

# ДИАГНОСТИКА ПРИ ПОМОЩИ ТОКОВЫХ КЛЕЩЕЙ



**Фото 1.** Подключение токовых клещей для получения графика тока, протекающего в цепи обмотки электромагнитного клапана форсунки дизельного двигателя с системой управления Bosch Common Rail.

При проведении диагностики с помощью осциллографа в большинстве случаев диагност снимает и анализирует осциллограммы напряжений выходных сигналов датчиков, управляющих сигналах исполнительными механизмами и их питающих линий. При этом осциллограф отображает на экране именно график напряжения исследуемого сигнала. Но в некоторых случаях более наглядным для диагностики может оказаться график тока (ток измеряется в Амперах; напряжение измеряется в Вольтах). Для вывода графика тока на экран осциллографа, необходимо преобразовать ток в напряжение, и уже это напряжение вывести на экран осциллографа. Существуют два способа преобразования тока в напряжение - контактный и бесконтактный.

Контактный способ предполагает включение в разрыв исследуемой цепи шунта. В качестве шунта применяются мощные резисторы с низким сопротивлением. Чем больший ток протекает в исследуемой цепи, а следовательно, и через

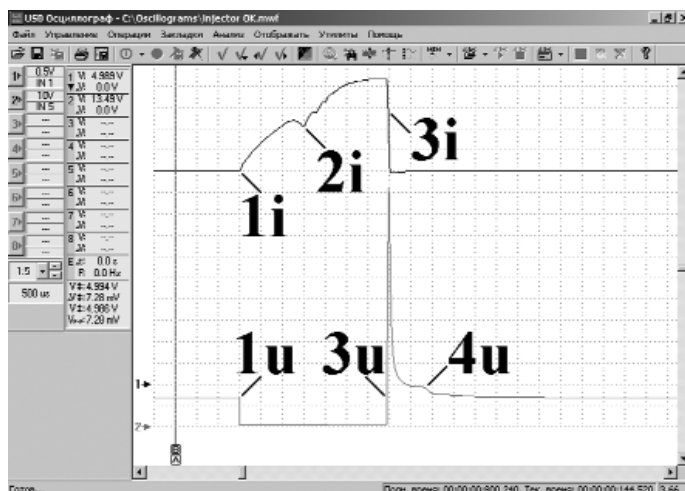
шунт, тем больше падение напряжения на шунте. Именно это падение напряжения и выводится на экран осциллографа.

Бесконтактный способ предполагает применение преобразователя магнитного потока в напряжение (или преобразователя напряжённости магнитного поля в напряжение), обычно выполненного в виде токовых клещей. Данный способ основан на том, что вокруг электрического проводника, по которому течёт ток, всегда возникает магнитное поле.

В этой статье будут показаны сравнительные графики напряжений управляющих сигналов и полученные при помощи токовых клещей бесконтактного типа графики протекающего в цепи тока, для некоторых узлов систем управления бензиновых и дизельных двигателей и для некоторых других устройств.

## СИГНАЛ УПРАВЛЕНИЯ БЕНЗИНОВОЙ ФОРСУНКОЙ

На приведённой ниже иллюстрации (рис. 1) изображена осциллограмма напряжения импульса управления бензиновой электромагнитной форсункой совместно с графиком тока,



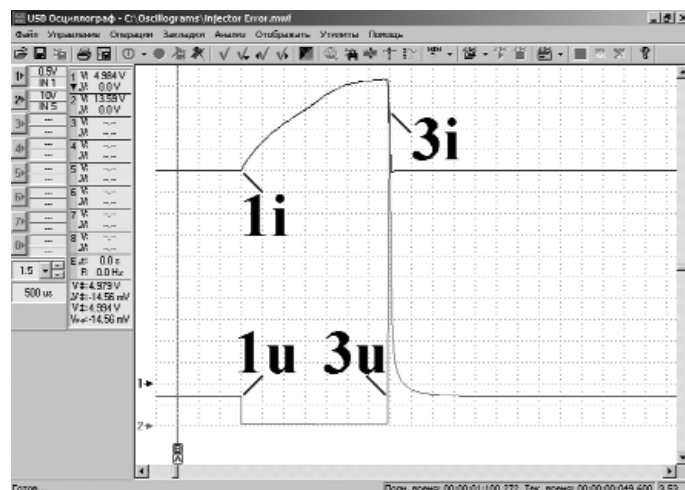
**Рис. 1.** Сравнение графиков напряжения и тока импульса управления исправной бензиновой электромагнитной форсункой.

