# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

# ИСПЫТАНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

**Задачи работы:** освоить правила эксплуатации центробежного насоса и выяснить функциональные зависимости его напора *H*, мощности *P* и кпд *η* от расхода *Q* при постоянной частоте вращения рабочего колеса путем построения характеристик насоса, сравнить полученные результаты с паспортными данными насоса, взятыми из каталога, и определить их расхождение.

**Оборудование и инструмент**: лабораторная установка, ваттметр (или прибор К-50), секундомер, тахометр.

Полный напор насоса определяется по формуле:

 (1)

где *H* – полный напор насоса, м;

*Нман* – показание манометра, м;

*Нвак* – показание вакуумметра, м;

*Z* – расстояние по вертикали от центра манометра до точки присоединения вакуумметра к патрубку насоса, м;

– скорость в напорном и всасывающем трубопроводах, м/с.

Потребляемую электродвигателем мощность *Pдв* можно измерить ваттметром или с помощью прибора К-50.

Мощность на валу насоса при КПД электродвигателя *ηдв*= 0,98 и к.п.д. передачи *ηпер* = 0,95 составит:

. (2)

Для построения характеристики насоса необходимо 5…7 раз изменять степень закрытия задвижки и при каждом новом её положении нужно снимать и записывать показания приборов.

Характеристики насосов строятся при постоянной частоте вращения вала насоса. Значения *H* , *P* и *η*, подсчитанные по показаниям приборов, приходится определять при различной частоте вращения вала электродвигателя. Это происходит потому, что короткозамкнутый электродвигатель с увеличением нагрузки меняет частоту вращения. Для построения характеристики насоса при постоянной частоте вращения значения *Q*, *H* и *P* необходимо пересчитать по формулам подобия:

; ; , (3)

где *Q*1, *H*1, *P*1 – приведенные значения подачи, напора и мощности насоса.

Полезная мощность насоса определяется по формуле:

 (4)

где *Рп* – полезная мощность насоса, Вт;

*ρ* – плотность жидкости, кг/м³;

*g* – ускорение силы тяжести, м/с²;

*Q* – подача насоса, м³/с;

*H* – полный напор насоса, м.

Коэффициент полезного действия насоса

. (5)

По полученным опытным данным строятся графики, на которых по оси абсцисс откладывают подачу насоса *Q*, а по оси ординат напор *H*, мощность на привод насоса *P* и его КПД *η*.

**Порядок выполнения работы**

Ознакомиться с установкой. Перед испытанием насоса провести следующие подготовительные работы: освоить методику определения подачи насоса с помощью водомера, приобрести навыки снятия отсчетов показания манометра и вакуумметра, освоить способ регулирования подачи насоса вентилем.

Подготовить насос к пуску, а именно:

а) выключить манометр *7* (рис. 1) и вакуумметр *8* при помощи трехходового крана;

б) залить насос водой. Для этого необходимо открыть вентиль *6* на напорном трубопроводе 5 и воздушный кран. Заливку производить до тех пор, пока из воздушного крана вода не начнет выходить без пузырьков воздуха. Закрыть воздушный кран;

в) закрыть вентиль *6* на напорном трубопроводе;

г) включить электродвигатель 1;

д) включить вакуумметр и манометр.

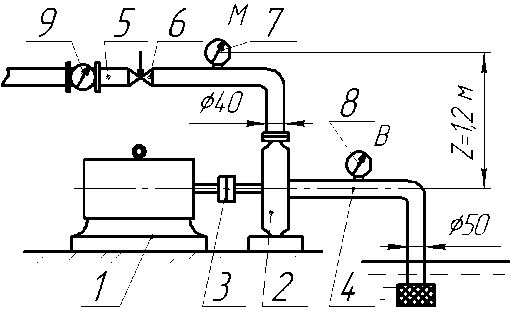


Рис. 1. Схема установки для исследования центробежного насоса:

1 – электродвигатель; 2 – насос К–20/30; 3 – муфта; 4 – всасывающая труба; 5 – напорная труба; 6 – вентиль; 7 – манометр; 8 – вакуумметр;

9 – водомер

Обычно пуск центробежного насоса производится при закрытом вентиле (задвижке), так как при этом будет минимальное потребление мощности, а, следовательно, и минимальный ток, что очень важно для пусковой электроаппаратуры.

Для построения кривых *H=f*1(*Q*), *P=f*2(*Q*), и *η=f*3(*Q*) при *n=const* необходимо получить для каждой кривой 5...6 опорных точек. Чтобы равномерно распределить точки по длине кривых следует установить предельные значения показаний манометра *7* при минимальной подаче насоса, то есть при закрытом вентиле (*Q*=0) и при максимальной подаче (*Q=Q*max),то есть при полностью открытом вентиле *6*.

