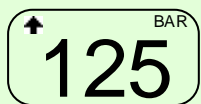
Нажатие кнопки



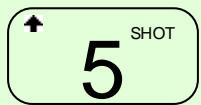
Ждать с нажатой кнопкой



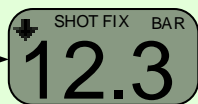
Ждать



Режим «Накачка» отображает давление в Bar или PSI Работает из любого пункта меню, кроме «Выстрелов осталось».

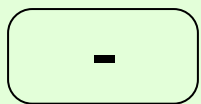


Режим «Накачка» отображение кол-ва выстрелов. Работает из пункта меню «Выстрелов осталось»



Режим «Выстрел». После выстрела отображается динамическая разница давления до и после выстрела.

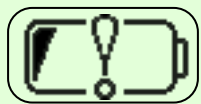
После установления термодинамического равновесия в резервуаре изображение инвертируется и отображается зафиксированное значение расхода в Bar или Psi



Статистика по выстрелам не накоплена (при первом включении после замены батарейки и сбросе статистики). Отображается в меню «Выстрелов осталось» и «Статистика»



Давление упало ниже минимального. Отображается в меню «Выстрелов осталось»

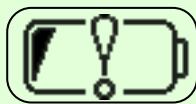


Низкий уровень заряда батареи

2. Включение манометра

Включение манометра производится коротким нажатием на кнопку.

Если уровень заряда батареи снизился ниже порогового, то выводится изображение:



И манометр отключается.

Если с батареей вашего манометра всё в порядке, то после включения отображается анимированная заставка:



После окончания анимации отображается пункт меню манометра, на котором вы его остановились в последний раз. Мы сделали это для того, чтобы человек попадал всегда в тот пункт меню, который ему более всего необходим и ему не нужно было бы пролистывать всё меню заново.

Рабочий цикл манометр состоит из трех стадий-режимов:

1. Рабочий режим, экран включен

- Манометр отображает текущие данные и спустя 5-7 секунд выключает экран и переходит во вторую стадию «Рабочий режим, экран выключен».
- Каждое нажатие продлевает время нахождения манометра в первой стадии.

2. Рабочий режим, экран выключен

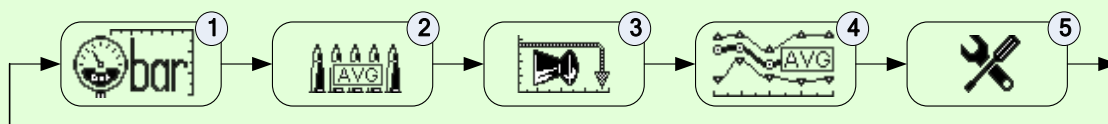
- a. Манометр продолжает функционировать еще 40 секунд с выключенным экраном (то есть регистрирует изменение давления и если таковое случается, включает экран).
- b. Нажатие кнопки вызывает переход в первую стадию и включение экрана.
- c. Если время стадии истекло, то производится переход в стадию 3 – режим «сна».

3. Режим «сна».

- d. Манометр переходит в режим пониженного потребления. Датчик давления не опрашивается, экран выключен. То есть при изменении давления (выстрел или накачка) манометр не будет ничего показывать.
- e. Выход из режима «сна» производится по нажатию кнопки.

3. Меню манометра

Структура заглавного меню показана на рисунке:



Назначение пунктов меню:

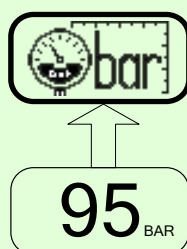
1. Отображения значения давления.
2. Отображения количества оставшихся выстрелов
3. Отображение расхода за последний выстрел (Bar или Psi)
4. Отображение статистики.
5. Настройки.

Общий принцип взаимодействия с меню

- Переключение между заглавными пунктами меню производится коротким нажатием кнопки.

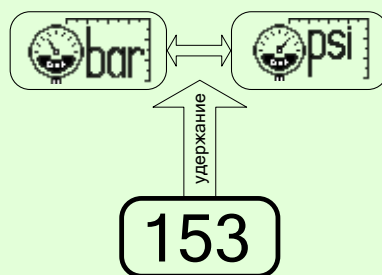


- После отображения пункта меню производится показ текущего значения для данного пункта.



- Нажатие кнопки при показе значения приводит к возврату в текущий пункт меню.
- Нажатие и удержание кнопки при показе значения приводит к отображению текущего пункта меню и последующую циклическую смену режима отображения данного пункта меню.

