

Конкурсная работа

Вихревой насос в системе топливопитания двигателей

Автор: Зуев Владимир Викторович (ОАО «НПП «Темп» им. Ф.Короткова»)

Тема работы: Создание двигательного подкачивающего насоса, обеспечивающего бесперебойную работу вертолетного двигателя при следующих условиях:

1. высота расположения двигателя над баком ... до 2,5 м.;
2. высота полета вертолета до 8000 м.;
3. при уменьшении давления топлива на входе в насос до 0,25 атм. (абсолютное) в режиме самовсасывания при отказе бакового насоса;
4. в режиме подсоса воздуха при частичном повреждении герметичности трубопровода, находясь в районе военных действий.

При всех условиях этот подкачивающий насос должен выдавать расход топлива с необходимым давлением, обеспечивая бескавитационную работу основного насоса, подающего топливо в двигатель.

Современные системы топливопитания основного насоса двигателя состоят из подкачивающего центробежного насоса в комбинации со струйным насосом, что значительно усложняет и утяжеляет конструкцию, не обеспечивая нормальную работу двигателя при отказе баковых электроприводных насосов. При этом высота нормальной работы двигателя не превышает 2-3 км.

Цель: Создание подкачивающего насоса, обеспечивающего нормальную работу двигателя при всех вышеуказанных условиях.

Технические характеристики:

Учитывая высокие требования по работе насоса на гомогенной воздушно-топливной смеси в случае разгерметизации входного трубопровода и для предотвращения срыва подачи топлива, т.е. срыва режима двигателя, а также учитывая необходимость работы в режиме самовсасывания, было решено использовать вихревой насос в качестве подкачивающей ступени насоса, принимая во внимание, что вихревой насос по сравнению с центробежным насосом в тех же условиях создает гораздо больший напор и обладает самовсасывающей способностью, а также может работать на смеси топлива и воздуха. Рабочим органом вихревого насоса является рабочее колесо с радиально расположенными лопатками, вращающееся в цилиндрическом корпусе с малыми зазорами. В боковых стенках корпуса имеется концентрический канал, начинающийся у всасывающего канала и кончающийся у выходного. Жидкость поступает через

всасывающее отверстие в канал, прогоняется по нему рабочим колесом и выбрасывается в напорное отверстие.

