

# Электропривод регулируемого входного направляющего аппарата (РВНА) двигателя НК-38СТ

// Electric drive of variable inlet guide vanes of the engine НК-38СТ //

**Вишневский С.Н., Волокитина Е.В., к.т.н.,  
Копчак А.Л., Рубцова Л.А., Тебеньков Ф.Г.,  
ОАО «Электропривод», г. Киров**

*В статье приведены результаты разработки автоматизированного следящего электропривода поступательного движения для системы регулирования входного направляющего аппарата двигателя НК-38СТ. Ключевые слова: входной направляющий аппарат, газотурбинная установка, электропривод поступательного движения, электромеханизм, вентильный электродвигатель, блок автоматического управления.*

Расширение области применения автоматизированных электроприводов и электромеханизмов, помимо авиационной отрасли, является важной задачей ОАО «Электропривод». Одним из приоритетных направлений в этой деятельности является газопромышленная отрасль и газотурбинные электростанции.

Современные газоперекачивающие агрегаты (ГПА) и газотурбинные электростанции (ГТЭС) строятся на модернизированных авиационных двигателях. Наиболее крупными среди российских производителей современных ГПА являются Пермский машиностроительный комплекс (Пермь), НПО «Сатурн» (Москва, Рыбинск), сармарские предприятия – ОАО «Моторостроитель» и СНТК им. Кузнецова, ОАО «Казанское моторостроительное производственное объединение».

Наше предприятие активно ведет работы по внедрению электромеханизмов и электроприводов на основе

*In this article the results of development of the automated linear servo drive for inlet guide vanes control system of the engine НК-38СТ are considered.*

*Keywords: inlet guide vanes, gas-turbine unit, linear drive, electric mechanism, BLDC, automatic control unit.*

вентильных электродвигателей для автоматизации управления работой авиадвигателя.

Результатом такой работы стало создание нового поколения электроприводов для газотурбинных установок (ГТУ), работающих в автоматическом режиме.

Если до недавнего времени в системах управления ГТУ применялись лишь исполнительные электромеханизмы дискретного действия, работающие по принципу «включил-выключил», то в настоящее время для повышения общего КПД установок и оптимизации режимов их работы требуются изделия, обеспечивающие автоматизацию процессов управления в соответствии с заданными законами. Специфика эксплуатации таких приводов потребовала, соответственно, нестандартного подхода к проектированию подобных изделий. Поэтому на первоначальном этапе создается опытный экспериментальный образец изделия, на котором

отрабатываются все конструктивные решения и алгоритмы управления электроприводом в составе системы автоматического управления (САУ) газотурбинной установки.

Результаты этих исследований, а так же все выявленные при этом недостатки и дополнительные требования были заложены в основу разработки базового промышленного образца электропривода поступательного движения ЭПА-1М, обеспечивающего согласованное движение штоков двух электромеханизмов, работающих на общую нагрузку.

Выполнены разработка и изготовление опытных электроприводов ЭПА-2 для системы регулирования входного направляющего аппарата двигателя НК-38СТ по техническому заданию ОАО «КМПО» (г. Казань). НК-38СТ – газотурбинный двигатель наземного применения с высоким КПД, предназначен для работы в составе ГПА.

Целью выполнения ОКР являлось создание автоматизированного следящего электропривода поступательного движения для перемещения вала единого привода РВНА в соответствии с электрическими командами, поступающими от электронного регулятора САУ. Электропривод входит в состав системы автоматического управления регулирования газотурбинного привода.

В состав электропривода ЭПА-2 входят:

- электромеханизм МП-2 (рис. 1) – 1 шт.;
- блок автоматического управления БАУ-2 (рис. 2) – 1 шт.

