

# ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

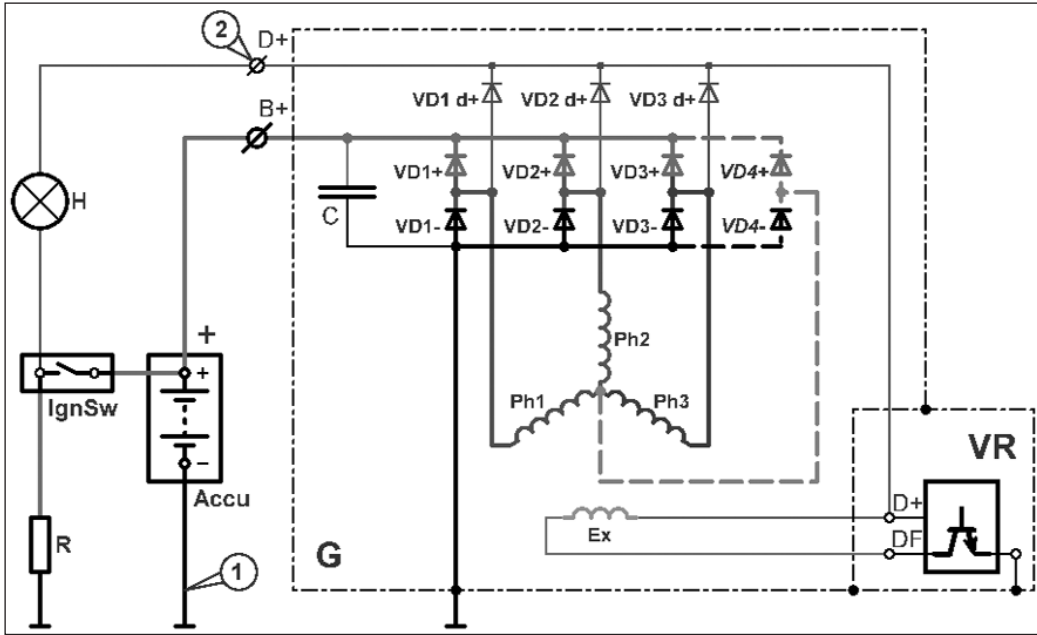


Рис. 1. Принципиальная схема генераторной установки и точки подключения для проведения диагностики: G - генераторная установка; Ph1 — Ph3 - обмотки трех фаз статора; VD1+ — VD3+ (VD4+) - положительные диоды силового выпрямителя; VD1-? VD3- (VD4-) - отрицательные диоды силового выпрямителя; C - конденсатор, для сглаживания высокочастотных пульсаций напряжения; B+ - силовой вывод "+" генераторной установки; VD1 d+ — VD3 d+ - диоды возбуждения; Ex - обмотка возбуждения; VR - регулятор напряжения; Accu - аккумуляторная батарея; + - вывод "+" аккумуляторной батареи; IgnSw - выключатель зажигания; H - индикатор заряда; D+ - вывод "D+" генераторной установки; DF - вывод управления обмоткой возбуждения; R - нагрузка (потребители электроэнергии); 1 - точка подключения чёрного зажима типа "крокодил" осциллографического щупа; 2 - точка подключения пробника осциллографического щупа.

Основным источником электроэнергии в автомобиле является генератор. Генератор преобразует механическую энергию вращения коленчатого вала двигателя в электрическую, обеспечивая энергией все электрические потребители автомобиля и подзарядку аккумуляторной батареи.

Рассмотрим принципиальную схему автомобильного генератора переменного тока (рис. 1).

Обмотка статора генератора Ph1, Ph2, Ph3 трехфазная. Она состоит из нескольких секций, называемых обмотками фаз или просто фазами, напряжения и токи в которых смещены друг относительно друга на треть периода, то есть, на 120°.

