

**М. В. Крашенинников, Р. С. Сальманов, С. Я. Алибеков,
А. В. Маряшев**

РОТОРНЫЙ НАСОС ОТ ИДЕИ ДО МОДЕЛИ – СТАДИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Ключевые слова: гидродинамическая эффективность, объемный КПД, заслонка, подвижная ось, надежность конструкции.

Описывается опыт проектирования роторного насоса новой конструкции. Кратко дается обзор завершающего этапа работ – изготовление и доработка конструкции опытной модели.

Keywords: hydrodynamic efficiency, volumetric efficiency, valve, movable axle, structural reliability.

Authors describe the experience of designing the new scheme of rotary pump. Briefly reviews the final phase of the work - making and completion design of the experimental model.

В ходе проводимых нашей командой работ была разработана новая принципиальная схема роторного насоса [1], которая должна совместить в себе низкую себестоимость и высокие эксплуатационные показатели. Также была спроектирована в виртуальной среде модель насоса, которая была принята для изготовления.

Корпус было решено изготавливать из алюминиевого сплава Д16, который имеет низкий коэффициент трения в паре с бронзой и с фторопластом, а также достаточную прочность. Для изготовления внешней части ротора был выбран фторопласт 4. Шарниры должны быть наиболее износостойкими, и иметь высокий коэффициент трения, поэтому должны быть изготовлены из бронзы. Это позволит прочно закрепить заслонку в шарнирах, а также свободно работать без локальных нагреваний и «затираания» в паре трения Д16-бронза. Ввиду низких давлений и оборотов рабочей модели, заслонку было решено изготовить также из алюминиевого сплава Д16.

Далее были произведены работы по составлению конструкторской документации при помощи программных средств виртуальной среды SolidWorks, также были подобраны и закуплены материалы, необходимые для изготовления деталей сборки.

В соответствии с конструкторской документацией были изготовлены основные детали рабочей модели насоса. Далее была произведена частичная сборка насоса, рис.1. Как видно на фотографии, первоначальное исполнение полностью (за исключением формы заслонки) соответствовало сборочному чертежу: подвижный шарнир заслонки был установлен в вырез в изготовленном из фторопласта внешнем роторе насоса. Далее детали были доработаны и приточены друг к другу, что позволило добиться необходимой подвижности насоса, снижения сопротивления трения. Были произведены пробные запуски насоса, что выявило не достаточную прочность соединения внешнего ротора и заслонки: при холостой работе на малых оборотах насос успешно перекачивает воздух, однако, при работе с жидкостью, давление в области нагнетания выдавливало шарнир заслонки из ротора). Были предприняты попытки укрепления соединения путем установки в ротор бронзовой вставки, однако и она не выдерживала нагрузки, в

связи с чем устройство могло работать, не разрушаясь только при перекачке жидкости в реверсивном направлении.



Рис. 1 – Сборка насоса в соответствии с чертежами

В связи с обозначенной проблемой пришлось установить стальной штифт в верхний шарнир подвижной заслонки, что не могло не сказаться на эффективности работы рабочей модели (появилось отверстие в центральной части шарнира, через которое будут проходить паразитные перетоки жидкости из области нагнетания в область всасывания, снизится объемный КПД насоса). Также проблема решается изменением направления вращения роторного насоса, т.к. конструкция является реверсивной. В таком случае давление не выдирает заслонку из ротора, а, наоборот, плотно прижимает ее к нему.

Дальнейшие запуски под нагрузкой показали, что неучтена инерция жидкости, которая всасывается в область под заслонкой, и, не успевая пройти в основную область всасывания, частично выталкивается обратно во впускное отверстие возвращающейся в нижнее положение заслонкой, что существенно снижает эффективность работы. Проблема была решена отказом от полного перекрытия камеры, которая находится под заслонкой. Для этого форма заслонки была доработана: полностью срезали и закруглили ребро, которое плотно входило в вырез корпуса.

В результате описанной доработки удалось полностью избавиться от обратного выталкивания

жидкости во впускной патрубке. Штуцеры были установлены на герметик и уплотняющую ленту в корпус насоса, рис.2.

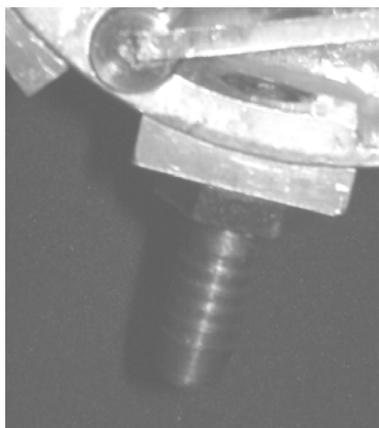


Рис. 2 – Штуцеры насоса

Так как на предыдущем этапе пришлось изменить геометрию заслонки, нарушив герметичность перекрывания области всасывания, то при имеющейся позиции выпускного патрубка при вращении будет существовать момент, когда впускной и выпускной патрубки одновременно будут открытыми по отношению к общему объему, что при невысокой скорости жидкости вызовет обратный переток из выпускного патрубка (зоны высокого давления) в зону во впускной патрубке (зону низкого давления). В связи с описанной проблемой пришлось внести изменения в конструкцию установки: вместо выпускного штуцера была изготовлена заглушка, которая была установлена на ту же подложку. Выпускной штуцер был установлен в торцевой стенке насоса через дополнительный вкладыш (рис. 3 – заглушка, в задней стенке корпуса видно место установки выпускного штуцера). Теперь перед прохождением положения, наиболее близкого к неподвижной оси заслонки выпускное окно полностью перекрывается подвижным ротором, как только он выдавливает весь нагнетаемый объем, и в последующем выпускное окно открывается только в тот момент, когда заслонка проходит свое нижнее положение.

