

Тестер газовых форсунок GBO injector tester

Тестер это прибор, с помощью которого можно протестировать форсунки для газового оборудования IV-го поколения, а также настроить ГБО. Сам прибор представляет собой:

- имитатор импульсов
- измерительный блок
- USB осциллограф

Имитатор импульсов управления форсункой имеет два режима работы: **test** и **impulse**

Кнопка **test** - после нажатия которой, запустится цикл импульсов с периодом в 20мс и изменяемым временем от 1мс до 18мс с шагом 0,1мс. Остановить тест можно нажав одновременно обе кнопки.

Кнопка **impulse** - запустит импульсы с периодом в 20мс и регулируемым временем с помощью кнопок **test** - **impulse** + с шагом 0,20мс.

Измерительный блок это конструкция с двумя датчиками давления на входе в рампу с форсунками и на выходе с форсунки. Включение происходит подсоединив крокодилы соответствующего цвета к аккумуляторной батарее 12в (**красный к плюсу черный к минусу**). С помощью USB-кабеля подключается к компьютеру для записи и анализа теста форсунок.

USB осциллограф

Основные характеристики осциллографа:

Количество аналоговых входов	8
Количество каналов осциллографа	1, 2, 4, 8 (по выбору)
Разрешение АЦП	12 бит
Диапазон измеряемого напряжения	<ul style="list-style-type: none">• $\pm 15\text{ V}$ – 1-4й аналоговые входы;• $\pm 150\text{ V}$ – 5й аналоговый вход;• 1-4й аналоговые входы при использовании внешних входных делителей напряжения 1:10.
Максимальная частота оцифровки на канал	<ul style="list-style-type: none">• в 1-но канальном режиме – 250 kHz;• в 2-х канальном режиме – 125 kHz;• в 4-х канальном режиме – 50 kHz;• в 8-ми канальном режиме – 25 kHz.
Режим оцифровки	непрерывный поток
Входное сопротивление	1 M Ω
Дополнительные возможности	свободное переключение входных каналов (возможность подключения канала осциллографа к любому из физических входов "на лету")

