

УДК 629.24.

СНИЖЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ДИСКОВЫХ ПОТЕРЬ ПОЖАРНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

И. М. ВЕРТЯЧИХ, кандидат технических наук, доцент

Учреждение образования «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь, г. Гомель, Беларусь

Проведен анализ причин гидравлических и дисковых потерь центробежных насосов. Показаны пути снижения гидравлических и дисковых потерь. На модельных образцах исследовано влияние полимерного покрытия на процесс трения дисковых образцов в рабочей жидкости. Обоснована возможность повышения коэффициента полезного действия пожарного центробежного насоса за счет снижения гидравлических и дисковых потерь путем нанесения полимерных покрытий на проточные части и поверхность рабочего колеса насоса.

Ключевые слова: пожарные центробежные насосы, повышение КПД, снижение гидравлических и дисковых потерь, полимерные покрытия, модельные образцы, трение образцов в жидкости

Введение. Успешная борьба с пожарами невозможна без разработки надежной высокоэффективной техники. К такой технике относятся, прежде всего, основные пожарные автомобили – автоцистерны, составляющие 98% парка основных пожарных автомобилей общего применения. Большинство автоцистерн оснащены центробежными насосами, основными эксплуатационными характеристиками которых являются: напор (H), подача (Q), мощность (P), КПД (η) и коэффициент быстроходности (n_s), характеристики, от параметров которых зависит успешная борьба с пожарами.

Отношение полезной мощности к потребляемой представляет собой КПД насоса. Общий КПД насоса состоит из произведения механического КПД (η_m), объемного КПД (η_o) и гидравлического КПД (η_z) насоса и может быть вычислен по формуле [1].

$$\eta = \eta_m \eta_o \eta_z, (1.2)$$

В данной статье рассмотрены пути снижения дисковых и гидравлических потерь центробежных насосов.

Актуальность рассматриваемой проблемы обусловлена тем, что пожарные автоцистерны оснащены центробежными пожарными насосами, эксплуатационные характеристики, которых требуют дальнейшего совершенствования.

Постановка задачи. КПД центробежного насоса в большой степени зависит от величины механических и гидравлических потерь.

Механические потери в насосе состоят из потерь на трение в концевых уплотнениях различного типа, в подшипниках и из так называемых дисковых потерь. В насосах средней и большой мощности дисковые потери являются основным видом механических потерь. Под дисковыми потерями подразумеваются потери энергии на трение рабочей жидкости с вращающимся колесом.

Гидравлические потери в насосе можно представить в виде двух категорий: потери трения при движении жидкости в каналах проточной части насоса и вихревые потери, связанные с диффузорным потоком в рабочих органах насоса. Это подтверждается анализом зависимости гидравлического КПД от шероховатости поверхности проточной части. Известно, что увеличение чистоты поверхности рабочих колес с $\nabla 2 - \nabla 3$ (1250-500 мкм) до $\nabla 4 - \nabla 5$ (500-200 мкм) класса без каких-либо конструктивных изменений приводит к повышению КПД на 3-4% [1].

Однако поверхность проточной части (внутренняя поверхность направляющих аппаратов, рабочих колес) по технологическим причинам не может быть изготовлена идеально гладкой. Она может быть шероховатой, содержать отдельные препятствия различных размеров, конфигураций, распределенные произвольным образом.

Гидравлический и полный КПД насосов возрастает при увеличении размера насоса. Это объясняется тем, что при одинаковой технологии изготовления модельного и натурального насосов относительная шероховатость уменьшается с увеличением размера насоса. В то же время увеличение габаритных размеров приводит к увеличению веса насоса, что неприемлемо по отношению к пожарному насосу, установленному на пожарной машине в отсеке с ограниченным пространством.

Мероприятия по уменьшению дисковых потерь:

1. Уменьшение наружного диаметра колеса. Чтобы компенсировать уменьшение напора, связанное с уменьшением диаметра колеса, увеличивают угол выхода или применяют рабочее колесо с большим числом лопастей (8-9 вместо 6-7).

2. Применение специальных конструкций насосов, например, насосов с открытыми рабочими колесами.

3. Уменьшение шероховатости поверхности рабочего колеса.

По отношению путей снижения дисковых потерь будет исследован третий пункт мероприятий.

Таким образом, рассмотрим влияние полимерного покрытия рабочих органов центробежных пожарных насосов на их гидравлические и дисковые потери.

Методы испытаний. Существуют следующие виды полимерных покрытий: лакокрасочные покрытия, покрытия из суспензий и порошковые покрытия. Главной операцией формирования полимерных покрытий на металлических изделиях является равномерное осаждение полимерной дисперсии на подложке.

Модельные исследования влияния полимерного покрытия на гидравлические и дисковые потери проводили на образцах в виде дисков диаметром 40 мм, изготовленных из стали марки сталь 40. Полимерное покрытие на них формировали методом электростатического напыления [2].