- 1 График тока, протекающий через обмотку форсунки
- 2 Осциллограмма напряжения на управляющем выводе форсунки
- 1i-Начало протекания тока в цепи обмотки форсунки
- 2i-"Отражение" на графике тока момента открытия клапана форсунки
- 3i-Конец протекания тока в цепи обмотки форсунки
- 1u-Момент начала подачи напряжения на обмотку форсунки
- 3u-Момент отключения обмотки форсунки от источника напряжения
- 4u-"Отражение" на осциллограмме напряжения момента закрытия клапана форсунки

протекающего через обмотку этой форсунки.

Как можно заметить по приведённой иллюстрации, на графиках напряжения и тока управляющего импульса видны не только начало и конец управляющего

импульса. По осциллограмме напряжения заметен момент закрытия клапана форсунки (из-за инерционности механической системы форсунки, закрытие клапана форсунки происходит несколько позже завер-



**Рис. 2.** Сравнение графиков напряжения и тока импульса управления неисправной бензиновой электромагнитной форсункой.

- 1 График тока, протекающий через обмотку форсунки
- 2 Осциллограмма напряжения на управляющем выводе форсунки
- 1i-Начало протекания тока в цепи обмотки форсунки
- 3i-Конец протекания тока в цепи обмотки форсунки
- 1u-Момент начала подачи напряжения на обмотку форсунки
- 3u-Момент отключения обмотки форсунки от источника напряжения

шения подачи управляющего импульса). По графику протекающего в цепи обмотки форсунки тока заметен момент открытия клапана форсунки.

На рис. 2 приведены аналогичные графики для форсунки, клапан которой механически заклинило.

В отличие от предыдущей иллюстрации, здесь на гра-

фиках напряжения и тока управляющего импульса видны только начало и конец управляющего импульса. Моменты открытия и закрытия клапана форсунки здесь не прослеживаются, так как вследствие механической неисправности клапан данной форсунки на управляющие импульсы не откликается.

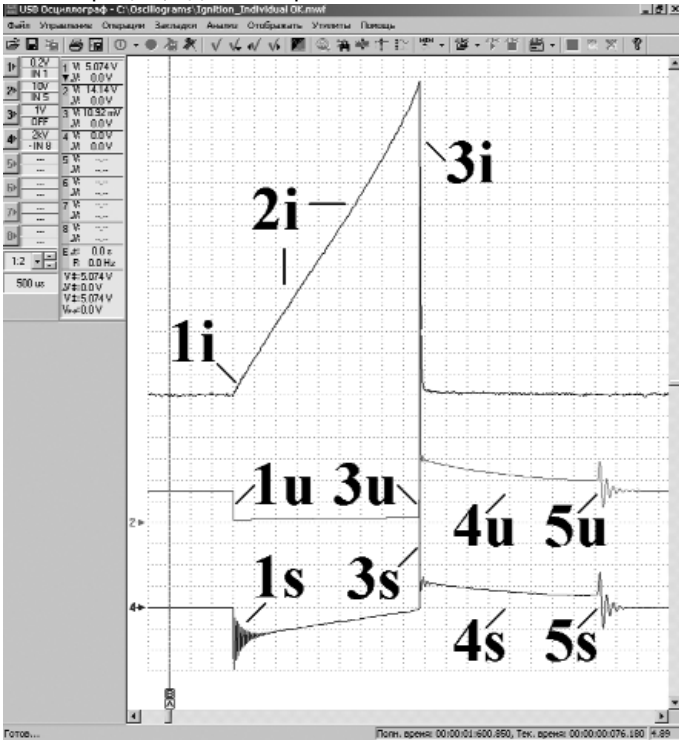


Рис. 3. Сравнение графиков напряжения и тока импульса управления исправной катушки зажигания.

- 1 График тока, протекающий через первичную обмотку исправной катушки зажигания
- 2 Осциллограмма напряжения на управляющем выводе первичной обмотки исправной катушки зажигания
- 4 Осциллограмма напряжения во вторичной цепи исправной катушки зажигания
- 1i-Начало протекания тока в цепи первичной обмотки исправной катушки зажигания
- 2i-Участок постепенного нарастания тока в цепи первичной обмотки катушки зажигания
- 3i-Конец протекания тока в цепи первичной обмотки катушки зажигания
- 1u-Момент начала подачи напряжения на первичную обмотку катушки зажигания
- 3u-Момент резкого отключения первичной обмотки катушки зажигания от источника напряжения
- 4u-"Отражение" участка горения искрового разряда во вторичной цепи системы зажигания на осциллограмме напряжения на управляющем выводе первичной обмотки катушки зажигания
- 5u-"Отражение" затухающих колебаний, возникающих во вторичной цепи исправной катушки зажигания сразу после прекращения горения искрового разряда на осциллограмме напряжения на управляющем выводе первичной обмотки катушки зажигания
- 1s-"Отражение" на осциллограмме напряжения во вторичной цепи системы зажигания, момента начала подачи напряжения на первичную обмотку катушки зажигания
- 3s-Импульс высокого напряжения во вторичной цепи системы зажигания (пробивное напряжение), возникающий вследствие резкого отключения первичной обмотки катушки зажигания от источника напряжения
- 4s-Участок горения искрового разряда во вторичной цепи системы зажигания
- 5s-Затухающие колебания, возникающие во вторичной цепи исправной катушки зажигания сразу после прекращения горения искрового разряда

