

Федеральное агентство по образованию РФ
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для проведения лабораторных работ
по дисциплине «**Насосы, вентиляторы, компрессоры**»
для студентов специальности 270109 – теплогазоснабжение и вентиляция

Казань
2009

Составители: Енюшин В. Н., Правник Ю. И., Крайнов Д. В.

УДК 697.922

Методические указания для проведению лабораторных работ по дисциплине «Насосы, вентиляторы и компрессоры» для студентов специальности 270109, КГАСУ; Составители Енюшин В. Н., Правник Ю. И., Крайнов Д. В., Казань, 2009. – 20 с.

Для студентов специальности 270109 при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Насосы, вентиляторы и компрессоры»

Рецензент – д. ф-м. н., профессор Козлов В. К.

© Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
2009 г.

Общие положения

Целью проведения лабораторных работ по насосам, вентиляторам и компрессорным установкам является закрепление знаний, полученных при изучении теоретического курса.

В методических указаниях приводится описание каждой лабораторной работы.

Лабораторная работа проводится группой из 2-3 человек под руководством преподавателя после ознакомления с теоретическим курсом по теме лабораторной работы.

Каждую выполненную работу студент обязан защитить.

Студенты, не защитившие лабораторную работу, не допускаются к выполнению следующей работы.

Приступая к работе, студент проходит инструктаж по технике безопасности и мерах предосторожности. Выполнение лабораторной работы следует начинать с зарисовки схемы установки со всеми основными данными, вычерчивания таблиц и координатной сетки для графиков.

Сделав необходимые замеры, обработав данные наблюдений и проделав требуемые вычисления, студенты составляют отчет. В отчете должно быть: описание проведенного опыта, основные формулы, схема установки, таблицы наблюдений, пояснения и выводы по полученным материалам.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

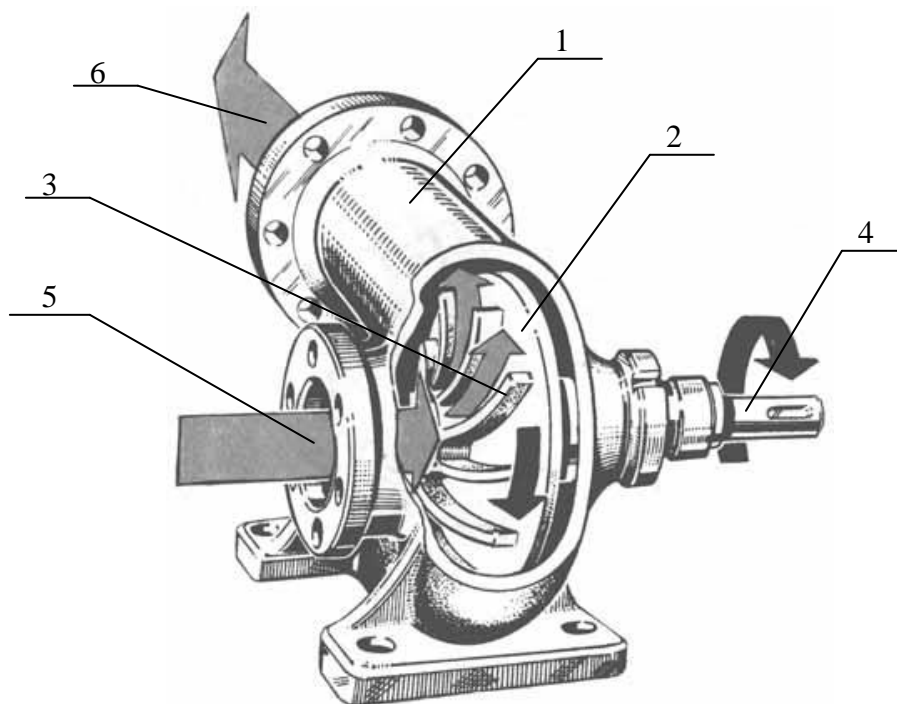
ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Цель работы

1. Изучить устройство насоса, конструктивные особенности его основных деталей.

Общие положения

На рис. 1 приведена рабочая схема центробежного насоса. Центробежный насос состоит из: корпуса 1, рабочего колеса 2 с лопатками 3, вала 4, всасывающего конфузора 5 и выхлопного диффузора 6.



