

древесного сырья, что, в свою очередь, значительно снижает ценность применяемого древесного сырья, а, следовательно, и основных природных ресурсов леса.

Таким образом, рациональным подходом к переработке деловых кусковых отходов, является их использование в качестве сырья для дальнейшей и более глубокой переработки при производстве следующих видов продукции: строгано-погонажных изделий (наличник, плинтус, доска пола, брус клееный), частей мебели и декоративных элементов.

К примеру, при производстве топливной щепы из сосновых деловых кусковых отходов, на 1 м. куб. вторичного древесного сырья при рыночной цене 1 м. куб. щепы, равной 14 евро, образуется 8–10 евро добавленной стоимости. В то же время, при производстве наличника клееного из подобных отходов, при рыночной цене 1 м. куб. наличника, равной 250 евро, на 1 м. куб. вторичного древесного сырья образуется примерно 100-105 евро добавленной стоимости.

На основании представленных выше сведений можно сделать вывод о том, что более глубокая переработка вторичного древесного сырья является, во-первых, значительно более рациональной с точки зрения создания добавленной стоимости при переработке природных ресурсов и повышает их ценность, во-вторых, как правило, является менее энергоемким видом деятельности, требующим меньшего энергопотребления.

УДК 621.313.629.73

## **ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ И КОМПАРАТИВНАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННЫХ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ НЕЙРОСЕТЕВОЙ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

*Н.С. Карнаухов, В.В. Вольфович*

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия авиации»*

e-mail: [Karnauhov\\_07@mail.ru](mailto:Karnauhov_07@mail.ru)

**Summary.** *Based on the virtual simulation have shown that the use of digital intelligent control system of voltage and its subsequent implementation is ensured by the minimum possible value of the dynamic error (for 25-40% less than in modern systems regulators analog type). The duration of transients can be reduced to 3÷7 times.*

На борту современного самолета (воздушного судна) система электроснабжения занимает особое место. Это обусловлено различными факторами, в том числе и перспективными разработками самолетов с полностью электрическим оборудованием (СПЭО). Под СПЭО понимается самолет, который будет иметь только один вид энергии – электрическую энергию, а все остальные виды энергии будут получаться за счет преобразования электрической энергии. Для регулирования напряжения самолетных генераторов в системах электроснабжения применяются регуляторы напряжения, приведенные в литературе. От выбора закона, реализуемого регулятором напряжения, зависит надежность обеспечения питания приемников электроэнергией требуемого качества, бесперебойность электропитания и т. д.

Для нормальной работы приемников электрической энергии, находящихся на борту воздушного судна, напряжение самолетных генераторов должно меняться в узких пределах независимо от режима полета воздушного судна, а также величины и характера электрической нагрузки на генератор. Поэтому все авиационные генераторы работают в совокупности с регуляторами напряжения (РН), обеспечивающими стабилизацию напряжения генераторов на заданном уровне.

В авиации на практике нашел применение лишь метод регулирования напряжения путем изменения магнитного потока электрической машины. Изменение, тока в обмотке возбуждения генератора достигается изменением сопротивления цепи этой обмотки. В качестве регулируемых сопротивлений, включаемых в цепь обмотки возбуждения, обычно применяют полупроводниковые приборы.

Регулятор напряжения, являясь одним из важнейших узлов системы электроснабжения, в значительной степени определяет ее параметры такие как: качество электрической энергии, надежность и др. Причем у регуляторов, работающих в режиме переключения потери в полупроводниковых приборах минимальны, а в цепи возбуждения генератора можно получить значительные мощности при достаточно высоком КПД. Кроме того, в таком режиме работы полупроводниковый прибор относительно не критичен к разбросу параметров и к колебаниям температуры окружающей среды.

В настоящее время на современных воздушных судах успешно эксплуатируются полупроводниковые регуляторы напряжения, такие как БРН120Т5А и РНТ115В0, работающие совместно с генераторами электромагнитного возбуждения типа ГТ. Требуемая точность стабилизации напряжения в данных регуляторах обеспечивается соответствующим выбором величины коэффициента усиления регулятора, однако при этом наряду с повышением точности системы регулирования напряжения запас ее устойчивости уменьшается. Система регулирования напряжения включает в свой состав бесконтактный синхронный генератор переменного тока и регулятор напряжения. В качестве объекта исследования принят авиационный бесконтактный синхронный генератор типа ГТ30НЖЧ12. Для оценки эффективности регуляторов напряжения БРН120Т5А и РНТ115В0 были разработаны их математические модели. На их основе в среде высокоуровневого интерпретируемого языка программирования MatLab разработаны их виртуальные модели.

