

## СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ПРИ РАБОТЕ В АВАРИЙНЫХ РЕЖИМАХ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Милашкина Ольга Владимировна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Общепрофессиональные дисциплины»  
ФГБОУ ВПО «Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации (институт)» Министерства транспорта Российской Федерации  
432071, г. Ульяновск, ул. Можайского, 8/8; тел.: 8(937)4580260,  
e-mail: milashkina.o@mail.ru

**Ключевые слова:** симметрия напряжений, точность регулирования, автономные энергоустановки в сельском хозяйстве, аварийный режим.

В связи с увеличением количества мобильных потребителей электроэнергии и повышением требований к источникам их энергоснабжения, особую актуальность приобрело создание современных управляющих устройств повышения качества электроэнергии автономных источников питания (АИП), применяемых в сельском хозяйстве. Одним из путей улучшения характеристик выходных параметров АИП является разработка и внедрение симметрирующих устройств и устройств плавного регулирования индуктивности в системы управления качественными характеристиками автономных источников питания сельскохозяйственного назначения.

### Введение

Для электроснабжения различных машин и агрегатов, имеющих электродвигатели повышенной частоты, в сельском хозяйстве в качестве аварийных источников питания применяют автономные энергоустановки. В так называемых «полевых» условиях, когда нет возможности использовать стационарное электроснабжение от промышленной сети, они должны обеспечивать нормальное (штатное) функционирование потребителей: электрифицированных средств малой механизации, электроинструмента различного назначения и т.д.

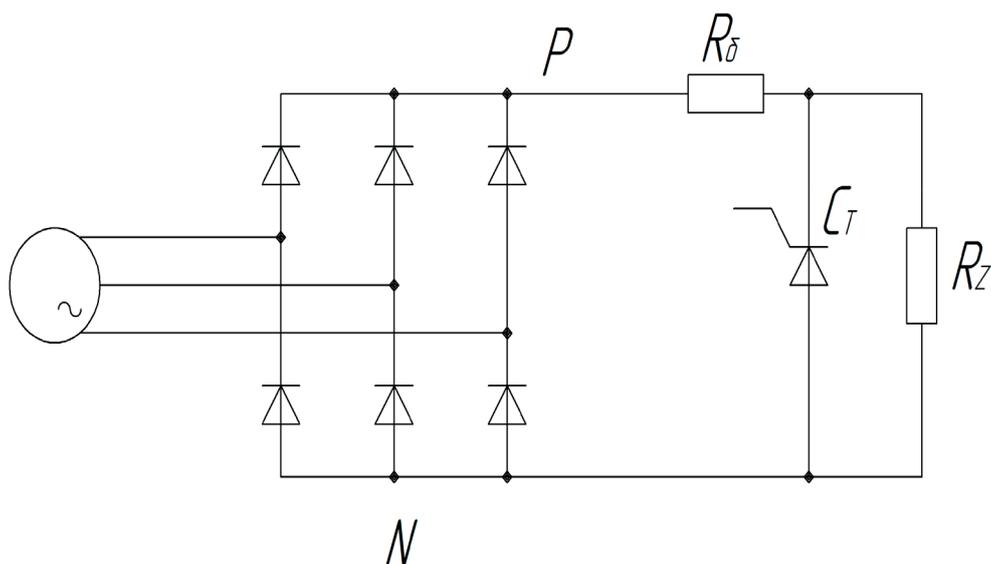
Наличие этих потребителей и соответствующих требований к качеству электроэнергии вызывают необходимость постоянного совершенствования конструкции автономных источников электроэнергии сельскохозяйственного назначения и их функциональных параметров.

Особый интерес представляет исследование в дизель-генераторных установках (ДГУ) аварийных режимов работы средств малой механизации. Аварийные ситуации приводят к сокращению срока службы

электрооборудования, снижению его надежности, вызывают увеличение потерь мощности, перепады напряжения и являются одной из главных причин нарушений электроснабжения энергетических систем автономных передвижных объектов сельскохозяйственного назначения [1].