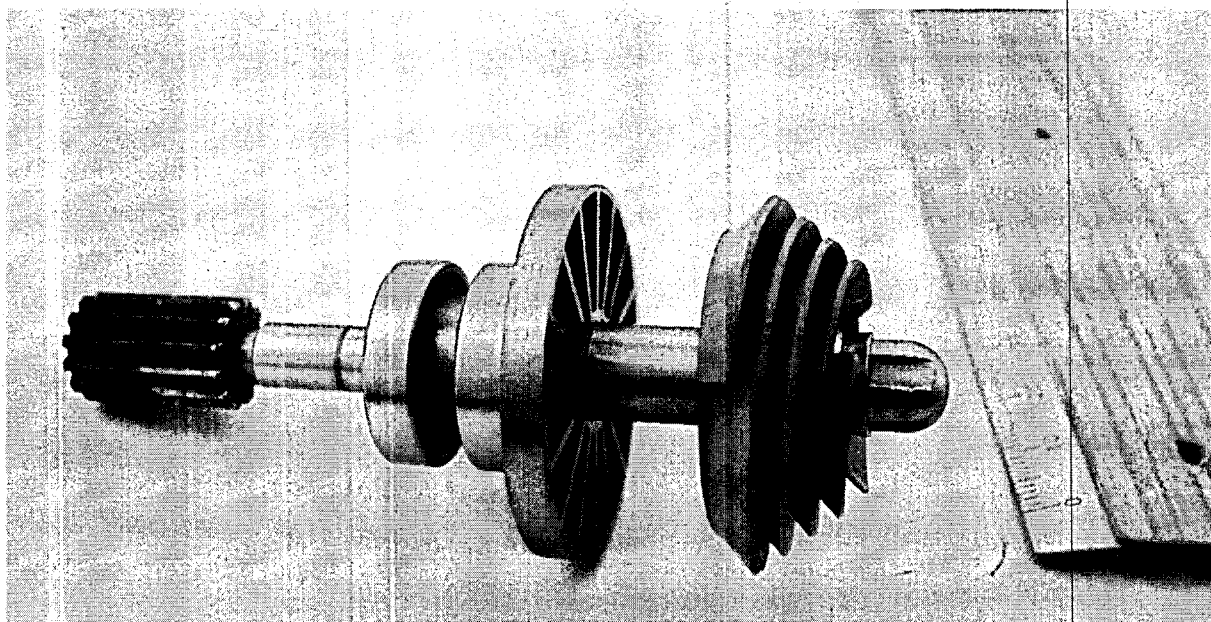


Рис.1 Вал насоса с вихревым колесом

Для обеспечения большой частоты вращения (10 000 об./мин.) необходимо, чтобы насос обладал высокими антикавитационными свойствами, и особенно, чтобы не было кавитации на гомогенной жидкости, необходимо на вход в вихревое колесо установить специально спрофилированное осевое колесо с переменным втулочным отношением. Постановка осевого колеса обеспечивает расширение диапазона всасывания топлива и, повышая давление топлива на входе в вихревое колесо, повышает бескавитационную работу насосного агрегата по высотам, предотвращая местное снижение давления в ячейках колеса и в вихревом канале.

Проделав большую экспериментальную работу по определению влияния конструктивных элементов вихревого насоса (зазора, количества лопастей колеса, ширины и его диаметра, переменного втулочного отношения осевого колеса), были определены габариты двигательного вихревого насоса ДВН-70 в габаритах ранее стоявшего насоса ДЦН-70 для двигателя ВК-2500 и подкачивающей ступени насоса НД-157 для двигателя ТВ7-117.

В разработанном вихревом насосе зафиксированные кавитационные характеристики $Q=f(P_{вх})$, снятые при частотах вращения $n=5340$ об./мин., 7140 об./мин. и 8900 об./мин. при уровне топлива в баке равном 2,5 м., обеспечивают требования ТЗ по $P_{вх} = 0,25$ атм. (абсолютное)

от $Q=120$ л/час при $n=5340$ об./мин.

до $Q=800$ л/час при $n=8900$ об./мин.

Кавитационные характеристики подтверждены летными испытаниями вертолета Ми-171 на высоте $H=6$ км с отключенными баковыми насосами. Важной особенностью насоса, состоящего из осевого и вихревого насосов, является эффект

самовсасывания топлива. Насос, установленный в топливной системе, заполненной топливом, без задержки по мере раскрутки оборотов привода подает топливо на выход насоса. Если топливо из топливной системы слито, то оно поступает на выход насоса с запозданием в зависимости от скорости раскрутки привода, степени заполненности топливной системы и высоты полета ($P_{вх}$) объекта.

Свойство самовсасывания топлива насосом ВШН проверялось на стенде предприятия вакуумированием бака, находящегося ниже насоса на 2,5 м., до давления $P_6=0,3$ атм. (абсолютное), каждый раз сливая топливо из системы. От бака до насоса ВШН (НД-157) шел трубопровод $\varnothing 15$ мм., длиной 5 м. От геометрических размеров очень зависит режим всасывания.

Уникальным свойством вихревого насоса является его возможность работы на гомогенной смеси топлива и воздуха. При потере герметичности входного трубопровода, при отключении баковых насосов:

- 1) не происходит выброса топлива из системы, а значит и отсутствует возгорание смеси;
- 2) двигатель продолжает нормально работать на смеси топлива с воздухом до 50% с некоторым снижением расходной характеристики.

Уникальным свойством вихревого насоса является его работа на низких уровнях входного давления (до $P_{вх}<0,2$ атм.(абсолютное)), не сопровождаемая срывом его характеристик $Q=f(P_{вх})$. При восстановлении (увеличении) входного давления расход (производительность) насоса восстанавливается до исходной величины с некоторым гистерезисом по входному давлению. Что касается К.П.Д. насоса, то для вихревого насоса он $<0,4$. Следует отметить, что при малых расходах топлива и напора, что характерно для вертолетных двигателей, К.П.Д. вихревого насоса выше К.П.Д. центробежного насоса, а если учесть К.П.Д. струйного насоса, то их суммарный К.П.Д. будет меньше К.П.Д. вихревого насоса во всем диапазоне расхода в двигателе.

Конструкция насосов ДВН-70 защищена патентом №92111, а насоса НД-157 патентом №2342563.