

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

Колесник А. Г., Воронина Н. А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Стабилизированным источником питания называется такой источник, напряжение или ток которого остается постоянным независимо от подключаемой к нему нагрузки. Стабилизатор предназначен для выравнивания электрического тока и устранения перепадов напряжения. Он не позволяет напряжению превысить максимального допустимого значения за счет применения в нем стабилизаторов. Таким образом, стабилизированный источник питания является надежным источником электричества и служит для защиты чувствительной аппаратуры от перепадов и скачков напряжения, таким образом, обеспечивается широкая сфера применения этих устройств. В настоящее время стабилизированные источники питания применяются для питания бытовой техники и приборов, что значительно повышает надежность и длительность эксплуатации этой техники. Также стабилизированные источники питания получили широкое применение в корабельной аппаратуре, они применяются для подключения радиостанций, датчиков, двигателей постоянного тока, что позволяет контролировать обороты двигателя и другой важной и чувствительной аппаратуры [1].

Современные стабилизаторы изготавливаются на базе полупроводников, что позволило уменьшить их габариты, потребление электроэнергии, повысить мощность и точность. Особенной сложностью отличаются стабилизированные источники питания, используемые для сложной вычислительной техники.

Таким образом, использование стабилизаторов позволяет уменьшить расход электричества и увеличить надежность и долговечность эксплуатации аппаратуры, в которой они применяются.

Основными частями стабилизированного источника питания являются: силовой трансформатор, выпрямитель, сглаживающий фильтр, стабилизатор и нагрузка.

Блок схема источника питания представлена на рисунке 1.

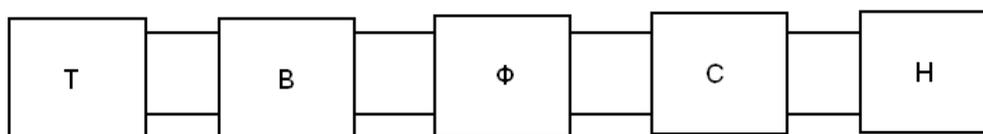


Рис. 1. Блок схема источника питания

На рисунке 1: Т – трансформатор; В – выпрямитель; Ф – сглаживающий фильтр; С – стабилизирующее устройство; Н – нагрузка. Трансформатор, предназначен для или понижения напряжения сети до необходимой величины и гальванической развязки системы. Выпрямитель служит для преобразования энергии переменного напряжения в энергию постоянного напряжения. Сглаживающий фильтр необходим для уменьшения пульсации выпрямленного напряжения. Стабилизатор производит стабилизацию напряжения на необходимом уровне.

На рисунке 2, а-г приведены диаграммы, поясняющие работу стабилизированного источника питания. Переменное напряжение питающей сети $U_1 = 220 \text{ В}^{+10\%}_{-20\%}$ подается на первичную обмотку трансформатора. С вторичной обмотки трансформатора подается переменное напряжение $U_2^{+10\%}_{-20\%}$ (рисунок 2, а) на выпрямительный диодный мост.

Напряжение $U_{\text{ВЫПР}}^{+10\%/-20\%}$ после выпрямления обладает высоким коэффициентом пульсации $K_{\text{ПВХ}} = 0.66$, что недопустимо велико (рисунок 2, б).