Выпрямитель содержит шесть силовых полупроводниковых диодов, три из которых: VD1+, VD2+ и VD3+ соединены с выво-

дом "+" генератора, а другие три: VD1-, VD2- и VD3- с корпусом генератора (с "массой"). При необходимости увеличения мощности генератора применяется дополнительное плечо выпрямителя на диодах VD4+ и VD4- (показано пунктиром). Такая схема увеличения мощности может использоваться только при условии, что обмотки статора соединены в "звезду", так как к дополнительному плечу выпрямителя подключается "нулевая" точка трех обмоток.

Обмотка возбуждения Ex встроена в ротор, который создает вращающееся магнитное поле, и, согласно эффекту электромагнитной индукции, генерирует переменное напряжение в обмотках статора.

Регулятор напряжения VR дозирует величину тока в обмотке возбуждения, регулируя тем самым

мощность генератора и поддерживая неизменным напряжение на силовых выводах. Выполнен регулятор как отдельный блок на электронных компонентах и обычно крепится к корпусу генератора, дополнительно выполняя функцию щеткодержателя.

В последнее время на некоторых автомобилях вывод DF регулятора напряжения используется электроникой автомобиля и блоком управления двигателем для определения величины нагрузки на генератор. При её превышении (определяется по постоянно включенному состоянию регулятора) временно отключаются некоторые комфортные функции автомобиля, а в случае, если двигатель работает при этом на холостом ходу, - увеличивается частота вращения коленвала. Фактически,

по соотношению времени включенного / выключенного состояния регулятора напряжения и значению частоты вращения ротора генератора определяется общее электропотребление автомобиля.

## Принцип действия

В значительной части генераторов ток для обмотки возбуждения и питания регулятора напряжения (единицы ампер) поступает от отдельного выпрямителя. Выпрямитель обмотки возбуждения так же состоит из шести диодов, три из которых VD1-, VD2- и VD3- являются общими с силовым выпрямителем, а другие три VD1 d+, VD2 d+ и VD3 d+ используются только для питания обмотки возбуждения и регулятора напряжения. Начальное возбуждение (во время запуска двигателя автомобиля) возникает за счёт небольшого тока (около четверти ампера), протекающего от вывода "+" аккумуляторной батареи Accu через выключатель зажигания IgnSw, лампу индикатора заряда H, обмотку возбуждения Ex, выходной транзистор регулятора напряжения VR, и через "массу" к выводу "-" аккумуляторной батареи Accu. Такая схема питания обмотки возбуждения обеспечивает предварительный ток для запуска генератора и препятствует разряду аккумуляторной батареи при выключенном зажигании.

Полупроводниковые диоды не оказывают существенного сопротивления прохождению тока при приложении к ним напряжения в прямом направлении и практически не пропускают ток при обратном напряжении. Фазные напряжения изменяются по близким к синусоиде кривым; в одни моменты времени они положительны, в другие отри-

цательны, воздействуя таким образом на выпрямительные диоды с изменяющейся полярностью. Каждый диод силового выпрямителя, соответственно воздействующей на него полярности напряжения, переходит либо в открытое состояние, либо в закрытое. За счёт этого ток в нагрузке имеет только одно направление - от вывода "+" генераторной установки к ее выводу "-" (к "массе"), то есть в нагрузке протекает постоянный (выпрямленный) ток.

Диоды возбуждения работают аналогично, питая выпрямленным током обмотку возбуждения и регулятор напряжения. Величина тока, протекающего

через обмотку возбуждения, значительно меньшая, чем тока, отдаваемого генератором в нагрузку. Поэтому, в качестве диодов **VD1 d+** — **VD3 d+** применяются малогабаритные слаботочные диоды, рассчитанные на ток не более 3 - 5 А (для сравнения, диоды силового выпрямителя допускают протекание токов силой 30 - 50 А). Следует обратить внимание на то, что конструкция силовых выпрямительных диодов генераторной установки должна обеспечивать, помимо прохождения большого тока, достаточное их охлаждение. Иногда силовой выпрямительный мост может быть выполнен как группа полупроводни-

ковых кремниевых переходов, вмонтированных в общую теплоотводящую пластину.

