

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!

Если вы скопируете данный файл,
Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.
Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .
Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.
Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Московский государственный агроинженерный университет
имени В.П. Горячкина

**ГИДРАВЛИКА, ГИДРОМАШИНЫ
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ**

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Часть III

Москва 2002

УДК 621.22

Рецензент:

Кандидат технических наук, профессор Московского государственного
университета природообустройства

В.П. Букреев

Составители: Исаев А.П., Кожевникова Н.Г., Бекишев Б.Т., Кривчанский В.Ф.

Гидравлика, гидромашины и сельскохозяйственное водоснабжение. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Часть III. Разработаны с учетом требований Минобразования Российской Федерации. Предназначены для студентов факультетов ПРИМА, ТС в АПК, ИПФ, энергетического. М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 2002. 50 с.

В методических указаниях кратко изложен теоретический материал по гидравлике, гидромашинам и сельскохозяйственному водоснабжению. Указан порядок проведения лабораторных работ, представлена обработка опытных данных и др.

© Московский государственный
агроинженерный университет
имени В.П. Горячкина, 2002

Лабораторная работа 8

ИСПЫТАНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Краткие теоретические сведения

Характеристикой центробежного насоса называется графическое изображение зависимости напора H , потребляемой мощности N и коэффициента полезного действия η насоса от подачи Q при постоянной частоте вращения.

Подачей насоса называется объем жидкости, подаваемый (перекачиваемый) насосом в единицу времени: л/с; м³/с; м³/ч. Для замера расхода применяются водомеры, водосчетчики, мерные шайбы и т.д.

Напором насоса называется разность удельных энергий на выходе и на входе жидкости в насос, выраженная в метрах столба подаваемой жидкости.

При испытании насоса его напор определяется путем замера давления на выходе в сечении 2–2 (рис.1) манометром M и на входе в насос в сечении 1–1 мановакуумметром MB .

Напор насоса как разность удельных энергий в сечении 1–1 и 2–2 в общем виде записывается:

$$H = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - (Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g}).$$

Приняв за плоскость сравнения сечение 1–1, получим $Z_1 = 0$; $Z_2 = Z$.

Давление p_1 и p_2 определим из выражений:

$$p_1 = p_{мв} + p_a + Z_{мв} \gamma;$$

$$p_2 = p_m + p_a + Z_m \gamma,$$

где $p_{мв}$ и p_m – показания мановакуумметра и манометра соответственно; p_a – атмосферное давление; γ – удельный вес воды; $Z_{мв}$, Z_m – высота размещения мановакуумметра и манометра соответственно от точек их подсоединения.

Сделаем допущение, что $\alpha_1 v_1^2 = \alpha_2 v_2^2$, тогда формула напора насоса будет иметь следующий вид:

$$H = Z + \frac{P_m}{\gamma} + \frac{P_a}{\gamma} + Z_m - \frac{P_{мв}}{\gamma} + \frac{P_a}{\gamma} + Z_{мв}.$$

Сократив и перегруппировав члены, получим

$$H = Z + \frac{P_m}{\gamma} + Z_m - \frac{P_{мв}}{\gamma} - Z_{мв},$$

если мановакуумметр показывает отрицательное избыточное давление, т.е. вакуум, то напор

$$H = Z + Z_m + \frac{P_{мв} + P_m}{\gamma}.$$

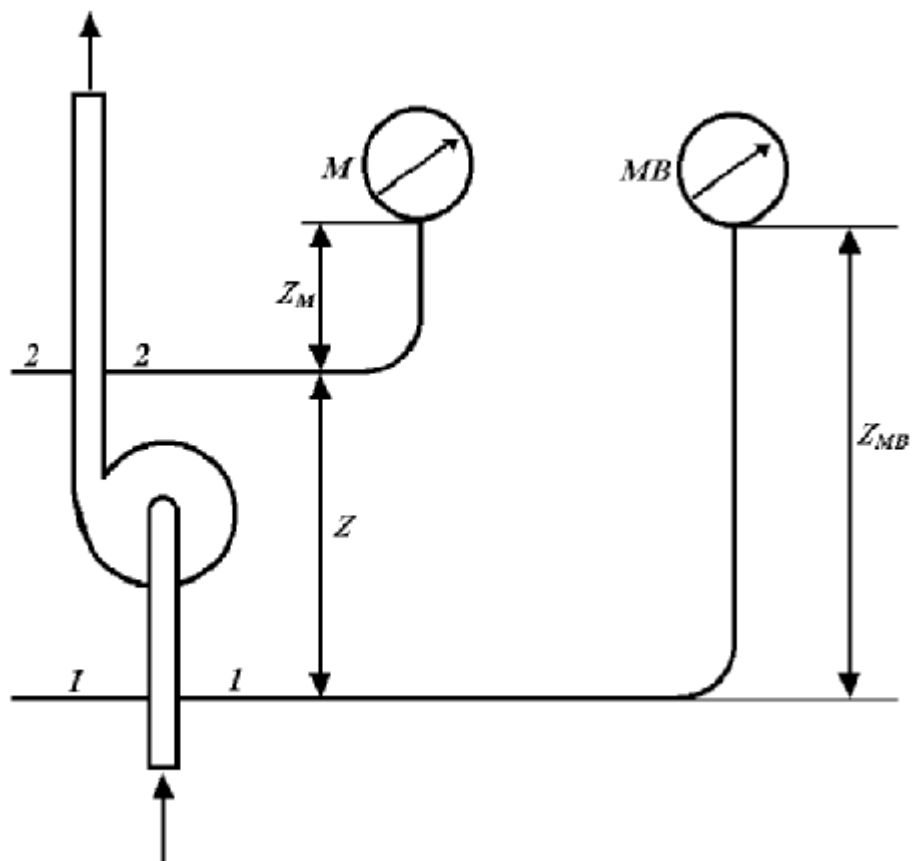


Рис. 1. Схема установки приборов для измерения напора насоса

Мощность на валу насоса или мощность, затрачиваемая электродвигателем на вращение рабочего колеса насоса, определяется по формуле

$$N = N_0 \eta_{\text{э}},$$

где $N_0 = WC$ – мощность на клеммах электродвигателя или мощность, потребляемая электродвигателем, замеряется ваттметром, кВт; W – показание ваттметра; C – цена деления ваттметра; $\eta_{\text{э}}$ – КПД электродвигателя.

Полезная мощность N_n – это энергия, сообщаемая насосом жидкости в единицу времени,

$$N_n = \gamma \frac{QH}{1000}, \text{ кВт},$$

где γ – удельный вес жидкости, Н/м³; Q – расход (подача) насоса, м³/с; H – напор насоса, м.

КПД насоса – отношение полезной мощности N_n к мощности на валу насоса N :

$$\eta = \frac{N_n}{N}.$$

Цель лабораторной работы

Выявить зависимости напора H , мощности N , и КПД η от расхода насоса Q : $\{H = f(Q); N = f(Q) \text{ и } \eta = f(Q)\}$ и построить характеристику насоса.

Описание экспериментальной установки

Установка для испытания центробежных насосов (рис. 2) включает два центробежных насоса 1 – левый и 1' – правый с приводными электродвигателями; щиток управления и контроля 2, водомер 8, бак с водой 9, напорный 10 и всасывающий 18 трубопроводы, вентили и краны (11–17).

На щитке управления и контроля смонтированы манометры 3 и 3', мановакуумметры 4 и 4', пакетные выключатели 5 и 5', кнопки 6 и 6', «пуск», «стоп» и ваттметры 7 и 7', на левой стороне щитка смонтированы приборы левого насоса, на правой – правого.

Порядок проведения работы

1. Изучить настоящие методические указания.
2. Распределить обязанности среди студентов следующим образом:
 - первый – руководитель работ, назначается преподавателем на предыдущем занятии;
 - второй снимает показания манометра и мановакуумметра;
 - третий снимает и обрабатывает показание ваттметра;
 - четвертый включает и выключает электродвигатель;
 - пятый снимает показания водомера;
 - шестой управляет вентилями 11–17 и кранами.

Данная работа выполняется с использованием одного (правого или левого) насоса.

При пуске электродвигателя и насоса пусковая сила тока значительно больше рабочей. Чтобы избежать перегрузки электродвигателя, его пускают при минимальной мощности насоса. Минимальная мощность центробежного насоса соответствует подаче равной нулю, т.е. при закрытом вентиле 15 на напорном трубопроводе.

Для построения характеристики насоса необходимо выполнить не менее 5 опытов, придерживаясь следующей последовательности (при заводских испытаниях делается не менее 20 опытов).

1. Закрыть вентиль 15 (шестой).
2. Для запуска левого (правого) электродвигателя открыть краны 11, 16 (13, 14) и проверить закрытие кранов 12, 13, 14 (11, 12 и 16) (шестой).
3. Включить выключатель 5 (5') и нажать кнопку 6 (6') "Пуск" (четвертый).
4. Снять показания: P_m манометра 3 (3'), P_{mv} вакуумметра 4 (4') (второй); W ваттметра 7 (7') (третий); отсчет водомера 8 за время $t = 30\text{--}60$ с (пятый) (в первом опыте расход $Q = 0$ и отсчет водомера не снимается).
5. Снятые показания занести в таблицу опытных данных журнала лабораторных работ.

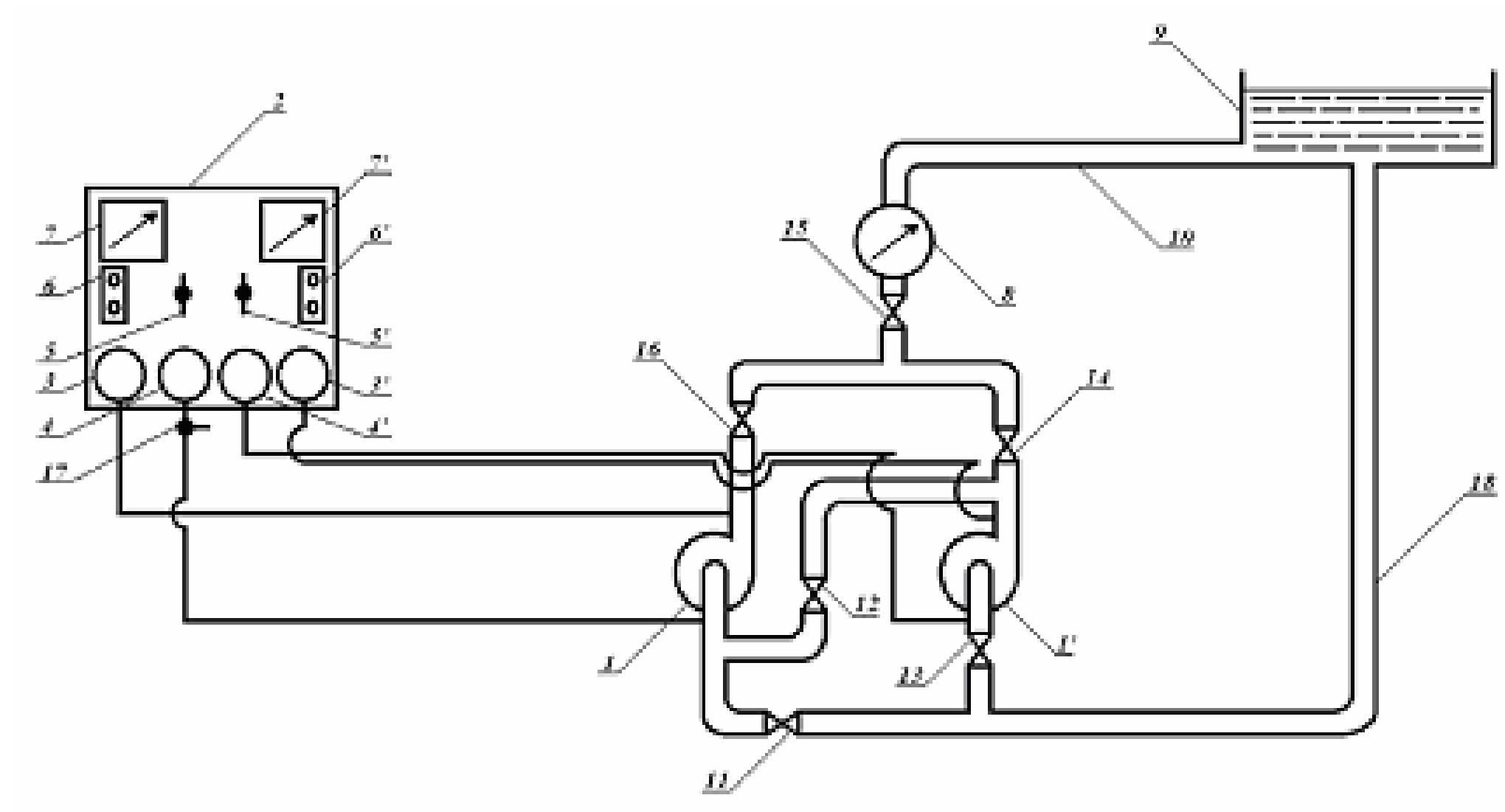


Рис. 2. Схема установки для испытания центробежных насосов

6. Следующие 4 опыта проводить в соответствии с пунктами 4, 5, но с открытым вентилем 15, с помощью которого ступенчато регулируется расход и давление P_m .
Каждый следующий опыт проводится с понижением давления P_m на 0,2–0,3 кг/см² (0,02–0,03 МН/м²) и последний – с полностью открытым вентилем 15.
7. Для выключения левого (правого) насоса нажать и отпустить кнопку 6 (6') «Стоп» и выключить пакетный выключатель 5 (5') (четвертый).
8. Закрыть краны 11, 15, 16 (13, 14, 15) (шестой).