Жидкость, заполнив насос, приводится во вращение рабочим колесом. Под действием центробежных сил она отбрасывается от центра колеса к периферии. Попадая в корпус, жидкость тормозится у его стенок, тем самым кинетическая энергия потока преобразуется в потенциальную. Перетекая по корпусу, жидкость попадает в напорный трубопровод.

В зависимости от требуемых параметров и условий работы могут быть использованы разнообразные конструкции центробежных насосов, но все они имеют основные детали, которые перечислены выше.

Корпус насоса служит для подвода и отвода жидкости к рабочему колесу, а также для преобразования кинетической энергии потока, проходящего через лопатки, в потенциальную энергию.

Рабочее колесо предназначено для преобразования механической энергии в гидравлическую энергию жидкости. Существуют рабочие колеса с односторонней и двухсторонней подачей жидкости, открытые и закрытые.

Колеса центробежных насосов имеют 6-8 лопастей. Рабочие колеса, предназначенные для перекачки загрязненных жидкостей, имеют от двух до четырех рабочих лопаток. Материал для рабочих колес выбирают с учетом его коррозионной стойкости к воздействию перекачиваемой жидкости.

Вал насоса служит для передачи вращательного момента от электрического двигателя к рабочему колесу. Колеса на валу устанавливают при помощи шпонок и монтажных гаек. Вал насоса опирается на подшипники. В насосах применяются подшипники скольжения или шариковые.

Сальники предназначены для уплотнения отверстий в корпусе насоса, через который проходит вал. Сальник, расположенный со стороны нагнетания, должен предотвращать утечку воды из насоса, а сальник, расположенный со стороны всасывания – предупреждать поступление воздуха в насос. Для сальников центробежных насосов употребляют мягкую набивку: хлопчатобумажную, пеньковую, асбестовую и др.

Порядок проведения работы

В лабораторной работе используется один из центробежных насосов, имеющихся в лаборатории.

Студенту необходимо:

- зарисовать общий вид;
- разобрать насос;
- составить эскиз рабочего колеса;
- измерить основные размеры рабочего колеса:
 - D_1 – диаметр входного отверстия;
 - D_2 – диаметр рабочего колеса на выходе;
 - b – ширина канала на выходе;
- измерить диаметры всасывающего и выхлопного патрубков насоса;
- собрать насос.

Содержание отчета

1. Привести чертеж общего вида насоса и эскиз рабочего колеса.
2. Указать вид рабочего колеса и его элементов.
3. Привести полученные размеры рабочего колеса и патрубков насоса.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 ИСПЫТАНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Цель работы:

Определение рабочих характеристик центробежного насоса и построение их графических зависимостей.

Рабочими характеристиками нагнетателя называют графики зависимости напора, мощности и полного к. п. д. от подачи при постоянной частоте вращения.

Для получения рабочих характеристик измеряют основные рабочие параметры при различных режимах работы насоса:

- подачу насоса, $L \text{ м}^3/\text{с}$;
- напор (давление), развиваемый насосом, H , м (р, Па);
- мощность, кВт.

Изменение режима работы насоса производится путем дросселирования от $Q=0$ до $Q=Q_{\text{max}}$. В результате проведенных испытаний заполняется таблица 1:

Таблица 1

№	p_1 , кг/см ² (Па)	H_1 , м	p_2 , кг/см ² (Па)	H_2 , м	W , л (м ³)	t , с	L , м ³ /с	$H_{\text{П}}$, м	I , А	U , В	$\eta_{\text{эл}}$	$N_{\text{эл}}$, кВт	N_H , кВт	η_H
1														
2														
3														
4														
5														

- где: p_1 – давление до нагнетателя;
 H_1 – напор до нагнетателя;
 p_2 – давление после нагнетателя;
 H_2 – напор после нагнетателя;
 W – измеренный расходомером объем воды;
 t – время;
 L – расход жидкости;
 $H_{\text{П}}$ – полный напор;
 I – сила тока;
 U – напряжение;

$\eta_{эл}$ – КПД электродвигателя;

$N_{эл}$ – мощность, потребляемая электродвигателем;

N_H – мощность насоса;

η_H – КПД насоса.