## СИГНАЛ УПРАВЛЕНИЯ КАТУШКОЙ ЗАЖИГАНИЯ

На рис. 3 показаны осциллограмма напряжения и тока импульса управления исправной индивидуальной катушкой зажигания (осциллограмма напряжения на первичной обмотке катушки зажигания) совместно с графиком тока заряда катушки, протекающего через пер-

вичную обмотку этой катушки, а так же приведена осциллограмма напряжения во вторичной цепи этой катушки зажигания.

График тока заряда катушки зажигания отражает только процесс заряда катушки зажигания и не отражает процессов горения искрового разряда во вторичной цепи системы зажи-

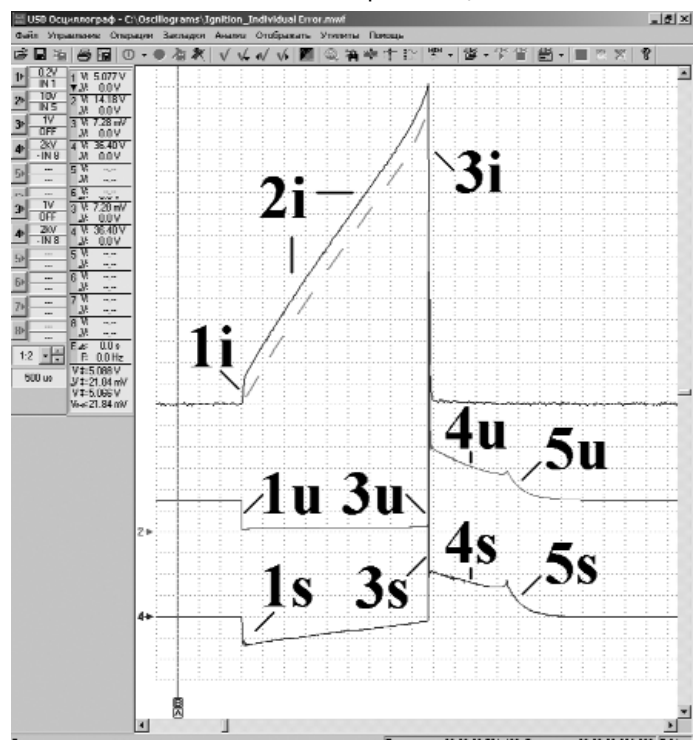


Рис. 4. Сравнение графиков напряжения и тока импульса управления неисправной катушки зажигания

- 1 График тока, протекающий через первичную обмотку неисправной катушки зажигания
- 2 Осциллограмма напряжения на управляющем выводе первичной обмотки неисправной катушки зажигания
- 4 Осциллограмма напряжения во вторичной цепи неисправной катушки зажигания
- 1i-Начало протекания тока в цепи первичной обмотки неисправной катушки зажигания
- 2i-Участок постепенного нарастания тока в цепи первичной обмотки катушки зажигания
- 3i-Конец протекания тока в цепи первичной обмотки катушки зажигания
- 1u-Момент начала подачи напряжения на первичную обмотку катушки зажигания
- 3u-Момент резкого отключения первичной обмотки катушки зажигания от источника напряжения
- 4u-"Отражение" участка горения искрового разряда во вторичной цепи системы зажигания на осциллограмме напряжения на управляющем выводе первичной обмотки катушки зажигания
- 5u-"Отражение" участка с отсутствующими затухающими колебаниями во вторичной цепи поврежденной катушки зажигания на осциллограмме напряжения на управляющем выводе первичной обмотки катушки зажигания
- 1s-"Отражение" на осциллограмме напряжения во вторичной цепи системы зажигания момента начала подачи напряжения на первичную обмотку катушки зажигания
- 3s-Импульс высокого напряжения во вторичной цепи системы зажигания (пробивное напряжение), возникающий вследствие резкого отключения первичной обмотки катушки зажигания от источника напряжения
- 4s-Участок горения искрового разряда во вторичной цепи системы зажигания
- 5s-После прекращения горения искрового разряда, затухающие колебания во вторичной цепи неисправной катушки зажигания отсутствуют

гания. Как видно по этому графику, ток в первичной обмотке не возникает сразу после подключения к источнику напряжения, а, начиная с нулевого значения, постепенно нарастает, несмотря на то, что первичная обмотка катушки намотана из короткого куска толстой медной проволоки. Это происходит потому, что эта обмотка обладает значительной индуктивностью, и именно за счёт этого ток в первичной цепи не возникает мгновенно, а нарастает постепенно.

