

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ДАТЧИКОВ НА ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАСОСА ТУРБОНАСОСНОГО АГРЕГАТА ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Зубанов В.М., Матвеев В.Н., Батулин О.В., Корнеева А.И.
Самарский университет, г. Самара, zubanov.vm@ssau.ru

Ключевые слова: турбонасосный агрегат, центробежный насос, характеристики.

В данной работе представлена оценка влияния положения датчиков на измеряемые характеристики насоса. Учёт положения датчиков позволил приблизить расчётные характеристики насоса к экспериментальным.

В данной работе использовалась модель насоса, для которой уже выполнялись исследования [1]. На основе полученных данных о технических условиях стендовых испытаний от ПАО «ОДК-Кузнецов» численная модель насоса была доработана:

1) была увеличена длина участков на входе и выходах насоса: по 5 калибров (диаметров выходного сечения) на входном участке и на выходе из отверстия отбора рабочего тела на дожимной насос горючего и 10 калибров на выходе основного потока;

2) учтено положение датчиков замера давления для двух случаев: стендовые датчики на середине дополнительного участка и датчики насоса перед выходным сечением (рис. 1).

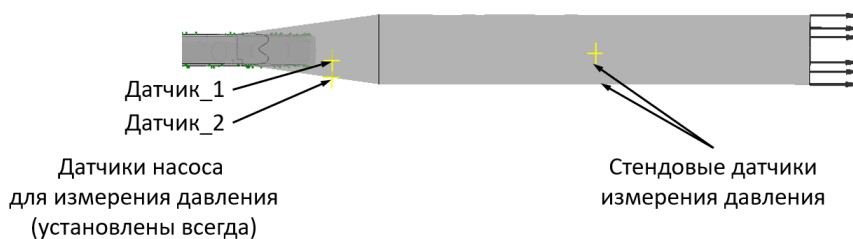


Рис. 1 – Расположение датчиков замера давлений на выходе из насоса

Учёт расположения датчиков и продолжение участков на входе и выходах насоса горючего (цилиндрические насадки) позволили создать численную модель виртуального стенда для испытаний насоса.

Было оценено влияние положения датчиков на измеряемые параметры в численной модели, и результаты были сопоставлены с экспериментальными данными. Положение датчиков моделировалось путем измерения параметров на небольшой площади без прямого моделирования геометрии датчиков. Учёт расположения датчиков позволил снизить погрешность расчётного определения напорной характеристики насоса с 6,9% до 4,6%, КПД на номинальном режиме – с 8,0% до 3,2%. На рис. 2 и 3 показаны характеристики насоса при различных положениях датчиков полного давления.

Положение датчиков оказывает значительное влияние на измерения производительности. Это связано со следующими причинами:

1) датчики 1 и 2 регистрируют параметры насоса на участке перед выходом из насоса, а расчетные значения в исходной модели были получены на выходе из CFD-модели. Меньшие значения напора и КПД основных характеристик, по сравнению с характеристиками для датчиков 1 и 2, объясняются тем, что поток должен преодолевать расстояние более 5 калибров выходного сечения, где неизбежны потери полного давления. Следует отметить, что в исследуемом насосе в выходном диффузоре были вихри, что привело к большим потерям;

2) характеристики, полученные по параметрам датчиков 1 и 2, отличаются друг от друга из-за неравномерного распределения параметров по сечению. На рис. 4 показано распределение полного давления в сечении расположения датчиков 1 и 2.

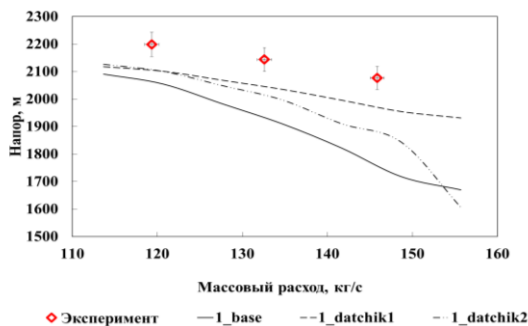


Рис. 2 -Напорная характеристика насоса

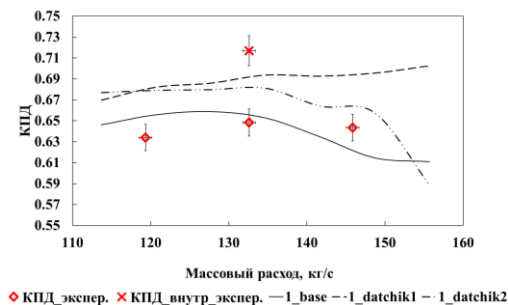


Рис. 3 – КПД-характеристика насоса

Таким образом, было выявлено существенное влияние положения датчиков на измеряемые параметры. В дальнейшем необходимо учитывать разницу в параметрах насоса, которые измеряются датчиками, расположенными на насосе, и датчиками стенда. Однако текущее расположение датчиков в зоне вихря может внести дополнительные неопределенности в определение расчетных характеристик.

В дальнейшем будет создана численная модель, учитывающая непосредственную геометрию датчиков, что приблизит расчётную модель к варианту виртуального стенда для испытания насоса.

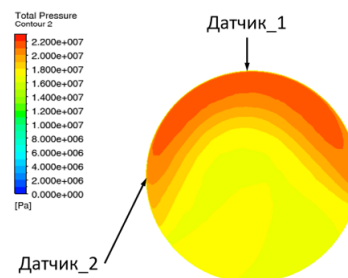


Рис. 4 – Распределение полного давления в поперечном сечении расположения датчиков 1 и 2

Список литературы

- Zubанov, V. Optimization of Fuel Two-Stage Screw Centrifugal Pump of Rocket Powerful Turbopump Unit / V. Zubанov, A. Volkov, V. Matveev, G. Popov, O. Baturin // In Proceedings of ASME Turbo Expo 2018, Paper No. GT2018-76400, doi:10.1115/GT2018-76400.

Сведения об авторах

Зубанов Василий Михайлович, младший научный сотрудник. Область научных интересов: рабочие процессы турбомашин и ГТД, проектирование и численное моделирование лопаточных машин.

Матвеев Валерий Николаевич, д-р техн. наук, профессор. Область научных интересов: рабочие процессы турбомашин и ГТД, проектирование и численное моделирование лопаточных машин.

Батурин Олег Витальевич, канд. техн. наук, доцент. Область научных интересов: рабочие процессы турбомашин и ГТД, проектирование и численное моделирование лопаточных машин.

Корнеева Анастасия Ивановна, младший научный сотрудник. Область научных интересов: рабочие процессы турбомашин и ГТД, проектирование и численное моделирование лопаточных машин.

ASSESSMENT OF THE SENSORS POSITION INFLUENCE ON THE PUMP MEASURED CHARACTERISTICS

Zubанov V.M.¹, Matveev V.N.¹, Baturin O.V.¹, Korneeвa A.I.¹

¹Samara National Research University, Samara, Russia, zubanov.vm@ssau.ru

Keywords: turbopump unit, centrifugal pump, position of sensors, characteristics.

This paper presents an assessment of the sensors position influence on the pump measured characteristics. Considering the sensors position brought the pump calculated characteristics closer to the experimental one.