К примеру, в пункте меню «Отображение значения давления» при нажатии и удержании кнопки в момент показа значения давления вы будете циклически менять единицы измерения давления бар или PSI.

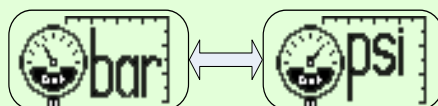


- Выбранный пункт меню запоминается, и при последующем включении отображение начинается с него же. Исключение – пункт меню «Настройки»
- При длительном удержании кнопки (более 10 секунд) производится выключение манометра. Это сделано с целью предотвратить возможность случайного нажатия кнопки манометра (к примеру, в чехле) и полного разряда батареи.

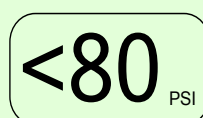
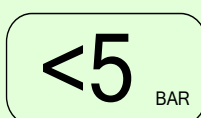
1. Пункт меню «Отображение значения давления»



- Отображает давление в текущих единицах измерения (Бар или PSI)
- При удержании кнопки в момент показа значения давления производится циклическая смена текущей единицы измерения



- Выбранная единица измерения распространяется на все выводимые данные в других пунктах меню.
- Если текущий уровень давления меньше 5 Бар или 80 PSI выводится соответствующее обозначение



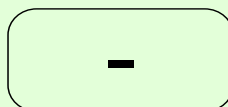
2. Пункт меню «Отображение количества оставшихся выстрелов»



- Отображает прогноз по запасу выстрелов.
- При удержании кнопки в момент показа пункта меню производится циклическая смена текущего прогноза: MIN – минимальное количество (пессимистичный), MAX - максимальное количество (оптимистичный), AVG – средний (наиболее вероятный) запас выстрелов



- Если еще нет данных для анализа (вы ещё не делали ни одного выстрела), то отображается прочерк



- Если текущее давление стало меньше порогового P_{min} (120 Бар по умолчанию, пользователь может это значение самостоятельно изменить в настройках), то отображается предупреждение



Обратите, пожалуйста, внимание на следующую особенность: как вы знаете, при повышении давления температура растёт, при понижении давления температура падает. Таким образом, при накачке воздуха в резервуар температура внутри него растёт, а при выстреле – падает. Вы это, наверняка, замечали, когда заправляли винтовку, то резервуар заметно нагревался, а когда стреляли в темпе, то резервуар заметно охлаждался.

В теории мы могли бы сделать так, чтобы манометр «ждал» бы стабилизации температуры бесконечно долгое время, чтобы получить более точно измерение падения давления на выстрел (что является

основой для подсчёта количества оставшихся выстрелов), но, как вы понимаете, никому из пользователей сценарий такого долгого ожидания не понравился бы. Поэтому мы приняли решение искусственно ограничить время «наблюдения» за изменением давления, чтобы дать пользователю возможность получить данные без долгого ожидания.

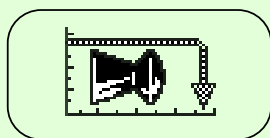
Таким образом, если вы ведёте «темповую» стрельбу, то манометр не будет успевать отслеживать реальное падение давления (без учёта температурной зависимости) и могут быть погрешности в расчёте оставшегося количества выстрелов.

Знаете, как на путевом компьютере автомобиля. Вы поездили в городе, где у вас более высокий расход, а потом залили полный бак и выехали на трассу, но компьютер прогнозирует дистанцию, которую может проехать ваш автомобиль, исходя из расхода в городе, и вы можете видеть, как он постоянно корректирует предполагаемое расстояние, получая новые данные по расходу в процессе движения. То же самое и тут.

Выражается это в том, что манометр немного завышает падение давления за выстрел. И если, например, сделать десять выстрелов и просуммировать падения давления за каждый выстрел, то эта сумма будет немного больше разности начального давления и давления после 10-го выстрела, потому что за время пока производились 10 выстрелов, резервуар непрерывно обменивался теплом с окружающей средой.

Кому вышеизложенное показалось сложным, простой совет, для более точной оценки количества выстрелов, дайте резервуару выровнять температуру, то есть не стреляйте быстро 😊

3 Пункт меню «Отображения расхода за последний выстрел»

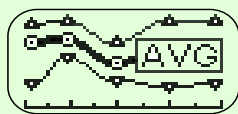


– Отображается разница давления до и после выстрела.

