



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Работа выполнена в СКБ «Авиастроение»

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНИПКРС

 Е.М. Димитриади  
(подпись)  
« 5 » февраля 2024 г.

Декан ФАМТ

 О.А. Красильникова  
(подпись)  
« 5 » февраля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

 А.В. Космынин  
(подпись)  
« 13 » июня 2024 г.

«Разработка стенда топливного насоса летательного аппарата для проведения  
научных исследований»

Комплект конструкторской / проектной документации

Руководитель СКБ Авиастроение  Ю.Б. Колошенко  
(подпись, дата)

Руководитель проекта  М.Ю. Кривенко  
(подпись, дата)

Комсомольск-на-Амуре 2024



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

СКБ «Авиастроение»

ЗАДАНИЕ  
на разработку

Название проекта: Разработка стенда топливного насоса летательного аппарата для проведения научных исследований

Назначение: с использованием стенда будет возможность проведения комплексного исследования гидродинамического способа трансформации поля скоростей и давлений

Область использования: проведение научных исследований на стенде

Требования к научно-техническому продукту:

- функциональные: полноценное обеспечение проведения научно-исследовательской работы, обеспечение требуемой надежности насоса.

- технические:

1) Расход: 160 мл/с;

2) Напор: 1,3 Ат;

3) Частота вращения ротора: 4000 об/мин.

План работ:

| Наименование работ   | Срок                |
|--|---------------------|
| Создание принципиальной схемы экспериментальной установки, эскиза корпуса насоса | <i>Февраль 2024</i> |
| Изготовление стенда  | <i>Март 2024</i>    |
| Изготовление стенда  | <i>Апрель 2024</i>  |
| Проведение пробных испытаний   | <i>Май 2024</i>     |

Перечень отчетных материалов:

Принципиальная схема экспериментальной установки по исследованиям гидродинамики течений в топливных насосах, эскиз корпуса насоса, общий вид гидравлического стенда для проведения испытаний, визуализация полученная в ходе проведения пробных испытаний

Требования к содержанию основного раздела пояснительной записки к проекту:

1 Проектирование стенда;

2 Изготовление стенда

3 Проведение пробных испытаний

Комментарии:

---

---

---

---

---

Руководитель проекта

\_\_\_\_\_

*(подпись, дата)*

М.Ю. Кривенко

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

СКБ «Авиастроение»

**Пояснительная записка к проекту**  
**«Разработка стенда топливного насоса летательного аппарата для**  
**проведения научных исследований»**

Руководитель проекта

\_\_\_\_\_

М.Ю. Кривенко

Комсомольск-на-Амуре 2024

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Введение.....                          | 8  |
| 1 Проектирование стенда .....          | 8  |
| 2 Изготовление стенда .....            | 11 |
| 3 Проведение пробных испытаний .....   | 14 |
| Заключение.....                        | 15 |
| Список использованных источников ..... | 16 |

## Введение

Процесс миниатюризации радиальных лопаточных машин: центробежных нагнетателей (насосов, вентиляторов и компрессоров), а также центробежных и центростремительных турбин, ускорился в середине 50-х годов прошлого века с началом развития ракетно-космической техники. Для летательных аппаратов были разработаны маломощные автономные энергетические системы, имеющие в своём составе замкнутые контуры рабочего тела: жидкости или газа, циркуляцию которого обеспечивали малоразмерные лопаточные нагнетатели: осевые или центробежные насосы, вентиляторы и компрессоры.

Основным преобразователем энергии в центробежных нагнетателях является рабочее колесо. Полный коэффициент полезного действия (КПД) и коэффициент напора ЦНЦС в 2...4 раза меньше, чем у полноразмерных конструкций. Причина – преобладание в потоке сил вязкого трения и неустойчивости ламинарного пограничного слоя. Из-за этого в потоке формируется большая неравномерность поля скоростей и давления, обусловленная зонами отрыва пограничного слоя, интенсивными вторичными течениями и парным вихрем. С энергетической точки зрения поток, в этом случае, можно рассматривать, как совокупность разноэнергетических зон течения.

### 1 Проектирование стенда

Стенд для проведения гидравлических испытаний должен обеспечивать:

- 1 Расход: 160 мл/с;
- 2 Напор: 1,3 Ат;
- 3 Частоту вращения ротора: 4000 об/мин;
- 4 Плотность рабочего тела: 800кг/м<sup>3</sup>.