Принадлежности

Экспериментальная установка, секундомер.

Описание установки

Лабораторная установка (рис.2) состоит из насосов ЦН1, ЦН2 бака; расходомера Р; мановакуумметра МВ, служащего для измерения давления на входе в насосы; манометров М1, М2, М3, измеряющих давление на выходе из насосов; задвижек 1 и 1', 2 и 2' на выходе и входе в насосы ЦН1 и ЦН2 соответственно; задвижки 3, служащей для изменения режима работы установки: последовательного или параллельного соединения насосов; задвижки 4 для дросселирования потока жидкости; задвижки 5 для слива воды из установки; задвижек 6 и 7 для заполнения водой бака; задвижки 8 для заполнения установки водой; фильтра Ф; обратного клапана ОК.

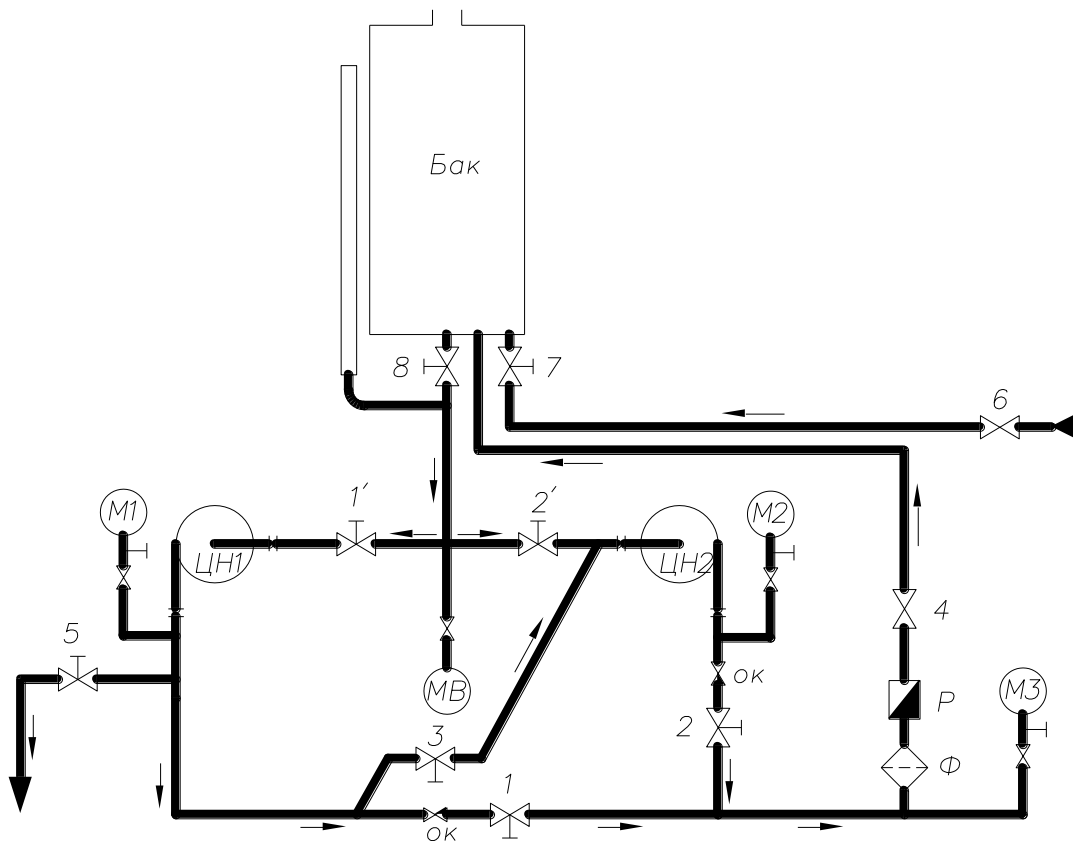


Рис. 2 Схема лабораторной установки

Порядок выполнения работы

1. Открыть задвижки 6 и 7 и заполнить бак водой.
2. Открыть задвижки 1, 1', 2, 2', 3, 4, 5 и 8 для заполнения водой лабораторной установки,
3. После заполнения установки водой закрыть задвижки 2, 2', 3, 4, 5.
4. Включить насос ЦН1 нажатием кнопки «Пуск» при полностью закрытой задвижке 4. Открыть полностью задвижку 4.
5. Записать в таблицу показания мановакуумметра МВ, манометра МЗ, вольтметра и амперметра при полностью открытой задвижке 4.
6. Установить новый режим работы нагнетателя с помощью задвижки 4.
7. При каждом новом режиме работы установки записываются показания мановакуумметра, манометра, вольтметра и амперметра.
8. Общее число режимов работы установки должно быть не менее пяти. Последнее испытание проводится при полностью открытой задвижке 4.
9. Вычислить основные параметры работы нагнетателя для каждого режима и занести полученные значения в таблицу 1.
10. По вычисленным значениям построить характеристики насоса Н-Л, N-L, η -L.
11. На рабочей характеристике Н-Л указать границы рекомендуемой области применения насоса, исходя из допущения снижения η насоса не более чем на 10% от его наибольшего значения.

Вычисления

1. Производительность насоса определяется по формуле:

$$L = \frac{W}{t}, \text{ м}^3 / \text{с}$$

2. Средняя скорость потока на входе в насос:

$$V_1 = \frac{4L}{\pi d_1^2}, \text{ м/с},$$

где d_1 – диаметр входного патрубка насоса, м.

3. Средняя скорость потока на выходе из насоса:

$$V_1 = \frac{4L}{\pi d_2^2}, \text{ м/с},$$

где d_2 – диаметр выходного патрубка насоса, м.

4. Полный напор, развиваемый насосом:

$$H_{II} = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}, \text{ м},$$

где p_1 , и p_2 – показания манометров до и после нагнетателя, Па;

γ – удельный вес воды, Н/м³;