Применение в регуляторе напряжения малогабаритных электронных компонентов и выполнение всей схемы регулятора на одном кристалле кремния, позволило увеличить мощность генераторов при тех же размерах, точнее дозировать режим зарядки аккумуляторной батареи, точнее регулировать выходное напряжение генератора, учитывать температурный режим генератора и величину создаваемой генератором нагрузки на двигатель...

Дополнительно в генераторную установку введены

элементы защиты от превышения всплесков высокого напряжения, возникающих, например, при внезапном отключении аккумулятора от перенапряжения обеспечивается тем, что диоды силового моста заменены стабилитронами. Отличие стабилитрона от выпрямительного диода состоит в том, что при воздействии на него напряжения в обратном направлении он не пропускает ток лишь до определенной величины этого напряжения, называемого напряжением стабилизации. Для применяемых в генераторах силовых выпрямительных стаби-

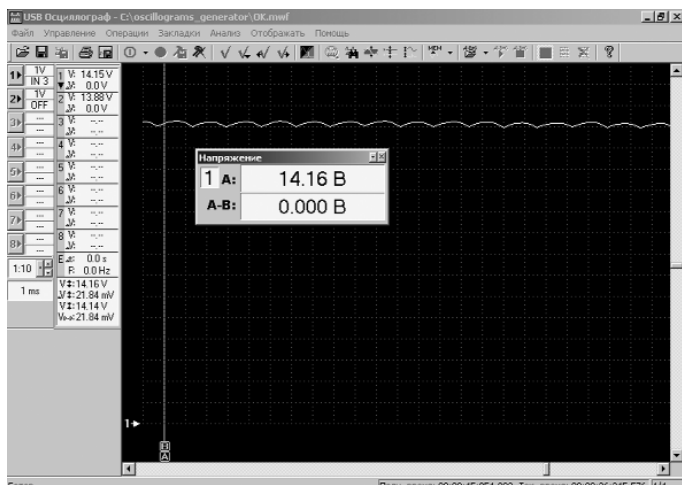


Рис. 2. Осциллограмма напряжения на выводе "D+" исправного генератора переменного тока

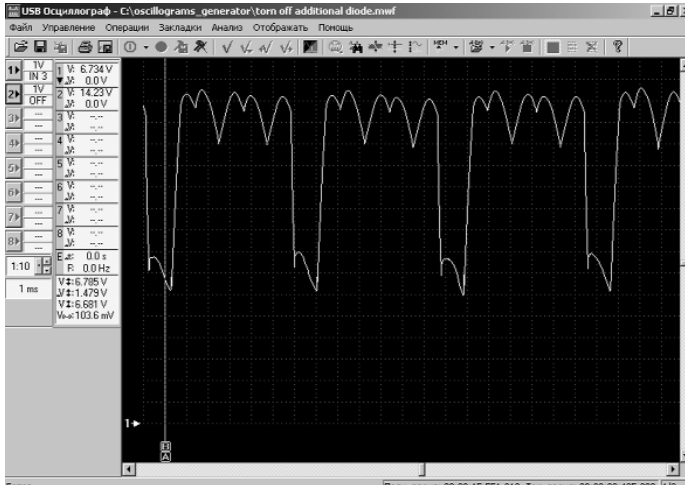


Рис. 4. Обрыв цепи диода возбуждения (обрыв диода, соединённого с выводом "D+" генератора). На схеме показан как "VD1 d+...VD3 d+"