Принципиальная схема экспериментальной установки по исследованиям гидродинамики течений в топливных насосах изображена на рисунке 1.

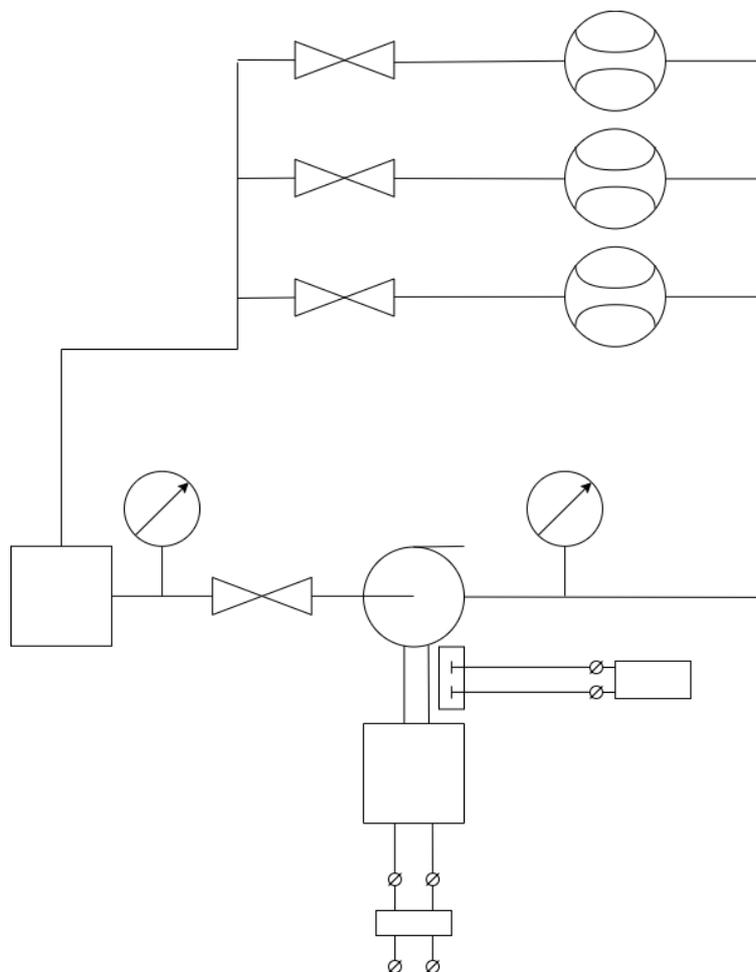
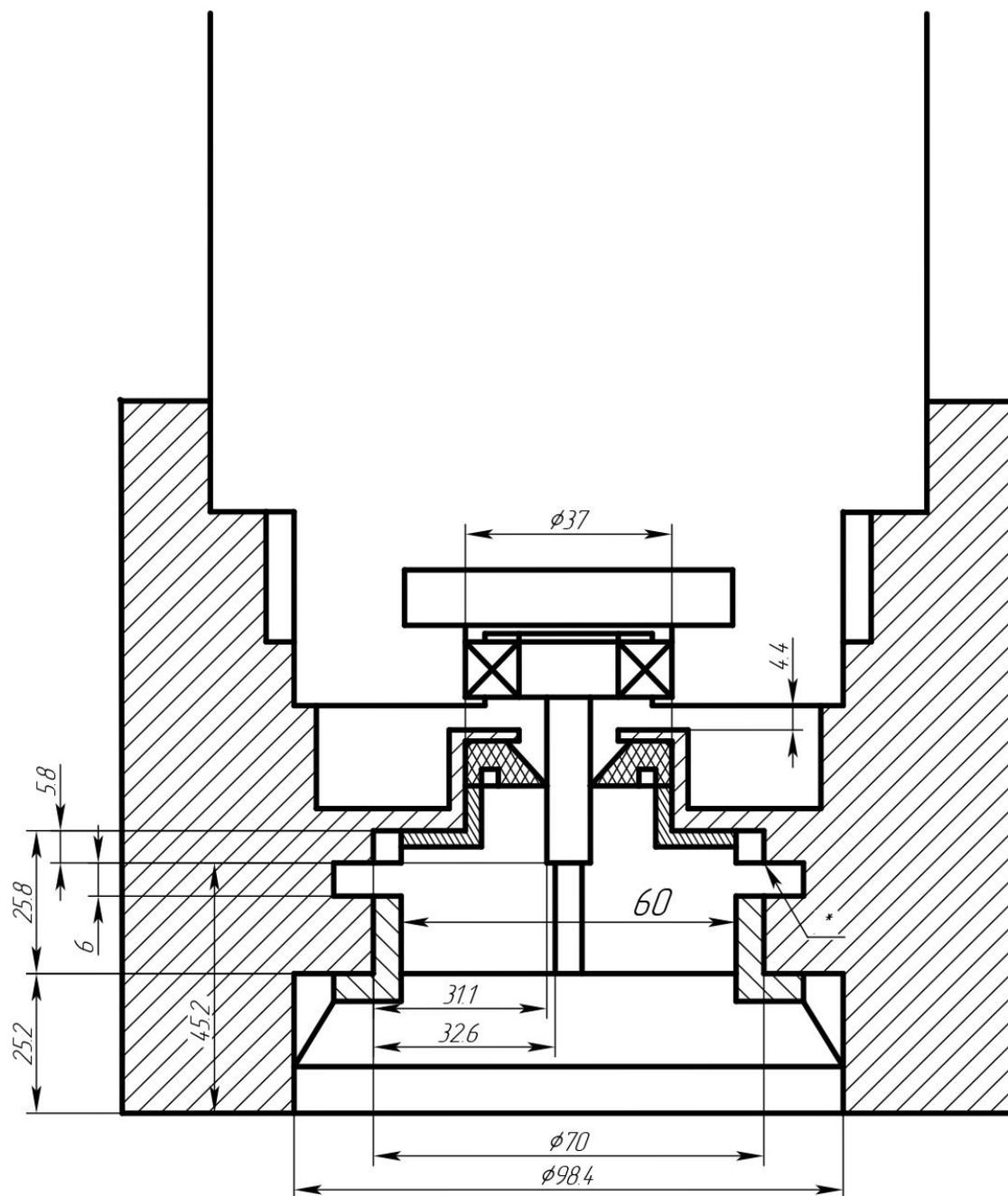