Обработка опытных данных

1. Определить напор насоса. Если мановакуумметр показывает избыточное давление, то напор насоса определяется по формуле

$$H = \frac{P_m - P_{m6}}{\gamma},$$

так как на щитке установки манометры и мановакуумметры смонтированы так, что $Z + Z_m = Z_{m6}$ (см. рис. 1).

Если мановакуумметр показывает вакуум, то напор насоса определяется по формуле

$$H = Z + Z_m + \frac{P_{m6} + P_m}{\gamma},$$

так как трубка подсоединения мановакуумметра при этом заполнена газом на высоту Z_{m6} .

2. Определять расход (подачу) насоса по формуле

$$Q = \frac{V}{t}.$$

3. Определить полезную мощность насоса

$$N_n = \frac{\rho Q H}{1000}, \text{ кВт.}$$

4. Определить мощность, потребляемую электродвигателем:

$$N_0 = C W.$$

5. Определить мощность на валу насоса

$$N = N_0 \eta_s,$$

где η_s – КПД электродвигателя, снимается с характеристики электродвигателя.

6. Определить КПД насоса

$$\eta = \frac{N_n}{N}.$$

7. Полученные данные занести в таблицу опытных данных.
8. Построить характеристики насоса $H = f(Q)$; $N = f(Q)$ и $\eta = f(Q)$, используя сетку на рисунке 3.
9. Оформленный журнал лабораторной работы представить преподавателю на проверку.

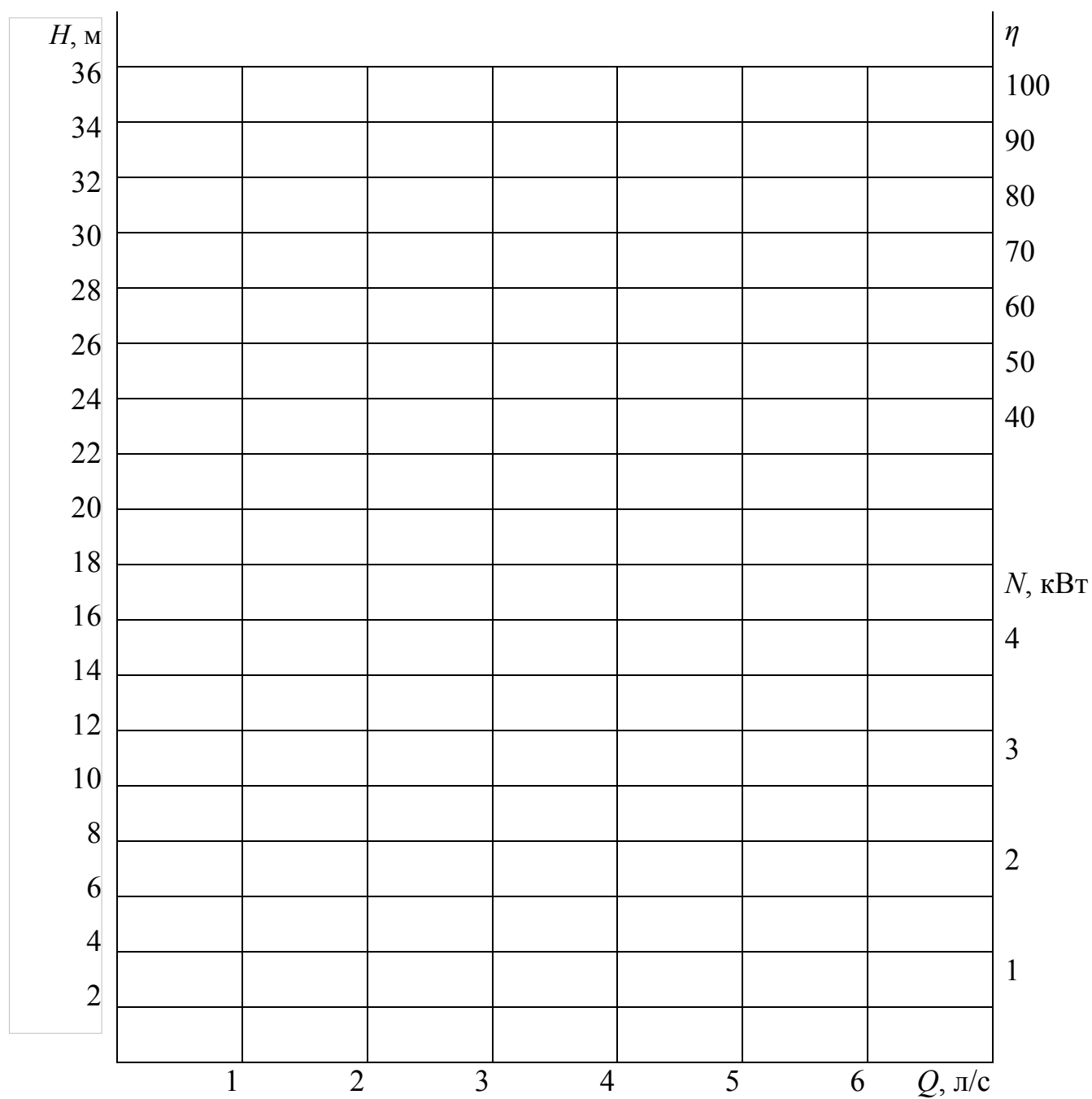


Рис. 3. Опытные характеристики насоса

Таблица опытных данных

Марка насоса

Марка электродвигателя

Цена деления ваттметра, $C =$

Цена деления манометра, $a =$

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Опыт					
			1	2	3	4	5	6
1	Показание манометра A							
2	Давление по манометру $P_m = A a$	кг/см ² (кПа)						
3	Давление по мановакуумметру P_{mv}	кг/см ² (кПа)						
4	Напор насоса $H = \frac{P_m \pm P_{mv}}{\gamma}$	м						
5	Объем воды по водомеру V	л						
6	Время замера t	с						
7	Подача насоса $Q = \frac{V}{t}$	л/с						
8	Полезная мощность $N_n = \gamma \frac{QH}{1000}$	кВт						
9	Показания ваттметра W							
10	Мощность на клеммах двигателя $N_э = W C$	кВт						
11	КПД электродвигателя $\eta_э$	%						
12	Мощность на валу насоса $N = \frac{N_э \eta_э}{100}$	кВт						
13	КПД насоса $\eta = \frac{N_n 100}{N}$	%						

Лабораторная работа 9

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ РАБОТА ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Краткие теоретические сведения

Параллельная работа центробежных насосов

Совместная работа нескольких насосов на один общий напорный трубопровод (сеть) называется параллельной работой насосов (рис. 4).

Для параллельной работы подбирают центробежные насосы с одинаковой или разной производительностью и примерно равными максимальными напорами. Рассмотрим параллельную работу двух центробежных насосов с одинаковой производительностью. Установим, как изменяется напор и расход перекачиваемой жидкости при их параллельной работе по сравнению с индивидуальной работой на том же трубопроводе (сети).

На рисунке 5 представлены характеристики $(H-Q)_{1,2}$ двух одинаковых испытываемых центробежных насосов (характеристики одинаковые, поэтому совпадают) и характеристика OE трубопровода.

Для построения суммарной характеристики $(H-Q)_{1+2}$ при параллельной работе насосов необходимо удвоить абсциссы Q характеристики одного насоса при неизменном напоре, так как при таком напоре два параллельно работавших насоса увеличат расход вдвое. Так, для нахождения точки C суммарной характеристики $(H-Q)_{1+2}$ нужно удвоить отрезок ab , т.е. $ac = 2ab$. Аналогично находят другие точки характеристики $(H-Q)_{1+2}$ и по ним строят данную.

Рабочей точкой каждого из двух индивидуально работающих насосов будет точка A , которой соответствует напор $H_{1,2}$ и расход $Q_{1,2}$. Их рабочей точкой при параллельной работе будет A' , которой соответствует напор H_{1+2} и расход Q_{1+2} .

Для определения производительности каждого насоса при параллельной работе необходимо из точки A' провести линию параллельно оси Q до пересечения в точке 2 с характеристикой $(H-Q)_{1,2}$. Координаты точки 2 определяют напор $H_{1,2}$ и расход $Q_{1,2}$ каждого насоса при их параллельной работе на общий трубопровод:

$$H'_{1,2} = H_{1+2};$$

$$Q'_{1,2} = \frac{1}{2} Q_{1+2}.$$

Суммарная производительность параллельно работающих насосов меньше суммы производительности при индивидуальной работе ($Q_{1+2} < 2Q_{1,2}$). Это объясняется тем, что суммарная производительность Q_{1+2} больше производительности одного насоса $Q_{1,2}$, поэтому возрастают гидравлические потери в напорном трубопроводе h_w пропорционально квадрату расхода.

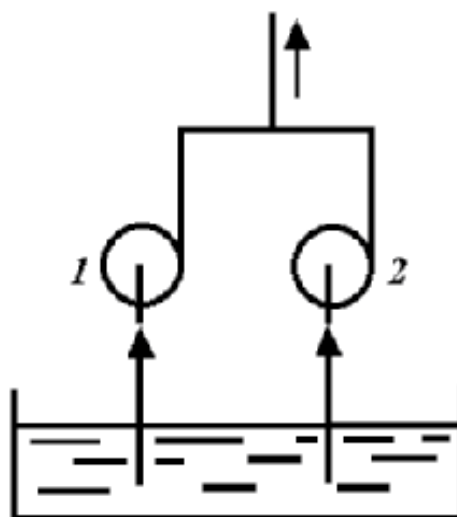


Рис. 4. Схема параллельной работы двух центробежных насосов на общий трубопровод

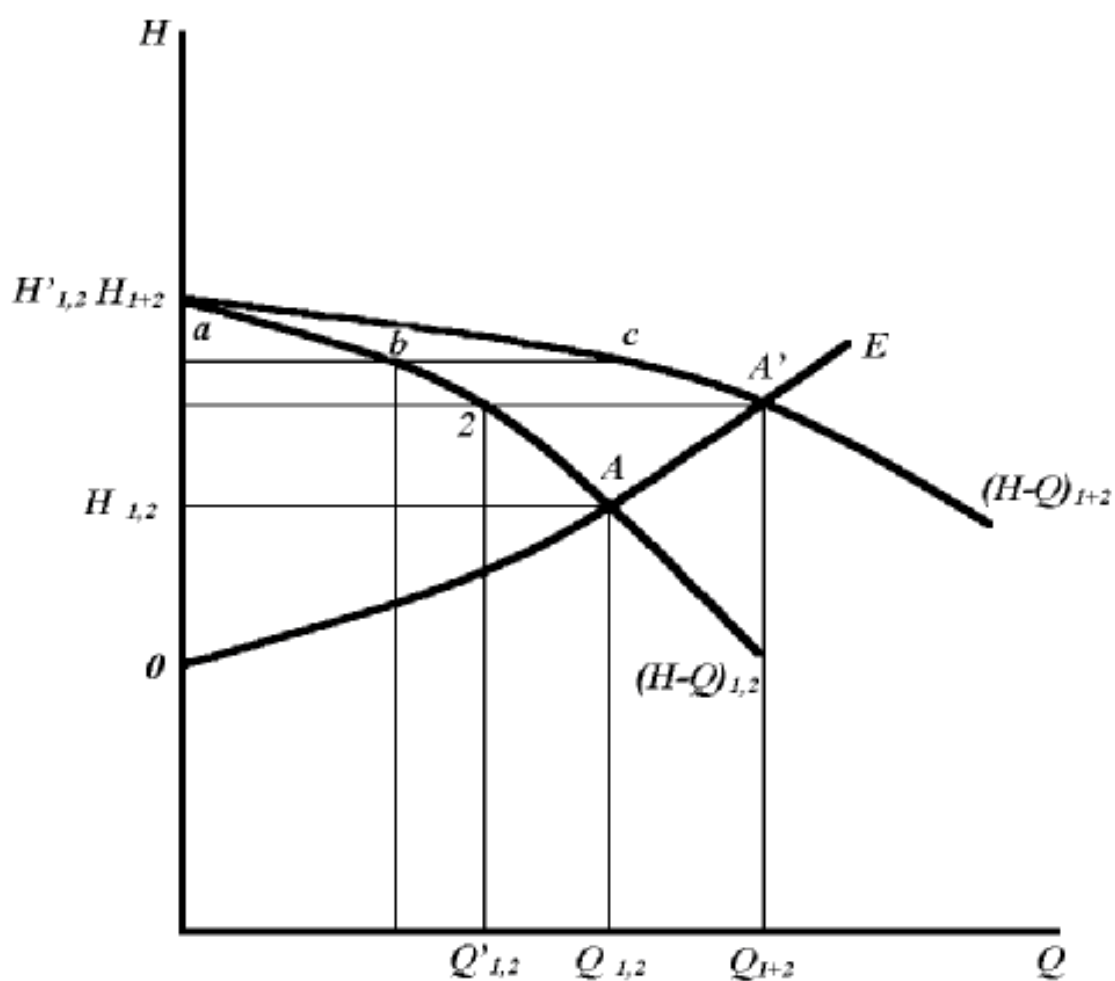


Рис. 5. Характеристика параллельной работы двух $H - 2Q$ одинаковых центробежных насосов и $H = f(Q)$ трубопровода

С возрастанием гидравлических потерь возрастает напор насосов

$$H = h_e + h_w,$$

где h_e – геодезическая высота подъема жидкости; h_w – суммарные гидравлические потери в трубопроводе.

