

Диагностирование автотракторных генераторов по параметрам выходного напряжения

М.И. Филатов, д.т.н., профессор, А.В. Пузаков, ст. преподаватель, В.И. Миркианов, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО Оренбургский ГУ

Главную роль в обеспечении электроэнергией потребителей на автомобилях и тракторах выполняет генератор. Отказы генераторов составляют около 21% всех отказов электрооборудования автомобилей. Выход из строя генератора может повлечь последствия разной тяжести – от выхода из строя аккумуляторной батареи или электронных устройств до возникновения дорожно-транспортного происшествия (например, происходит отключение электроусилителя рулевого управления). В связи с этим возникает необходимость в получении оперативной и достоверной информации о текущем состоянии автотракторных генераторов.

Результаты анализа существующих методов диагностирования [1] показали, что наиболее эффективными в плане экономичности, достоверности, оперативности и высокой информативности являются осциллографические методы.

Широко известен способ, основанный на визуальном сопоставлении полученных при диагностировании осциллограмм с типовыми, соответствующими конкретной неисправности автотракторного генератора [2, 3]. Однако реально снятые осциллограммы из-за сглаживающего воздействия аккумуляторной батареи значительно отличаются от типовых, что не позволяет достоверно определить неисправности генератора [4].

Кроме того, типовые осциллограммы характерных неисправностей генераторов приводятся для конечной стадии их развития (обрыв и замыкание обмотки или диода выпрямителя и т.д.), что существенно затрудняет определение неисправностей на начальной стадии развития и их своевременное устранение.

Материал и методы исследования. На основании проведённого анализа было решено принять в качестве основного диагностического параметра размах пульсации выходного напряжения (ΔU) как наиболее чувствительный к неисправностям генераторов [5, 6].

Основным фактором, снижающим информативность данного диагностического параметра, является сглаживающее воздействие аккумуляторной батареи (рис. 1).

Для исключения данного фактора предлагается подключать к генератору активную нагрузку с одновременным отключением его от батареи [4]. Недостатком данного способа является отсутствие подобной нагрузки в условиях автотранспортных предприятий.

Для определения диагностических параметров нами предлагается снимать осциллограммы на силовом выходе автотракторного генератора, предварительно отключив его от аккумуляторной батареи (рис. 2). Тем самым исключается сглаживающее действие аккумуляторной батареи на форму осциллограмм выходного напряжения и повышается их информативность [7, 8].

Диагностирование выполняется в следующей последовательности: отсоединяют силовой провод автотракторного вентильного генератора, подключённый к положительной клемме аккумуляторной батареи; присоединяют положительный щуп переносного осциллографа к силовому выводу генератора, отрицательный щуп осциллографа – к отрицательной клемме аккумуляторной батареи

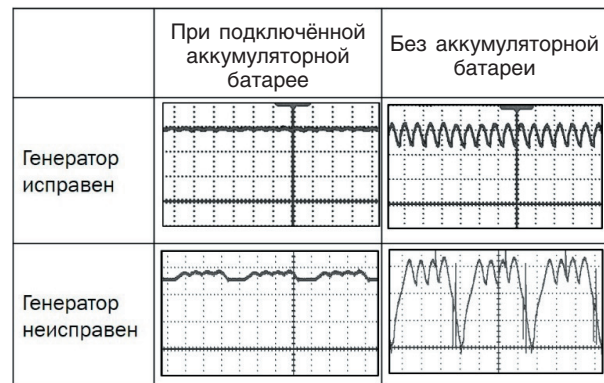


Рис. 1 – Влияние АКБ на информативность осциллограмм выходного напряжения автомобильных генераторов

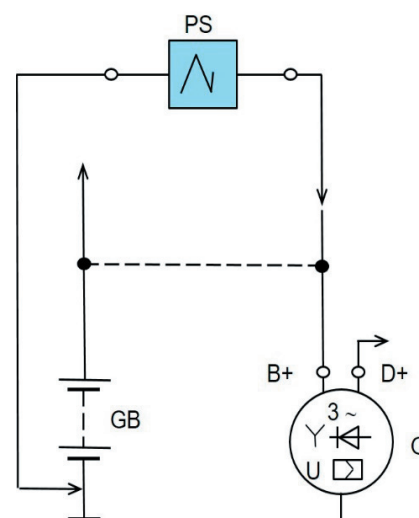


Рис. 2 – Предлагаемая схема проведения диагностирования генератора:

B+ – силовой вывод генератора, D+ – вывод на контрольную лампу, G – автотракторный генератор, GB – аккумуляторная батарея, PS – цифровой осциллограф

либо к другому месту, имеющему надёжный контакт с корпусом (массой) автомобиля или трактора; осуществляют запуск двигателя автомобиля или трактора; включают переносной осциллограф и записывают осциллограмму выходного напряжения генератора в память осциллографа либо на подключённый к нему flash-накопитель.