Рисунок 1 - Принципиальная схема экспериментальной установки по исследованиям гидродинамики течений в топливных насосах

- 1 – бак; 2 – манометр; 3 – шаровой кран; 4 – центробежный насос;  
 5 – датчик измерения оборотов; 6 – электродвигатель; 7 – латтер;  
 8 - эталонный манометр; 9 – расходомер; 10 – расходомер;  
 11 – расходомер; 12 – запорный вентиль; 13 – запорный вентиль;  
 14 – запорный вентиль

Корпус насоса выполняется в форме спирали с уменьшающимся радиусом, похожим на раковину улитки. Полость корпуса не имеет одинакового сечения по

длине. Площадь проходного сечения увеличивается при приближении к напорному патрубку. Там, где заканчивается спиральный корпус и начинается напорный патрубок, есть выступающий клин, называемый водорезом. Он физически разделяет спиральный корпус и напорный патрубок и гарантирует, что жидкость будет покидать насос. Эскиз корпуса насоса представлен на рисунке 2.



\* - зазор равен 0 или 1,6 мм

Рисунок 2 – Эскиз корпуса насоса

## 2 Изготовление стенда

С учетом вышеуказанных входных данных и схемы стенда, получившийся общий вид гидравлического стенда для проведения испытаний представлен на рисунке 3.