V_1 и V_2 – скорости движения воды во всасывающем и напорном патрубках, м/с;

5. КПД насоса:

$$\eta_H = \frac{L \cdot H \cdot \gamma}{1000 \cdot N_{эл}}, \text{ кВт},$$

где N_H – мощность, затраченная на привод насоса, кВт;

$$N_H = N_{эл} \cdot \eta_{эл}, \text{ кВт}$$

$$N_{эл} = U \cdot I \cdot \eta_{эл}, \text{ кВт},$$

U – показания вольтметра, В;

I – показания амперметра, А;

$\eta_{эл}$ – КПД электродвигателя, берется по паспорту электродвигателя.

6. По результатам расчетов построить характеристики насоса:

$$H - L; N - L; \eta - L.$$

Содержание отчета

1. Схема лабораторной установки.
2. Описание порядка проведения испытаний.
3. Таблица измерений и вычислений.
4. Рабочие характеристики нагнетателя.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

СОВМЕСТНАЯ РАБОТА ДВУХ ОДИНАКОВЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ НА ЕДИНУЮ СЕТЬ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОМ ВКЛЮЧЕНИИ

Цель работы

Построить опытным путем суммарную характеристику двух параллельно работающих насосов на один водовод.

Общие сведения

Для увеличения подачи воды применяют параллельную совместную работу двух или нескольких насосов на сеть. Для определения производительности параллельно работающих насосов строится суммарная характеристика $H - L$. Построение этой характеристики производится путем суммирования производительностей отдельных насосов при одинаковых напорах.

Расход по сети при параллельной работе на нее нескольких насосов определяется рабочей точкой – точкой пересечения суммарной характеристики насосов с характеристикой сети.

Общая производительность параллельно работающих на сеть насосов значительно меньше, чем сумма производительностей этих насосов при отдельной работе на водовод:

$$L_{1+2} < L_1 + L_2 .$$

Это объясняется тем, что при параллельной работе насосов на сеть возрастает расход воды в сети, вследствие этого увеличивается ее сопротивление, результатом чего является снижение подачи насосов.

Описание лабораторной установки:

Лабораторная установка состоит из двух одинаковых центробежных насосов ЦН1 и ЦН2, которые необходимо включить параллельно. (Схема установки – см. лабораторная работа № 2, рис. 2)

Порядок проведения работы

1. Открыть задвижки 6 и 7 и заполнить бак водой.
2. Открыть задвижки 1, 1', 2, 2', 3, 4, 5 и 8 для заполнения водой лабораторной установки,
3. После заполнения установки водой закрыть задвижки 3, 4, 5.
4. Включить насосы ЦН1 и ЦН2 нажатием кнопок «Пуск» при

полностью закрытой задвижке 4. Открыть полностью задвижку 4.

