

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации А.А. Протопопова "Моделирование динамики ротора и выбор оптимальных конструктивных параметров малорасходного центробежного насоса", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 - Теоретическая механика.

Диссертация А.А. Протопопова посвящена вопросам математического моделирования динамики малорасходных центробежных насосов и разработки методик расчета конструктивных параметров для обеспечения заданных эксплуатационных характеристик с минимизацией веса и габаритов.

Малорасходные центробежные насосы находят широкое применение в различных отраслях промышленности: робототехнике, космонавтике, авиации, медицине и др. Они имеют различные конструктивными схемы и обладают особенностями, связанными с областями их применения. К современным малорасходным центробежным насосам предъявляются все более высокие требования по динамике, ресурсу, габаритам, массе и КПД. В связи с этим математическое моделирование и разработка методик проектирования таких насосов являются важными и актуальными задачами.

В диссертации были исследованы две конструктивных схемы малорасходных центробежных насоса. Для каждой из схем была решена наиболее актуальная задача, характерная для данной схемы.

Первая конструктивная схема представляет собой ротор с гидropодшипниками. Для этой схемы наиболее актуальной задачей является переходный процесс пуска центробежного насоса.

Для решения этой задачи была составлена математическая модель, описывающая динамику ротора насоса в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений. В математической модели были учтены: вес ротора, радиальная сила, возникающая в рабочем колесе, нормальная реакция опоры, статическая реакция гидropодшипника. Кроме того, на вал насоса действуют моменты: момент рабочего колеса, момент вязкого трения, момент сухого трения, и момент двигателя. Результаты исследования дают возможность оценить способность к самовсплытию ротора, спрогнозировать время всплытия, получать переходные процессы угловой скорости и высоты всплытия ротора при заданных конструктивных параметрах.

Вторая конструктивная схема представляет собой насос с ротором с шарикоподшипниками. Для этой схемы разработана методика определения рабочей частоты вращения ротора насоса с использованием компромиссной кривой «радиальный габарит – ресурс».

Также в диссертации предложены методики расчета остальных конструктивных параметров (число лопаток рабочего колеса, размеры элементов и т.д.) после того, как определена рабочая частота вращения ротора.

Полученные теоретические результаты подтверждены экспериментальными исследованиями. Спроектирован, реализован и испытан насос с заданными исходными характеристиками: расход и напор. Приведены результаты испытаний, показывающие соответствие

теоретических и экспериментальных оценок. Это подтверждает достоверность полученных в работе результатов.

Предложенные А.А.Протопоповым методики позволяют ускорить процесс проектирования малорасходных центробежных насосов и определить конструктивные параметры, с которыми они будут иметь наилучшие характеристики. В целом работа А.А. Протопопова содержит актуальные методики по расчету малорасходных центробежных насосов, отвечает современным потребностям в данной области техники и представляет несомненную практическую ценность.

По данной работе можно выделить следующие недостатки:

- систему уравнений, описывающую динамику всплытия ротора, следовало представить в компактном виде, формулы для отдельных слагаемых разбросаны по тексту, что затрудняет восприятие материала;

- для указанной системы не сделано никаких аналитических оценок;

- во второй главе не расшифрован термин «кавитационная характеристика» и недостаточно четко обоснована необходимость введения нового расчетного критерия – компромиссной кривой ресурс - радиальный габарит.

Однако указанные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертация выполнена на высоком научном уровне и содержит решение сложной и важной задачи, связанной с математическим моделированием динамики роторов малорасходных центробежных насосов.

Результаты диссертации А.А. Протопопова полно представлены в его публикациях и правильно отражены в автореферате.

Считаю, что работа " Моделирование динамики ротора и выбор оптимальных конструктивных параметров малорасходного центробежного насоса" удовлетворяет требованиям Положения ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 - теоретическая механика, а ее автор – Протопопов Александр Андреевич - заслуживает присуждения ему искомой степени.

Официальный оппонент

Вед.науч.сотр. Института механики МГУ
к.ф.-м.н.



В.М.Буданов

12.07.2018

Подпись В.М.Буданова заверяю

Ученый секретарь Института Механики МГУ



М.Ю.Рязанцева