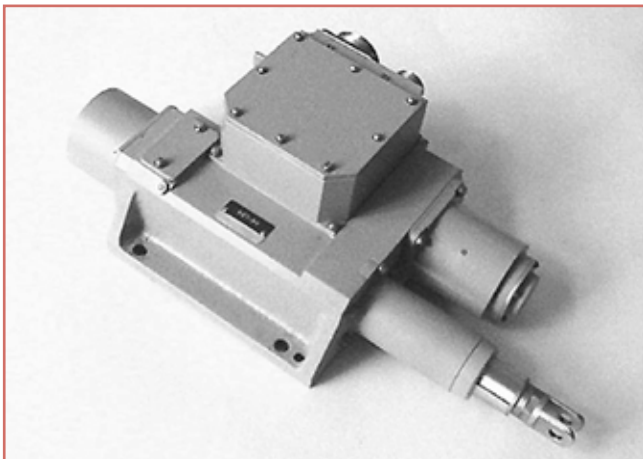


Рис. 1. Электромеханизм МП-2.



Рис. 2. Блок автоматического управления БАУ-2.

Структурная схема электропривода приведена на рис. 3.

Электропривод представляет собой одноканальную электромеханическую систему позиционного регулирования, которая обеспечивает реверсивное поступательное движение штока электромеханизма в соответствии с произвольно изменяющимся задающим сигналом и контроль состояния электропривода.

Вид электропривода по функциональному назначению – автоматизированный, следящий. По структуре электропривод является индивидуальным, с замкнутой системой управления.

Электропривод обеспечивает ограничение хода штока путем отключения электродвигателя концевыми выключателями и торможение штока электромагнитной муфтой электродвигателя.

Система встроенного контроля (ВСК) электропривода обеспечивает:

- контроль обрыва линии связи или выход за рабочий диапазон сигнала связи с САУ;
- обнаружение отсутствия движения штока электромеханизма при наличии рассогласования между заданным и текущим значениями положения штока электромеханизма в канале

управления или самопроизвольного движения штока;

- ограничение максимальной величины перемещающего усилия на штоке электромеханизма;
- контроль исправности составных частей электропривода (блока управления и электромеханизма).

В случае отрицательных результатов функционального контроля снимается сигнал растормаживания тормоза (электромагнитной муфты), обнуляется сигнал задания скорости, снимается управление силовых ключей. Инвертор и схема управления тормозом отключаются от электропри-