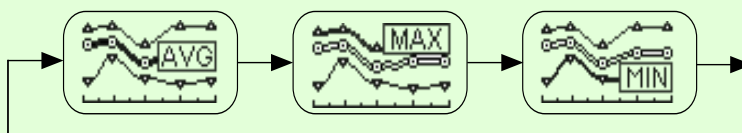
Обратите внимание, что «расход воздуха на выстрел» показывается в выбранных вами единицах измерения и не является универсальным значением, а лишь показывает падение давления в резервуаре в данной

конкретной винтовке, при стрельбе на определённых настройках, определённым боеприпасом.

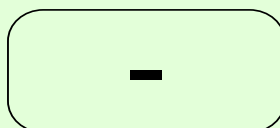
4 Пункт меню «Отображение статистики»



- Отображаются статистические данные по расходу.
- При удержании кнопки в момент отображения пункта меню, производится циклическая смена текущего режима отображения статистики: MIN – минимальное значение расхода воздуха на выстрел, MAX – максимальное значение расхода воздуха на выстрел, AVG – среднее значение расхода воздуха на выстрел.



- Если еще нет данных, то отображается прочерк



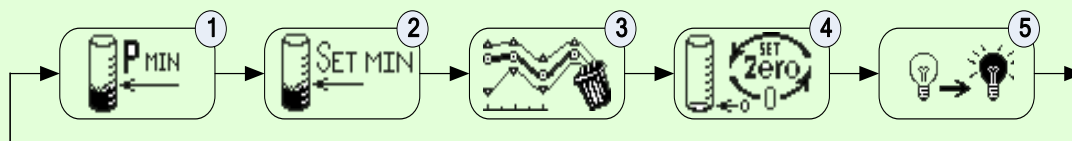
То есть, при смене какого либо компонента, данные тоже будут меняться. Поэтому рекомендуем сбрасывать статистику на ноль, в случае если вы перестраиваете ваше изделие (меняете скорость, боеприпасы, устанавливаете P_{min} и так далее), с тем, чтобы манометр отображал корректные данные.

5 Пункт меню «Настройки»

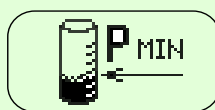
Обратите внимание, что логика работы этого пункта меню сделана, намерено отличной от логики работы остальных пунктов меню, чтобы минимизировать возможные случайные изменения.



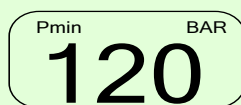
- Настройка параметров манометра.
- Нажатие и удержание кнопки при показе значения приводит к отображению текущего пункта меню и последующую циклическую смену пунктов меню



1. Значение порога по давлению Pmin.



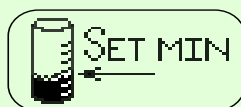
- Пункт настроек по умолчанию. Отображает значение минимального порога по давлению Pmin в текущих единицах измерения. По умолчанию при сборке манометра установлено на 120 бар.



2. Установка порога по давлению.

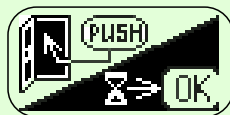
3.

Обратите внимание, что для того, чтобы задействовать этот пункт меню и изменить минимальное давление, вам необходимо сначала получить это давление в резервуаре.

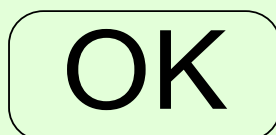


- Отпускание кнопки на этом пункте меню приводит к выбору данного пункта (то есть, чтобы выбрать пункт меню нужно не нажать, отпустить кнопку в момент демонстрации этого пункта).

- После выбора пункта меню отображается картинка «Отменить или подтвердить»



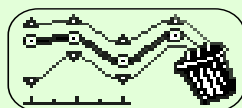
- Нажатие кнопки приводит к отмене действия (установка порога) и возврат к пункту настроек по умолчанию (отображение P_{min}). То есть если вы случайно зашли сюда, просто щёлкая кнопкой, то нажав её ещё раз, машинально, вы просто выйдете из меню, ничего не изменив.
- После ожидания (то есть вы понимаете, что делаете и не нажимаете кнопку, а ждёте пока манометр подтвердит изменение), выводится сообщение



- Текущий уровень давления запоминается в качестве порога по давлению P_{min} . Манометр выключается.

К примеру, вас не устраивает минимальное давление в 120 бар, по умолчанию установленное в манометре. Вы хотите поставить минимальное давление 100 бар. Для этого вам необходимо либо накачать винтовку до 100 бар (если в ней меньше воздуха), либо спустить из неё воздух до значения в 100 бар (если в ней больше воздуха). И лишь затем идти в пункт меню «Настройки», чтобы изменить значение минимального давления.