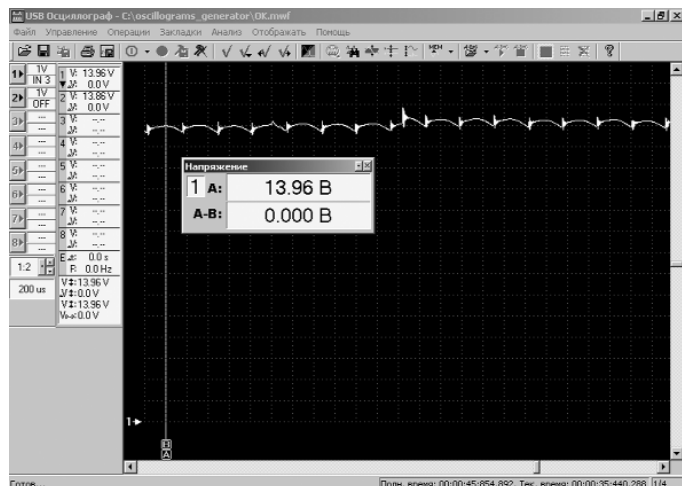


Рис. 3. Осциллограмма напряжения на выводе "D+" исправного генератора переменного тока

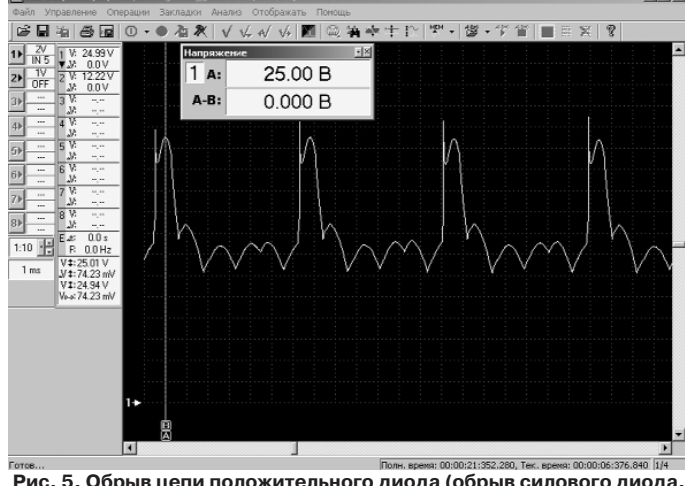


Рис. 5. Обрыв цепи положительного диода (обрыв силового диода, соединённого с выводом "+" генератора). На схеме показан как "VD1+...VD3+"

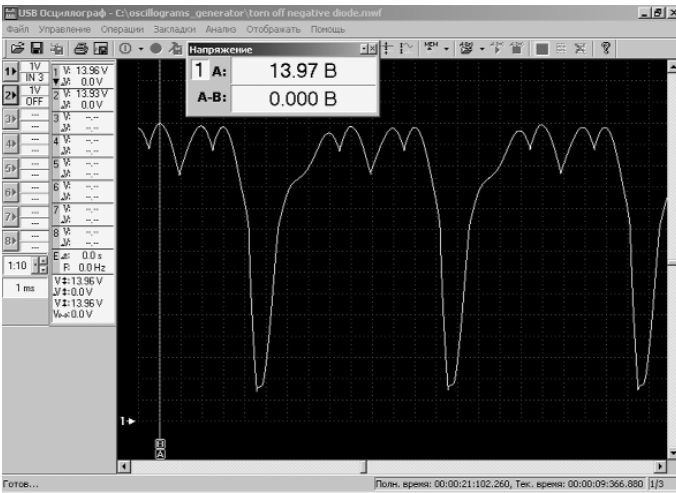


Рис. 6. Обрыв цепи отрицательного диода (обрыв силового диода, соединённого с "массой" генератора). На схеме показан как "VD1...VD3-"