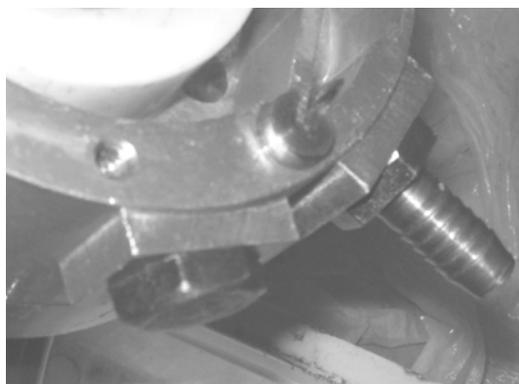


Рис. 3 – Заглушка, отверстие выпускного штуцера

Далее согласно плану работ была проведена полная сборка насоса (рис.4), Вал насоса был установлен в муфту электропривода. В качестве вводной и выводной магистралей были установлены шланги из ПВХ (9 мм). После полной сборки модели, и установки ее на электропривод с переменной частотой вращения и моментом стало возможным запустить рабочую модель.

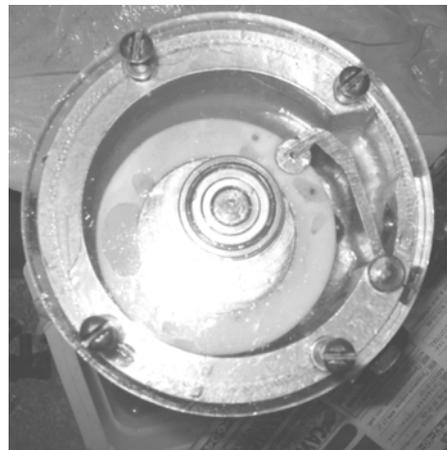


Рис. 4 – Насос готов к запуску

В результате пробных запусков были подобраны момент сопротивления насоса (путем изменения момента на винтах, прижимающих крышку), а также наиболее подходящая частота работы (диапазон от 60 до 160 об/мин). Выбранный диапазон позволяет увидеть работу насоса, основные паразитные перетоки. При работе на большей частоте можно достигнуть большего напора и подачи, но при этом конструкция будет нагреваться при перекачке воздуха (при работе с жидкостью тепло отводится при помощи нее), а также будет невозможно без специализированного оборудования отследить процессы, происходящие при перекачке.

Таким образом, при проведении первых испытаний насоса при частоте вращения, равной 110 об/мин были получены следующие результаты: подача 2,2 литра в минуту при давлении 0,16 МПа, что является неплохим показателем, учитывая рабочий объем модели. Расчетный объемный КПД насоса оказался ниже расчетного, 65%, что связано с изменениями в конструкции, которые пришлось сделать при проектировании и изготовлении.

Литература

1. Зайченко И. З. и др. Пластинчатые насосы и гидромоторы. – М.: Машиностроение, 1970г. – 229 с.
2. Крашенинников М.В., Алибеков С.Я. Энергобезопасность и энергосбережение. 2011. №6, 20-22 с.
- 3.ю Михайлов А. К. Лопастные насосы. Теория, расчет и конструирование. М.: Машиностроение, 1977г. – 288 с.
4. Поляков В.В. Насосы и вентиляторы: Учебное пособие./ Скворцов Л.С. – М.: Стройиздат, 1990г. – 336 с.
5. Gulich J. F. Centrifugal Pumps. Second edition. – Berlin: Springer, 2008г. – 964 с.

6. Хадиев М.Б., Соколов Н.В., Максимов Т.В., Выбор конструкции подшипника скольжения с неподвижными подушками с целью изучения нестационарных характеристик. Вестник Казанского технологического университета №16 2011 г., 208-211с.

7. Алибеков С.Я., Крашенинников М.В., Сальманов Р.С., Маряшев А.В. Роторный насос от идеи до модели. Вестник Казанского технологического университета №6 2013 г., 160-162с.

© **М. В. Крашенинников** - асп. каф. машиностроения и материаловедения Поволжского госуд технол. ун-та, г. Йошкар-Ола, krashennikovmv@gmail.com; **Р. С. Сальманов** - канд. техн. наук, доц. каф. физики КНИТУ; **С. Я. Алибеков** – д-р техн. наук, проф., зав. каф. машиностроения и материаловедения Поволжского госуд технол. ун-та, г. Йошкар-Ола; **А. В. Маряшев** - канд. техн. наук, доц. той же кафедры.