

**ОАО «НПП «ТЕМП» ИМ. Ф КОРОТКОВА»**  
**КОНКУРСНАЯ РАБОТА**  
**«ЭЛЕКТРОПРИВОДНОЙ УПРАВЛЯЕМЫЙ НАСОС ПЕРЕМЕННОЙ**  
**ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ»**

г. Москва  
2019

## 1 ВВЕДЕНИЕ

В топливной системе самолёта работает множество агрегатов, которые обеспечивают доставку топлива в нужную точку системы, в нужное время, с заданным расходом и давлением.

Современные требования к динамике перемещения топлива по системе, а также к её энергетической эффективности бросают новый вызов разработчикам топливной аппаратуры. Пожалуй самым сложным он оказался в области топливных насосов. Ведь насос – наиболее энергетически нагруженная часть топливной системы, к которой предъявляется и множество специфических требований, например взрывобезопасность, высотность.

Отличительной чертой насоса нового поколения должна стать его энергетическая эффективность в самом широком смысле.

Так, широко используемые гидротурбонасосы или струйные насосы требуют для своей работы топливо высокого давления. То есть, самолёт несёт паразитную систему трубопроводов с топливом и тратит свою энергию на поддержание их в воздухе.

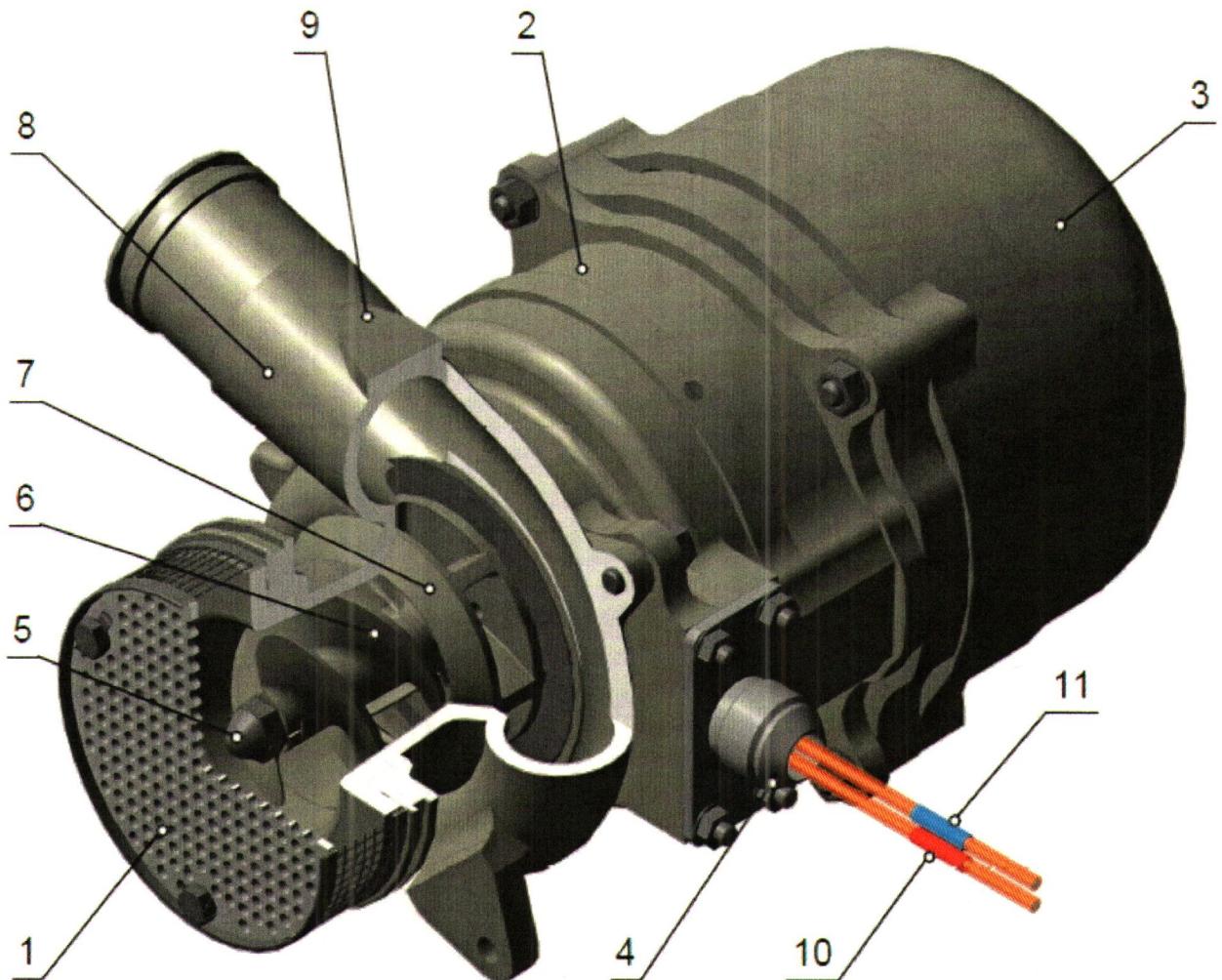
Насосы динамического типа, наиболее распространённые в системе, часто регулируются при помощи дросселя или перепуском. А это опять означает потери: на местном сопротивлении, в дросселированной проточной части, на поддержание дополнительных механизмов в воздухе.

Отчасти, потерю помогает избежать насос с приводом от электродвигателя. Однако до сих пор в отечественной практике применялись асинхронные и коллекторные двигатели, частота вращения и КПД которых зависят от нагрузки. Регулирование же двигателей не использовалось вовсе. Кроме того, существующие электроприводные насосы, например серии ЭЦНГР, требуют обустройства вокруг себя взрывобезопасной оболочки вида «Д», масса которой зачастую превосходит массу самого агрегата в несколько раз.