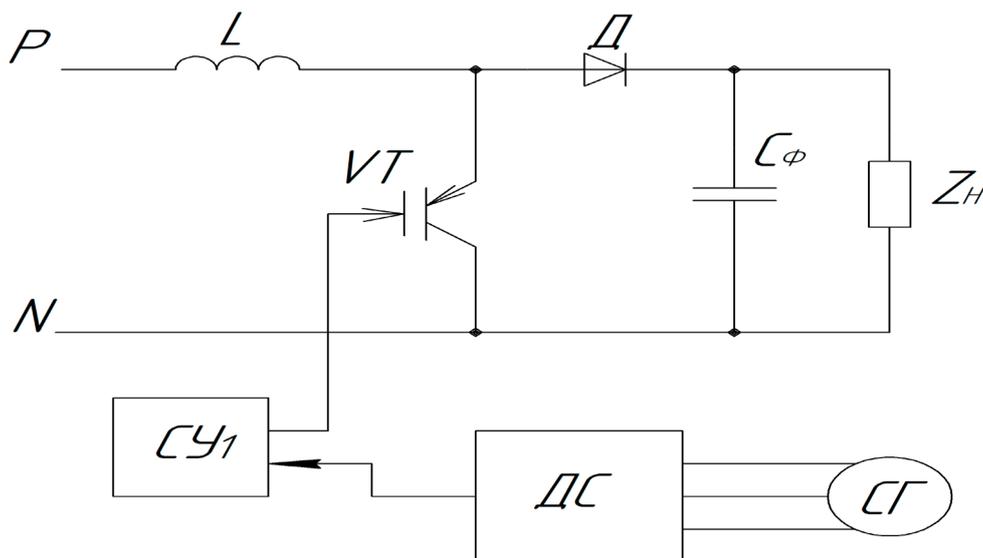
### Объекты и методы исследований

Улучшения показателей качества работы автономных источников питания, применяемых в сельском хозяйстве в аварийных ситуациях, рассматривают несколькими методами. При этом будем иметь в виду следующее обстоятельство: симметрия напряжений генератора, очевидно, может иметь место лишь при симметрии токов, его нагружающих и складывающихся из токов несимметричной нагрузки и токов исполнительных элементов симметрирующего устройства. Таким образом, симметрирование напряжений, в сущности, сводится к обеспечению симметрии токов нагрузки генератора. Разработка универсальных принципиальных схем симметрирующих устройств и моделей дизель-генераторных установок является актуальной задачей при решении вопроса



**Рис. 1 – Вторичный источник питания:**

$R_{\delta}$  – балансное сопротивление;  $C_m$  – стабилитрон;  $R_z$  – подгрузочное сопротивление цепи



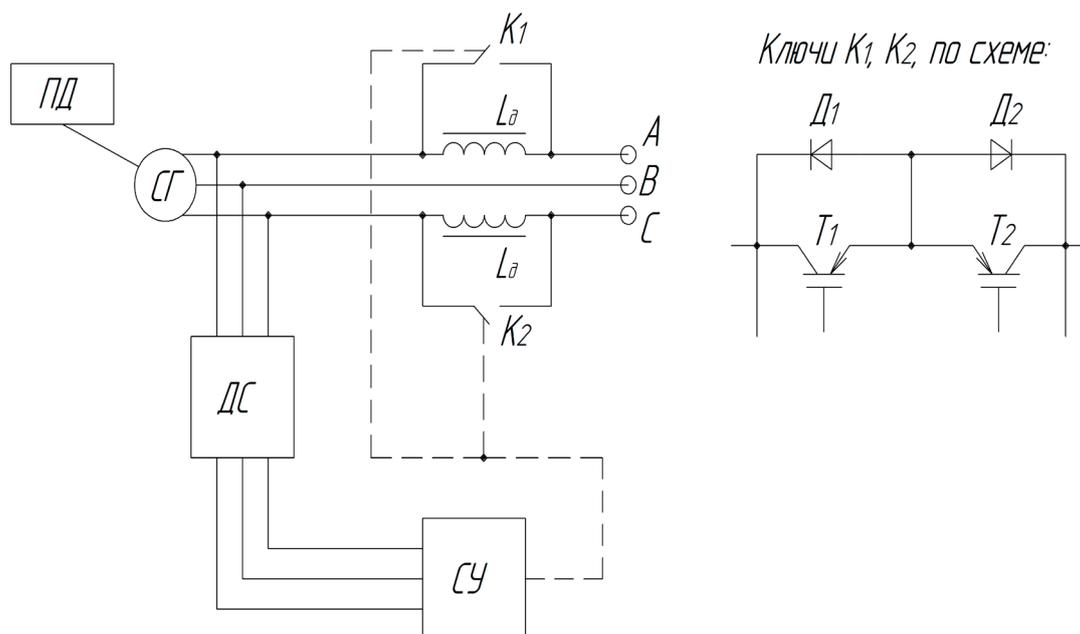
**Рис. 2 – Схема управления силовым ключом:**  $L$  – силовой дроссель, вводимый в цепь нагрузки;  $D$  – полупроводниковый диод;  $C_{\phi}$  – емкостной фильтр;  $VT$  – ключ управления;  $Z_H$  – нагрузочный элемент;  $CY_1$  – симметрирующее устройство;  $CG$  – синхронный генератор;  $DC$  – датчик симметрии