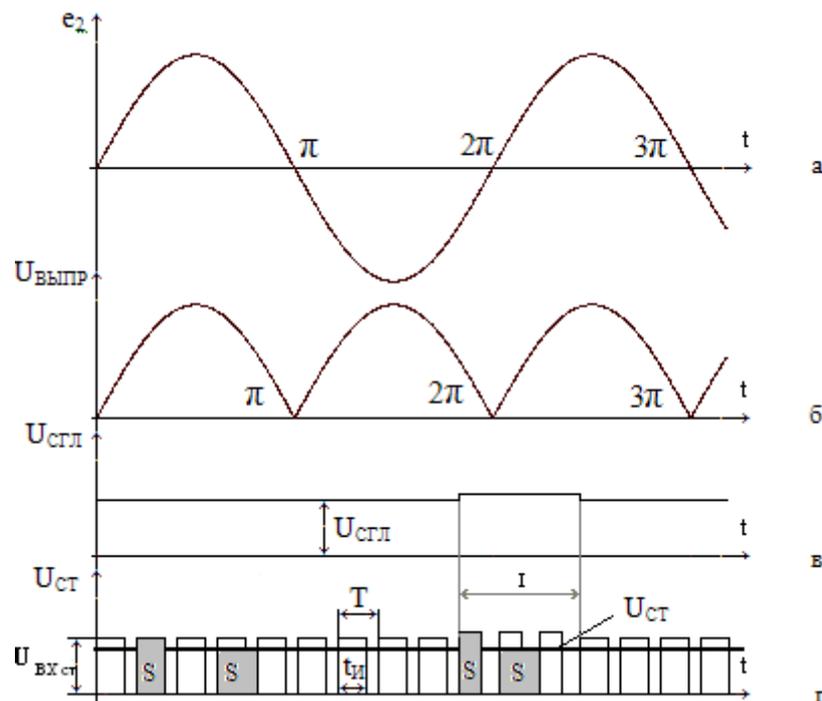


Рис. 2. Диаграммы, поясняющие работу стабилизированного источника питания

Для того чтобы уменьшить коэффициент пульсации используем сглаживающий LC-фильтр. Сглаженное напряжение приведено на рисунке 2, в и равно $U_{\text{СГЛ}}^{+10\%/-20\%}$. Выпрямленное сглаженное напряжение подается на вход стабилизирующего устройства – широтно-импульсного преобразователя, выполненного на основе биполярного транзистора, работающего на высокой частоте. С помощью системы, управляющей работой транзистора, можно менять длительность открытого состояния транзистора, тем самым при отклонении уровня сглаженного напряжения от требуемого меняется длительность открытого состояния транзистора, и напряжение на выходе стабилизатора поддерживается постоянным с какой-то допустимой погрешностью: $U_{\text{СТ}} = \frac{t_{\text{И}}}{T} \cdot U_{\text{СГЛ}} = \gamma \cdot U_{\text{СГЛ}}$, где γ – коэффициент заполнения [2].

При падении питающего напряжения сети падает выпрямленное напряжение и сглаженное, следовательно, длительность открытого проводящего состояния транзистора увеличивается, то есть увеличивается время импульса $t_{\text{И}}$, тем самым площадь S и напряжение на выходе стабилизатора поддерживается постоянным.

Пример: на участке I напряжение питающей сети возросло, следовательно, выпрямленное и сглаженное напряжения тоже. Система управления уменьшает длительность открытого состояния транзистора, тем самым площадь S и напряжение на выходе стабилизатора поддерживается постоянным, что видно из рисунка 2, г.

Система управления импульсным преобразователем постоянного напряжения включает в себя элементы, необходимые для регулирования коэффициента заполнения импульсов силового ключа: $\gamma = \frac{t_{\text{И}}}{T}$, где $t_{\text{И}}$ – длительность открытого состояния ключа, T – период следования импульсов.

Схема управления представлена на рисунке 3. На рисунке 3: $U_{ВЫХ}$ – напряжение на выходе источника питания (на нагрузке); $ДН$ – датчик напряжения, $К$ – компаратор – устройство для сравнения; $ФИУ$ – формирователь импульсов управления; $U_{УС}$ – напряжение уставки; $U_{У}$ – напряжение управления; $ГПН$ – генератор пилообразного напряжения, формирующий последовательность пилообразных импульсов постоянной частоты и амплитуды.

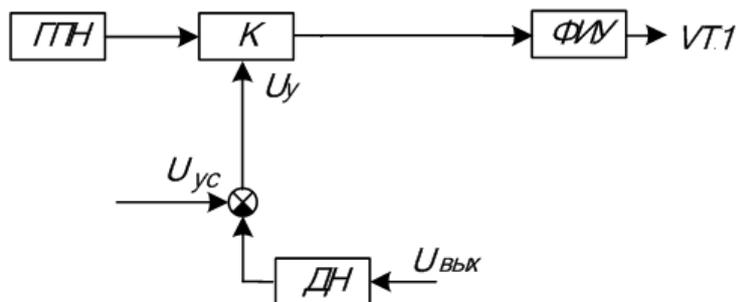


Рис. 3. Структурная схема управления ИППН

Данная система управления – система с обратной связью, которая необходима для стабилизации выходного напряжения.