Внешний вид прибора вид спереди



Вид сзади

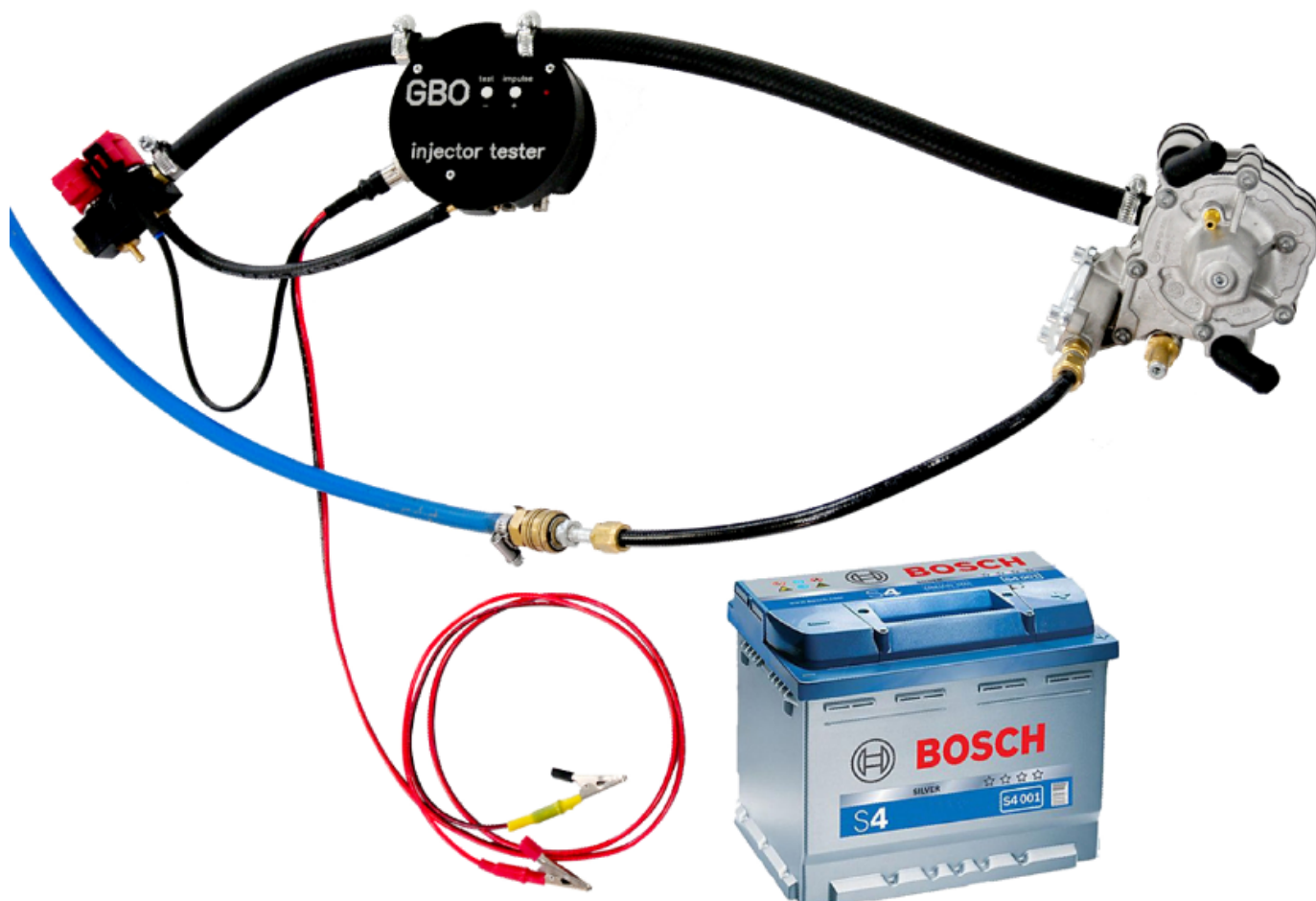


Инструменты, необходимые для проведения тестирования

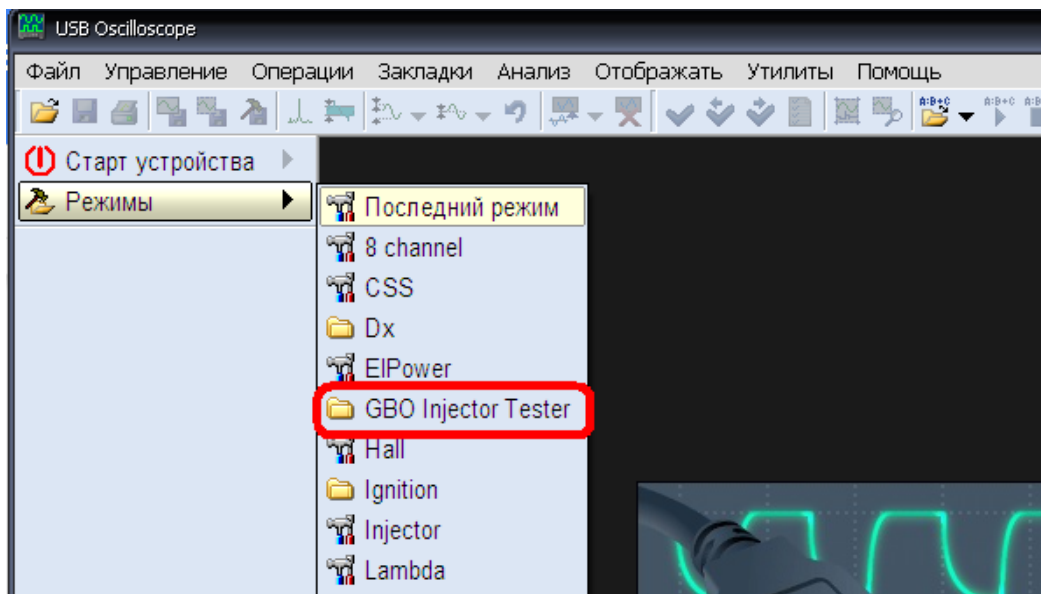
Тестер	Газовый редуктор
 A black, cylindrical GBO injector tester. It features two copper-colored ports at the top, a control panel with 'test' and 'impulse' buttons, and a red indicator light. The text 'GBO' and 'injector tester' are printed on the front.	 A silver-colored metal gas pressure regulator. It has a blue solenoid valve on the left, a black handle on the right, and various ports and fittings. A label on the side includes the text '67R-01 4066' and 'PILATON 107845'.
Компрессор	Аккумулятор
 A blue, portable air compressor with a black handle and a black wheel. It has a black air hose and a black air filter.	 A black, rectangular car battery with a red handle on top and several terminals on the front.
Ноутбук	или компьютер
 A black HP laptop with a blue screen displaying a wavy pattern. The HP logo is visible on the bottom bezel.	 A desktop computer system consisting of a black tower unit with a red star logo, a CRT monitor, a keyboard, and a mouse.