5. Записать в таблицу показания мановакуумметра МВ, манометра МЗ, вольтметра и амперметра при полностью открытой задвижке 4.

6. Установить новый режим работы нагнетателя с помощью задвижки 4.

7. При каждом новом режиме работы установки записываются показания мановакуумметра, манометра, вольтметра и амперметра.

8. Общее число режимов работы установки должно быть не менее пяти. Последнее испытание проводится при полностью открытой задвижке 4.

9. Вычислить основные параметры работы нагнетателя для каждого режима и занести полученные значения в таблицу 2.

10. По вычисленным значениям построить суммарную характеристику насосов Н-Л.

11. На рабочей характеристике Н-Л отметить расчетную производительность каждого из насосов, полученную в предыдущей лабораторной работе.

Таблица 2

№	p_1 , кг/см ² (Па)	H_1 , м	p_2 , кг/см ² (Па)	H_2 , м	W , л (м ³)	t , с	L , м ³ /с	H_{II} , м
1								
2								
3								
4								
5								

где: p_1 – давление до нагнетателей;

H_1 – напор до нагнетателей;

p_2 – давление после нагнетателей;

H_2 – напор после нагнетателей;

W – измеренный расходомером объем воды;

t – время;

L – расход жидкости;

H_{II} – полный напор.

Вычисления

1. Суммарная производительность насосов определяется по формуле:

$$L = \frac{W}{t}, \text{ м}^3/\text{с}$$

2. Средняя скорость потока на входе в насосы:

$$V_1 = \frac{4L}{\pi d_1^2}, \text{ м/с},$$

где d_1 – диаметр входного патрубка 1-го насоса, м.

3. Средняя скорость потока на выходе из насосов:

$$V_2 = \frac{4L}{\pi d_2^2}, \text{ м/с},$$

где d_2 – диаметр выходного патрубка 2-го насоса, м.

4. Полный напор, развиваемый обоими насосами:

$$H_{\Pi} = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}, \text{ м},$$

где p_1 , и p_2 – показания манометров до и после нагнетателей, Па;

γ – удельный вес воды, Н/м³;

V_1 и V_2 – скорости движения воды во всасывающем и напорном коллекторах, м/с;

5. По результатам расчетов построить суммарную характеристику насосов: $H - L$;

6. На суммарной характеристике насосов отметить расчетную производительность каждого насоса, используя индивидуальную характеристику насоса, полученную в предыдущей лабораторной работе.

Содержание отчета

1. Схема лабораторной установки.
2. Описание порядка проведения испытаний.
3. Таблица измерений и вычислений.
4. Рабочая характеристика совместной работы нагнетателей.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

СОВМЕСТНАЯ РАБОТА ДВУХ ОДИНАКОВЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ НА ЕДИНУЮ СЕТЬ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ВКЛЮЧЕНИИ

Цель работы:

Построить опытным путем суммарную характеристику двух последовательно работающих на один водовод насосов.

Общие сведения:

Для увеличения напора воды в сети применяют последовательную совместную работу двух или нескольких насосов. Для определения напора последовательно работающих насосов строится суммарная характеристика $H - L$. Построение этой характеристики производится путем суммирования напоров отдельных насосов при постоянном расходе.

Напор в сети при последовательной работе на нее нескольких насосов определяется рабочей точкой – точкой пересечения суммарной характеристики насосов с характеристикой сети.

Общий напор последовательно работающих на сеть насосов значительно меньше, чем сумма напоров этих насосов при отдельной работе на водовод:

$$H_{1+2} < H_1 + H_2 .$$

Это объясняется тем, что при последовательной работе насосов на сеть рабочая точка смещается не вертикально вверх, а по характеристике сети.