Увеличение напора при постоянной частоте вращения насоса приводит к уменьшению расхода.

Последовательная работа центробежных насосов

Последовательной работой называется работа насосов (рис. 6), при которой первый насос 1 подает жидкость во всасывающий патрубок другого насоса 2, который нагнетает жидкость в напорный трубопровод. Рассмотрим последовательную работу двух одинаковых центробежных насосов.

На рисунке 7 показаны характеристики $(H-Q)_{1,2}$ двух одинаковых центробежных насосов и характеристика OE трубопровода. Для построения характеристики $(H-Q)_{1+2}$ при последовательной работе необходимо ординаты H характеристики $(H-Q)_{1,2}$ удвоить ($ac = 2ab$) при постоянном расходе.

При работе одного насоса на данную сеть рабочей точкой будет A с расходом $Q_{1,2}$ и напором $H_{1,2}$.

При последовательной работе на ту же сеть рабочей точкой будет A' с напором H_{1+2} и расходом $Q_{1,2}$.

При этом увеличится расход ($Q'_{1,2} > Q_{1,2}$), соответственно возрастут гидравлические потери ($h_A' > h_A$) и напор ($H_{1+2} > H_{1,2}$).

Следует отметить, что последовательная работа насосов неэкономична, так как их суммарный КПД ниже индивидуальных.

Цель лабораторной работы

1. Определить экспериментальную зависимость напора H от расхода Q двух параллельно и последовательно работающих одинаковых центробежных насосов и построить характеристику $(H-Q)_{1+2}$.
2. Построить теоретические характеристики $(H-Q)_{1+2}$ данных насосов и провести сравнение.

Описание экспериментальной установки дано в лабораторной работе 8.

Порядок проведения работы

1. Изучить данное методическое пособие.
2. Распределить обязанности среди студентов следующим образом:
 - первый – руководитель работ, назначается преподавателем на предыдущем занятии;
 - второй снимает показания манометра и мановакуумметра;
 - третий снимает и обрабатывает показание водомера;
 - четвертый включает и выключает электродвигатель;
 - пятый управляет вентилями 11–17 и кранами.

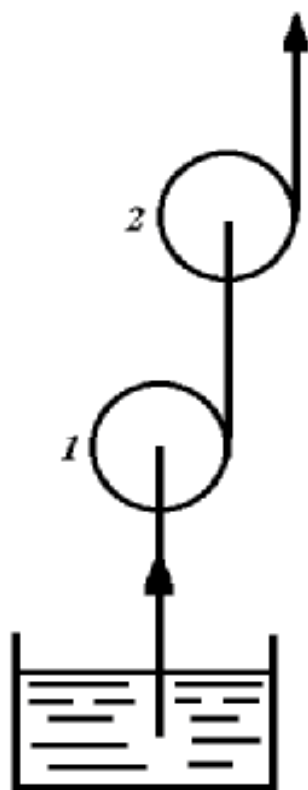


Рис. 6. Схема последовательной работы двух центробежных насосов

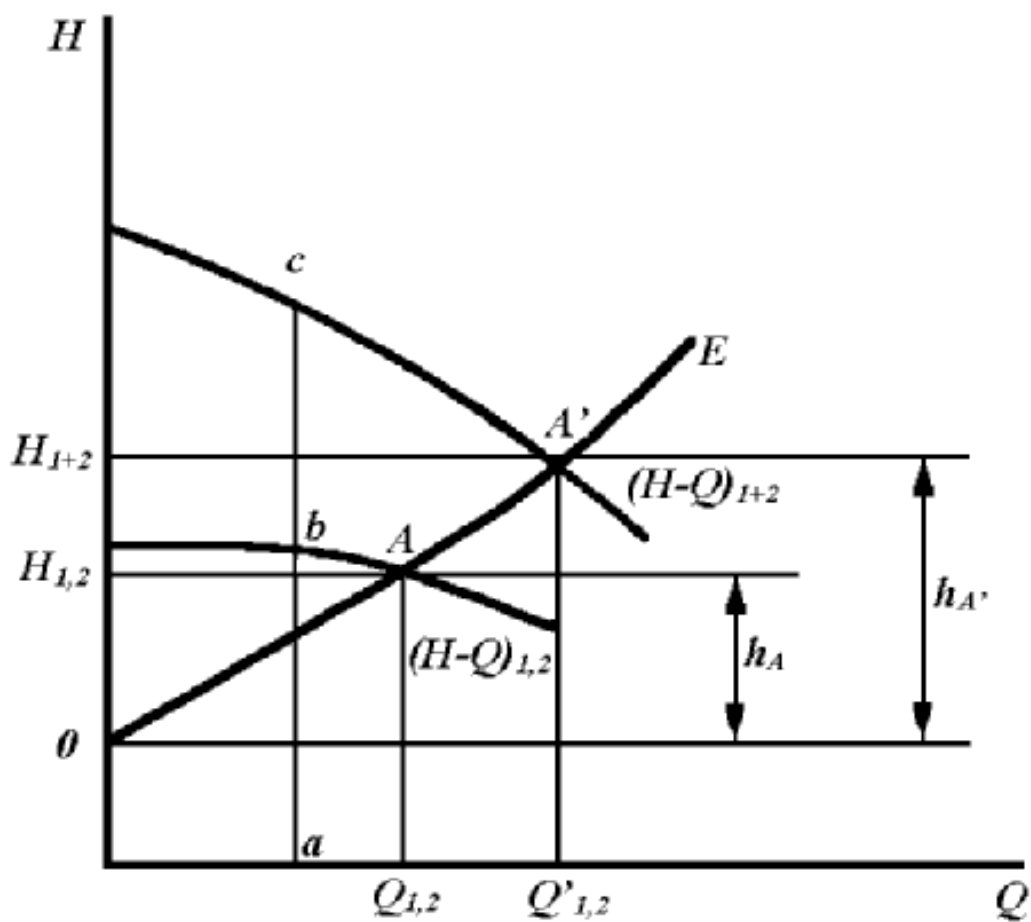


Рис. 7. Характеристики двух одинаковых, последовательно соединенных насосов $2H-Q$ и трубопровода $H = f(Q)$

3. Выполнить не менее пяти опытов при параллельной работе насосов, придерживаясь следующей очередности:

1. Закрывать краны 12, 14, 15, 16 (пятый);
2. Открыть полностью краны 11, 13 (шестой);
3. Включить пакетные выключатели 5 и 5', нажать кнопки "Пуск" 6 и 6' (четвертый);
4. Полностью открыть краны 14, 16 (пятый);
5. Снять показания манометров 3, 3' (второй) и вакуумметров 4, 4' (седьмой);
6. Открывая вентиль 15, уменьшить давление в напорном трубопроводе на 0,01–0,03 МПа (шестой);
7. Снять показания манометров 3, 3' (второй) и вакуумметров 4, 4' (седьмой);
8. Снять отчет водомера 8 за время $t = 30\text{--}60$ с (третий).

Операции по пунктам 6, 7, 8 проделать 4 раза, при последнем опыте вентиль 15 открыть полностью. Не выключая насосов, перейти к снятию характеристик при последовательной работе насосов.

Выполнять не менее пяти опытов при последовательной работе насосов, придерживаясь следующей очередности:

1. Закрывать краны 14, 15, 17 (пятый);
2. Открыть полностью кран 12, после чего закрыть кран 11. До закрытия крана 17 кран 12 НЕ ОТКРЫВАТЬ;
3. Снять отчет манометра 3 (второй) и вакуумметра 4';
4. Открывая вентиль 15, уменьшать давление по манометру 3 на 0,02–0,03 МПа (шестой);
5. Снять показания манометра 3 (второй) и вакуумметра 4' (седьмой);
6. Снять отчет водомера 8 за время $t = 30\text{--}60$ с (третий).

Операции по пунктам 4, 5, 6 проделать 4 раза, при последнем опыте вентиль 15 открыть полностью.

7. Выключить электродвигатели, нажав кнопки «стоп» 6, 6' и выключить пакетные выключатели 5, 5' (четвертый);
8. Закрывать кран 13 и открыть кран 17 (шестой), закрыть краны 12, 15, 16 (шестой);
9. Снятые показания и отчеты занести в таблицу опытных данных.

Обработка опытных данных

1. Определить суммарный напор насосов при параллельной и последовательной работе для всех опытов.

Если мановакуумметр показывает избыточное давление, то напор насоса определяется по формуле

$$H = \frac{P_m - P_{mv}}{\gamma}.$$

Если мановакуумметр показывает вакуум, то напор насоса определяется по формуле

$$H = Z + Z_{\text{м}} + \frac{P_{\text{мв}} + P_{\text{м}}}{\gamma}.$$

Обозначения см. на рисунке 1.

2. Определить суммарный расход (подачу) насосов по формуле

$$Q = \frac{V}{t},$$

где V – отсчет водомера и t – время замера. Полученные данные занести в таблицу опытных данных.

3. Построить характеристики $(H-Q)_{1+2}$ насосов по опытным данным для параллельной и последовательной работы насосов.

4. Построить характеристики $(H-Q)_{1+2}$ насосов при параллельной и последовательной работе исходя из их характеристики $(H-Q)_{1+2}$ при индивидуальной работе (взять из лабораторной работы 8).

Оформленный журнал лабораторной работы представить преподавателю на проверку.

Таблица опытных данных

Марка насосов _____

Высота размещения манометра над точкой подсоединения мановакуумметра

$Z + Z_{\text{м}} =$ _____ м

Параллельная работа насосов

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Опыт				
			1	2	3	4	5
1	Показание манометра $P_{\text{м}}$	кг/см ² (МПа)					
2	Показание мановакуумметра $P_{\text{мв}}$	кг/см ² (МПа)					
3	Напор насоса $H = \frac{P_{\text{м}} \pm P_{\text{мв}}}{\gamma}$	м					
4	Отсчет водомера W	л					
5	Продолжительность отсчета t	с					
6	Общая подача $Q = \frac{W}{t}$	л/с					

Последовательная работа насосов

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Опыт				
			1	2	3	4	5
1	Показание манометра P_m	кг/см ² (МПа)					
2	Показания мановакуумметра P_{mv}	кг/см ² (МПа)					
3	Напор насоса $H = \frac{P_m \pm P_{mv}}{\gamma}$	м					
4	Отсчет водомера W	л					
5	Продолжительность отсчета t	с					
6	Общая подача $Q = \frac{W}{t}$	л/с					