управления процессом регулирования выходных напряжений генераторов при аварии для питания средств электромеханизации в сельском хозяйстве.

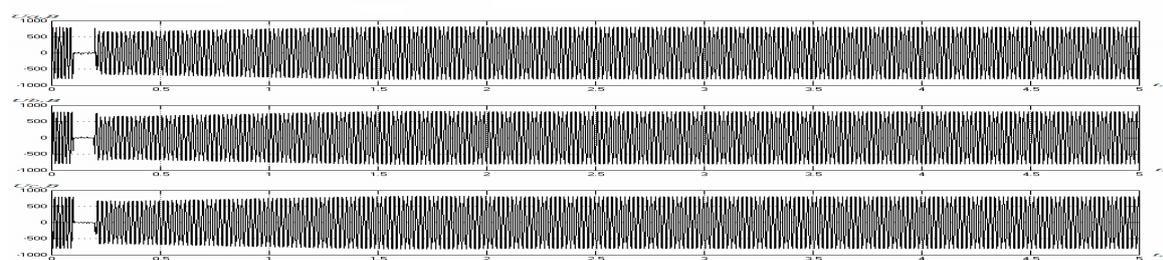
При разработке управляющих устройств для повышения качества электроэнергии автономных мотор-генераторных источников питания, применяемых в сельском хозяйстве, симметрирование играет

большую роль. Это связано с тем, что в таких источниках используют вторичные источники питания (ВИП), для которых несимметрия приводит к модуляции выходного напряжения, с которой можно бороться (рис. 1 - 2) [2].

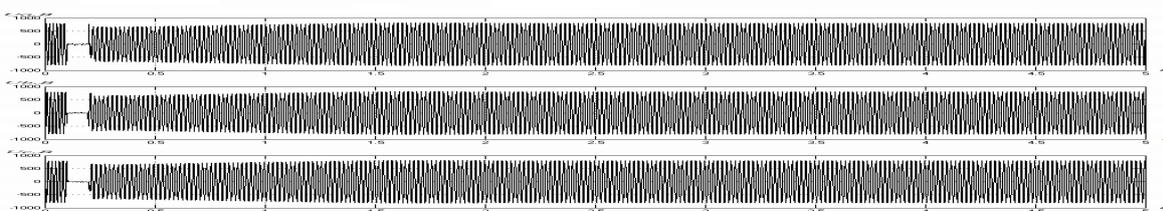
То есть датчики симметрии нужны, в частности, и для управления ключом  $VT$  (рис. 2), а «силовое симметрирование»,