Подготовка к проверке форсунок

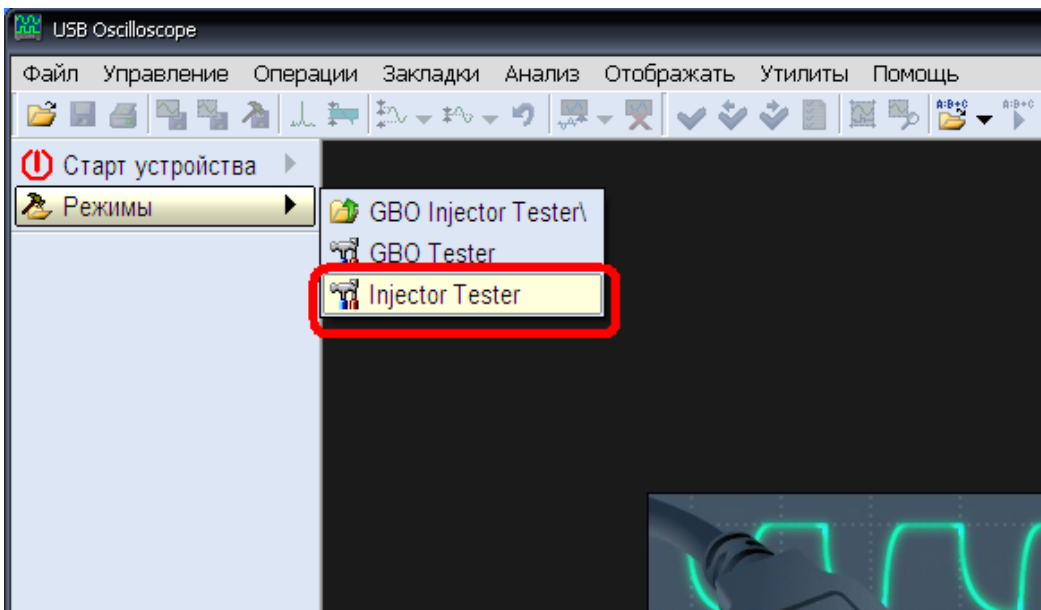
1. К выходу редуктора подключите шланг. Другой конец подключите ко входу тестера. Для повышения безопасности рекомендуется зажать хомутом оба края шланга.
2. Выход тестера подключить с помощью шланга к рампе форсунок также зажав оба конца хомутами
3. Подключите шланг от компрессора к входу редуктора.
4. Выход тестируемой форсунки соединить шлангом с штуцером тестера. Рекомендуемая длина шланга — 20-25см.
5. Подсоедините фишку разъема к тестируемой форсунке.
6. Подайте питание от аккумулятора с помощью зажимов типа “крокодил” (красный к плюсу, черный — к минусу).
7. Подать сжатый воздух давлением не меньше 6 аТм на вход редуктора.
8. Соединить тестер и компьютер с помощью USB-кабеля.
9. Запустить программу USB Oscilloscope
10. В выпадающем списке “Режимы” выберите установку “**Injector-tester**”.
11. Убедится что давление на входе форсунок в норме (1-1,2 аТм)



выбираем папку GBO Injector Tester



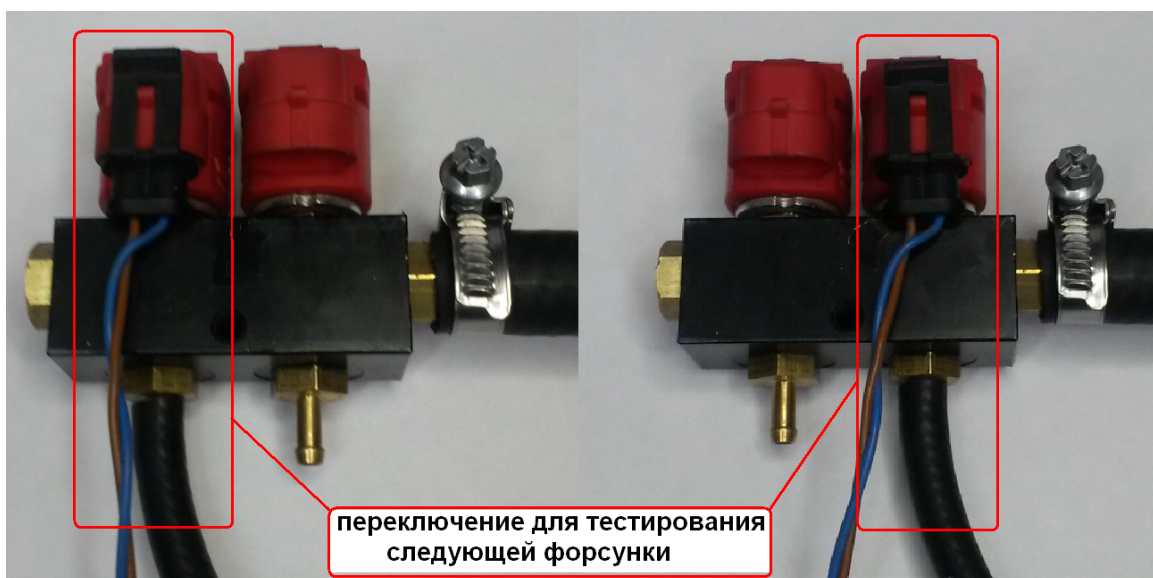
Выбираем "Injector-tester"