Описание лабораторной установки:

Лабораторная установка состоит из двух одинаковых центробежных насосов ЦН1 и ЦН2, которые необходимо включить последовательно. (Схема установки – см. лабораторная работа № 2, рис. 2)

Порядок проведения работы

1. Открыть задвижки 6 и 7 и заполнить бак водой.
2. Открыть задвижки 1, 1', 2, 2', 3, 4, 5 и 8 для заполнения водой лабораторной установки,
3. После заполнения установки водой закрыть задвижки 1, 2', 4, 5.
4. Включить насосы ЦН1 и ЦН2 нажатием кнопок «Пуск» при полностью закрытой задвижке 4. Открыть полностью задвижку 4.
5. Записать в таблицу показания мановакуумметра МВ, манометра МЗ, вольтметра и амперметра при полностью открытой задвижке 4.

6. Установить новый режим работы нагнетателя с помощью задвижки 4.

7. При каждом новом режиме работы установки записываются показания мановакуумметра, манометра, вольтметра и амперметра.

8. Общее число режимов работы установки должно быть не менее пяти. Последнее испытание проводится при полностью открытой задвижке 4.

9. Вычислить основные параметры работы нагнетателя для каждого режима и занести полученные значения в таблицу 3.

10. По вычисленным значениям построить суммарную характеристику насосов Н-Л.

11. На рабочей характеристике Н-Л отметить расчетную производительность каждого из насосов, полученную в предыдущей лабораторной работе.

Таблица 3

№	p_1 , кг/см ² (Па)	H_1 , м	p_2 , кг/см ² (Па)	H_2 , м	W , л (м ³)	t , с	L , м ³ /с	H_{II} , м
1								
2								
3								
4								
5								

где: p_1 – давление до нагнетателей;
 H_1 – напор до нагнетателей;
 p_2 – давление после нагнетателей;
 H_2 – напор после нагнетателей;
 W – измеренный расходомером объем воды;
 t – время;
 L – расход жидкости;
 H_{II} – полный напор.

Вычисления

1. Суммарная производительность насосов определяется по формуле:

$$L = \frac{W}{t}, \text{ м}^3/\text{с}$$

2. Средняя скорость потока на входе в 1-й насос:

$$V_1 = \frac{4L}{\pi d_1^2}, \text{ м/с},$$

где d_1 – диаметр входного коллектора насосов, м.

3. Средняя скорость потока на выходе из 2-го насоса:

$$V_2 = \frac{4L}{\pi d_2^2}, \text{ м/с},$$

где d_2 – диаметр выходного коллектора насосов, м.

4. Полный напор, развиваемый насосами:

$$H_{II} = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}, \text{ м},$$

где p_1 , и p_2 – показания манометров до и после нагнетателей, Па;

γ – удельный вес воды, Н/м³;

V_1 и V_2 – скорости движения воды во всасывающем и напорном коллекторах, м/с;

5. По результатам расчетов построить суммарную характеристику насосов: $H - L$;

6. На суммарной характеристике насосов отметить расчетный напор каждого насоса, используя индивидуальную характеристику каждого насоса, полученную в лабораторной работе № 2.

Содержание отчета

1. Схема лабораторной установки.
2. Описание порядка проведения испытаний.
3. Таблица измерений и вычислений.
4. Рабочая характеристика совместной работы нагнетателей.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЛЕБАНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ НА ХАРАКТЕРИСТИКУ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Цель работы:

Определение рабочих характеристик центробежного насоса при различных напряжениях электрической сети и построение графических зависимостей.

Для получения рабочих характеристик измеряют основные рабочие параметры при различных режимах работы насоса и напряжениях электрической сети:

- подачу насоса, $L \text{ м}^3/\text{с}$;
- напор (давление), развиваемый насосом, H , м (Па);

Изменение режима работы насоса производится путем дросселирования от $L = 0$ до $L = L_{\max}$, при различных напряжениях электрической сети, в результате проведенных испытаний заполняется таблица 4:

Таблица 4

№	p_1 , кг/см ² (Па)	H_1 , м	p_2 , кг/см ² (Па)	H_2 , м	W , л (м ³)	t , с	L , м ³ /с	H_{II} , м	I , А	U , В
1										
2										
3										
4										
5										

где: p_1 – давление до нагнетателя;
 H_1 – напор до нагнетателя;
 p_2 – давление после нагнетателя;
 H_2 – напор после нагнетателя;
 W – измеренный расходомером объем воды;
 t – время;
 L – расход жидкости;
 H_{II} – полный напор;
 I – сила тока;
 U – напряжение;

Принадлежности

Экспериментальная установка, секундомер.