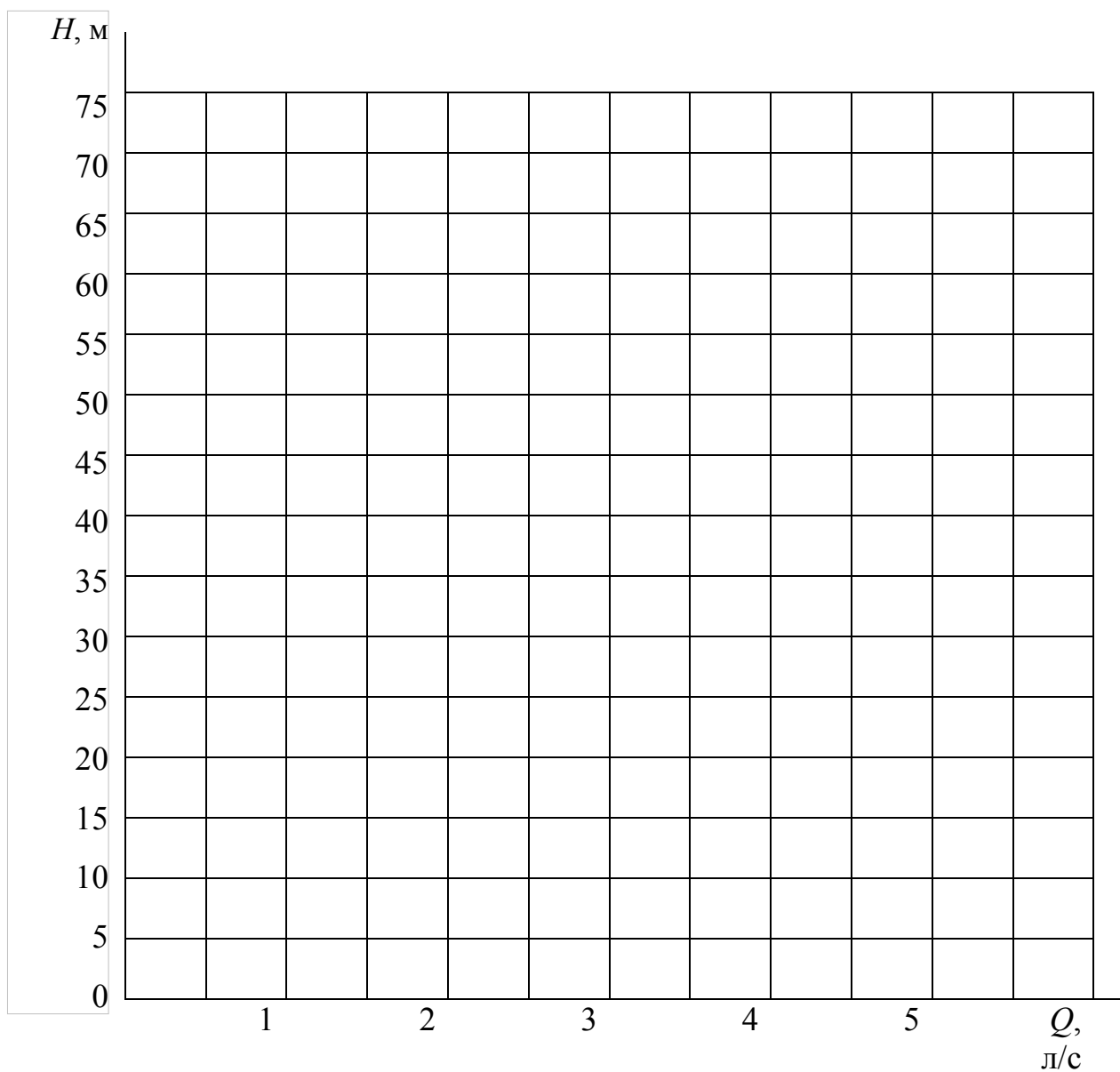


Рис. 8. Опытные характеристики параллельной и последовательной работы центробежных насосов

Лабораторная работа 10

ИСПЫТАНИЕ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСА

Краткие теоретические сведения

Шестеренные насосы относятся к группе объемных насосов, действующих по принципу вытеснения перекачиваемой жидкости в нагнетательный трубопровод рабочим органом.

Рабочим органом шестеренного насоса является пара шестерен, входящих между собой в зацепление (рис. 10). Одна из шестерен, выполненная в виде вала–шестерни является ведущей, а вторая, установленная на короткой оси в корпусе насоса, – ведомой.

Области всасывания и нагнетания в шестеренных насосах резко разграничены входящими в зацепление шестернями, что и является принципиально главным отличием объемных насосов от динамических. При вращении шестерен маленькие объемы перекачиваемой жидкости захватываются впадинами шестерен в области всасывания и вытесняются из них зубьями, входящими в зацепление в области нагнетания.

Шестеренные насосы преимущественно применяются в гидросистемах тракторов, автомобилей, станков и других машин. Промышленностью выпускаются шестеренные насосы марки НШ, левого и правого вращения, различных модификаций, что и отображается в их маркировке. Например, насос НШ-32У, где Н – насос; Ш – шестеренный; 32 – подача насоса, см³/об; У – унифицированный.

Основными рабочими характеристиками шестеренных насосов являются зависимости $Q - p$, $N - Q$, $\eta - Q$, где: Q – подача насоса, дм³/с; N – мощность насоса, кВт; η – КПД насоса; p – давление, создаваемое насосом, МПа.

На рисунке 11 представлены эти зависимости для насоса НШ-32У при различной частоте вращения. Давление насоса определяется с помощью установленного на стенде КИ-4815 М манометра МН2 и задается нагрузкой дросселя блока гидравлического БГ. Подача за один оборот определяется с помощью счетчиков СЧ1 и СЧ2

$$Q_1 = \frac{V \cdot 1000}{n_1},$$

где Q – подача насоса, см³/с; n_1 – количество оборотов по электронному счетчику; V – объем жидкости в литрах за n оборотов по счетчикам СЧ1 или СЧ2.

Подача насоса определяется по формуле

$$Q = \frac{V}{t},$$

где t – время опыта, с.

Зная подачу Q (дм³/с) и p (кг/см² или МПа) и зависимость $\eta_v - p$ из паспорта испытываемого насоса, определяем мощность по формуле

$$N = \frac{pQ}{10,2\eta}, \text{ кВт},$$

где p – давление, кг/см²; Q – подача насоса, л/с.

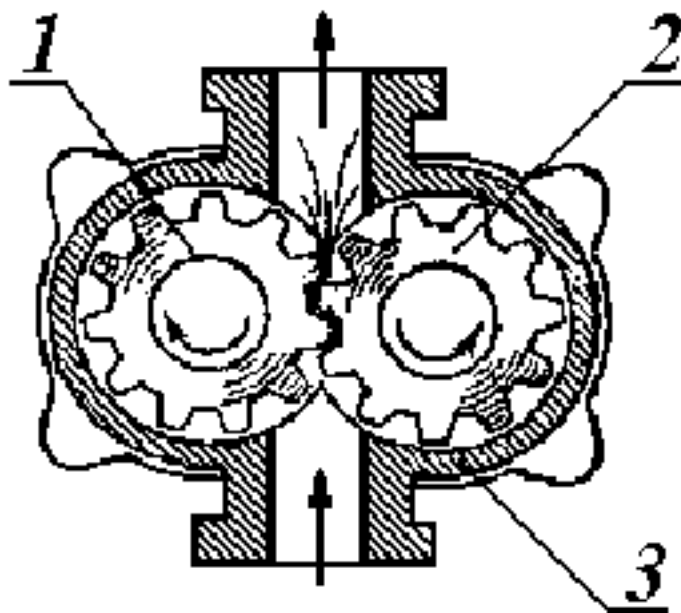


Рис. 10. Насос шестеренный:
1 и 2 – ведущая и ведомая шестерни, 3 – корпус

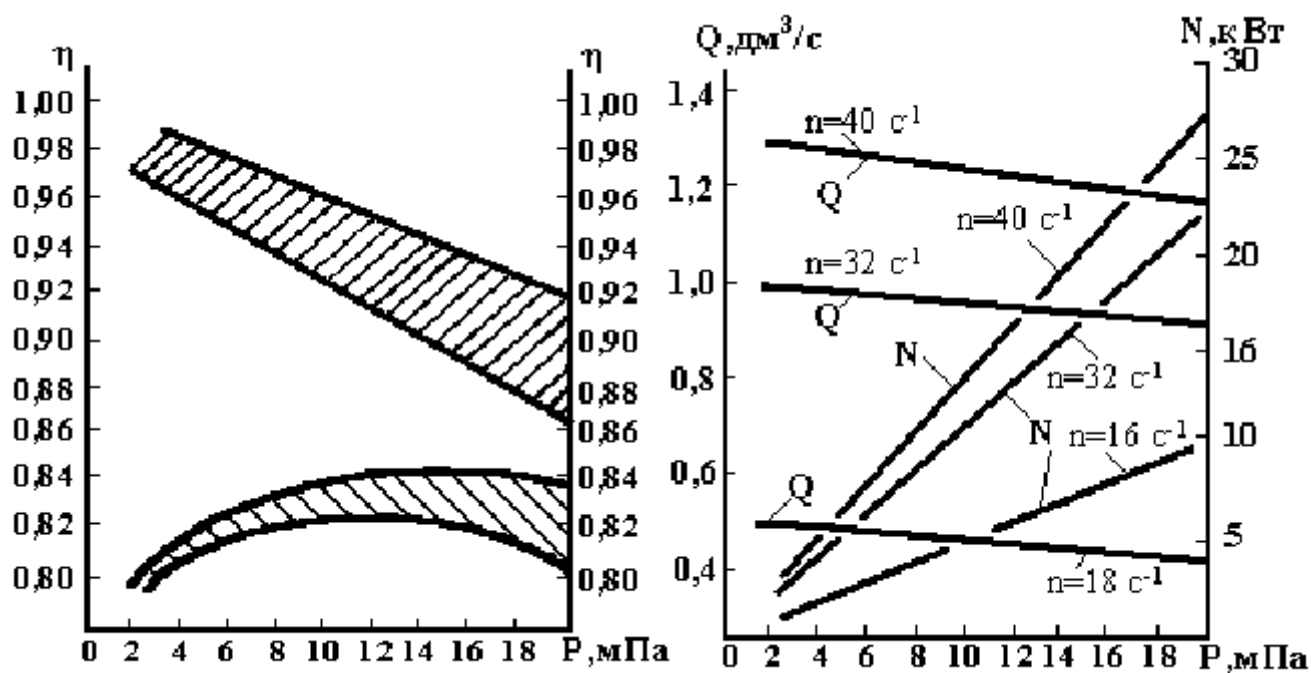


Рис. 11. Зависимость подачи Q , мощности N , коэффициента подачи, КПД насоса НШ32У-3 от давления P при различной частоте вращения в интервале температур рабочей жидкости $t = 303\text{--}353\text{ K}$ ($30\text{--}80\text{ }^{\circ}\text{C}$)

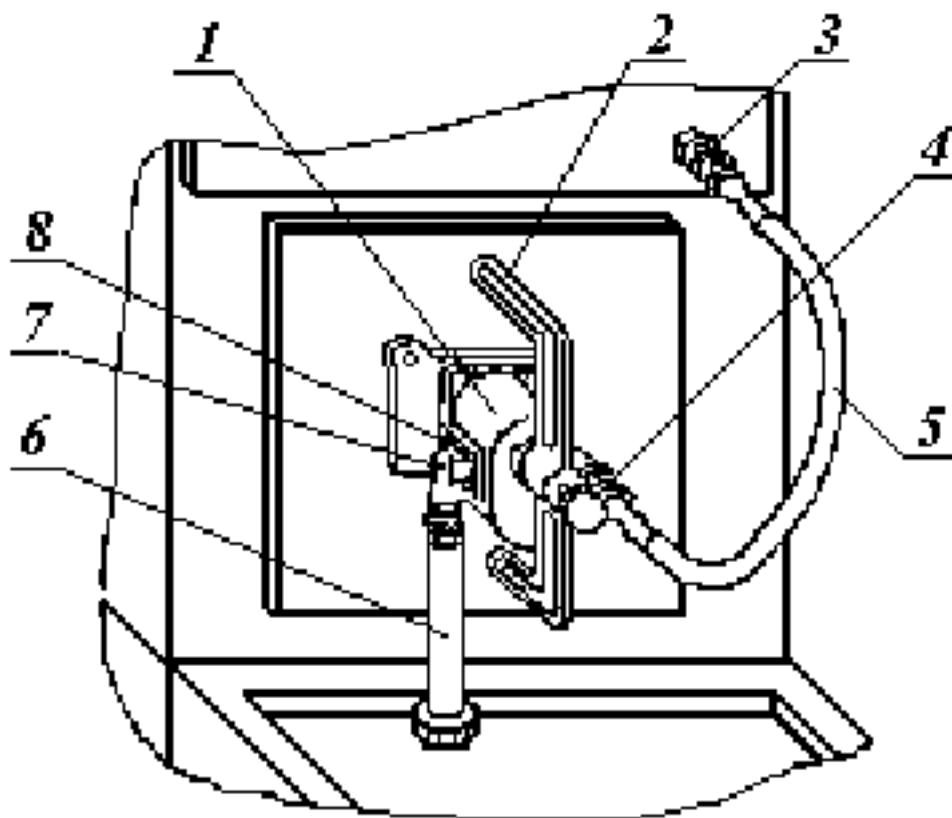


Рис. 12. Установка насосов НШ – 10Е-2, НШ – 32-2, НШ – 2:

1 – испытуемый насос; 2 – приспособление для крепления насосов НШ 10Е – 2, НШ32 – 2, НШ50 – 2; 3 – переходник от «стенда к рукаву с резьбой М 27х1,5 4815.06.00.160; 4 – переходник 4815.06.170 к угловой муфте насосов НШ32 – 2, НШ 50 – 2 с резьбой М39х1,5; 5 – рукав высокого давления 11–16 армированный L = 1005 мм Н.036.85.760; 6 – шланг всасывания 4815.06.00.180 - для НШ 32 – 2, НШ 50 – 2 или 4815.06.00.150 для НШ 10Е – 2; 7 – муфта угловая 4200.06.00.020 -для НШ 32 – 2; муфта угловая 4815.06.00.270. – для НШ 50 – 2; 8 – болты и шайбы

Цель лабораторной работы

Выявить зависимость подачи Q , мощности N от давления насоса:

$$Q = f(p),$$

$$N = f(p).$$

Описание экспериментальной установки

Установка для испытания шестеренных насосов представляет собой стенд КИ-4815 М.

Насос марки НШ – 32 устанавливается на стенд согласно рисунку 12.