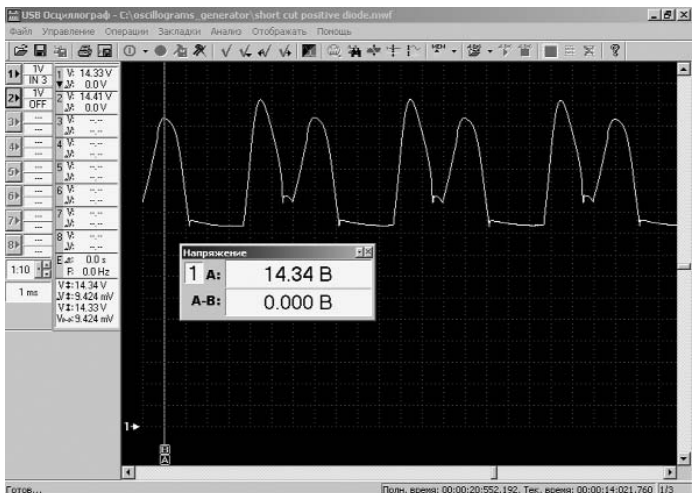


Рис. 8. Короткое замыкание положительного диода (замыкание силового диода, соединённого с выводом "+" генератора). На схеме показан как "VD1+...VD3+"



Рис. 7. Короткое замыкание диода возбуждения (замыкание диода, соединённого с выводом "D+" генератора). На схеме показан как "VD1 d+...VD3 d+"

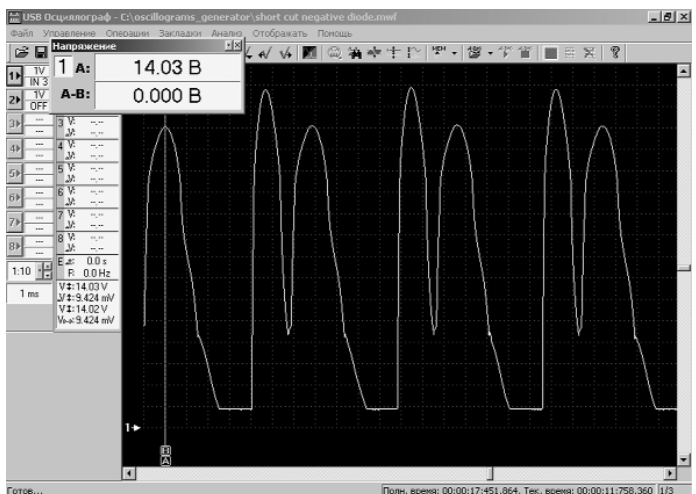


Рис. 9. Короткое замыкание отрицательного диода (замыкание силового диода, соединённого с "массой" генератора). На схеме показан как "VD1-...VD3-"

литронов напряжение стабилизации обычно составляет 25 - 30 V. При достижении этого уровня стабилитроны "пробиваются", то есть начинают пропускать ток в обратном направлении. В определенных пределах силы этого тока и напряжения на стабилитроне, на выводе "+" генератора напряжения не достигают опасных для электронных узлов автомобиля значений. Свойство стабилитрона поддерживать на своих выводах постоянство напряжения после "пробоя" так же лежит в основе работы регулятора напряжения.

Далее будут рассмотрены осциллографические методы диагностики гене-

раторов переменного тока, оснащённых диодами возбуждения.

### Диагностирование генераторов переменного тока

Напряжение на клемме D+ генератора носит пульсирующий характер. При возникновении той или иной неисправности генератора, форма пульсаций определённым образом изменяется. Путём сравнения осциллограммы напряжения на клемме D+ генератора с эталонной осциллограммой и типовыми примерами неполадок, можно выявить наличие и тип неполадки генератора, не снимая его с двигателя диагностируе-

мого автомобиля.

Если пульсации напряжения на клемме D+ незначительны - генератор работает нормально, если же осциллограмма имеет нарушение симметрии - в генераторной установке присутствует неисправность. Данный метод позволяет судить о состоянии как обмоток генератора, так и всех выпрямительных диодов.