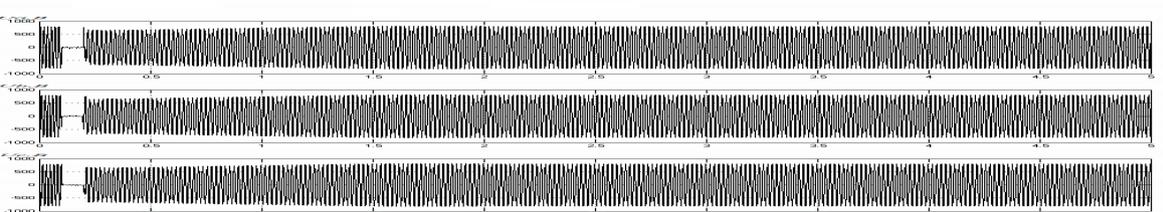
**Рис. 3 – Схема регулирования симметрии напряжения:** ПД – приводной двигатель; СГ – синхронный генератор; СУ – симметрирующее устройство;  $K_1, K_2$  – полупроводниковые ключи;  $L_0$  – силовой дроссель;  $D_1$  и  $D_2, T_1$  и  $T_2$  – соответственно диоды и биполярные транзисторы с изолированным затвором



а)



б)



в)

**Рис. 4 - Осциллограммы напряжений сети дизеля-генератора, используемого в качестве аварийного источника питания:**

а) изменения напряжения в фазе А на выходе СГ; б) изменения напряжения в фазе В на выходе СГ; в) изменения напряжения в фазе С на выходе СГ

предложенное в экспериментальной схеме регулирования симметрии напряжения (рис. 3), выполнено на транзисторах IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor - биполярные транзисторы с изолированным затвором), работающих в режиме широтно-импульсной модуляции с силовым дросселем L, подключенным в цепь тока нагрузки [3].

Симметрирующее устройство значительно повышает качество электроэнергии автономного источника питания сельскохозяйственного назначения. В момент включения асимметричной нагрузки происходит падение скорости вращения дизель-генератора, но за счёт организованной обратной связи скорость выравнивается, а при включении симметрирующего устройства происходит процесс перерегулирования скорости. Симметрирующее устройство уменьшает нагрузку на дизель, что позволяет избежать лишних перегрузок [2].

#### **Результаты исследований**

Исследование, проведенное на комплексной модели ДГУ с СУ и с подключением в сеть дополнительного емкостного сопротивления, показали, что в работе отсутствует провал напряжения по фазе С, сократилось время разгона и перерегулирования как при разгоне (увеличении частоты вращения при разгоне приводного вала ДГУ), так и при включении симметрирующего устройства. Токи статора генератора значительно меньше, чем в опыте без введения дополнительного емкостного сопротивления. Таким образом, применение дополнительных емкостей позволяет не только повысить качество электроэнергии, но и значительно улучшить характеристики самого дизель-генератора [1].

Использование дизель-генератора актуально также в аварийном режиме. Осциллограмма напряжений (рис. 4) показывает, что в момент времени  $t = 0,3$  с произошла авария на подстанции, и напряжение упало до нуля. Через 0,2 с в работу включился

дизель-генератор и поднял напряжение до нужного значения за время, равное одной секунде [1].

#### **Выводы**

Практическое применение вышеизложенных экспериментальных разработок согласовывается с особенностями объекта регулирования, условиями его работы, а также с требованиями, предъявляемыми к точности регулирования и быстродействию в аварийных ситуациях дизель-генераторов, применяемых для питания электрифицированных средств механизации и электроинструмента в сельском хозяйстве.

Исследования в области разработки устройств стабилизации симметрии напряжений и регулирующих устройств позволяют получить ряд новых результатов, которые могут быть использованы при разработке автоматизированных транспортных энергетических систем.

#### **Библиографический список**

1. Милашкина, О.В. Повышение качества электроэнергии, вырабатываемой автономными дизель-генераторными установками: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук (дисс. ...канд. техн. наук): 05.09.03: защищена 17.12.10: утв. 8.04.11 / Милашкина Ольга Владимировна. - Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова. – Чебоксары, 2010. – 143 с.
2. Милашкина, О.В. Применение симметрирующих устройств для повышения качества электроэнергии автономных источников питания / В.Н. Дмитриев, О.В. Милашкина, И.В. Борисов // Известия вузов. Проблемы энергетики. - 2009. - № 3 - 4. - С. 59 - 64.
3. Устройство плавного регулирования индуктивности. / М.А. Боровиков, О.В. Милашкина, В.Е. Быстрицкий // Патент на изобретение № 2275673.- Бюл. - № 12. - 2006.