На рисунках 1, 2 показаны разработанные виртуальные модели систем регулирования напряжения с регуляторами БРН120Т5А и РНТ115В0 соответственно.

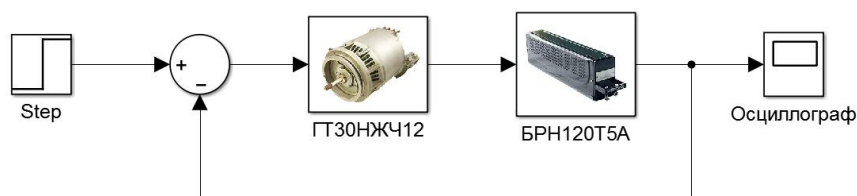


Рисунок 1 – Виртуальная система с генератором ГТ30НЖЧ12 и регулятором БРН120Т5А

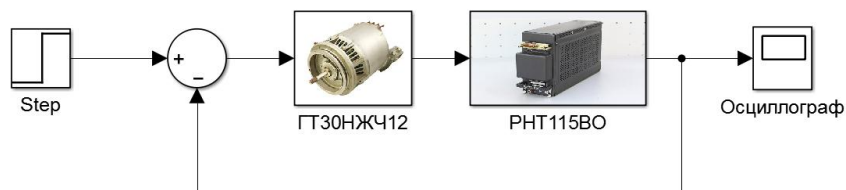


Рисунок 2 – Виртуальная система с генератором ГТ30НЖЧ12 и регулятором РНТ115В0

На рисунках 1, 2 генератор ГТ30НЖЧ12 и регуляторы напряжения БРН120Т5А и РНТ115В0 представлены блоком Subsystem (подсистема, в которой заложена виртуальная модель самого регулятора) из библиотеки Simulink/Commonly Used Block пакета Simulink высокоуровневого интерпретируемого языка программирования MatLab, из этой же библиотеки блоком Sum представлен сумматором, а блоки Step – из библиотеки Simulink/Sources. Осциллограф представлен блоком Scope из библиотеки Simulink/Sinks.

Отличительной особенностью разработанной системы регулирования является то, что данную систему возможно реализовать только основе цифровой техники, в то время как на элементной базе электроники элементы искусственного интеллекта реализовать практически невозможно. Входными сигналами данной цифровой интеллектуальной системы регулирования являются не только напряжения на каждой из фаз генератора, как у рассмотренных в аналитической части блоков регулирования, но и сила тока. Это, в свою очередь, приводит к значительному увеличению быстродействия, поскольку любой из имеющихся законов управления ориентируется на изменение напряжения рабочей обмотки якоря синхронного генератора. В свою очередь, при изменении нагрузки отклонение напряжения генератора вызвано, в первую очередь, реакцией якоря. То есть изменение напряжения генератора является следствием изменения нагрузки. В связи с этим, при контроле силы тока нагрузки появляется возможность определения значения силы тока обмотки возбуждения возбудителя соответствующего данной нагрузке. При использовании стандартных законов регулирования сила тока обмотки возбуждения возбудителя необходимая для компенсации напряжения заранее неизвестна. В свою очередь, использование цифровой системы позволяет хранить регулировочные характеристики в виде цифрового кода, что позволит обеспечить значительно большее быстродействие.

На рисунке 3 показана разработанная виртуальная модель оптимальной интеллектуальной цифровой системы регулирования напряжения генератора.

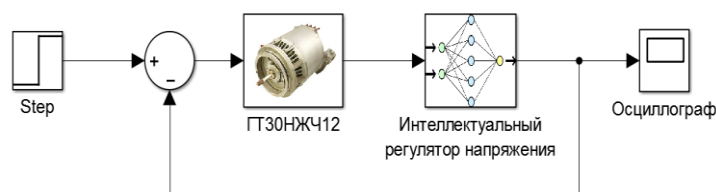


Рисунок 3 – Виртуальная система с генератором ГТ30НЖЧ12 и интеллектуальным регулятором напряжения

На основе проведенного виртуального моделирования показано, что при использовании цифровой интеллектуальной системы управления напряжением и ее последующей реализации обеспечивается минимально возможное значение динамической ошибки (на 25-40% меньше, чем в современных системах с регуляторами аналогового типа). При этом длительность переходных процессов может быть уменьшена в 3 - 7 раз.