Для получения осциллограммы напряжения на клемме D+ генератора, чёрный зажим типа "крокодил" осциллографического щупа должен быть подключен к металлической части корпуса генератора, пробник осциллографического щупа должен быть подключен к клемме

D+ генератора. Диагностировать генератор следует при частоте вращения коленчатого вала двигателя близкой 2500 об/мин. При этом необходимо создать как можно большую активную нагрузку на генератор - включить мощные электропотребители автомобиля, преобразующие электроэнергию в тепло (обогрев заднего стекла автомобиля) или в свет путём нагрева нити накала (головное освещение) (рис. 2).

Постоянное напряжение на клемме D+ исправного генератора имеет небольшие гармонические колебания.

Вследствие работы регулятора напряжения, на ос-

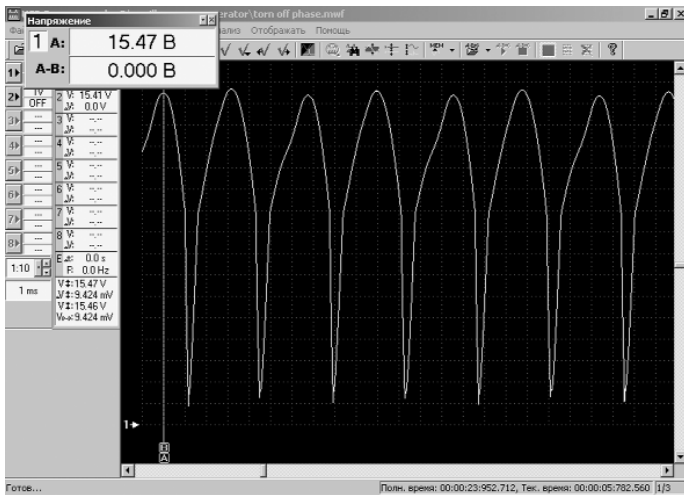


Рис. 10. Обрыв одной фазы. На схеме показана как "Ph1...Ph3"

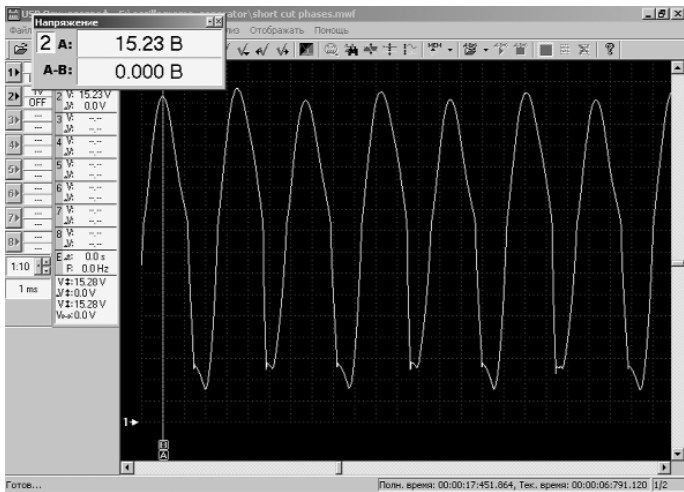


Рис. 11. Замыкание двух фаз между собой (дефект обмотки статора). На схеме показана как "Ph1...Ph3"

циллограмме могут быть видны колебания или "скачки" напряжения с небольшими пиками (максимумами напряжения), особенно при изменении нагрузки на генератор, например, при включении / выключении головного освещения автомобиля. Кроме того, могут быть заметны небольшие дополнительные пики напряжения, возникающие вследствие работы системы зажигания и других мощных потребителей электроэнергии (рис. 3).

Но эти незначительные отклонения формы импульсов легко отличить от тех, которые возникают вследствие неисправностей, так как колебания, возникающие вследствие неполадок, имеют значительно более высокую амплитуду.

### Типовые неисправности генератора

Рассмотрим осциллограммы напряжения на клемме "D+" генераторов с наиболее распространёнными неисправностями (рис. 4).

Отчётливо видны искажения одной полуволны (рис. 5).