На рассмотрение уважаемому жюри предлагается разработка «Электроприводной управляемый насос переменной производительности». В разработке воплощены в жизнь многие особенности насосов нового поколения, кратко обозначенные выше. Насос без замечаний прошёл межведомственные испытания и в настоящее время находится на испытаниях государственных.

## 2 ОПИСАНИЕ НАСОСА

Насос топливный, шнеко-центробежный, погружного типа с приводом от управляемого электродвигателя. Внешний вид насоса и его устройство представлены на *рисунке 1*.



1 – фильтр; 2 – электродвигатель; 3 – система управления; 4 – кабельный ввод; 5 – обтекатель; 6 – шнек; 7 – центробежное колесо; 8 – сборник с выходным патрубком; 9 – место маркировки; 10, 11 – маркировка установочных проводов.

Рисунок 1 Устройство насоса.

Насос предназначен для подачи топлива к авиадвигателям при запуске, а также при отказе основных средств топливопитания.

Компоновка насоса вертикальная, моноблочная с обеспечением взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка вида Д» по ОСТ 1 02603-86.

Электродвигатель насоса синхронный, бесколлектронный, постоянного тока. Система управления электродвигателем микропроцессорная, с полным векторным управлением. Электродвигатель и система управления охлаждаются топливом, отбираемым от проточной части насоса, со сливом в окружающее пространство.

Номинальный перепад давления, создаваемый насосом, 0,8 кгс/см<sup>2</sup> при расходе 12000 л/час и нормальной температуре.

Питание насоса от бортовых электрических сетей постоянного тока номинальным напряжением 27 В по ГОСТ 19705-89. Насос соответствует требованиям к потребителям первой категории ГОСТ 19705-89.

Максимальный ток, потребляемый насосом во всех, в том числе переходных, режимах, 35А. Время выхода на заданный режим не более 2 с.

Масса сухого насоса 4,5 кг.

Климатическое исполнение насоса «В» по ГОСТ 15150-69. Насос по стойкости к внешним воздействующим факторам соответствует группе 3.3.1 по ГОСТ Р В 20.39.304-98. Насос длительно работоспособен в интервале температур от минус 60 до плюс 90 °С.

### **3 ПРЕИМУЩЕСТВО И НОВИЗНА**

#### **3.1 Компоновка**

Насос является конструктивно единым изделием, содержащим в себе все части, необходимые для работы.

Впервые в отечественной практике система управления встроена в корпус и работает при тех же внешних воздействующих факторах, что и электродвигатель с проточной частью. При этом, электроника охлаждается непосредственно рабочей жидкостью, авиационным топливом, без разделительных конструкций, что позволило снизить массу насоса на 480 г, то есть почти на 10%.

#### **3.2 Взрывобезопасность**

Корпус насоса образует вокруг электродвигателя и его системы управления взрывонепроницаемую оболочку вида «Д» по ОСТ 1 02603-86. Кабельный ввод насоса выполнен под трубную электропроводку. Контроль температуры и отработка отказов, приводящих к перегреву, осуществляется системой управления электродвигателем.

Поверхности движущихся частей насоса выполнены из материалов, которые исключают образование искры при соприкосновении, а также исключают накопление статического заряда.

В силу ужесточения современных требований к средствам взрывозащиты, применяемым в наземной технике, относительно ОСТ 1 02603-86, средства взрывозащиты насоса спроектированы и успешно испытаны согласно современному ГОСТ IEC 60079-1-2011.

Впервые в отечественной практике электроприводной насос может быть установлен непосредственно в топливный бак без применения дополнительных конструкций, обеспечивающих взрывобезопасность.

### **3.3 Система управления**

Система управления реализует принцип полного векторного управления электродвигателем, что обеспечивает надёжный и быстрый старт даже при низких температурах, надёжное восстановление работы после останова, а также малые потери в электромагнитной системе двигателя и на силовых ключах.

Так, насос может длительно работать на воздухе, не требуя охлаждения даже при закрытых патрубках проточной части и потребляя при этом ток не более 1 А.

Система управления обеспечивает внутреннюю диагностику насоса как перед стартом, так и во время работы.

Насос полностью соответствует требованиям электромагнитной совместимости по ГОСТ Р В 6601-001-2008 и ГОСТ Р В 6601-002-2008. Так, насос не создаёт инструментально значимых помех в цепях питания и совершенно невосприимчив к помехам, приходящим по цепям питания.

### **3.4 Возможности модернизации**

Конструкция насоса модульная и позволяет легко заменить проточную часть электродвигатель или систему управления для выполнения тех или иных требований заказчика. Например, для обеспечения иной напорно-расходной характеристики или для работы от сетей переменного тока.

Схемотехника системы управления, её информационная и вычислительная ёмкость, позволяют насосу работать с дополнительными датчиками, выполнять информационный обмен с бортом, с другим насосом.

Так, насос в версии с внутренним датчиком перепада давления был успешно испытан при работе с одним внешним датчиком. При этом насос, автоматически изменяя частоту вращения электродвигателя, обеспечивал:

- а) работу в оптимальном по КПД режиме в зависимости от гидравлической нагрузки;
- б) поддержание уставки по внешнему датчику.

При этом работа датчиков, измерение и обработка их сигналов обеспечивалась целиком средствами системы управления электродвигателем.

## **4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе разработки успешно опробованы и внедрены решения, на базе которых могут создаваться новые для отечественного авиастроения управляемые и самоуправляемые насосы переменной производительности – насосы следующего поколения.

Разработка позволяет получить требуемый заказчику насос, как заменой модулей, так и путём проектирования с нуля. При этом разработка даёт конструктору готовые решения, прошедшие испытания в боевом агрегате.