Разработанный метод экспресс-диагностирования позволяет проводить оценку технического состояния любых синхронных вентильных генераторов без снятия с автомобиля или трактора по параметрам выходного напряжения путём сопоставления полученного значения размаха пульсации с допустимым.

Рассматриваемый метод можно отнести к экспресс-методам на основании минимальной трудоёмкости (менее 3 чел.-мин.) и ограниченного числа диагностируемых параметров (среднее значение и размах пульсации выходного напряжения).

Результаты исследования. Результаты диагностирования автотракторных генераторов предлагаемым методом, расположенные в порядке возрастания наработки, приведены на рисунке 3. Установлено, что размах пульсации выходного напряжения работоспособных генераторов с увеличением наработки монотонно возрастает, не достигая, однако, предельных или допустимых значений [9]. Размах пульсации генераторов с электрическими неисправностями значительно превышает допустимые значения, позволяя использовать этот параметр для определения технического состояния.

Разброс значений диагностического параметра генераторов с неисправностями объясняется различием в характере возникших неисправностей и случайностью процесса их развития.

Так как в случайном процессе, характеризующем изменение диагностического параметра, можно выделить тренд (англ. *trend* – тенденция, уклон), то

становится возможным использование результатов диагностирования предложенным методом для прогнозирования остаточного ресурса автотракторных генераторов [10].

При оценке остаточного ресурса автотракторных генераторов исходим из следующего положения:

$$R_S = (S_{ПП} - S_T) / S_{ПП}, \quad (1)$$

где R_S – остаточный ресурс автотракторного генератора, %;

$S_{ПП}$ – предельное значение диагностического параметра, В;

S_T – текущее значение диагностического параметра, В.

Для определения остаточного ресурса в тыс. км пробега используем выражение:

$$L_{OCT} = L_0 \cdot R_S, \quad (2)$$

где L_{OCT} – остаточный ресурс генератора, тыс. км;

L_0 – наработка на отказ, тыс. км.

$$L_0 = \sum_{i=1}^n L_i / \sum_{i=1}^n r_i, \quad (3)$$

где L_i – наработка на отказ i -го генератора, тыс. км;

r_i – суммарное число отказов генераторов;

n – суммарное число диагностируемых генераторов.

На рисунке 4 графически представлены изменения остаточного ресурса автотракторных генераторов в процессе эксплуатации.

Выводы.

1. Осциллографические методы диагностирования отличаются наименьшей трудоёмкостью и высокой информативностью, однако реально снятые осциллограммы, как правило, значительно отличаются от типовых, что не позволяет достоверно определить неисправности генератора, следовательно-