На выходе источника питания постоянного напряжения имеется некоторое значение выходного напряжения $U_{ВЫХ}$, значение которого фиксируется датчиком напряжения. Измеренное значение выходного напряжения вычитается из $U_{УС}$ – напряжения уставки. Полученная разность $U_{У}$ получила название напряжения управления. Одной из главных частей системы управления является генератор пилообразного напряжения. На рисунке 4 приведена диаграмма, поясняющая работу системы управления.

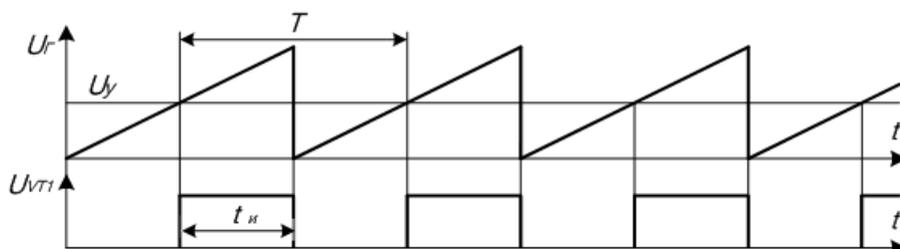


Рис. 4. Диаграмма, поясняющая работу системы управления ИППН

Из этой диаграммы видно, что при превышении уровня напряжения, создаваемого генератором пилообразного напряжения, напряжения управления $U_{У}$, на выходе компаратора формируется сигнал, поступающий на формирователь импульсов управления, который усиливает сигнал на входе до определенного значения и передает его на управляемый элемент – биполярный транзистор. А при уровне напряжения, создаваемого генератором пилообразного напряжения, меньшем напряжения управления $U_{У}$, на выходе компаратора сигнал будет отсутствовать, следовательно, на формирователь импульсов не поступит управляющего сигнала и биполярный транзистор будет закрыт [3].

При эксплуатации вентильных преобразователей могут возникать различные аварийные режимы, среди которых наиболее вероятны: перегрузка по току и внешнее короткое замыкание; внутреннее короткое замыкание, вызванное пробоем вентиля; ложное включение вентиля системой управления.

Любой из этих режимов связан с быстрым нарастанием тока на аварийном участке и перегрузкой полупроводниковых приборов. При перегрузке возникают потери мощности в $p-n$ -переходе, а его температура, вследствие малой теплоёмкости, резко возрастает. В случае превышения некоторого критического значения температуры $p-n$ -перехода полупроводниковый прибор выходит из строя, поэтому температура является основным параметром, характеризующим перегрузочную способность полупроводниковых приборов [3,4]. Поэтому основными требованиями, предъявляемыми к устройствам защиты, являются: максимальное быстродействие для ограничения амплитуды и длительности аварийного тока; иметь высокую чувствительность, чтобы на более ранней стадии аварийного режима начать процесс ограничения тока; не допускать ложных срабатываний.

На рисунке 5 приведена структурная схема системы защиты.

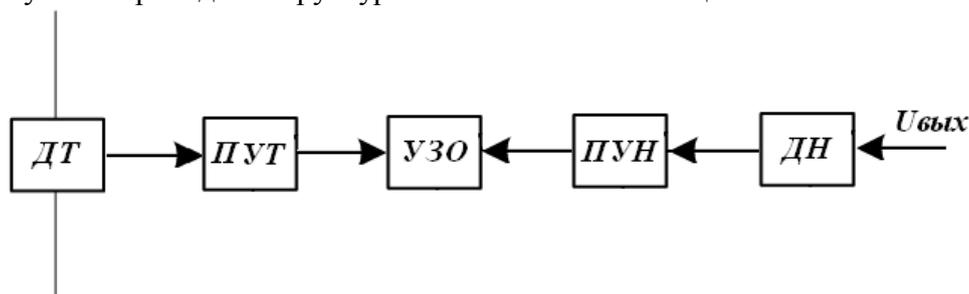


Рис. 5. Система защиты по току и напряжению

На рисунке 5: $ДТ$ – датчик тока; $ПУТ$ – пороговое устройство по току; $УЗО$ – устройство защитного отключения; $ПУН$ – пороговое устройство по напряжению; $ДН$ – датчик напряжения.