При испытании насоса предусматривается проведение следующих операций:

а) работа насоса без загрузки – при полностью открытом дросселе;

- б) работа насоса при постоянной увеличиваемой нагрузке до номинального давления;
- в) проверка плотности и уплотнения насоса при кратковременных нагрузках;
- г) определение объемной подачи насоса за 1 оборот вала насоса при увеличении нагрузки до номинального давления насоса;
- д) определение подачи насоса при заданном давлении.

Порядок проведения работы

1. Установите испытуемый насос на стенде согласно рисунку 12.
2. Подключите охлаждающую воду от водопровода.
3. Подключите стенд к электросети.
4. Рукоятку дросселя БГ поставьте в положение «открыто», рукоятку счетчика СЧ1 – в положение «выключено». При таком положении вся рабочая жидкость проходит через центробежный фильтр Ф2. При испытании насоса НШ – 32 рукоятка переключателя счетчиков должна быть в 7–40 л/мин.
5. Нажмите кнопку, соответствующую направлению вращения насоса; «правого вращения» или «левого вращения». Для насоса НШ – 32У – «правого вращения». При этом манометр МН2 должен показывать 0,65 – 0,70 МПа (6,5–7 кг/см²). При указанном положении рукояток стенду необходимо поработать 3–4 мин, что соответствует работе насоса без нагрузки. При наличии утечек отключить стенд от сети.
6. При отсутствии утечек без нагрузки проверьте наличие, утечек при плавно изменяющейся нагрузке до номинального давления насоса. Нагрузка производится дросселем блока гидравлического БГ.
7. При отсутствии утечек при плавно изменяющемся нагружении проверьте наличие утечек при кратковременном нагружении 5/6 раз в течение 0,5 мин. давлением 1,25.
8. Определение объемной подачи насоса за один оборот вала , насоса Q_1 и подачи насоса Q .

При испытании насосов НШ – 10Е, НШ – 32 поставьте рукоятку счетчиков в положение «7 – 40 л/мин», при испытании НШ – 50Е, НШ – 67 и НШ – 100 – в положение «40 – 120 л/мин».

При помощи рукоятки дросселя блока гидравлического производите ступенчатое нагружение насоса до $p = 1,25 p_{ном}$. При каждом нагружении повернуть рукоятку счетчика СЧ1 в положение «счетчик выключен». При этом весь поток жидкости пройдет через соответствующий счетчик жидкости.

Включить тумблером питание электронного счетчика оборотов.

Нажатием кнопки сбросьте показания для остановки нулей.

Выберите на шкале счетчика жидкости СЧ два деления, соответствующие началу и окончанию работы.

При проходе стрелки счетчика через деление, принятое за начало отсчета, включите тумблером импульсный счетчик и одновременно секундомер, выключите их при проходе стрелки через деление, соответствующее окончанию отсчета.

При каждом нагружении производить следующую запись измеряемых на стенде параметров:

p – кг/см²;

V – объем отсчета, л;

n – количество оборотов;

t – время, с.

8.2.5. При следующем нагружении повторить операции по п.п. 8.2.1.–8.2.4.

9. По окончании испытаний насоса обесточить стенд.

Обработка опытных данных

1. Определить подачу за один оборот:

$$Q = \frac{V \cdot 1000}{n_1}, \text{ см}^3/\text{об.}$$

2. Определить частоту вращения:

$$n = \frac{n_1}{t}, \text{ 1/с.}$$

3. Определить подачу насоса:

$$Q = \frac{V}{t}, \text{ дм}^3/\text{с.}$$

4. По зависимости $p - \eta_v$ для насоса НШ – 32 определить для каждого p, η .

5. Определить мощность на валу:

$$N = \frac{Q \cdot p}{10,2 \cdot \eta}.$$

6. Полученные данные занести в таблицу опытных данных.

7. Построить характеристики насоса: $Q = f(p)$ и $N = f(p)$, используя сетку, приведенную ниже.

8. Оформленный журнал лабораторных работ представить преподавателю на проверку.

Таблица опытных данных

Марка насоса _____

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Опыт				
			1	2	3	4	5
1	Показания манометра высокого давления P	кг/см ² (МПа)					
2	Объем отсчета W	л					
3	Количество оборотов n	об					
4	Время опыта t	с					
5	Подача за один оборот $Q = \frac{V \cdot 1000}{n_1}$	см ³ /об					
6	Подача насоса $Q = \frac{V}{t}$	дм ³ /с					
7	КПД насоса η	%					
8	Мощность на валу насоса $N = \frac{Q \cdot p}{10,2 \cdot \eta}$	кВт					

Характеристика шестеренного насоса $Q - p, N - p$

Q , л/с

N , кВт

0 40 80 120 160 200
 p , кг/см²

Лабораторная работа 11

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ

Краткие сведения

В гидросистеме трактора распределитель относится к органам управления и является связующим звеном между насосом и гидродвигателем, например, силовым цилиндром.

В задачу распределителя входит:

- распределять поток масла от одного насоса к отдельным силовым цилиндрам;
- направлять масло из насоса в цилиндр и отводить из него в бак;
- переводить насос на холостой ход путем перепуска масла в бак;
- предохранять систему от чрезмерного повышения давления при продолжающейся подаче масла после совершения силовым цилиндром рабочего цикла.

В тракторных гидросистемах значительное распространение получили распределители золотниково-клапанного типа. Золотник является основным органом распределителя. При помощи золотника масло, подаваемое насосом, направляется по каналам распределителя и маслопроводам. Для выполнения необходимой работы гидросистемой золотник, посредством рычага, устанавливают в одно из четырех положений: «нейтральное», «подъем», «плавающее» и «опускание». В распределителе размещены перепускной и предохранительный клапаны.

Гидравлические испытания распределителей в основном сводятся к определению давления настройки автоматов и давлению настройки предохранительного клапана.

Цель лабораторной работы

Проверка функционирования гидрораспределителя, определение давления автоматического возврата золотника и давления при перепуске через предохранительный клапан.

Описание экспериментальной установки

Установка для испытаний распределителей представляет собой стенд КИ-4815 М.

Распределитель Р-75-23 устанавливается на стенде согласно рисунку 13.

При испытании распределителя предусматривается проведение следующих операций;

- а) проверка функционирования гидрораспределителя;
- б) определение давления автоматического возврата золотника;
- в) определение давления при перепуске через предохранительный клапан.

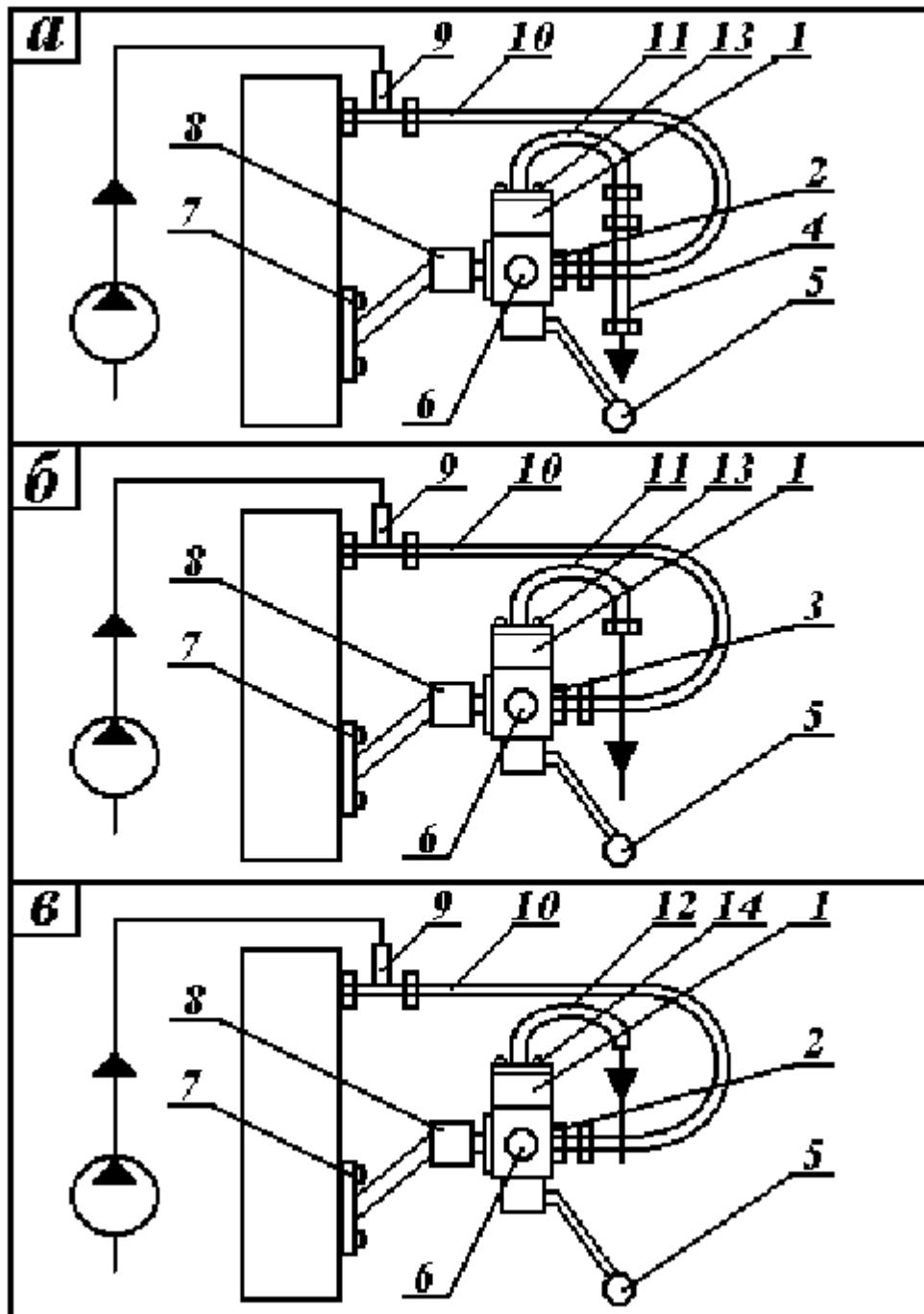


Рис. 13. Установка распределителя Р 75:

1 – испытуемый распределитель; 2 – штуцер М 24 х 1,5 на М 27 х 1,5 4200.06.00.300; 3 – штуцер ввертной 4815.06.00.230; 4 – рукав слива 4815.06.00.290; 5 – рычаг распределителя 4200.06.00.250; 6 – заглушка М 27 х 1,5 шаровая 4200.04.00.160; 7 – болт М 16 х 30; 8 – приспособление для установки распределителей Р 75; 9 – тройник 4815.06.00.190; 10 – рукав высокого давления П - 16 L = 1005 мм (М 27 х 1,5) и L = 380 от насоса к тройнику 9; 11 – патрубок Р 75 4815,06,00.280; 12 – трубка сливная 4200.06.00.290; 13 – гайка М 8 – 3 шт.; 14 – прижим 4200.06.00.058 – 3 шт.

Порядок проведения работы

1. Установите испытуемый распределитель на стенде согласно рисунку 13а.
2. Проверьте фиксацию и перемещение золотников.
3. Подключите охлаждающую воду от водопровода.
4. Подключите стенд к электросети.
5. Рукоятку дросселя БГ поставьте в положение «открыто», рукоятку счетчика СЧ1 в положение «выключено».
6. Нажмите кнопку, соответствующую положению «правое вращение насоса».
7. Поставьте проверяемый золотник в позицию «подъем».
8. Плавно перекрывайте дросселем БГ нагнетательную магистраль стенда до срабатывания автомата возврата золотника. Давление масла в момент срабатывания определите по масломеру МН2 высокого давления.
9. Повторите операцию п. 8 для двух остальных золотников и сделать записи в таблице опытных данных.
10. Для определения давления настройки предохранительного клапана переведите рукоятку одного из золотников распределителя в позицию «подъем», придерживая ее рукой.
11. Плавно перекрывайте дросселем БГ нагнетательную линию. Установившееся постоянное давление по манометру МНГ является давлением настройки предохранительного клапана I5–I6 МПа (I50–I60 кг/см²).
12. Обесточьте стенд.
13. Замерьте величину утечек масла через перепускной и предохранительный клапаны.
 - 13.1. Зажмите сливной рукав на трубку утечек.
 - 13.2. Повторите операции п. 3–7.
 - 13.3. Дросселем БГ установите давление масла 10 МПа (100 кг/см²) по манометру МН2.
 - 13.4. Замерьте объем масла в течение одной минуты, вытекаемого из трубки утечек. Утечка масла в течение 1 мин не допускается для распределителя Р75 – 23 более 5 л.
 - 13.5. Обесточьте стенд.
14. Замерьте величину утечек масла в паре «корпус–золотник».
 - 14.1. На штуцер напорной полости распределителя установить заглушку 6. Подачу рабочей жидкости производить через штуцер 3 распределителя, ведущий к цилиндру согласно рисунку. 13б.
 - 14.2. Проверяемый золотник установите в нейтральную позицию.
 - 14.3. Повторите операции 3–6.
 - 14.4. Дросселем БГ установите давление по манометру МН2 7 МПа (70 кг/см²).
 - 14.5. Замерьте в течение минуты утечку масла у выхода патрубком 11.
 - 14.6. Повторите операции 14.2–14.5 для остальных золотников.
 - 14.7. Обесточьте стенд.