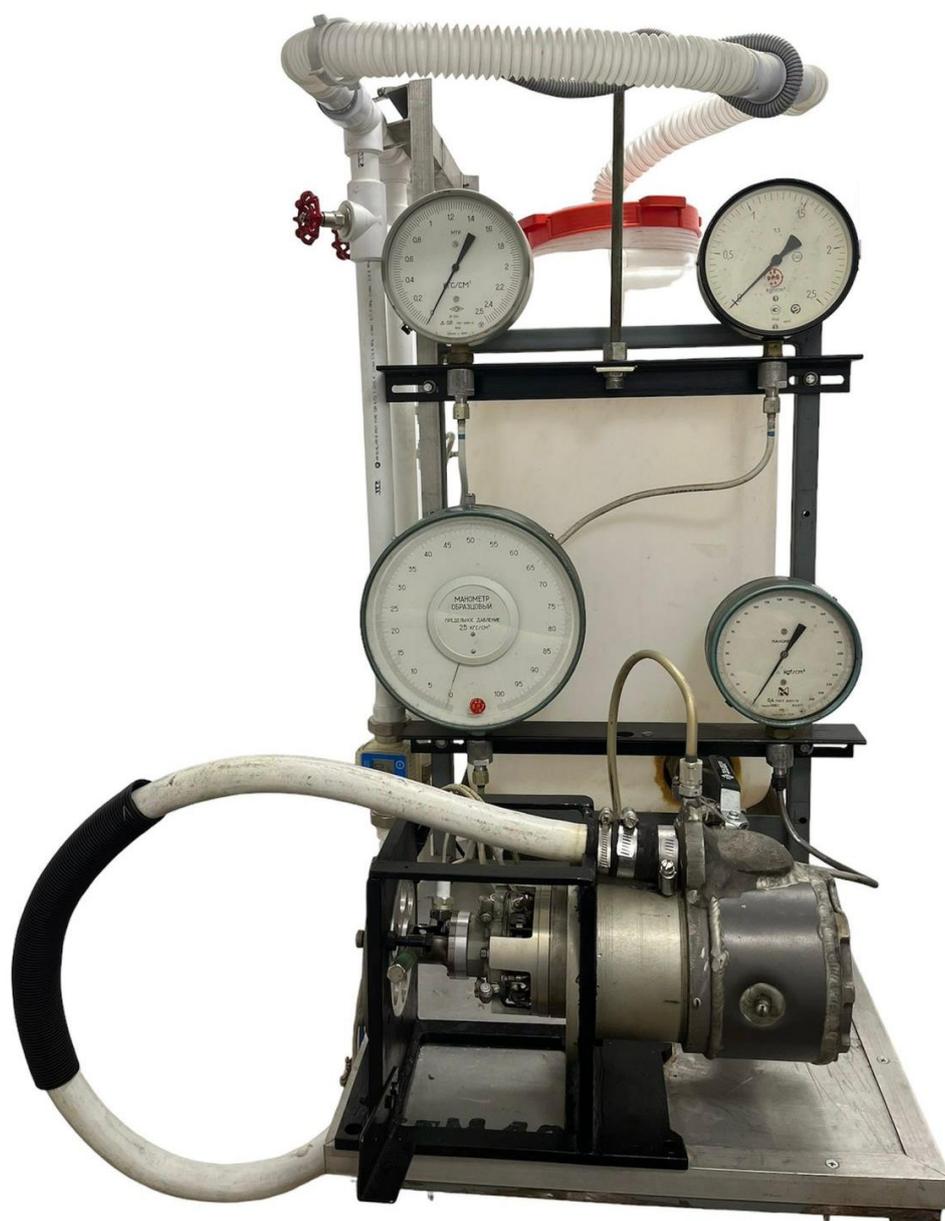


Рисунок 3 – Общий вид гидравлического стенда для проведения

## испытаний

Расположение рабочего колеса в корпусе насоса представлено на рисунке 4. Крышки корпуса насоса выполнены из оргстекла, что обеспечивает проведение визуализации структуры потока.