Убеждаемся что давление в рампе форсунок больше 1атм



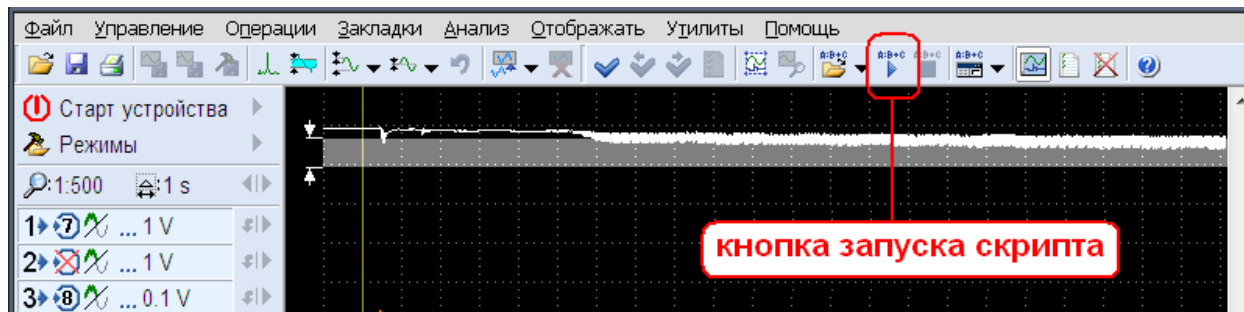
Подождать когда закончится цикл импульсов. Переключить разъем на другую форсунку и шланг тоже.



Форсунки тестируются по очереди. Количество тестируемых форсунок не ограничено. Повторить выше перечисленные действия для всех тестируемых форсунок. Останавливаем запись после окончания тестирования всех форсунок.

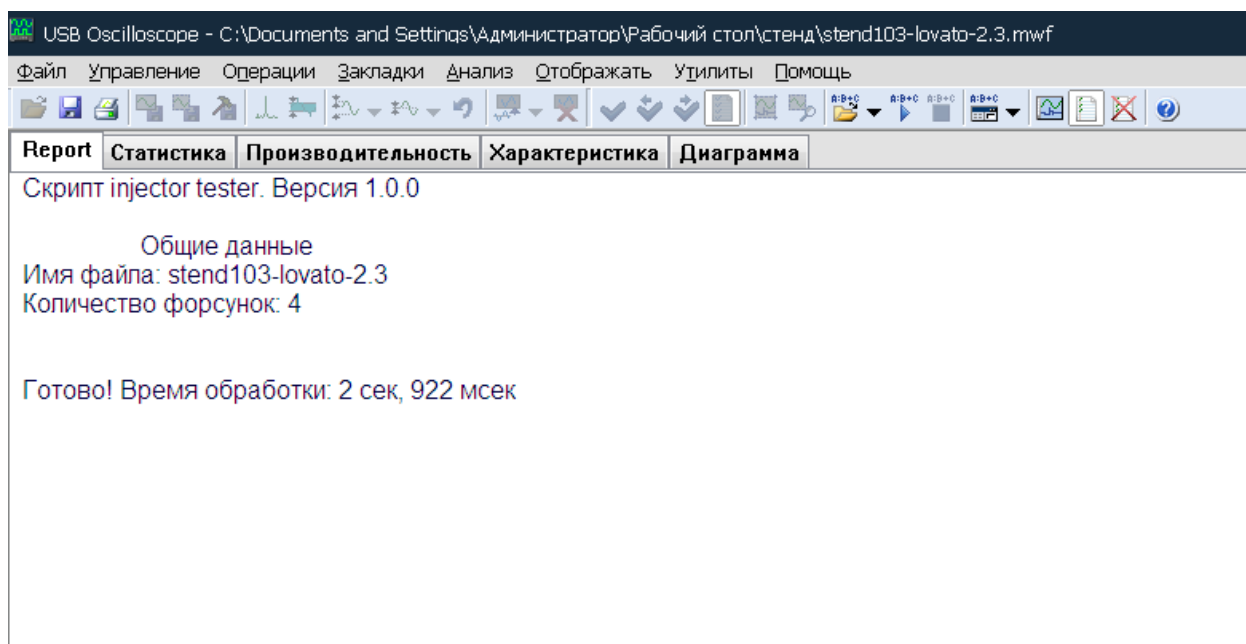
Выполнение и анализ теста

1. Нажимаем кнопку **Выполнить**



Скрипты находятся на диске `C:\Program Files\USB Oscilloscope\AnalyserScriptFiles`
в папке `AnalyserScriptFiles`

Вкладка “Report”



На вкладке есть следующие сообщения:

- название скрипта и версия
- общие данные (имя файла и количество форсунок)
- время, за которое обработались данные
- также есть сообщения и подсказки в случаях неправильно сделанного теста

Вкладка “Статистика”