Таблица опытных данных

Марка гидрораспределителя _____

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Опыт		
			1	2	3
1	Давление автомата возврата золотника p_z	кг/см ² (МПа)			
2	Давление настройки предохранительного клапана $p_{пр.кл.}$	кг/см ² (МПа)			
3	Утечки за минуту в предохранительном и перепускном клапанах $Q_{кл.}$	л			
4	Утечки за минуту в паре золотник–корпус Q	л			

Лабораторная работа 12

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ВОДОСТРУЙНОЙ ВОДОПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

Краткие сведения о водоструйных водоподъемных установках

Водоструйные водоподъемные установки применяют для подъема воды из шахтных и трубчатых колодцев с диаметром обсадной трубы 200, 150 и 100 мм.

Водоструйная установка (рис. 14) состоит из струйного аппарата 4 (эжектора), опущенного под динамический уровень, напорного 5 и водоподъемного 3 трубопроводов и насоса 2 с приводом от электродвигателя 1, расположенных на поверхности скважины.

Принцип действия водоструйной установки заключается в следующем: подаваемая центробежным насосом 2 по напорному трубопроводу 5 вода, проходя с большой скоростью через сопло 8 струйного аппарата 4, создает разрежение, в результате чего происходит всасывание воды из водоисточника через фильтр в камеру смешения 7. В диффузоре 6 скорость воды понижается благодаря расширению потока, а давление соответственно увеличивается, и вода по водоподъемной трубе 3 поднимается к всасывающему патрубку центробежного насоса. Пройдя через насос и получив соответствующий напор, часть воды снова попадает по напорному трубопроводу 5 к струйному аппарату 4, а часть идет к потребителю. Таким образом, процесс подъема воды идет непрерывно. Вода может подниматься с глубины до 40 м.

В зависимости от конструкции струйного аппарата и взаимного расположения напорного и водоподъемного трубопровода водоструйные установки разделяются на три типа (рис. 15).

1. Двухлинейные с параллельным расположением трубопроводов (рис. 15а). Эти установки просты в монтаже и применяются главным образом для подъема воды из шахтных колодцев.

2. Двухлинейные с центральным (концентрическим) расположением труб (рис. 15б), когда водоподъемный трубопровод проходит внутри напорного. По сравнению с первым типом эти установки более компактны и могут применяться в трубчатых колодцах меньшего сечения, но они сложнее в монтаже.

3. Однолинейные установки, в которых напорным трубопроводом служит колонна обсадных труб колодца (рис. 15в). Отличаются наименьшей металлоемкостью и допускают водоподъем из трубчатых колодцев диаметром 50–75 мм.

Цель лабораторной работы

Изучить устройство и принцип действия водоструйной установки и исследовать эффект увеличения высоты всасывания в случае последовательной работы струйного аппарата и центробежного насоса.

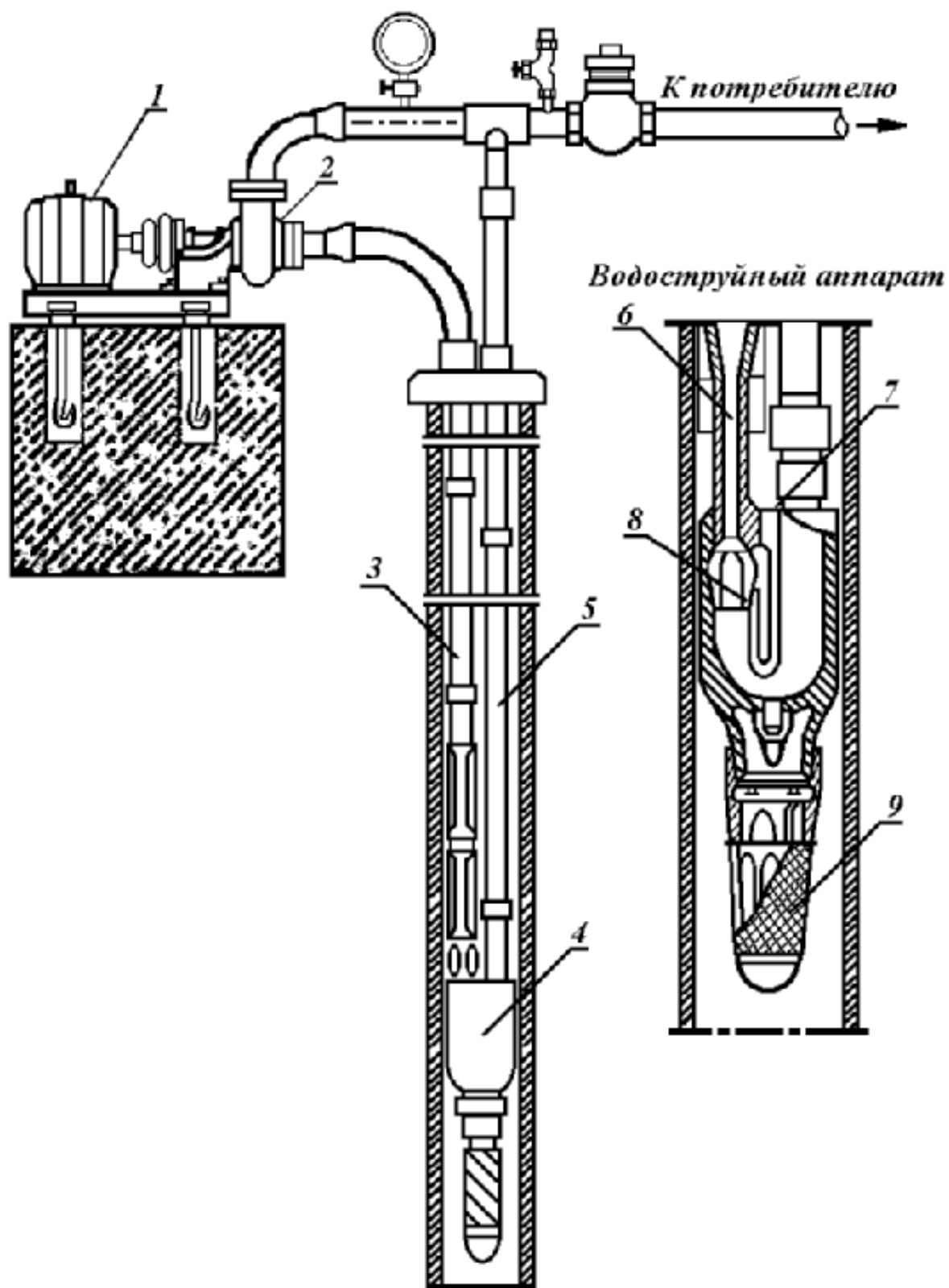


Рис. 14. Схема водоструйной водоподъемной установки:
 1 – электродвигатель; 2 – насос; 3 – водоподъемный трубопровод;
 4 – эжектор; 5 – напорный трубопровод; 6 – диффузор; 7 – камера
 смешения; 8 – струйный аппарат; 9 – фильтр

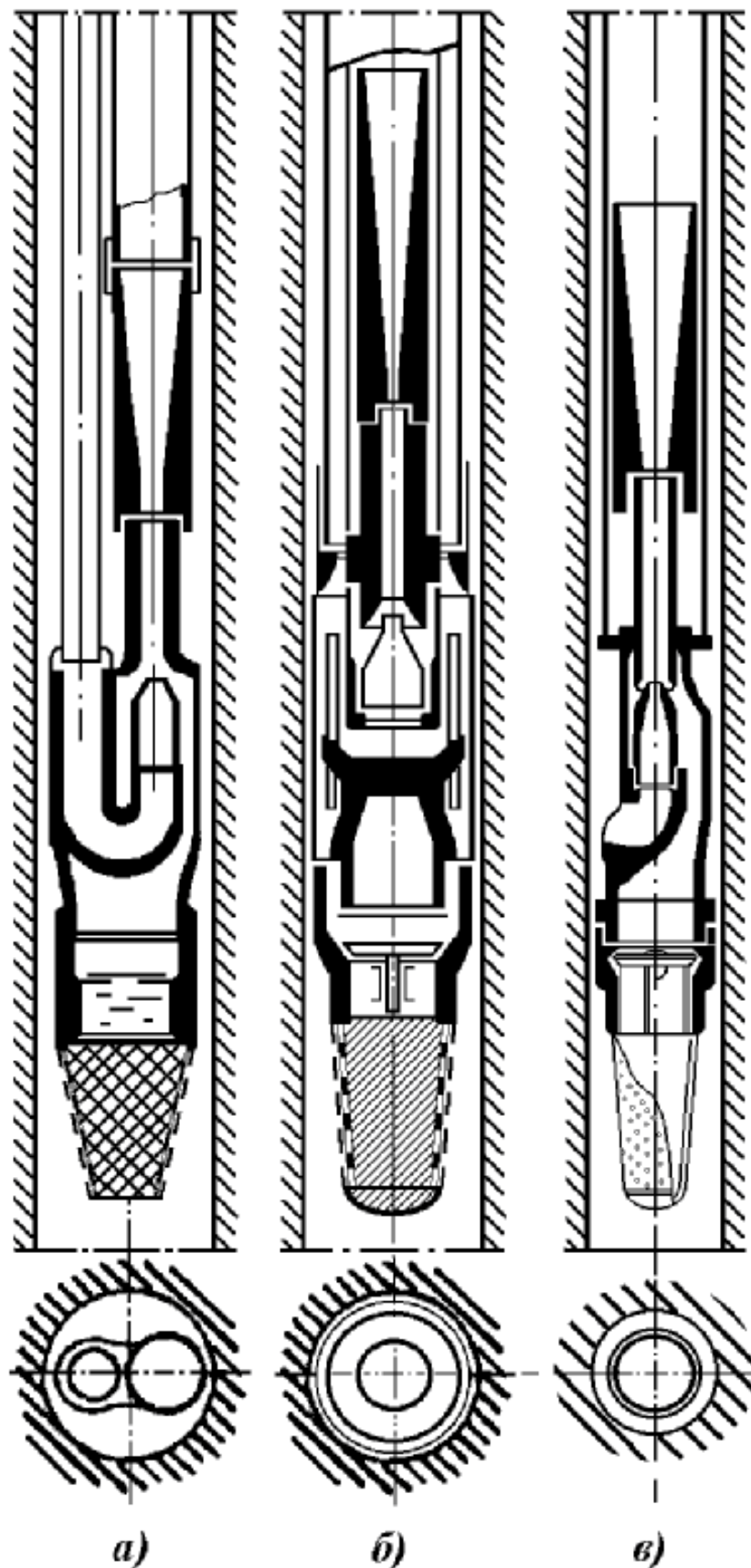


Рис. 15. Основные схемы струйных аппаратов:
а – двухлинейная с параллельным расположением трубопроводов;
б – двухлинейная с центральным расположением трубопроводов;
в – однолинейная



Описание экспериментальной установки

Экспериментальная установка (рис. 16) состоит из насоса 1 типа ИСЦВ-1,5 с электродвигателем, струйного аппарата (эжектора) 2, напорного трубопровода 3, подводящего рабочий расход воды, водоподъемного трубопровода 4, по которому вода подводится к всасывающему патрубку насоса, 2-х ротаметров 5, приемного бака 6, стеклянной трубы 7, трубопроводов для подвода и слива воды, кранов, манометров и мановакуумметров. Установка закреплена на раме сварной конструкции.

Все манометры, а также кнопка пускателя электродвигателя закреплены на отдельном щите, прикрепленном к раме.

Вода от насоса 1 подается по трубопроводу 3 с рабочим расходом Q_p , измеряемым ротаметром 5а, в струйный аппарат 2, далее по трубопроводу 4 поступает во всасывающую линию насоса.

Таким образом, вода непрерывно циркулирует в замкнутой цепи: насос–струйный аппарат. Часть расхода водоподъемника Q_o , называемая полезным расходом и измеряемая ротаметром 5б, поступает в приемный бак 6, откуда сливается в стеклянную трубу 7.

Порядок проведения работы

1. Залить воду в стеклянную трубу 7, открыв кран 12 (рис. 16).
2. Все краны установки полностью открыть, кроме крана 10 на напорной линии насоса и кранов 14, 15 на сливных линиях.
3. Включить электродвигатель насоса с помощью кнопки пускателя, установленной на приборном щитке.
4. При помощи кранов 10, 11 отрегулировать расходы: рабочий Q_p и полезный Q_o в соотношении 1:1.
5. Записать показания: ротаметров, манометров M_1 , M_2 и мановакуумметра $M_{мв}$.
6. Отключить струйный аппарат, перекрыв вентиль 8.
7. Снять показания ротаметра 5б Q_o , манометра M_1 и мановакуумметра $M_{мв}$.
8. Сравнить показатели работы насоса (напор и расход) при совместной работе со струйным аппаратом и без него.
9. Результаты наблюдений занести в таблицу опытных данных.