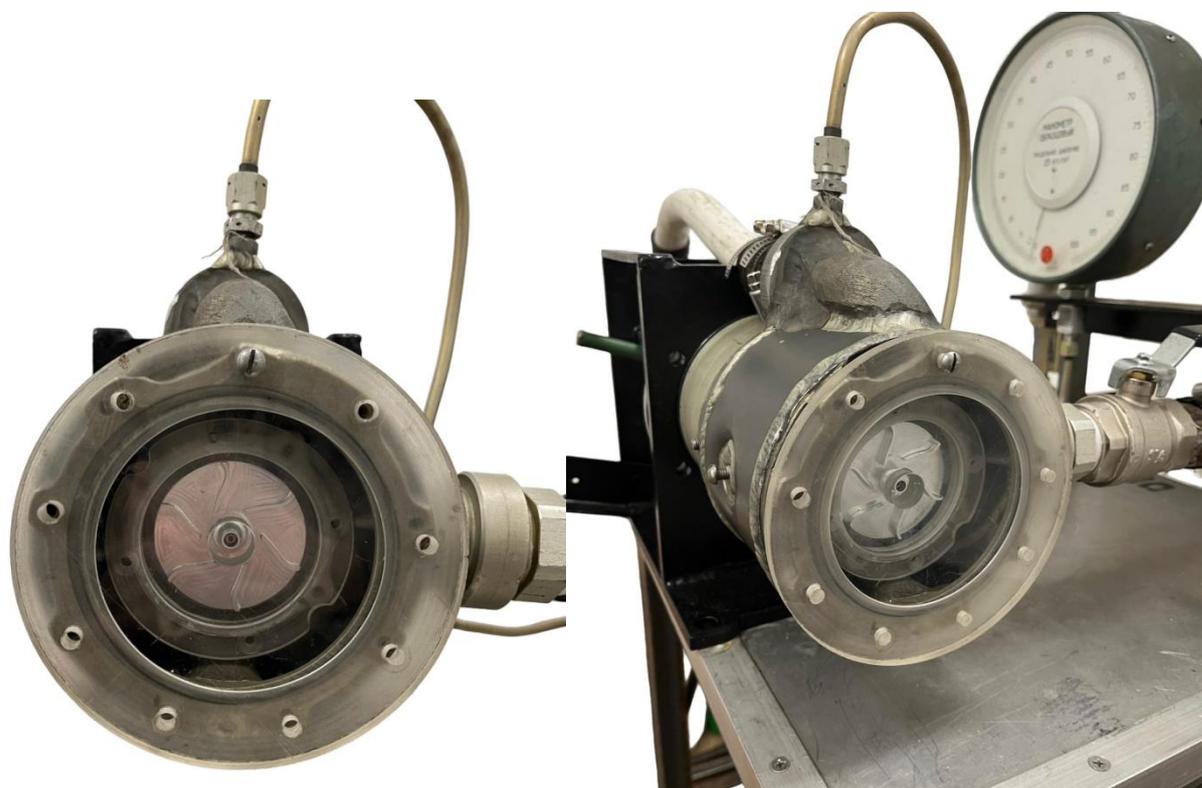


Рисунок 4 – Расположение рабочего колеса в корпусе насоса

Гидравлический стенд для проведения испытаний содержит:

- бак для размещения рабочего тела;
- манометры на входе и на выходе из насоса для контроля давления;
- шаровой кран для регулирования потока;
- центробежный насос;
- датчик измерения оборотов;
- электродвигатель;
- латтер – пусковое устройство;
- эталонный манометр;
- расходомеры турбинного типа в количестве 3-х штук;
- запорные вентили в количестве 3-х штук для регулирования расхода рабочего тела.

### **3 Проведение пробных испытаний**

Рабочее колесо для проведения испытаний изображено на рисунке 5.



Рисунок 5 – Рабочее колесо насоса

Полученная визуализация изображена на рисунке 6.



Рисунок 6 – Визуализация полученная в ходе проведения пробных испытаний

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Начальник отдела ОНиПКРС  
  
Е.М. Димитриади  
(подпись)  
« 13 » июль 2024 г.

Проректор по научной работе  
  
А.В. Космынин  
(подпись)  
« 13 » июль 2024 г.

Декан ФАМТ  
  
О.А. Красильникова  
(подпись)

АКТ

о приемке в эксплуатацию проекта  
«Разработка стенда топливного насоса летательного аппарата для проведения  
научных исследований»

г. Комсомольск-на-Амуре

« 13 » июль 2024 г.

Комиссия в составе представителей:

со стороны заказчика

- Ю.Б. Колошенко – руководитель СКБ,
- О.А. Красильникова – декана ФАМТ

со стороны исполнителя

- М.Ю. Кривенко – руководителя проекта,
- П.Ю. Несмелов – ИТС-2П,

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает проект «Разработка стенда топливного насоса летательного аппарата для проведения научных исследований», в составе:

1. Электронная модели левого и правого кронштейна.
2. схемы нагрузки болтов и расчета корпуса правого кронштейна, схема расчета корпуса левого кронштейна, схема нагрузки болтов левого кронштейна.

Руководитель проекта

  
\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

*М.Ю. Кривенко*

Исполнители проекта

  
\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

*П.Ю. Несмелов*