Report	Статистика	Производительность	Характеристика	Диаграмма	
--------	------------	--------------------	----------------	-----------	--

stend103-lovato-2.1

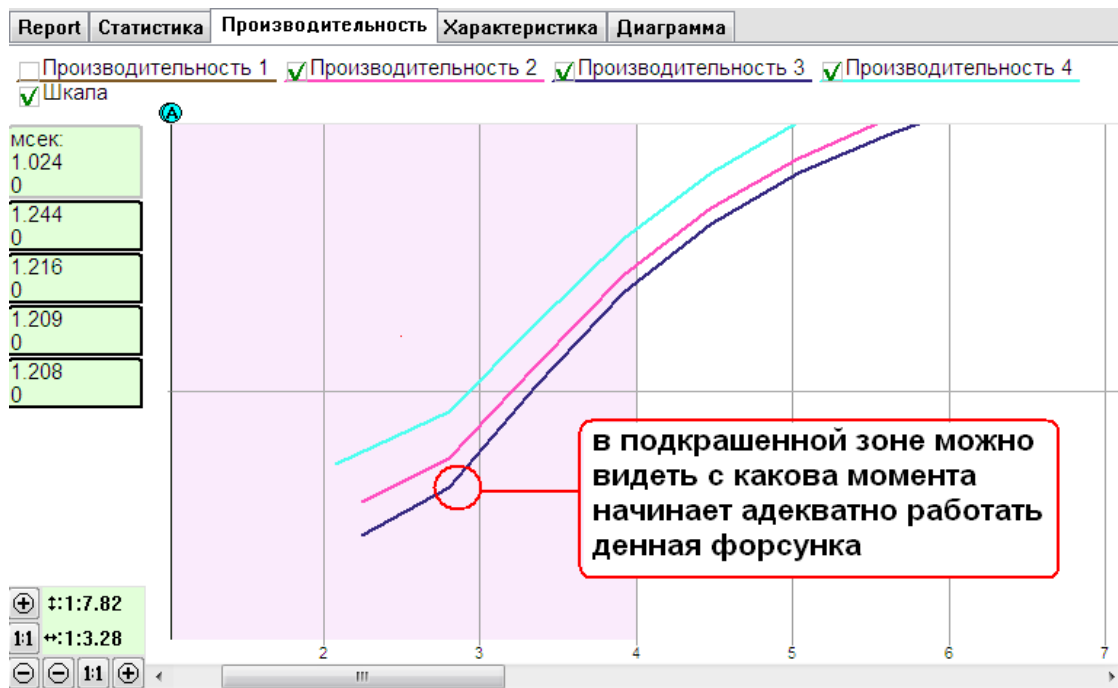
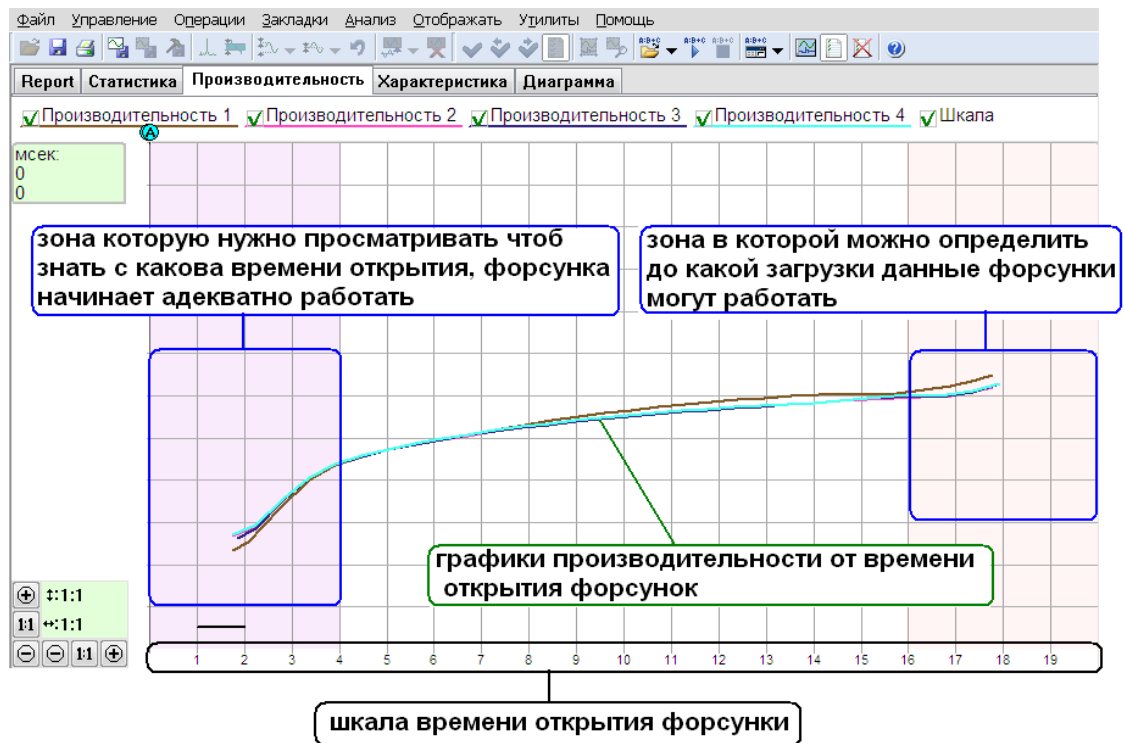
	Форсунка №1	Форсунка №2	Форсунка №3	Форсунка №4
Задержка открытия, мсек	2.80	2.72	2.64	2.88
Подъем иглы, мсек	0.88	0.96	1.08	0.88
Задержка закрытия, мсек	2.24	2.72	2.72	2.88
Опускание Иглы, мсек	1.00	0.96	1.04	0.96
Производительность, усл. л/мин	90.98	89.61	89.53	90.03
Относительная производительность, %	100.0	-1.5	-1.6	-1.0
Нестабильность, %	0.5	0.2	0.2	0.3
Ток, А	2.9	2.9	3.0	2.9