В момент, когда неисправный положительный диод должен проводить ток от фазы к выводу "+" генератора, вследствие обрыва диода ток от фазы к нагрузке не течёт, имеется лишь ток от фазы к регулятору напряжения через диод возбуждения. Таким образом, в этот момент отсутствует демпфирующее действие аккумуляторной батареи, из-за чего возникают положительные импульсы повышенного напряжения (рис. 6).

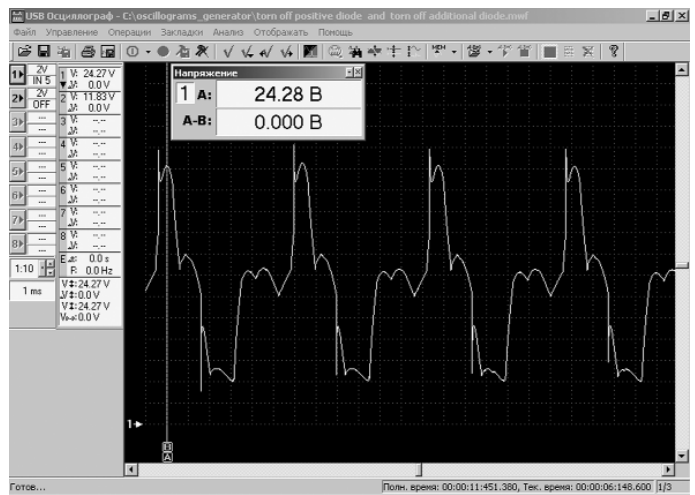


Рис. 12. Несколько неполадок одновременно - обрыв цепи положительного диода (на схеме показан как "VD1+...VD3+") и обрыв цепи диода возбуждения (на схеме показан как "VD1 d+...VD3 d+")

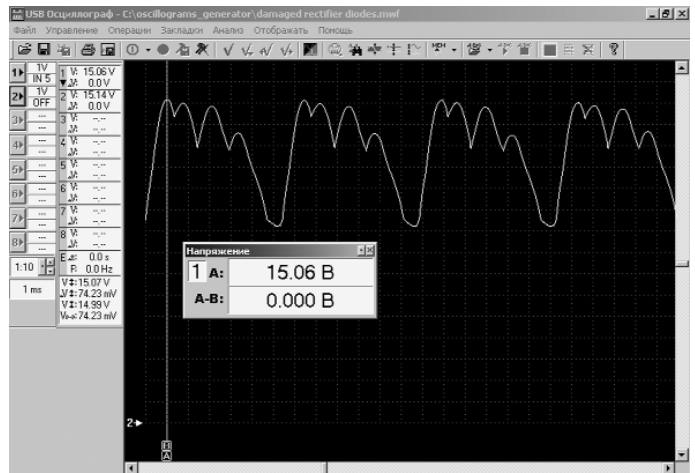


Рис. 13. Повреждённые, но всё ещё работающие выпрямительные диоды

Возникают кратковременные "провалы" напряжения (рис. 7).

В случае замыкания диода возбуждения, возникают чередующиеся продолжительные и короткие "провалы" напряжения (рис.8).

В случае замыкания положительного диода, возникает замыкание одной полуволны (рис.9).

В случае замыкание отрицательного диода, осциллограмма сходна со случаем замыкания диода возбуждения (рис. 10).

В случае обрыва одной фазы, генератор работает подобно двухфазной электрической машине. На осциллограмме видны узкие, но глубокие провалы(рис. 11) .

В случае замыкания двух фаз между собой, генератор работает подобно двухфазной электрической машине, но, в отличие от обрыва фазы, провалы на осциллограмме широкие (рис. 12).

Две или более неисправностей генератора могут присутствовать одновременно, тогда характерные изменения осциллограммы могут накладываться друг на друга (рис. 13).

В случае если проводимость выпрямительных диодов нарушена (обрыв цепи диода ещё не произошёл), амплитуда полуолн неодинакова. Различия амплитуд на показанном примере слишком большие, генератор необходимо отстранить от работы.

**Владимир ПОСТоловский**