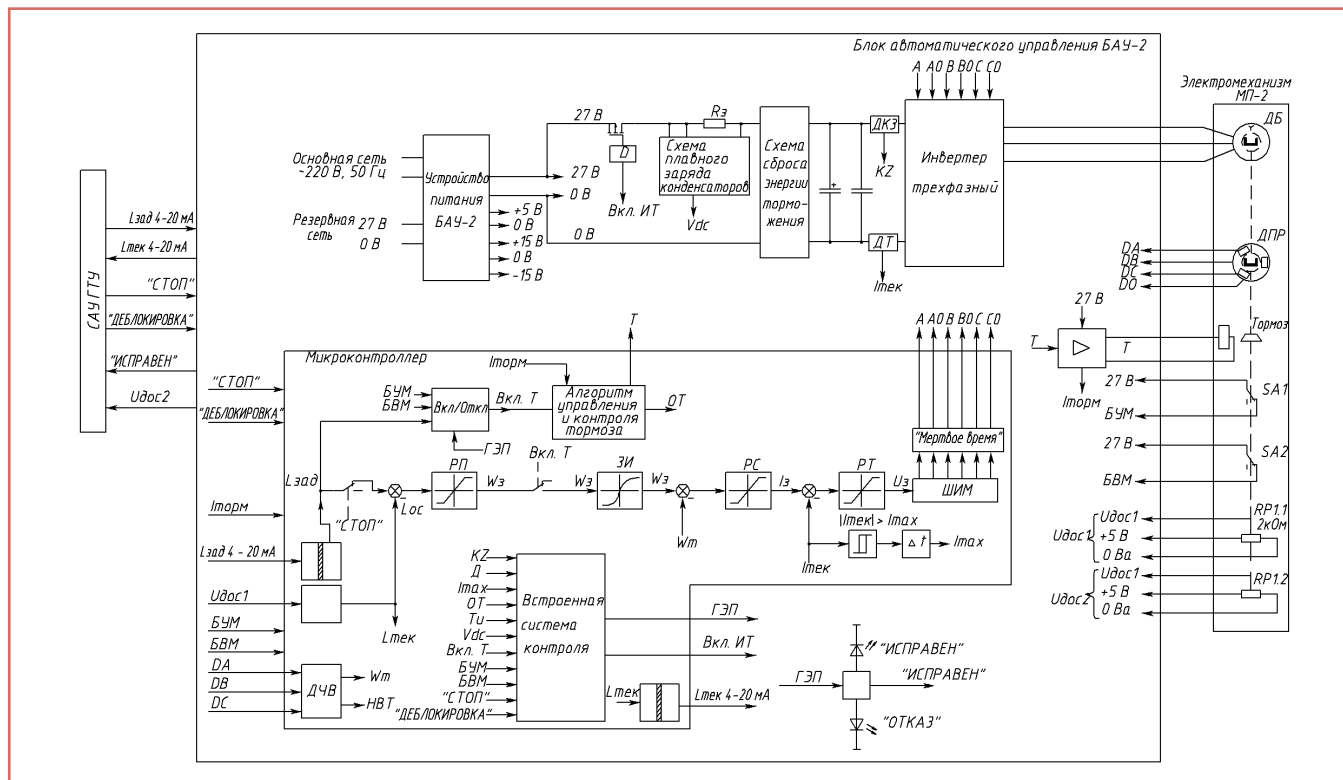


Рис. 3. Структурная схема электропривода ЭПА-2.

тания. Одновременно включается сигнализация отказа на лицевой панели блока управления.

Особенностью ВСК электропривода ЭПА-2 является мониторинг состояний в реальном времени, в случае устранения причины отказа электропривод вновь готов к использованию.

Применение современной элементной базы, в том числе современных цифровых процессоров обработки сигналов, использование многослойных печатных плат позволило значительно улучшить массогабаритные показатели блока управления по сравнению с электроприводами ЭПА-1М и ЭПУ-2-Э. Масса блока управления составляет не более 2,5 кг.

В настоящее время опытный образец электропривода направлен на ОАО «КМПО» для проведения испытаний в составе двигателя НК-38СТ.

Современные требования, предъявляемые к ГТУ, ужесточают эксплуатационные требования к электроприводам по части обеспечения безопасности их работы во взрывоопасных зонах. Поэтому для реализации этих требований вновь разрабатываемые изделия проектируются с учетом нормативно-технической документации к взрывобезопасному оборудованию.

Ключевой особенностью электропривода являются высокие показатели надежности, значительно превосходящие показатели аналогичных пневматических систем. Нарботка на отказ электропривода составляет не менее 20000 часов, назначенный ресурс 100000 часов, назначенный срок службы не менее 20 лет.

Учитывая дальнейшую перспективу развития газопромышленного комплекса, можно с высокой долей вероятности сказать и о расширении области применения автоматизированных электроприводов в системах управления ГТУ.

Высокие конструктивные и технологические требования к новым изделиям, соответственно, изменили и подход к методологии проведения испытаний и испытательному оборудованию. Это испытательные комплексы, включающие в себя рабочие места испытателей, и различные стенды, аналогов которым раньше не было.

В настоящее время нашим предприятием проводятся дальнейшие

работы по созданию ряда экспериментальных образцов электроприводов поступательного движения для механизации процессов управления и контроля двигателя в соответствии с задающими сигналами управления. К ним можно отнести автоматизированные электроприводы для управления исполнительным устройством положения лопаток входного направляющего аппарата, исполнительным устройством перепуска воздуха, а также электромеханизмы поступательного движения для привода клапанов и заслонок систем топливопитания авиационного двигателя.

### Выводы

В соответствии с техническим заданием ОАО «КМПО» были выполнены разработка и изготовление опытных образцов электропривода ЭПА-2 для системы регулирования входного направляющего аппарата двигателя НК-38СТ.

**Вишневский Сергей Никодимович** – родился в 1953 году. В 1980 году окончил Кировский политехнический институт по специальности «Электрические машины и аппараты», в 1998 году – Вятский государственный университет (ВятГУ) по специальности «Экономика и управление на промышленном предприятии». Имеет 39-летний опыт работы в области разработки авиационных электромеханических систем. В настоящее время работает ведущим конструктором-руководителем проекта ОАО «Электропривод». Имеет 4 печатных труда, 3 патента. Награжден Почетной грамотой Российского авиационно-космического агентства.