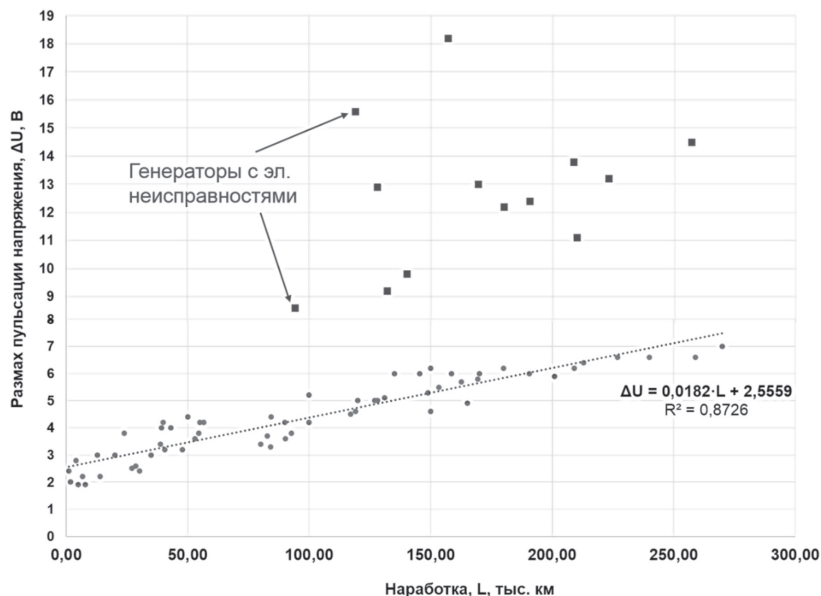


Рис. 3 – Изменение размаха пульсации с увеличением наработки

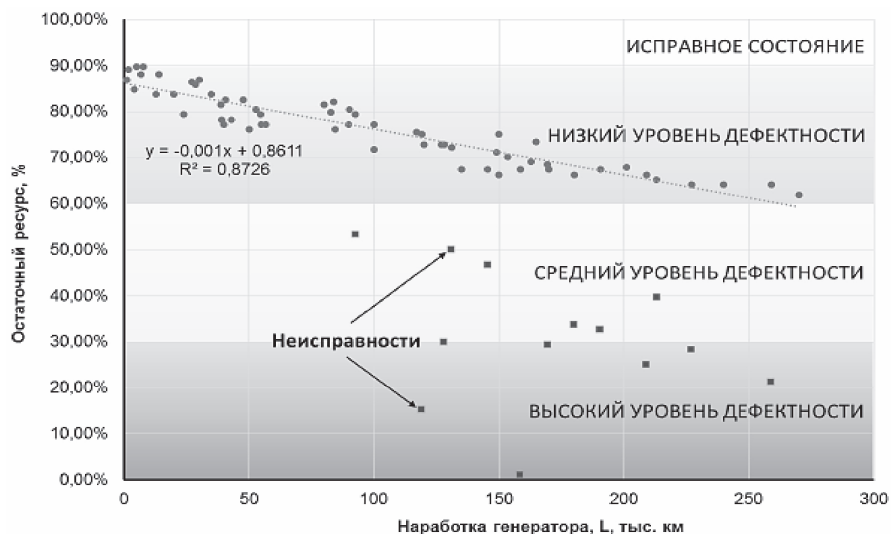


Рис. 4 – Изменение остаточного ресурса с увеличением наработки генератора

но, актуальность приобретает совершенствование осциллографических методов диагностирования.

2. Разработан экспресс-метод определения технического состояния генератора по параметру размаха пульсации выходного напряжения. Согласно результатам диагностирования данный параметр позволяет прогнозировать изменение технического состояния генератора под влиянием условий эксплуатации. Данный метод повысил достоверность диагностирования до 92%.

3. Применение предложенного диагностического параметра – размаха пульсации выходного напряжения позволяет оценить остаточный ресурс автотракторных генераторов, что повысит эффективность эксплуатации автомобилей и тракторов за счёт снижения простоев в ремонте.

Литература

1. Пузаков А.В., Филатов М.И. Экспресс-метод диагностирования автомобильных генераторов // Научное обозрение. 2015. № 16. С. 190–199.
2. Набоких В.А. Диагностика электрооборудования автомобилей и тракторов: учебное пособие. М.: ФОРУМ; НИЦ ИНФРА, 2013. 288 с.
3. Соколов Л.А. Совершенствование изделий автотракторного электрооборудования по результатам диагностирования дефектов в процессе производства и эксплуатации: дисс. ... канд. техн. наук. М., 2010. 108 с.
4. Гриценко А.В., Куков С.С. Диагностирование автомобильных генераторов по осциллограммам напряжения // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2010. № 2. С. 13–15.
5. Пузаков А.В. Обоснование диагностических параметров автомобильных генераторных установок // Вестник Оренбургского государственного университета. 2014. № 10 (171). С. 158–163.
6. Филатов М.И., Пузаков А.В. Методика оценки и прогнозирования остаточного ресурса автомобильных генераторов // Автотранспортное предприятие. 2016. № 8. С. 48–50.
7. Пузаков А.В., Филатов М.И. Апробация методики диагностирования автомобильных генераторов в условиях сервисного предприятия // Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации: сб. матер. междунар. науч. конф., посвящ. 60-летию Оренбургского государственного университета: Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2015. С. 120–124.
8. Филатов М.И., Пузаков А.В. Имитирование неисправностей как инструмент диагностирования автомобильных генераторов // Автомобильная промышленность. 2016. № 1. С. 22–26.
9. Пузаков А.В., Ларионов Н.Н. Диагностирование генераторов автомобилей ВАЗ в условиях сервисного предприятия // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. науч. трудов по матер. междунар. заоч. науч.-практич. конф. Т. 5. Ч. 3. Воронеж: ООО ИПЦ «Научная книга», 2015. С. 74–77.
10. Пузаков А.В., Филатов М.И. Разработка математической модели оценки остаточного ресурса автомобильного генератора // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2016. № 3. С. 141–144.