Данная схема совмещает в себе систему защиты по току и систему защиты по напряжению, что является ее главным достоинством. Главным элементом этой системы является устройство защитного отключения, которое включается последовательно с первичной обмоткой силового трансформатора. Датчики тока и напряжения служат для контролирования действующих значений тока и напряжения в нагрузке. Пороговые устройства по току и напряжению служат для сравнения действующих значений тока и напряжения в нагрузке с пороговым током и напряжением соответственно, значения, которых ни ток, ни напряжение не должно превышать при нормальной работе стабилизированного источника питания. При возникновении аварийной ситуации, с порогового устройства по току или порогового устройства по напряжению поступит сигнал на устройство защитного отключения, а именно на один из разъединителей $УЗО$ (по току или напряжению), в результате чего устройство защитного отключения срабатывает и отключает стабилизированный источник питания от питающей его сети.

В данной исследуемой работе, был спроектирован стабилизированный источник вторичного питания малой мощности, разработана структурная схемы управления высокочастотным ключом и структурная схема защиты источника питания от аварийных ситуаций. Принципиальная схема стабилизированного источника питания простая, следовательно, она обладает высокой надежностью и проста в обслуживании. Система управления с обратной связью качественно обеспечивает коэффициент стабилизации 1%. Система защиты по току и напряжению обеспечивает надежную защиту стабилизированного источника питания от токов короткого замыкания, перегрузок по току и напряжению. Система защиты спроектирована без использования трансформаторов, что существенно улучшает массогабаритные показатели спроектированного устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров Ф.И., Сиваков А.Р. Импульсные полупроводниковые преобразователи и стабилизаторы постоянного напряжения. – Л.: Энергия, 1970 г. – 188 с.
2. Китаев В. Е., Бокуняев А. А. Расчет источников электропитания устройств связи. – М.: Радио и связь, 1983 г.– 204 с.
3. Петрович В.П., Воронина Н.А., Глазачев А.В. Силовые преобразователи электрической энергии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009 г.– 240 с.
4. <http://www.moskatov.narod.ru>

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕПРОМЫСЛА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Петрушкин А. А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В условиях современного мира все большее значение приобретает становление эффективных энергетических систем. Ресурсосбережение, оптимизация производства и потребления энергии главными направлениями развития национальных топливно-энергетических инфраструктур. Энергоэффективная экономика становится важнейшим условием развития стран. [1]

Для обеспечения энергией промышленных объектов удаленных от централизованных электростанций применяют, так называемые, электростанции малой энергетики. Такие объекты состоят из определенных модулей и корпусов, которые специально адаптированы для работы в конкретных природных условиях местности. Среди таких электростанций наиболее эффективными являются газотурбинные электростанции (ГТЭС).

Газотурбинная электростанция – это комплекс силовых агрегатов, способных генерировать электрическую и тепловую энергию.

Основными компонентами ГТЭС являются:

- 1) ГТУ (газотурбинная энергетическая установка);
- 2) генератор с системой воздушного охлаждения;
- 3) агрегат воздушного охлаждения масла;
- 4) выхлопная труба;
- 5) воздухопроводы циклового воздуха и системы воздушного охлаждения;
- 6) КВОУ (комплексное воздухоочистительное устройство);
- 7) котел-утилизатор.

Принцип работы ГТЭС заключается в том, что сжатый воздух, смешанный с топливом, сжигается в камере сгорания. Горячий газ поступает на лопасти турбины и заставляет ее вращаться. Постепенно тепловая энергия газа переходит в механическую энергию вращения турбины. Далее механическая энергия вращения турбины передается на генератор, который преобразует ее в электрическую. Отработанные тепловые газы уходят в атмосферу через выхлопную трубу или же поступают в теплообменник и утилизируются в тепло для обогрева помещений.

ГТЭС являются очень выгодным экономичным проектом, так как ГТЭС в процессе работы способны вырабатывать не только электрическую энергию, но и тепловую. Также строительство ГТЭС позволяет:

- 1) вырабатывать электрическую энергию для собственных и промышленных нужд;