На осциллограмме напряжения на управляющем выводе первичной обмотки катушки зажигания сразу после момента резкого отключения от источника напряжения наблюдается практически "зеркальное отражение" осциллограммы напряжения во вторичной цепи катушки зажигания. Благодаря этому "отражению", по графику напряжения на первичной обмотке катушки зажигания можно проводить диагностику не только первичной цепи системы зажигания, но так же и вторичной цепи системы зажигания.

На рис. 4 аналогичные графики для такой же катушки зажигания, межвитковая изоляция обмоток которой повреждена.

Пунктирная линия зелёного цвета отображает ориентировочную форму графика тока в цепи первичной обмотки исправной катушки зажигания и приведена здесь для сравнения с формой графика тока, протекающего через первичную обмотку неисправной катушки зажигания (график чёрного цвета).

Как было сказано выше, график тока заряда катушки зажигания отражает только процесс заряда катушки зажигания и не отражает процессов горения искрового разряда во вторичной цепи системы зажигания. Но, тем не менее, по этому графику так же можно судить об исправности

изоляции обмоток катушки. В отличие от исправной катушки зажигания, здесь после подключения к источнику напряжения ток в первичной обмотке нарастает скачкообразно, а не плавно начинает расти с нулевого значения. Другими словами, несмотря на то что первичная обмотка катушки обладает значительной индуктивностью, ток скачкообразно достигает некоторого значения, и только после этого величина тока продолжает нарастать постепенно. Такое изменение графика тока вызвано тем, что часть витков катушки с повреждённой изоляцией обмоток оказываются зашунтированными посредством искрового разряда, горящего между витками катушки зажигания внутри корпуса катушки. Этот паразитный искровой разряд горит, начиная с момента подключения первичной обмотки катушки зажигания к источнику напряжения, и прекращает горение несколько позже завершения горения полезного искрового разряда между электродами свечи зажигания. Таким образом, это характерное изменение формы графика тока может служить диагносту дополнительным признаком повреждения изоляции системы зажигания, благодаря чему может рассматриваться как ещё один метод проведения диагностики системы зажигания.

Повреждение изоляции проявляется и на осциллограммах напряжения первичной и вторичной цепей системы зажигания в виде отсутствия затухающих колебаний после прекращения горения полезного искрового разряда между электродами свечи зажигания. В исправной системе зажигания в конце горения искрового разряда между электродами свечи зажигания значение тока, протекающего через свечу зажигания (и, соответственно,

протекающего через вторичную обмотку катушки зажигания), резко "обрывается" до нуля. Этот резкий обрыв значения тока во вторичной цепи и порождает возникновение затухающих колебаний. В случае же повреждения изоляции обмоток катушки зажигания (либо очень сильного загрязнения изолятора свечи зажигания...), во вторичной цепи течёт не только полезный ток искрового разряда между электродами свечи зажигания, но и одновременно течёт паразитный ток через повреждённую изоляцию. Вследствие этого в конце горения полезного искрового разряда между электродами свечи зажигания, значение тока, протекающего через вторичную обмотку катушки зажигания уже не резко "обрывается", а всего лишь несколько уменьшается, после чего постепенно снижается до нуля. Из-за того что в этом случае резкий обрыв значения тока во вторичной цепи не возникает, возникновения затухающих колебаний не происходит.

Кроме прочего, паразитный искровой разряд, протекающий через повреж-

дённую изоляцию обмоток катушки зажигания или через повреждённую изоляцию элементов вторичной цепи системы зажигания, "отбирает" часть запасённой в магнитном поле катушки энергии. Вследствие этого энергия полезного искрового разряда уменьшается, что в данном случае можно заметить путём сравнения двух приведённых выше иллюстраций, наглядно показывающих уменьшение времени горения полезного искрового разряда.

#### РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ В ТОПЛИВНОЙ РЕЙКЕ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ BOSCH COMMON RAIL

На рис. 5 иллюстрации показаны осциллограмма напряжения сигнала управления клапаном регулирования давления в топливной рейке дизельного двигателя с системой управления аккумуляторного типа Bosch Common Rail совместно с графиком тока, протекающего через обмотку клапана (в рейке поддерживается низкое давление). Клапан регулирует давление в рейке путём измене-

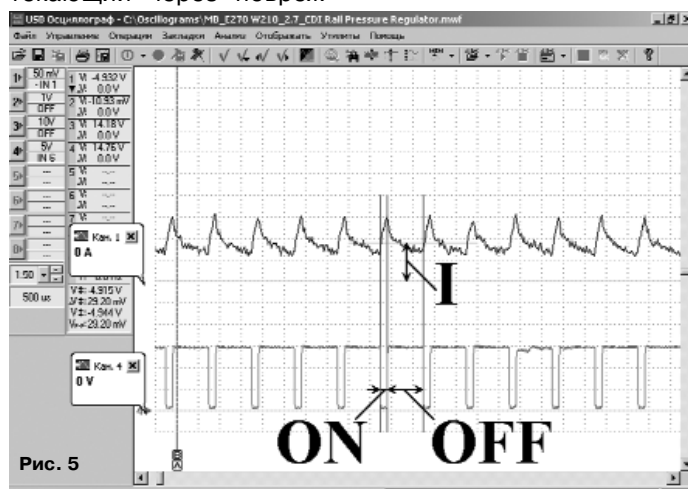


Рис. 5  
1 - График тока, протекающий через обмотку клапана регулирования давления в топливной рейке (в рейке поддерживается низкое давление)

4 - Напряжение на управляющем выводе обмотки клапана регулирования давления в топливной рейке

ON - Временной промежуток, на протяжении которого обмотка клапана подключена к источнику напряжения, в данном случае равен 168  $\mu$ s

OFF - Временной промежуток, на протяжении которого обмотка клапана отключена от источника напряжения, в данном случае равен 832  $\mu$ s

I - Среднее значение тока, протекающего через обмотку клапана



ния скорости слива топлива из рейки обратно в топливный бак. При отсутствующем входном сигнале, сила действия пружины клапана обеспечивает поддержание давления в рейке на уровне около 100 Bar. Когда на обмотку клапана подаётся управляющий сигнал, электромагнит усиливает действие пружины, и отток топлива из рейки в топливный бак замедляется, благодаря чему давление в рейке увеличивается.

Управление клапаном осуществляется посредством так называемого ШИМ-сигнала (ШИМ - Широтно-Импульсная Модуляция). За счёт того что обмотка клапана обладает существенной индуктивностью, подключение обмотки клапана к источнику напряжения приводит не к мгновенному, а к постепенному нарастанию тока в цепи обмотки. Управляющая обмоткой клапана электрическая схема организована так, что отключение обмотки клапана от источника напряжения приводит не к мгновенному, а к постепенному спадающему току в цепи обмотки. Достаточно высокая частота включений /

выключений способствует снижению амплитуды пульсаций мгновенной величины тока.

Как видно по приведённой выше иллюстрации, блок управления двигателем подключает обмотку клапана к источнику напряжения на короткое время, после чего отключает её на короткое время от источника, снова подключает к источнику и т.д. Частота подключений / отключений фиксирована, а вот скважность регулируется по мере необходимости. В данном случае условия работы двигателя требовали поддержания в топливной рейке относительно низкого давления. Поэтому обмотка клапана регулирования давления подключалась к источнику напряжения на относительно короткое время, а отключалась на относительно продолжительное время (в данном случае скважность управляющего сигнала составляет 16,8%), поддерживая среднее значение протекающего через обмотку клапана тока на относительно низком уровне. За счёт высокой частоты управляющего ШИМ-сигнала, механическая систе-

ма клапана регулирования давления из-за своей инерционности "не успевает" изменять своё положение вслед за изменениями мгновенной величины протекающего тока. Таким образом, положение механической системы клапана устанавливается в соответствии со средним значением протекающего через обмотку тока.

На рис. 6 показаны осциллограмма напряжения сигнала управления клапаном регулирования давления совместно с графиком тока, протекающего через обмотку клапана в условиях, когда в топливной рейке требовалось поддержание повышенного давления.

Для повышения давления в рейке, блок управления двигателем увеличил значение тока, протекающего через обмотку клапана, за счёт чего отток топлива из рейки в топливный бак существенно замедлился, как следствие - давление в рейке увеличилось. Увеличение значения тока, протекающего через обмотку клапана, было достигнуто путём изменения скважности управляющего сигнала (в данном случае скважность управляющего сигнала составляет 37,6%). Теперь блок управления подключал обмотку клапана к источнику напряжения на

более продолжительное время, а отключал её от источника на более короткое время, поддерживая, таким образом, среднее значение тока, протекающего через обмотку клапана, на более высоком уровне. С изменением среднего значения протекающего через обмотку тока механическая система клапана устанавливается в новое положение. Частота подключений / отключений источника напряжения при этом осталась прежней.