В качестве полимерного материала покрытий был выбран пентапласт, как материал, обладающий высокой влаго- и химической стойкостью, низким коэффициентом трения и достаточно высокой твердостью [3].

Для исследования влияния полимерных покрытий на процесс потери энергии на трение рабочей жидкости с вращающимся колесом использовалась методика вращения металлического диска с полимерным покрытием и без него в рабочих жидкостях. Испытания проводили на установке схематически изображенной на рисунке 1.

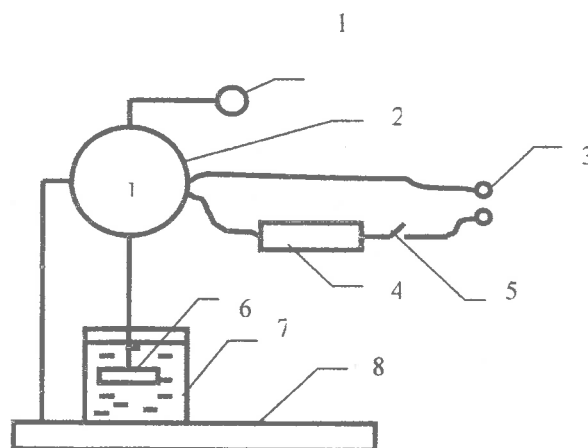


Рисунок 1 – Испытательная установка. 1 – тахометр, 2 – электродвигатель, 3 – источник переменного тока, 4 – реостат, 5 – выключатель, 6 – испытуемый образец, 7 – сосуд с рабочей жидкостью, 8 – штатив.

На штативе 8 закреплен электродвигатель МЛ-4 2 (рабочее напряжение 220 В, частота тока 50 Гц, скорость вращения вала двигателя 50 – 4500 об/мин), подключенный к источнику переменного тока 3 через реостат 4. На валу электродвигателя закреплен испытываемый образец 6, опущенный в сосуд с рабочей жидкостью 7.

Принцип работы установки заключается в разгоне образца в рабочей жидкости до скорости вращения вала двигателя 3000 оборотов в минуту. В качестве рабочих жидкостей были взяты вода с мелким абразивом (песком) и 6% водный раствор пенообразователя «Барьер-612» с таким же абразивом. После установившегося постоянного режима вращения образца двигатель отключали от источника тока. Одновременно с отключением тока включали секундомер, который останавливали в момент полной остановки образца. Для каждой рабочей жидкости проводили по два испытания на образцах из трех дисков.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Испытания проводили на 4-х дисках (2-х без покрытия и 2-х с покрытием). Эксперименты были проведены при вращении дисков в воде и в 6% растворе пенообразователя. Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица 1 – Результаты испытаний

№ диска	№опыта	Время полной остановки диска, сек			
		1	2	3	4
Образец №1 диск		24	25	27	26
Образец №2 диск		26	25	27	25
Образец №3 диск		31	30	35	36
Образец №4 диск		32	32	37	35

Образцы №№1 и 2 диски без покрытия, №№3 и 4 диски с пентапластовым покрытием. Опыты 1 и 2 были проведены в 6% растворе пенообразователя «Барьер-612» в воде и абразивом, 3 и 4 опыты были проведены в воде с мелким абразивом (песком).

Из результатов испытаний видно, что время до полной остановки дисков с покрытием больше времени до полной остановки дисков без покрытия почти на 20%. Полученный результат объясняется тем, что уменьшения шероховатости поверхности дисков приводит к снижению трения в рабочей жидкости. Кроме того, к снижению трения приводит, по-видимому, гидрофобность пентапласта.

Полученный результат снижения дисковых потерь энергии на трение в рабочей жидкости можно, на наш взгляд, экстраполировать на возможность снижения гидравлических потерь от трения при движении жидкости в каналах проточной части насоса.

Выводы. Проведенные эксперименты показали возможность повышения коэффициента полезного действия пожарного центробежного насоса за счет снижения гидравлических и дисковых потерь путем нанесения полимерных покрытий на проточные части и поверхность рабочего колеса насоса.

Литература

1. Михайлов А.К., Малюшенко В.В. Конструкции и расчет центробежных насосов высокого давления. - М.: Машиностроение, 1971 - 304 с.
2. Пинчук Л.С., Гольдаде В.А., Макаревич А.В. Ингибированные пластики. – Гомель: ИММС НАНБ, 2004 – 491 с.
3. Катаев В.М. Справочник по пластическим массам. Том 1 Изд.2

Поступила в редакцию 11.02.2008.

I.M.Vertjachih
DECREASING OF HYDRAULIC LOSSES IN FIREFIGHTING
CENTRIFUGAL PUMPS

The analysis of causes of hydraulic and disk losses in centrifugal pumps is carried out. The ways of decreasing the losses is shown. The influence of polymer covering on the friction process of disk samples in working liquid was investigated. The authors also substantiate the possibility of increasing efficiency of firefighting centrifugal pump by means of decreasing hydraulic and disk losses by covering their working wheel and pipes with polymer.