Описание установки

Лабораторная установка состоит из двух одинаковых центробежных насосов ЦН1 и ЦН2. (См. лабораторная работа № 2, рис. 2)

Порядок выполнения работы

1. Открыть задвижки 6 и 7 и заполнить бак водой.
2. Открыть задвижки 1, 1', 2, 2', 3, 4, 5 и 8 для заполнения водой лабораторной установки,
3. После заполнения установки водой закрыть задвижки 2, 2', 3, 4, 5.
4. Включить насос ЦН1 нажатием кнопки «Пуск» при полностью закрытой задвижке 4. Открыть примерно наполовину задвижку 4.
5. Записать в таблицу показания мановакуумметра МВ, манометра МЗ, вольтметра и амперметра.
6. Установить новый режим работы нагнетателя с помощью ЛАТР (лабораторного автотрансформатора), изменив напряжение питания нагнетателя на 10 Вольт.
7. При каждом новом режиме работы установки (с шагом напряжения питания 10 Вольт) записываются показания мановакуумметра, манометра, вольтметра и амперметра.
8. Общее число режимов работы установки должно быть не менее трёх.
9. Вычислить основные параметры работы нагнетателя для каждого режима и занести полученные значения в таблицу 4.
10. По вычисленным значениям построить характеристики насоса $H-L$, $N-L$, $\eta-L$.
11. На рабочей характеристике $H-L$ указать границы рекомендуемой области применения насоса, исходя из допущения снижения η насоса не более чем на 10% от его наибольшего значения.

Вычисления

1. Производительность насоса определяется по формуле:

$$L = \frac{W}{t}, \text{ м}^3 / \text{с}$$

2. Средняя скорость потока на входе в насос:

$$V_1 = \frac{4L}{\pi d_1^2}, \text{ м/с},$$

где d_1 – диаметр входного патрубка насоса, м.

3. Средняя скорость потока на выходе из насоса:

$$V_1 = \frac{4L}{\pi d_2^2}, \text{ м/с},$$

где d_2 – диаметр выходного патрубка насоса, м.

4. Полный напор, развиваемый насосом:

$$H_{II} = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}, \text{ м},$$

где p_1 , и p_2 – показания манометров до и после нагнетателя, Па;

γ – удельный вес воды, Н/м³;

V_1 и V_2 – скорости движения воды во всасывающем и напорном патрубках, м/с;

5. По результатам расчетов построить характеристики насоса $H - L$ при различных напряжениях электрической сети.

Содержание отчета

1. Схема лабораторной установки.
2. Описание порядка проведения испытаний.
3. Таблица измерений и вычислений.
4. Рабочие характеристики нагнетателя.

Список использованной литературы

1. Калинушкин М. П., Насосы и вентиляторы: Учеб. пособие для вузов по спец. «Теплогазоснабжение и вентиляция» // М.: Высш. шк., 1987 г, 176 с.
2. Альтшуль А. Д., Примеры расчетов по гидравлике. Учебное пособие для вузов. // М.: Стройиздат, 1977 г, 255 с.
3. Гримитлин А. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры в инженерном оборудовании зданий / А. М. Гримитлин, О. П. Иванов, В. А. Пухкал // СПб.: «АВОК Северо-Запад», 2006 г., 210 с.

НАСОСЫ, ВЕНТИЛЯТОРЫ, КОМПРЕССОРЫ

Методические указания для проведения
лабораторных работ по дисциплине
«Насосы, вентиляторы и компрессоры»
для студентов специальности 270109

Составители Владимир Николаевич Енюшин,
Правник Юрий Иосифович,
Крайнов Дмитрий Владимирович.

Редактор Г. А. Рябенкова

Редакционно-издательский отдел
Казанского государственного
архитектурно-строительного университета

Подписано в печать
Тираж экз.
Заказ №

Формат 60x84/16
Усл.-печ.л.
Уч.-изд.л.

Печатно-множительный отдел КГАСУ
420043, Казань, Зеленая, 1