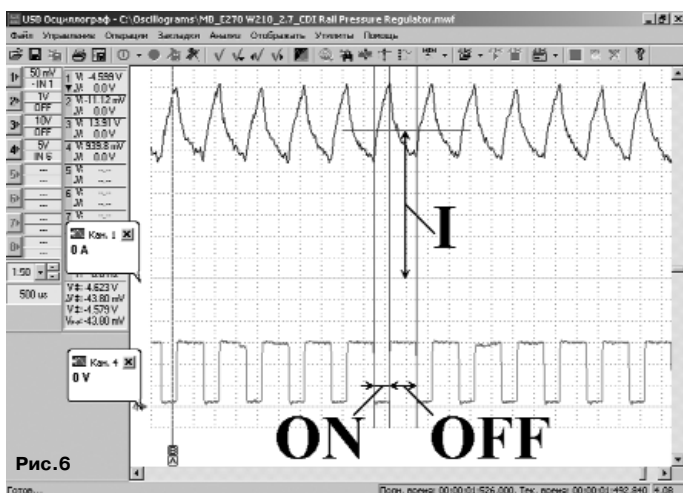
### ФОРСУНКА ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ BOSCH COMMON RAIL

На рис. 7 показаны осциллограммы напряжений на выводах обмотки форсунки дизельного двигателя с системой управления Bosch Common Rail.

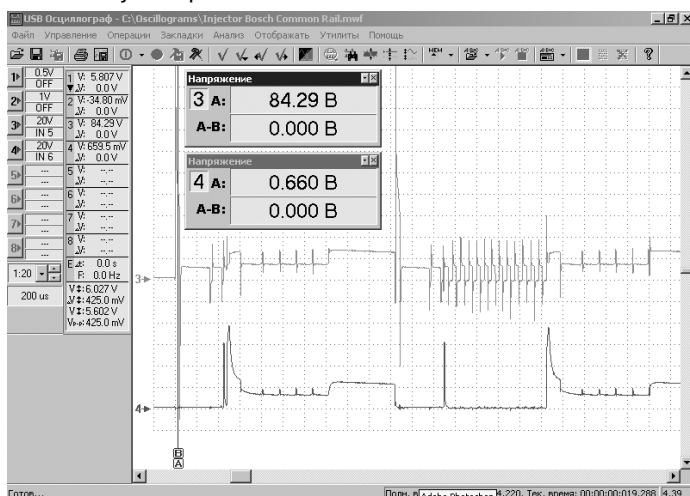
На осциллограммах прослеживаются следующие характерные фрагменты сигналов:

1) *предварительное впрыскивание малой дозы топлива (предвпрыск) способствует снижению уровня шума сгорания, снижению расхода топлива, снижению уровня токсичности выхлопа...;*

2) *отражение через обший электрический провод процесса перезарядки бустерного конденсатора (в данный момент в этом процессе задействована об-*



- 1 - График тока, протекающий через обмотку клапана регулирования давления в топливной рейке (в рейке поддерживается повышенное давление)  
4 - Напряжение на управляющем выводе обмотки клапана регулирования давления в топливной рейке  
ON - Временной промежуток, на протяжении которого обмотка клапана подключена к источнику напряжения, в данном случае равен 376  $\mu$ S  
OFF - Временной промежуток, на протяжении которого обмотка клапана отключена от источника напряжения, в данном случае равен 624  $\mu$ S  
I - Среднее значение тока, протекающего через обмотку клапана



- Рис. 7. Предварительный и основной впрыск топлива  
3 - Осциллограмма напряжения на одном из выводов обмотки форсунки  
4 - Осциллограмма напряжения на другом выводе обмотки форсунки

матка форсунки другого, "соседнего" цилиндра);

3) впрыскивание основной дозы топлива;

4) отражение через общий электрический провод процесса перезарядки бустерного конденсатора.

Каждый из этих фрагментов, в свою очередь, делится на фазы. Так, к примеру, третий фрагмент - впрыск основной дозы топлива, состоит из следующих фаз.

### Фаза открытия электромагнитного клапана форсунки

Как известно, после подключения к источнику напряжения, ток в катушке индуктивности нарастает не мгновенно, а постепенно. Для открытия электромагнитного клапана форсунки требуется обеспечить ток в обмотке клапана на уровне около 20 А. Исходя из требований к быстродействию, время, затрачиваемое на достижение этого значения тока, должно быть сведено к минимуму. Поэтому для увеличения скорости нарастания тока в цепи во время фазы открытия электромагнитного клапана форсунки на её обмотку подаётся напряжение порядка 100 В со специального бустерного

конденсатора.