На вкладке статистика отображается табличка в которой перечислены следующие параметры работы тестируемых форсунок:

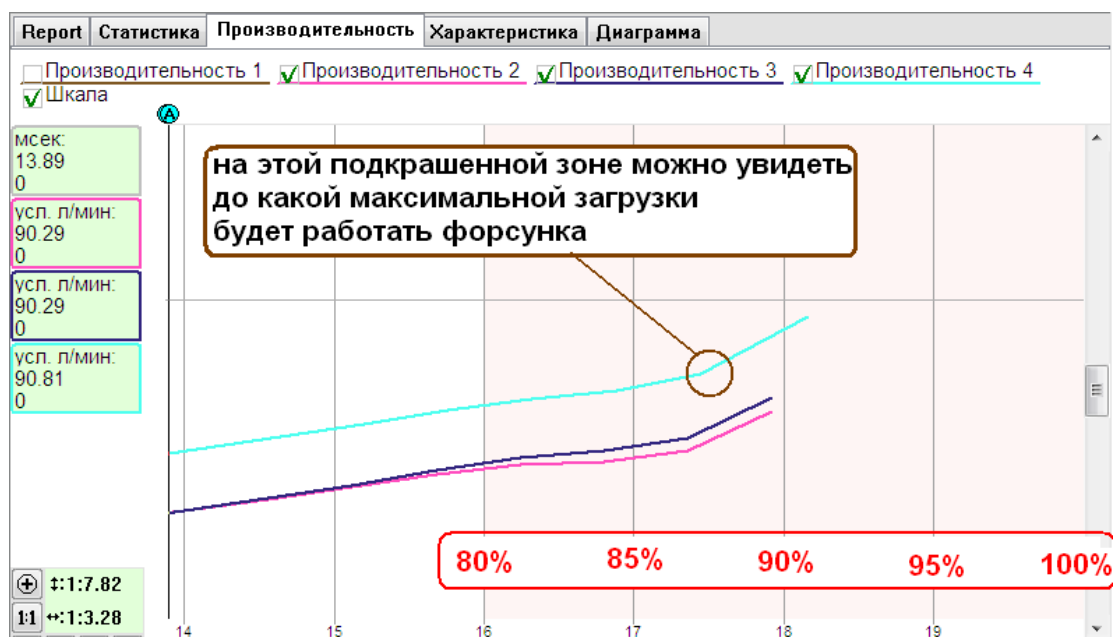
- задержка открытия — время, которое прошло до начала поднятия запирающей иглы форсунки;
- подъем иглы — время, за которое полностью поднялась игла;
- задержка закрытия — время, которое прошло до начала опускания иглы;
- опускание иглы — время, за которое полностью опустилась игла;
- производительность — условная производительность форсунки;
- относительная производительность — разница в процентах между форсункой с наибольшей производительностью и остальными;
- нестабильность — разница производительности при одном и том же времени открытия;
- ток — значение тока, потребляемое форсункой при тесте;

Табличку можно распечатать на принтере прямо с вкладки нажав кнопку “печать”

Вкладка “Производительность”