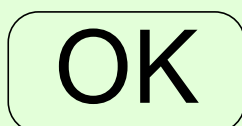
4. Сброс статистики.



- Отпускание кнопки на этом пункте меню приводит к выбору данного пункта меню.
- После выбора пункта меню отображается картинка «Отменить или подтвердить»



- Нажатие кнопки приводит к отмене действия (сброса статистики) и возврат к пункту настроек по умолчанию (отображение Pmin).
- После ожидания, выводится сообщение



- Статистика сбрасывается, манометр выключается.

5. Установка «нуля» датчика давления.

Обратите внимание на то для чего нужен этот пункт меню. Керамический сенсор (далее «сенсор») уплотняется резинкой. В случае выхода её из строя манометр начнёт травить воздух (при сильном травлении может сорвать крышку манометра, что сразу даст вам понять, что необходимо заменить резинку под сенсором). Для замены резинки вам будет необходимо открутить гайку крепления сенсора, вытащить сенсор, заменить резинку и установить сенсор обратно, закрутить гайку прижима сенсора. Скорее всего, вам не удастся закрутить её с тем же моментом, как на производстве, а, следовательно, могут быть погрешности измерения. И для того, чтобы оттарировать манометр в «ноль» и существует этот пункт меню. Мы надеемся, что вам он никогда не понадобится.



- Отпускание кнопки на этом пункте меню приводит к выбору данного пункта меню.
- После выбора пункта меню отображается картинка «Отменить или подтвердить»



- Нажатие кнопки приводит к отмене действия (установка нуля) и возврат к пункту настроек по умолчанию (отображение P_{min}).
- После ожидания, выводится сообщение

OK

- Текущий уровень давления принимается за нулевой, манометр выключается. Обратите внимание, что это действие нужно делать именно на нулевом давлении, иначе за ноль будет принято остаточное давление в резервуаре.

6. Необходимость включения экрана после выстрела.

Обратите внимание для чего нужен этот пункт. К примеру вы стреляете в темноте и не желаете, чтобы манометр выдавал ваше присутствие светом при включении после выстрела (помните о том, что это будет лишь в течение 40 секунд после последнего нажатия кнопки). Поэтому с помощью этого пункта меню вы можете настроить манометр так, чтобы он показывал значения лишь после нажатия кнопки, а не включался автоматически.



- Отображает текущее состояние настройки «Включения экрана после выстрела».
- Манометр будет автоматически включаться после выстрела



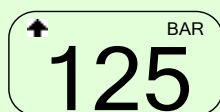
- Манометр не будет включаться после выстрела



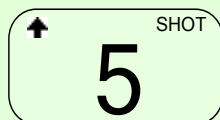
- Отпускание кнопки на этом пункте меню приводит к смене значения параметра настройки.

Режим «Накачка»

- При обнаружении увеличения давления производится автоматическое включение экрана манометра (в случае если он находится во второй стадии «Рабочий режим, экран выключен» и отображение текущего уровня давления в текущих единицах измерения.



- Если был выбран пункт меню «Отображение количества запаса выстрелов» и есть статистические данные по расходу, производится отображение текущего давления «в выстрелах»

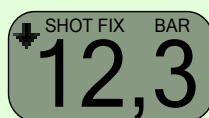


Режим «Выстрел»

- При обнаружении резкого уменьшения давления производится отображение текущего расхода давления при выстреле



- После стабилизации давления, производится фиксация просадки (изображение при этом инвертируется)



- Автоматическое включение экрана манометра производится, если установлена настройка «Включения экрана после выстрела».

Обратите внимание на некоторые особенности. Если заправляете резервуар с минимума до максимума (большой перепад давлений), то воздух в резервуаре будет сильно нагрет. Если сразу перекрыть вентиль на баллоне, то резервуар начинает остывать и давление в нём падать.

Если скорость падения давления больше чем 1бар за 0.25секунды то манометр переключается в режим измерения падения давления после выстрела и фиксирует это значение.

Если это значение будет близко к среднему падению давления за выстрел (AVG), который уже находится в памяти манометра (после предыдущих серий выстрелов) то оно добавиться в статистику и подпортит её.

Самый простой способ избежать подобных коллизий - после заправки рекомендуем несколько секунд не перекрывать вентиль и дать воздуху в резервуаре немного остыть будучи соединённым с воздухом в баллоне (5-15 сек, зависит от перепада давления и объёма резервуара).