### Фаза страгивания иглы распылителя форсунки

После того как ток в обмотке электромагнитного клапана форсунки достигает уровня около 20 А, обмотка отключается от бустерного конденсатора и подключается к аккумуляторной батарее. Но так как обмотка клапана форсунки низкоомна, несмотря на существенное снижение воздействующего на обмотку напряжения, ток в обмотке по-прежнему продолжает расти. Дальнейшее увеличение тока могло бы вызвать перегрев и повреждение обмотки, поэтому величина протекающего через обмотку тока ограничивается. Величина тока ограничивается на уровне около 20 А путём применения широтно-импульсной модуляции управляющего сигнала.

### Фаза удержания иглы распылителя форсунки в открытом состоянии

С целью снижения потерь электрической энергии, величина тока во время фазы удержания снижается до уровня около 12 А. В момент снижения величины тока высвобождается запасённая в магнитном поле катушки энергия. Эта энергия высвобождается в виде

возникновения Электродвижущей Силы самоиндукции (ЭДС самоиндукции) на обмотке клапана. Возникающая в этот момент ЭДС самоиндукции используется для зарядки бустерного конденсатора (обмотка клапана при этом служит источником напряжения / тока).

### Отключение

В момент отключения обмотки клапана форсунки от источника напряжения ток резко обрывается, за счёт чего на обмотке клапана возникает ЭДС самоиндукции, и эта высвобождающаяся энергия так же используется для зарядки бустерного конденсатора.

Фрагмент осциллограмм, относящийся к предварительному впрыскиванию малой дозы топлива, состоит из тех же фаз, что и фрагмент осциллограмм, относящийся к впрыскиванию основной дозы топлива. Но так как продолжительность предварительного впрыскивания существенно меньше продолжительности впрыскивания основной дозы, фаза удержания иглы распылителя форсунки в открытом состоянии во время предвпрыска очень коротка, либо может вовсе отсутствовать.

Осциллограммы напря-

жений на выводах обмотки электромагнитного клапана форсунки дизельного двигателя с системой управления Bosch Common Rail имеют довольно сложную форму, и их анализ затруднителен. Более наглядной для анализа является осциллограмма разности напряжений между выводами обмотки клапана форсунки (осциллограмма напряжения, воздействующего на обмотку клапана) (рис. 8).

Блок управления двигателем контролирует именно величину тока, протекающего через обмотку клапана форсунки; напряжение же является только лишь средством, при помощи которого задаётся величина тока. И, как видно по приведённой выше иллюстрации, график тока, протекающего через обмотку клапана, является намного более наглядным в сравнении с осциллограммами напряжений. Кроме того, график тока отражает только те процессы, которые относятся к исследуемой форсунке (в данном случае график тока отражает процессы предвпрыска и основного впрыска), и не отражает процессов, относящихся к "соседним" форсункам (в данном случае график тока не отражает процессов пе-

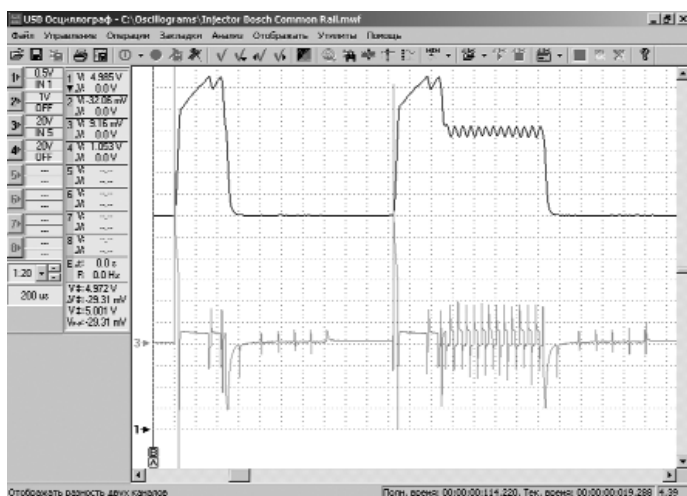


Рис. 8. Предварительный и основной впрыск топлива  
1 - График тока, протекающий через обмотку электромагнитного клапана форсунки дизельного двигателя с системой управления Bosch Common Rail

3 - Осциллограмма напряжения на обмотке электромагнитного клапана форсунки дизельного двигателя с системой управления Bosch Common Rail