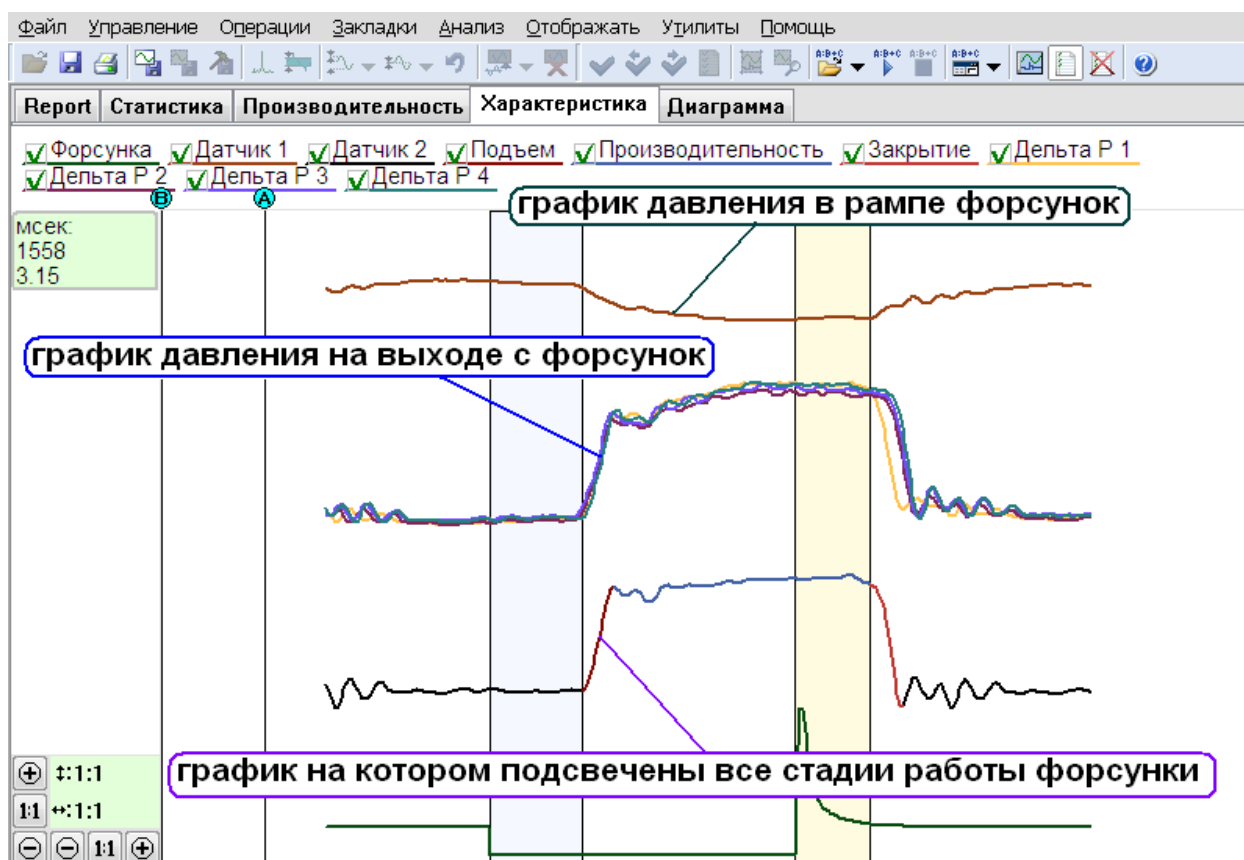


Данная форсунка будет работать адекватно начиная с 3 мс.

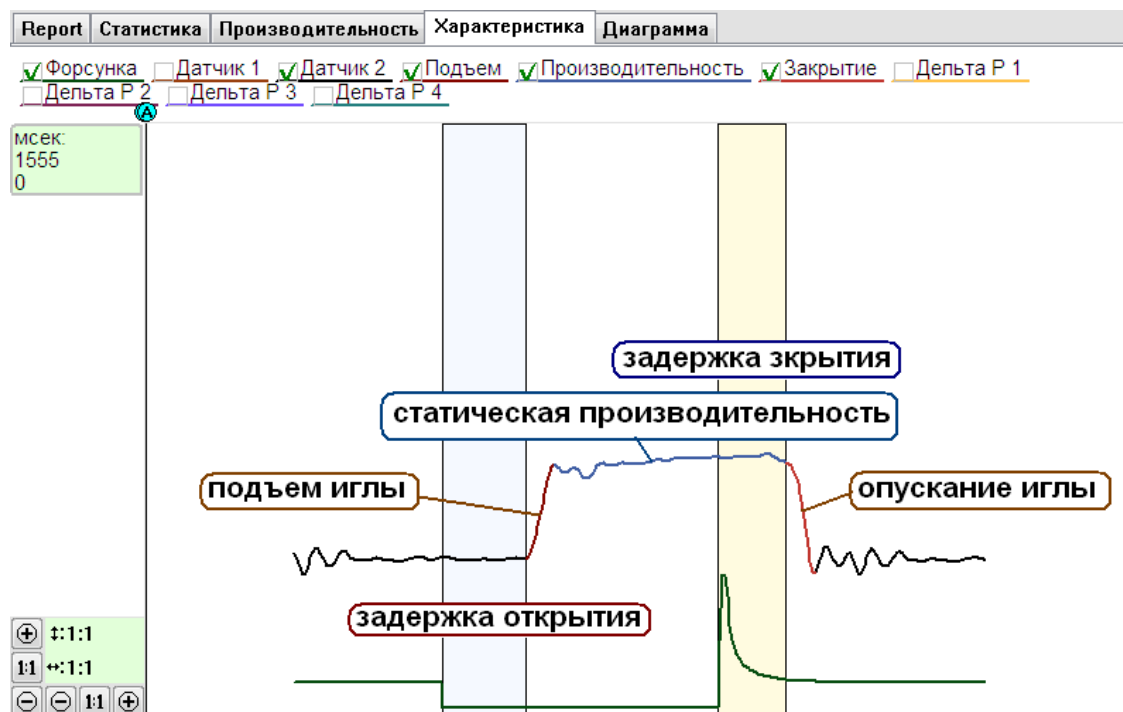


Также можно видеть что загрузка больше 85% не желательна

Вкладка “Характеристика”



Графики дельта, визуально дают возможность просмотреть какова повторяемость всех форсунок при времени открытия 10мс.