Полученную разницу разделить на 5...6 равных частей.

Первые показания приборов записываются во время работы насоса при закрытом вентиле. Второй отсчет приборов записывается при таком открытии вентиля *6*, когда показания манометра 7 уменьшается на 1/5...1/6 часть по сравнению с показаниями при закрытом вентиле и т.д. Последний отсчет берется при полностью открытом вентиле. Отсчеты по всем приборам в каждом опыте берутся одновременно по сигналу.

Количество воды, протекшей за время опыта через водомер *9* удобнее всего принять равным 100 л. Тогда расход воды и скорость её движения в трубе определяется по формулам:

, (6)

, (7)

где *Q* – расход воды, л/с;

*V* – протекший за время опыта объем воды, л;

*t*  – продолжительность опыта, с;

 – скорость воды в трубе, м/с;

*S* – площадь поперечного сечения трубы, м².

Полный напор насоса *H* (м) определить по формуле (1), мощность на валу насоса *P* – по формуле (2), полезную мощность насоса *Pn* и его КПД – соответственно по формулам (4) и (5).

После окончания опытов выключить манометр и вакуумметр, закрыть вентиль и отключить электродвигатель.

Таблица 1

Результаты измерения и обработка опытных данных

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Опыты | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Протекший объем воды *V*, л |  |  |  |  |  |  |
| 2. Время протекания, *t*, с |  |  |  |  |  |  |
| 3. Расход *Q,*  л/с |  |  |  |  |  |  |
| 4. Показание манометра *Нман,* м |  |  |  |  |  |  |
| 5. Показание вакуумметра *Нвак,* м |  |  |  |  |  |  |
| 6. Расстояние *Z,* м |  | | | | |  |
| 7. Площадь сечения напорной трубы *Sн*, м2 |  | | | | |  |
| 8. Скорость в напорной трубе , м/с |  |  |  |  |  |  |
| 9. Площадь сечения всасываю щей трубы, *Sвс*, м2 |  | | | | | |
| 10.Скорость во всасывающей трубе , м/с |  |  |  |  |  |  |
| 11. Разность скоростных напоров  м |  |  |  |  |  |  |
| 12. Полный напор насоса *H*, м |  |  |  |  |  |  |
| 13. Мощность двигателя *Рдв*, кВт |  |  |  |  |  |  |
| 14. Мощность на валу насоса *P*, кВт |  |  |  |  |  |  |
| 15.Частота вращения двигателя *n*, мин-1 |  | | | | | |
| 16. Полезная мощность насоса *Рп*, кВт |  |  |  |  |  |  |
| 17/ К.П.Д. насоса*η* |  |  |  |  |  |  |

# ИСПЫТАНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Таблица 1

Результаты измерения и обработка опытных данных

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Опыты | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Протекший объем воды *V*, л | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |  |
| 2. Время протекания, *t*, с | 0 | 38 | 32 | 27 | 25 |  |
| 3. Расход *Q,*  л/с |  |  |  |  |  |  |
| 4. Показание манометра *Нман,* м | 34 | 32 | 30 | 28 | 25 |  |
| 5. Показание вакуумметра *Нвак,* м | 1 | 1,6 | 2,2 | 2,7 | 3,4 |  |
| 6. Расстояние *Z,* м | 1,2 | | | | |  |
| 7. Площадь сечения напорной трубы *Sн*, м2 | 0,0012 | | | | |  |
| 8. Скорость в напорной трубе , м/с |  |  |  |  |  |  |
| 9. Площадь сечения всасываю щей трубы, *Sвс*, м2 | 0,002 | | | | | |
| 10.Скорость во всасывающей трубе , м/с |  |  |  |  |  |  |
| 11. Разность скоростных напоров  м |  |  |  |  |  |  |
| 12. Полный напор насоса *H*, м |  |  |  |  |  |  |
| 13. Мощность двигателя *Рдв*, кВт | 3 | 3,5 | 3,7 | 3,8 | 3,9 |  |
| 14. Мощность на валу насоса *P*, кВт |  |  |  |  |  |  |
| 15.Частота вращения двигателя *n*, мин-1 | 2900 | | | | | |
| 16. Полезная мощность насоса *Рп*, кВт |  |  |  |  |  |  |
| 17/ К.П.Д. насоса*η* |  |  |  |  |  |  |

Все опытные кривые строятся совмещенно на одном графике с одинаковым масштабом расхода *Q*, который откладывается по оси абсцисс. А по оси ординат откладываются *H* (м), *P* (кВт) и *η*(%) с разными, наиболее удобными для использования масштабами.

По построенным графикам определяются оптимальные значения *Q, Н* и *P*, соответствующие максимальному значению КПД насоса.