Таблица опытных данных

Постоянные манометра насоса и водоструйного аппарата:

$$c_1 = \text{кПа (кг/см}^2\text{)};$$

$$c_2 = \text{кПа (кг/см}^3\text{)}$$

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Опыт	
			1	2
1	Показания манометра насоса А	-		
2	Показания манометра водоструйного аппарата В	-		
3	Показания вакуумметра h	м.в.ст.		
4	Показания ротаметра потребителя V ₁	-		
5	Показание ротаметра водоструйного аппарата V ₂	-		
6	Давление на выходе насоса $P_1 = c_1 \cdot A$	кг/см ² (кПа)		
7	Давление водоструйного аппарата $P_2 = c_2 \cdot B$	кг/см ² (кПа)		
8	Расход потребителя Q ₁	см ³ /с		
9	Расход водоструйного аппарата Q ₂	см ³ /с		
10	Напор насоса $H = \frac{p_1}{\gamma} + h$	м.в.ст.		
11	КПД установки $\eta = \frac{H(Q_1 + Q_2) - Q_2 \frac{p_2}{\gamma}}{H(Q_1 + Q_2)}$	%		

Лабораторная работа 13

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ВОЗДУШНОГО ВОДОПОДЪЕМНИКА (ЭРЛИФТА)

Краткие теоретические сведения

Воздушный водоподъемник (эрлифт) (рис. 17) представляет собой опущенную в скважину 1 водоподъемную трубу 2, в которую с помощью форсунки 4 по трубе 3 подается от компрессора сжатый воздух. Образовавшаяся в водоподъемной трубе водовоздушная смесь (эмульсия) поднимается к приемному баку 5 с водоотделителем 6, где воздух отделяется и уходит в атмосферу, а вода сливается по сливной трубе в сборный резервуар, из которого насосами подается в сеть или водонапорную башню.

Подъем водовоздушной смеси по трубе 2 происходит за счет того, что скважина и водоподъемная труба являются сообщающимися сосудами, а объемный вес водовоздушной эмульсии во много раз меньше объемного веса воды в скважине.

Если обозначить высоту подъема эмульсии H , заглубление форсунки ниже динамического уровня в скважине h_l , а расстояние от динамического уровня до уровня воды в приемном баке h , то на основании закона сообщающихся сосудов, которыми являются скважина и водоподъемная труба, можно написать

$$\gamma \cdot h_l = \gamma_{эм} \cdot H = \gamma_{эм} \cdot (h + h_l), \quad (1.1)$$

где $\gamma_{эм}$, γ – вес единицы объема соответственно эмульсии и воды.

Из (1.1) получаем

$$h_l = (\gamma/\gamma_{эм} - 1) \cdot h. \quad (1.2)$$

Из (1.2) следует, что высота подъема воды h зависит от отношения $\gamma/\gamma_{эм}$ и заглубления форсунки h_l .

Заглубление форсунки от уровня излива H определяют по формуле

$$H = k \cdot h_l, \quad (1.3)$$

где k – коэффициент заглубления.

Обычно коэффициент заглубления принимают $k = 2...3$, т.е. форсунка погружается под уровень воды в скважине на глубину $h_l = (1,5-2)H$.

Необходимость большого заглубления водоподъемной трубы под динамический уровень, а также низкий КПД (0,2–0,25) – основные недостатки эрлифтов.

Относительная простота устройства, надежность в работе (так как нет движущихся деталей в скважине), возможность подъема воды из наклонных, а также глубоких скважин малого диаметра, содержащих воду с песком, – эти достоинства эрлифтов определили их применение для целей пастбищного водоснабжения из трубчатых колодцев диаметром 100–150 мм, глубиной 55–90 м.

Промышленностью эрлифты не выпускаются, их рассчитывают, проектируют и изготавливают для каждого конкретного случая. Гидравлический расчет воздушного водоподъемника заключается в определении необходимого заглубления форсунки, количества воздуха, потребного для подъема заданного расхода воды, давления и мощности компрессора, размеров ресивера, размеров водоподъемной и воздухоподводящей труб.

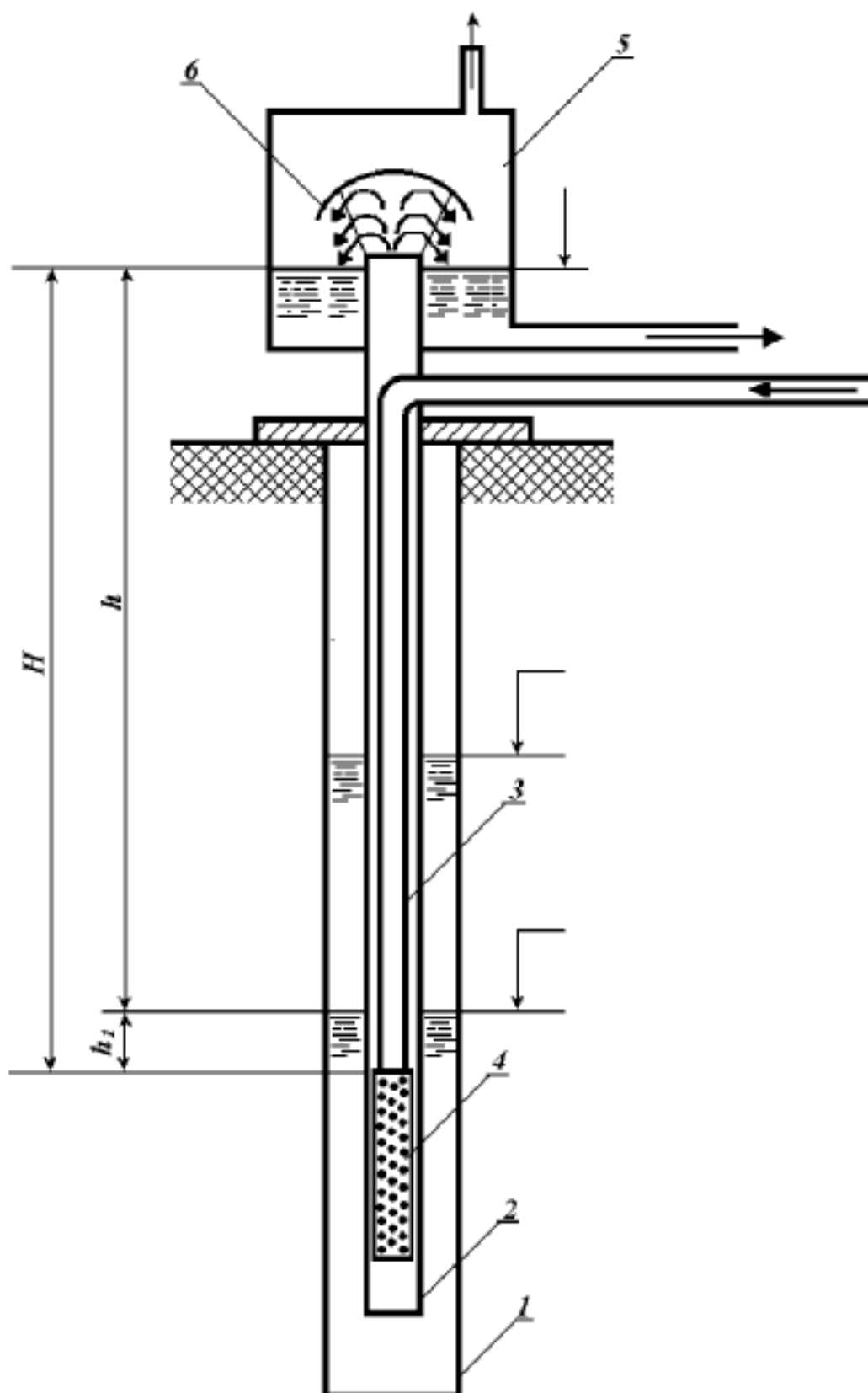


Рис. 17. Схема воздушного водоподъемника (эрлифта):
 1 – обсадная труба; 2 – водоподъемная труба; 3 – воздушная труба; 4 – башмак; 5 – приемный бак; 6 – воздухоотделитель

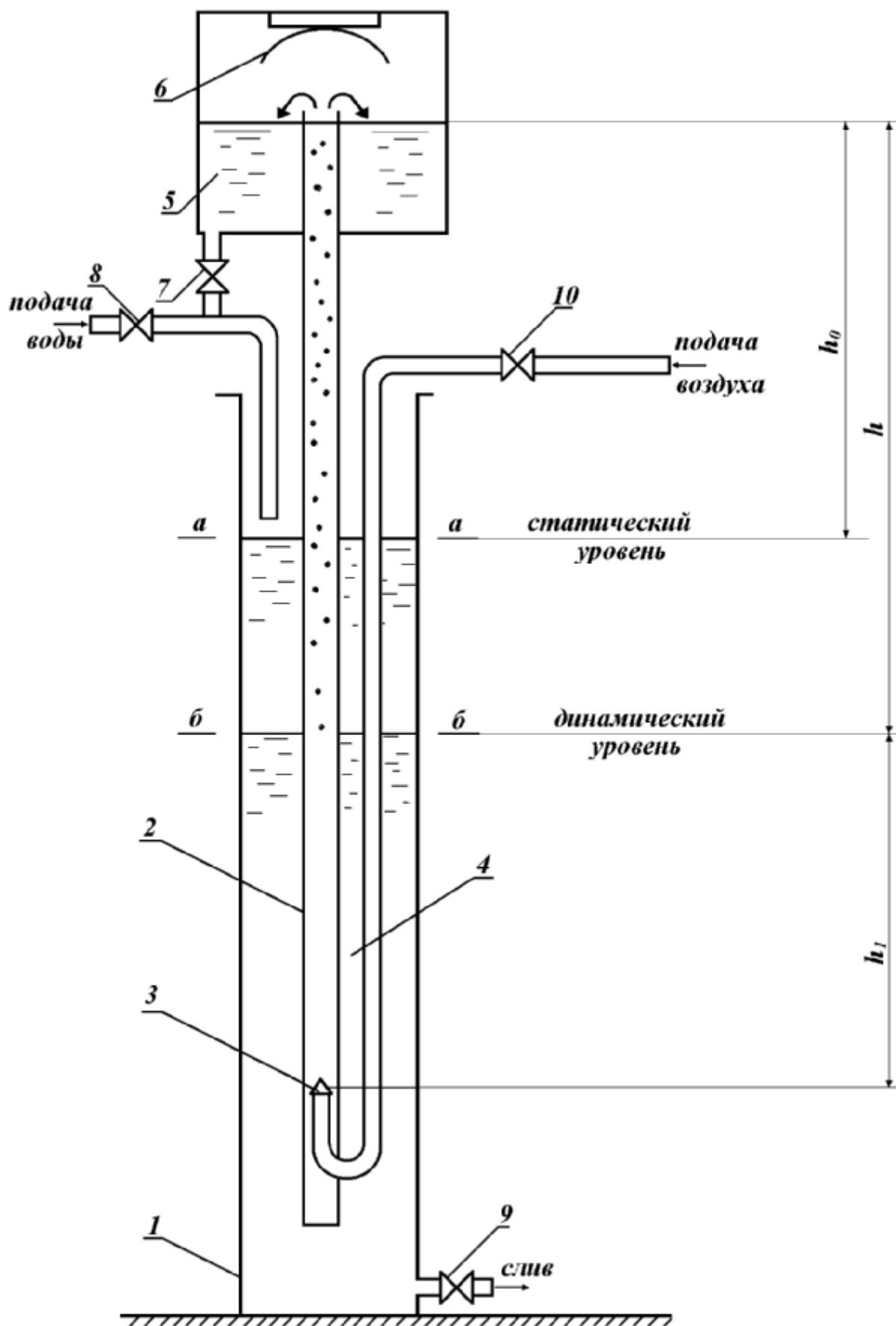


Рис. 18. Схема экспериментальной установки – нагнетательного эрлифта

Цель лабораторной работы

Изучить устройство и принцип действия воздушного водоподъемника, эрлифта (нагнетательного).

Описание экспериментальной установки

Лабораторная установка (рис. 18) состоит из обсадной трубы 1 диаметром 150 мм, изготовленной из стекла и закрепленной на опорной раме сварной конструкции, и воздушного водоподъемника, включающего водоподъемную трубу 2 диаметром 45 мм из стекла, форсунку 3, выполненную из латуни, воздушную трубу 4, приемный бак 5, выполненный из оргстекла и установленный на раме, отражатель 6.

В водоподъемной и обсадной трубах уровень воды по закону сообщающихся сосудов устанавливается на высоте а–а (статический уровень).

В водоподъемную трубу через форсунку 3 подается от компрессора по воздушной трубе 4 сжатый воздух. Образующаяся при этом в водоподъемной трубе смесь (эмульсия) воздуха и воды легче воды, поэтому эмульсия будет подниматься по водоподъемной трубе 2 и выливаться в приемный бак 5.

После включения эрлифта статический уровень а-а начнет понижаться и установится так называемый динамический уровень б-б, который будет тем ниже, чем интенсивнее откачка.

Эмульсия, выходя из водоподъемной трубы, ударяется в отражатель 6, при этом воздух отделяется от воды. Отработанный воздух удаляется через отверстия в крышке бака, а вода через отверстие в дне бака самотеком при открытом вентиле 7 возвращается в обсадную трубу.