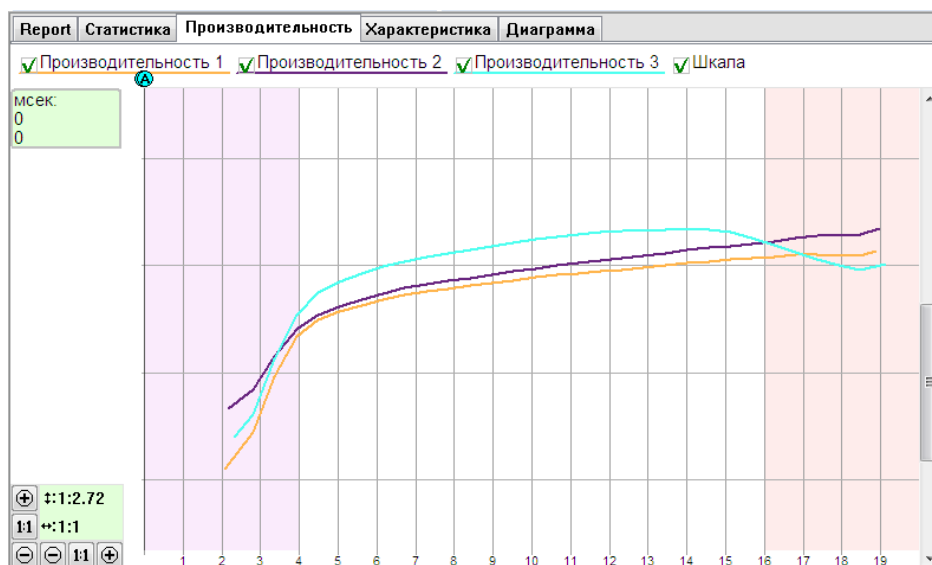
Вкладка “Диаграмма”



На вкладке графически изображены данные с таблички статистика

Какие дефекты работы форсунок можно обнаружить при помощи тестера

- разная производительность
- подклинивание запирающей иглы
- задержка открытия и закрытия
- стабильность работы



Подклинивание запирающей иглы на графике *Производительность 3* видно как график ушел вниз, что говорит о непригодности форсунки. Никаким другим способом не возможно обнаружить данную проблему, так как тест проходит не только с изменением продолжительности импульса, но и скважности. Повторные тесты показали что дефект проявлялся только при большой скважности (загрузке форсунок).

stend-valtek-probeg-60t			
	Форсунка №1	Форсунка №2	Форсунка №3
Задержка открытия, мсек	3.12	3.20	3.20
Подъем иглы, мсек	1.32	1.36	1.28
Задержка закрытия, мсек	3.16	3.12	2.96
Опускание Иглы, мсек	1.24	1.24	1.28
Производительность, усл. л/мин	152.37	151.35	150.98
Относительная производительность, %	100.0	-0.7	-0.9
Нестабильность, %	7.5	7.0	7.3
Ток, А	2.6	2.3	2.2

Форсунки Valtek с пробегом 60000км имеют нестабильность в среднем 7%, хотя производительность в норме. Такие форсунки следует заменить. Разница производительности в 5% и больше приведет к невозможности корректной настройки газового оборудования и потере

мощности что отразится на расходе. При разнице в характеристике форсунок больше 4% потеря мощности составит примерно на 30% а расход 10%-15%.

stend103-keixen-do

	Форсунка №1	Форсунка №2	Форсунка №3
Производительность, усл. л/мин	106.25	104.91	106.25
Относительная производительность, %	0.0	-1.3	100.0
Нестабильность, %	1.0	1.0	1.2
Ток, А	5.6	6.2	5.8

stend103-keixen-pisle1

	Форсунка №1	Форсунка №2	Форсунка №3
Производительность, усл. л/мин	106.46	106.18	105.99
Относительная производительность, %	100.0	-0.3	-0.4
Нестабильность, %	1.0	0.9	0.9
Ток, А	6.0	5.8	5.5

Еще пример тестирования форсунок [Keihin](#) до чистки и после. Как можно заметить, после чистки выравнилась производительность и параметр неустойчивости снизился.

Report

Статистика

Производительность

Характеристика

Диаграмма

Скрипт injector tester. Версия 1.0.0

Уведомления

Просадка давления на форсунке №3 в начале теста и в конце

	Форсунка №1	Форсунка №2	Форсунка №3
Задержка открытия, мсек	2.00	2.00	1.92
Подъем иглы, мсек	0.72	0.72	0.64
Задержка закрытия, мсек	1.84	1.68	1.60
Опускание Иглы, мсек	0.96	1.04	1.12
Производительность, усл. л/мин	127.66	126.34	124.57
Относительная производительность, %	100.0	-1.0	-2.4
Нестабильность, %	0.6	1.5	2.0
Ток, А	6.0	5.9	5.4

Может случиться такое что редуктор не сможет удержать стабильное давление при проведении теста. В таком случае в вкладке "Report" будет сообщение об этом. Также на вкладке "Статистика" будет подсвечена ячейка производительности, где давление вышло за рамки допустимого. В таком случае погрешность измерений увеличится до 3%. При правильной работе редуктора погрешность составит не более 1,5%.