**Волокитина Елена Владимировна** – в 1981 году окончила Кировский политехнический институт по специальности «Электромеханика». В 2006 году защитила кандидатскую диссертацию на тему: «Исследование и разработка быстродействующего вентильного электропривода органов управления новых самолетов». Доцент кафедры «Электрические машины и аппараты» Вятского государственного университета. Опыт работы в области вентильных электродвигателей – 25 лет, авиационных электроприводов – 15 лет. В настоящее время работает ведущим конструктором, руководителем проекта ОАО «Электропривод». Автор 57 научных трудов. Награждена Дипломом лауреата Всероссийского конкурса «Инженер года-2011» по версии «Профессиональные инженеры».

**Копчак Андрей Леонидович** – родился в 1983 году. В 2005 году окончил Вятский государственный университет (ВятГУ) по специальности «Электропривод и автоматика промышленных установок». Опыт работы в области авиационного электропривода – 5 лет. В настоящее время работает начальником конструкторского бюро ОАО «Электропривод». Имеет 3 печатных труда.

**Рубцова Людмила Александровна** – родилась в 1952 году. В 1975 году окончила Кировский политехнический институт по специальности «Автоматика и телемеханика». Имеет 36-летний опыт работы в области разработки систем и блоков управления запуском авиадвигателей. В настоящее время работает ведущим конструктором, руководителем проектов ОАО «Электропривод». Имеет 3 печатных труда. Награждена Почетной грамотой Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации.

**Тебеньков Фёдор Геннадьевич** – родился в 1986 году. В 2008 году окончил Вятский государственный университет (ВятГУ) по специальности «Электромеханика». Опыт работы в области авиационных электрических машин – 3 года. В настоящее время работает инженером-конструктором 2 категории ОАО «Электропривод».

**Vishnevsky Sergey** – was born in 1953. In 1980 he graduated from the Kirov Polytechnic Institute, specializing in «Electrical machinery and equipment», in 1998 – Vyatskiy State University (VyatSU) specializing in «Economy and management at the industrial undertaking». 39 years working in the field of aircraft electro-mechanical systems. He is currently the lead designer-project manager of JSC «Electroprivod». He has 4 publications, 3 patents. He was awarded the diploma of the Russian Aviation and Space Agency.

**Volokinina Elena** – in 1981 she graduated from Kirov Polytechnic Institute, specialization is «Electromechanics». In 2006 she defended a candidate thesis, the theme is: «Research and development of quick-operating valve electric drive of new plains controllers». She is an associate professor of «Electric machines and equipment» department in Vyatskiy State University. Her job experience in the sphere of valve electric drivers is 25 years, aviation electric drivers – 15 years. At present she is working as a leading designer, project manager in JSC «Electroprivod». She is the author of 57 scientific works. She is awarded to the laureate diploma of All-Russian competition «Engineer of the year 2011» according to the version «Professional Engineers».

**Kopchak Andrey** – was born in 1983. In 2005 he graduated from Vyatskiy State University (VyatGU), specialization is «Electric drive and automation of production units». Job experience in the sphere of aviation electric drive is 5 years. At present he is working as the Head of the Design Department in JSC «Electroprivod». He is the author of 3 printed works.

**Rubtsova Lyudmila** – was born in 1952. In 1975 he graduated from the Kirov Polytechnic Institute, specializing in «Automation and Remote Control». 36 years working in the field of systems development and launching of aircraft control unit. At the present time – she is a leading designer, project manager of JSC «Electroprivod». She has 3 hard labor. Awarded Diploma of Ministry of Industry and Energy of the Russian Federation.

**Tebenkov Fedor** – was born in 1986. In 2008 he graduated from Vyatskiy State University (VyatGU), specialization is «Electromechanics». Job experience in the sphere of aviation electric machines is 3 years. At present he is working as a design engineer of the second category in JSC «Electroprivod».