Хуже всего, когда такая ложная «регистрация» выстрела случилась сразу после сброса статистики или в самом начале эксплуатации манометра. В таком случае необходимо сбросить статистику.

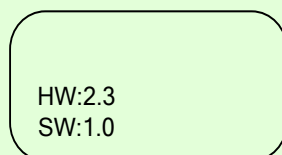
- Важно первый выстрел сделать «правильно». Перед началом эксплуатации лучше сбросить статистику. Статистику надо сбрасывать при изменении настроек винтовки, смене калибра, смене скорости, при переходе на другие пули.

Обратите внимание на то, как происходит замена батарейки.

1. Для замены батарейки вам понадобится пустой шприц объёмом не менее 5 см³.
2. Необходимо снять наклейку с боковой поверхности манометра.
3. Вставьте носик шприца (не иголку) в отверстие на боковой поверхности манометра, так, чтобы он плотно входил в отверстие, надавите на поршень и ловите крышку. При создании избыточного давления под крышкой, она вылетает со своего места.
4. Замените батарейку и соберите манометр в обратной последовательности.

5. Крышка манометра просто вставляется на своё место, выравнивается окошко в крышке по экрану и защелкивается по краям.

- В манометре используется батарейка CR2032. Очень важный вопрос – долговременность работы батарейки. Вот расчёт теоретический: потребление в активном режиме в среднем 5мА (зависит от того что на экране, чем больше горит пикселей тем больше, при полностью засвеченом экране 11мА). Если включение одиночное то манометр находится в активном режиме порядка 15 сек. После чего переходит в режим слежения на 40 сек, ток потребления при этом 0,9 ма. при полностью выключеном манометре ток потребления <1мкА. Потребление в активном режиме $W_{\text{акт}} = 5\text{мА} \cdot 15\text{сек} = 75\text{мА/сек}$, в режиме слежения $W_{\text{слеж}} = 0.9\text{мА} \cdot 40\text{сек} = 36\text{мА/сек}$, потребление полностью выключенного не учитываем. Тогда за один штатный цикл потребление будет $W_{\text{цикл}} = W_{\text{акт}} + W_{\text{слеж}} = 75 + 36 = 111\text{мА/сек}$. Емкость батареи, если это батарея от известного производителя, 220мАч = $220 \cdot 3'600 = 792'000 \text{ мА/сек}$. Следовательно, хватит на $792'000 / 111 = 7'135$ циклов. Если пользователь будет нажимать кнопку, тем самым продлевать время активного режима, число циклов уменьшится.
- Если необходимо повернуть экран (плату с экраном), к примеру, чтобы выровнять её положение для вашей, конкретной винтовки, то её лучше вынуть (как при смене батарейки), повернуть на нужный угол и вставить. Обратите внимание на то, чтобы под батарейкой не было скрученного провода (двойной толщины).
- После установки батарейки производится тестирование экрана (все пиксели включаются), после чего отображается:



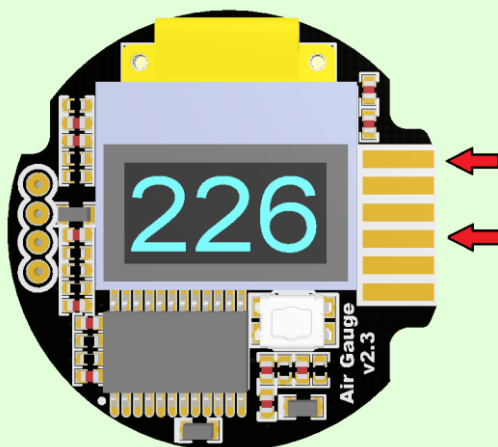
Где показаны:

- HW: 2.3 (hardware) - версия печатной платы
- SW: 1.0 (software) - версия программного обеспечения

Обратите внимание, что при замене батарейки, вам нужно будет вынуть плату из корпуса, если вы потрогаете контакты, то можете замкнуть их, это не ведёт к поломке манометра, но может «зависнуть» контролер.

В этом случае нужно либо:

1. Вытащить и вставить обратно батарейку.
2. Либо замкнуть два контакта гребёнки для программирования (показаны красными стрелками).



Сотрудники ООО «ЭДган» надеются на то, что наш новый продукт станет отличным подспорьем для вас в познании своего оружия и позволит вам настраивать его более тщательно.