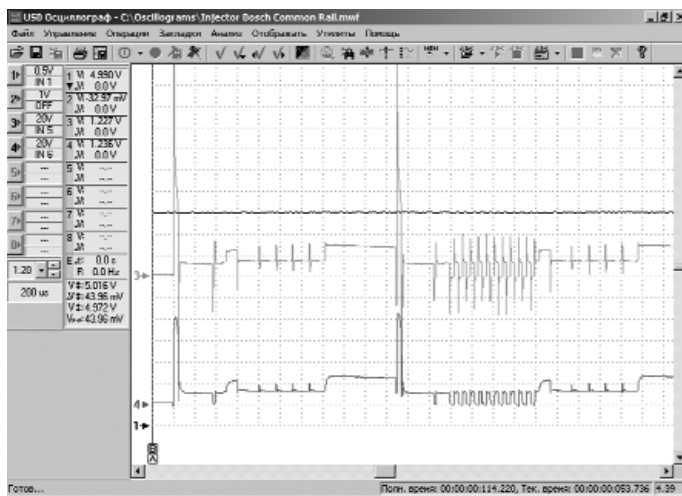


Рис. 9. "Отражение" осциллограммы напряжения управления "соседними" форсунками на выводах обмотки исследуемой форсунки  
1 - График тока в цепи обмотки клапана форсунки. В данный момент величина тока равна нулю

3 - Осциллограмма напряжения на одном из выводов обмотки исследуемой форсунки

4 - Осциллограмма напряжения на другом выводе обмотки исследуемой форсунки

резарядки бустерного конденсатора) (рис. 9).

Так как один из выводов обмотки клапана каждой из форсунок подключен к общему проводу, сигналы управления одной форсункой частично отражаются на осциллограммах напряжений на обмотках других форсунок.

Как видно, "отражающиеся" через общую электропроводку сигналы практически идентичны, то есть разность напряжений на обмотке исследуемой форсунки практически отсутствует (фактически, разность напряжений на обмотке исследуемой форсунки возникает только кратковременно), и, следовательно, ток через обмотку исследуемой форсунки в этот момент не протекает.

После впрыскивания топлива одной из форсунок, напряжение на бустерном конденсаторе снижается,

из-за чего требуется его перезарядка. С целью перезарядки конденсатора блок управления двигателем между процессами впрыскивания генерирует ток с импульсами пилообразной формы и пропускает его через закрытый электромагнитный клапан другой форсунки. Величина этого тока незначительна, за счёт чего клапан этой (другой) форсунки остаётся закрытым.

На рис. 10 показаны график тока, протекающий через обмотку электромагнитного клапана форсунки, и осциллограммы напряжений на выводах обмотки в тот момент, когда обмотка исследуемой форсунки задействуется для процесса перезарядки бустерного конденсатора.

Как уже было сказано выше, график тока отражает

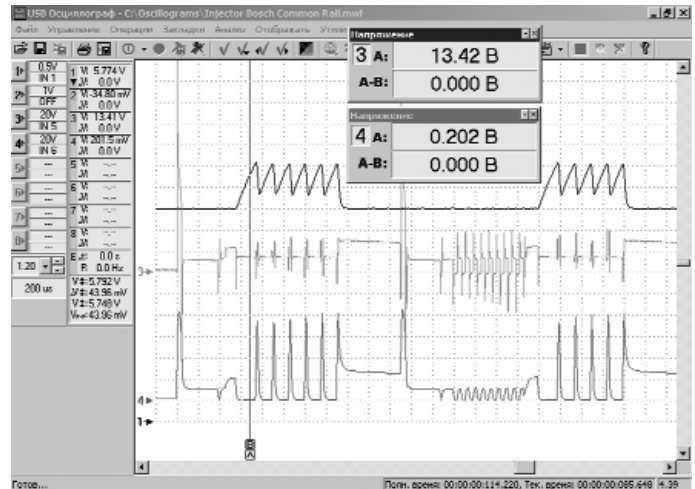


Рис. 10. Процесс перезарядки бустерного конденсатора

1 - График тока, протекающий через обмотку электромагнитного клапана форсунки дизельного двигателя с системой управления Bosch Common Rail (график чёрного цвета)

3 - Осциллограмма напряжения на одном из выводов обмотки исследуемой форсунки

4 - Осциллограмма напряжения на другом выводе обмотки исследуемой форсунки

только те процессы, которые относятся к исследуемой форсунке. В данном случае график тока отражает процессы перезарядки бустерного конденсатора и

не отражает процессов предвпрыска и основного впрыска.

**Виталий БОНДАРЬ**

# BERUF-AUTO

ООО «ФАРБЫ»

Тел.: 8(044) 561-55-11, 8(050) 313-38-15, 8(050) 313-36-17  
e-mail: beruf-auto.kiev@rambler.ru

Стенды для обслуживания  
автомобильных кондиционеров



Покрасочные камеры



Стенды для регулировки углов  
установки колёс



Шиномонтажные стенды



Балансировочные стенды



Диагностическое оборудование



Рихтовочные стенды



Гидравлические домкраты,  
краны, трансмиссионные  
стойки, прессы



Линия инструментального  
контроля



Подъёмники