Порядок проведения работы

1. Открыть вентиль 8.
2. Наполнить водой обсадную трубу до уровня а-а.
3. Открыть вентиль подачи воздуха 10.
4. Включить компрессор.
5. Отрегулировать необходимую подачу воздуха для непрерывного подъема воды.
6. Расход воды определить по шкале приемного бака 5, протарированной в кубических сантиметрах.

Результаты наблюдений поместить в таблицу опытных данных.

Таблица опытных данных

№ п/п	Показатель	Единица измерения	Опыт	
			1	2
1	Отметка статического уровня	см		
2	Отметка динамического уровня	см		
3	Уровень воды в мерном баке	см		
4	Расход воды при непрерывной подаче эрлифта	л/с		

Лабораторная работа 14

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ВОДОПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

Краткие теоретические сведения

В сельскохозяйственном водоснабжении широко применяются автоматизированные пневматические водоподъемные установки (рис. 19). В них роль водонапорной башни выполняет воздушно-водяной бак 6, снабженный реле давления 2, которое управляет работой насоса 7 в зависимости от величины давления в баке.

Процесс автоматического водоснабжения осуществляется следующим образом. Станция управления 1 включает насос 7 в работу. Насос подает воду в воздушно-водяной бак 6. Расход ее меньше, чем подача при помощи насоса, поэтому она будет заполнять бак 6, сжимая воздух, находящийся в баке, до давления выключения P_2 .

При достижении в баке давления выключения P_2 реле давления 2, установленное на баке, размыкает цепь питания катушки магнитного пускателя станции управления 1 и отключает электродвигатель от сети.

При выключенном насосе вода подается в сеть из бака под давлением сжатого воздуха. По мере расходования воды, ее уровень понижается, давление в баке падает. При достижении давления включения P_1 реле давления вновь включит в сеть электродвигатель насоса. Цикл работы установки повторяется.

При изменении давления в баке от P_1 до P_2 в нем меняется объем воды на величину W , называемую регулирующим объемом.

При работе установки объем воздушной подушки в баке постепенно уменьшается вследствие растворения части воздуха в воде и утечке воздуха через неплотности соединений.

Чтобы автоматически поддерживать объем воздушной подушки постоянным и тем самым обеспечивать нормальную работу установки, она оборудуется регулятором объема воздуха.

Применяются различные регуляторы объема воздуха. В испытываемой установке применяется струйный регулятор 5, который работает следующим образом. Вода от насоса, проходя сопло струйного регулятора с большой скоростью, создает разрежение в полости вокруг конца сопла, воздух под атмосферным давлением открывает воздушный клапан 4 и, смешиваясь с потоком воды, поступает в бак 6.

Подкачка воздуха происходит при условии, что жиклер 3 трубки струйного регулятора будет перекрыт водой. Когда уровень воды в баке станет ниже жиклера, воздух под давлением из бака будет поступать по трубке в камеру смешения 5 струйного регулятора. Как только давление в камере смешения струйного регулятора превысит атмосферное, воздушный клапан 4 закроется, и подсос воздуха из атмосферы прекратится. При уменьшении объема воздушной подушки в баке жиклер вновь окажется ниже уровня воды, и подкачка воздуха через воздушный клапан возобновится.

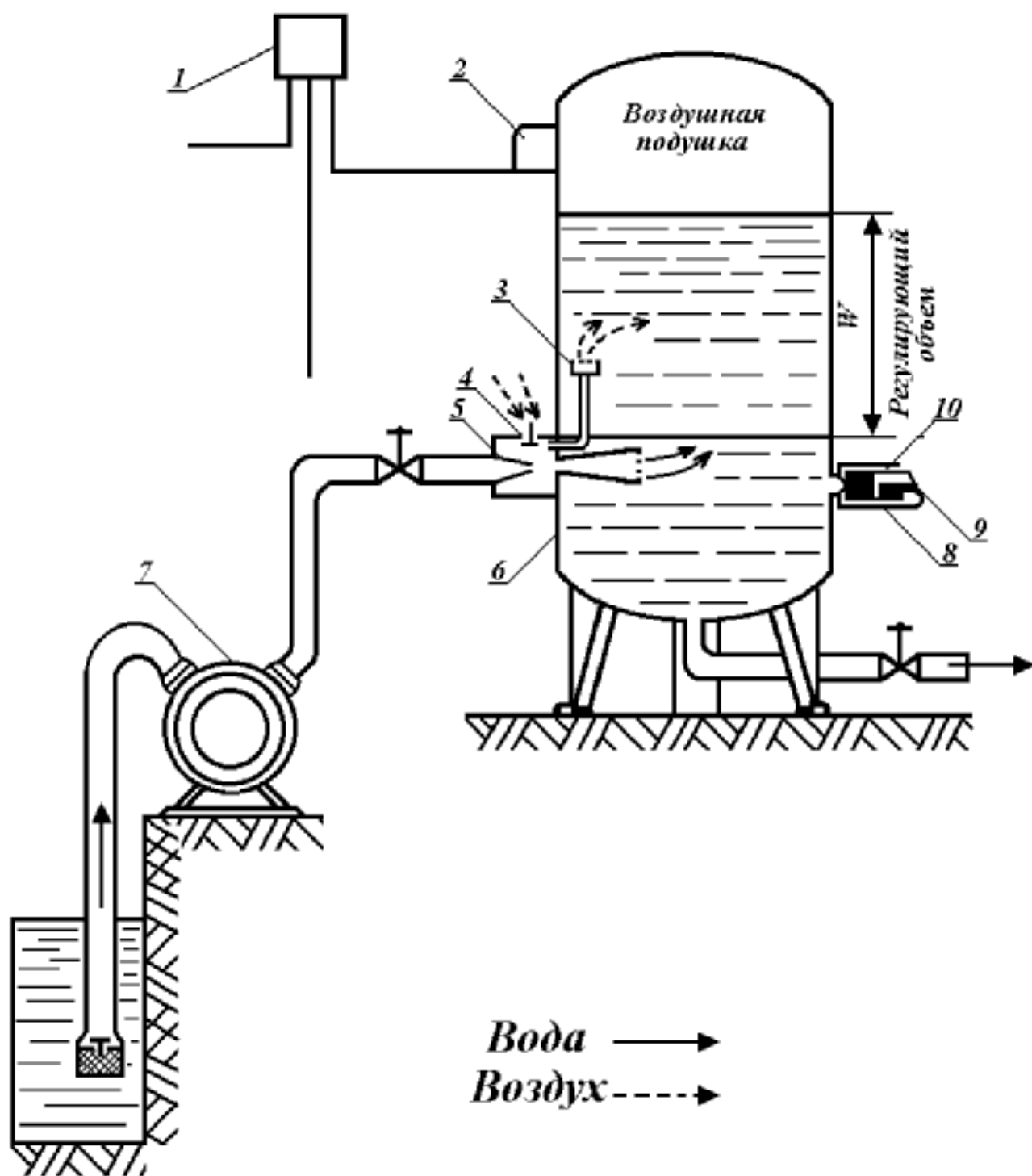


Рис 19. Схема автоматизированной пневматической водоподъемной установки с вихревым насосом

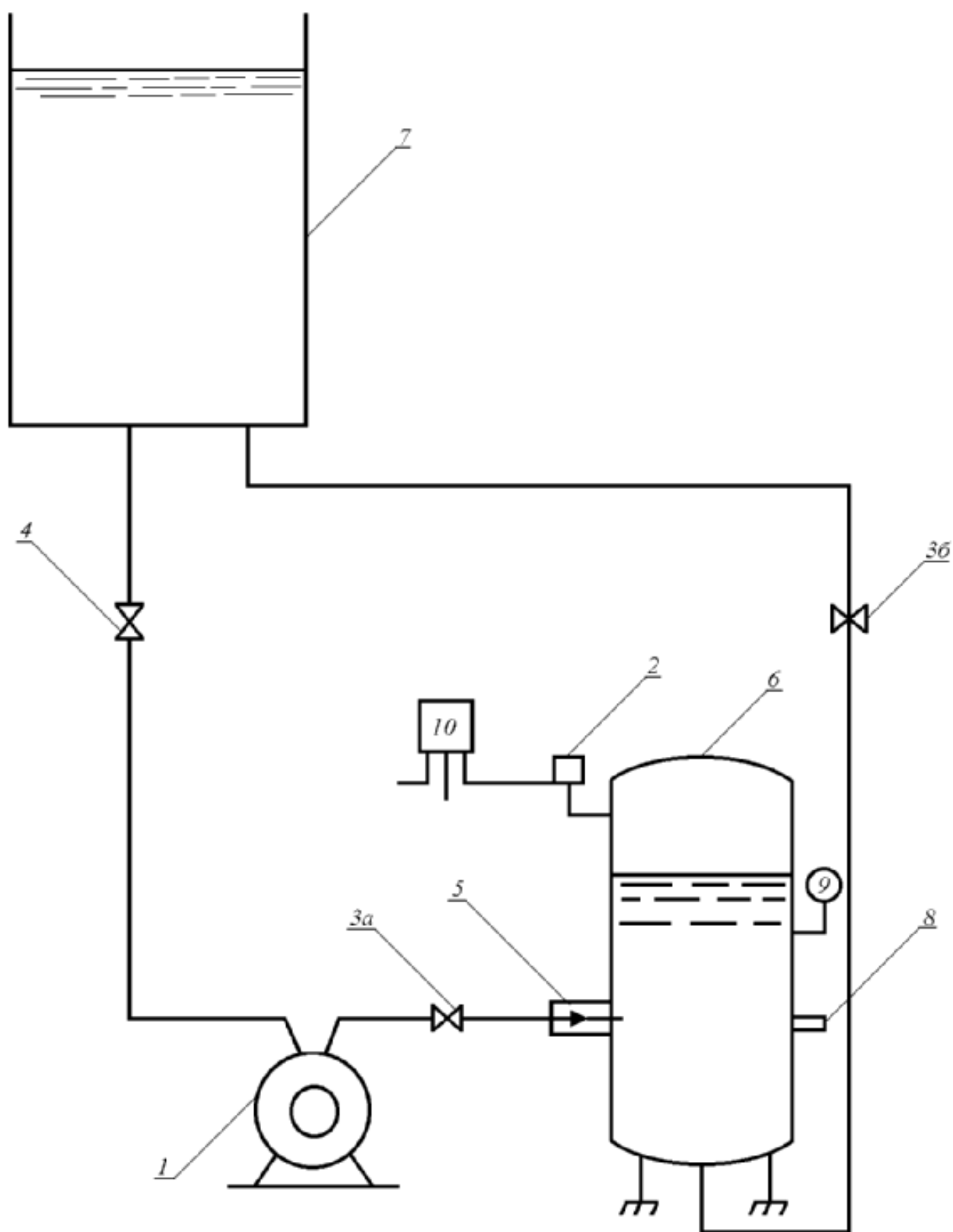


Рис. 20. Схема лабораторной пневматической водоподъемной установки с вихревым насосом

Одним из основных узлов, обеспечивающих автоматическую работу установки, является реле давления 2. Если давление в баке превысит максимально допустимое значение, а реле давления по каким-либо причинам не отключит насос от сети, нарастание давления может привести к аварии. Чтобы предотвратить это, установка оборудована предохранительным клапаном 8.

Контроль давления внутри воздушно-водяного бака осуществляется с помощью установленного на баке манометра 9.

Цель лабораторной работы

Изучить устройство и принцип действия автоматизированной пневматической водоподъемной установки.

Описание экспериментальной установки

Автоматическая водоподъемная установка ВУ-5-30 (рис. 20) комплектуется вихревым консольным насосом марки ВК-2-26 и асинхронным электродвигателем типа А02-32-4, установленным на фундаментной плите.

Воздушно-водяной бак 6 служит напорно-регулирующим устройством установки и представляет собой сосуд сварной конструкции с полусферическими днищами емкостью 500 л. К нижней части бака присоединяется предохранительный клапан 8, манометр 9 и струйный регулятор 5. В верхней части бака установлено реле давления 2.

К нижнему днищу присоединяется трубопровод разводящей сети, по которому вода из бака поступает к потребителю; на данной установке разводящий трубопровод присоединяется к баку 7, от которого питается установка. Отключение бака от питающей и разводящей сети производится вентилями 3.

Установка комплектуется реле давления РД-1М, к которому присоединяются провода от станции управления 10.

Станция управления совместно с реле давления составляет систему автоматического управления водоподъемной установкой.

Автоматическое управление электродвигателем насоса установки происходит в зависимости от давления в воздушно-водяном баке.

При заданном давлении включения P_1 электродвигатель насоса автоматически включается в сеть, а при заданном давлении выключения P_2 – автоматически выключается.

Станция управления обеспечивает:

1. Автоматический пуск и остановку насоса.
2. Защиту от токов короткого замыкания, технологических перегрузок и перегрузок, вызванных потерей напряжения в одной из фаз питающей сети.
3. Ручной пуск и при необходимости ручную остановку насоса.

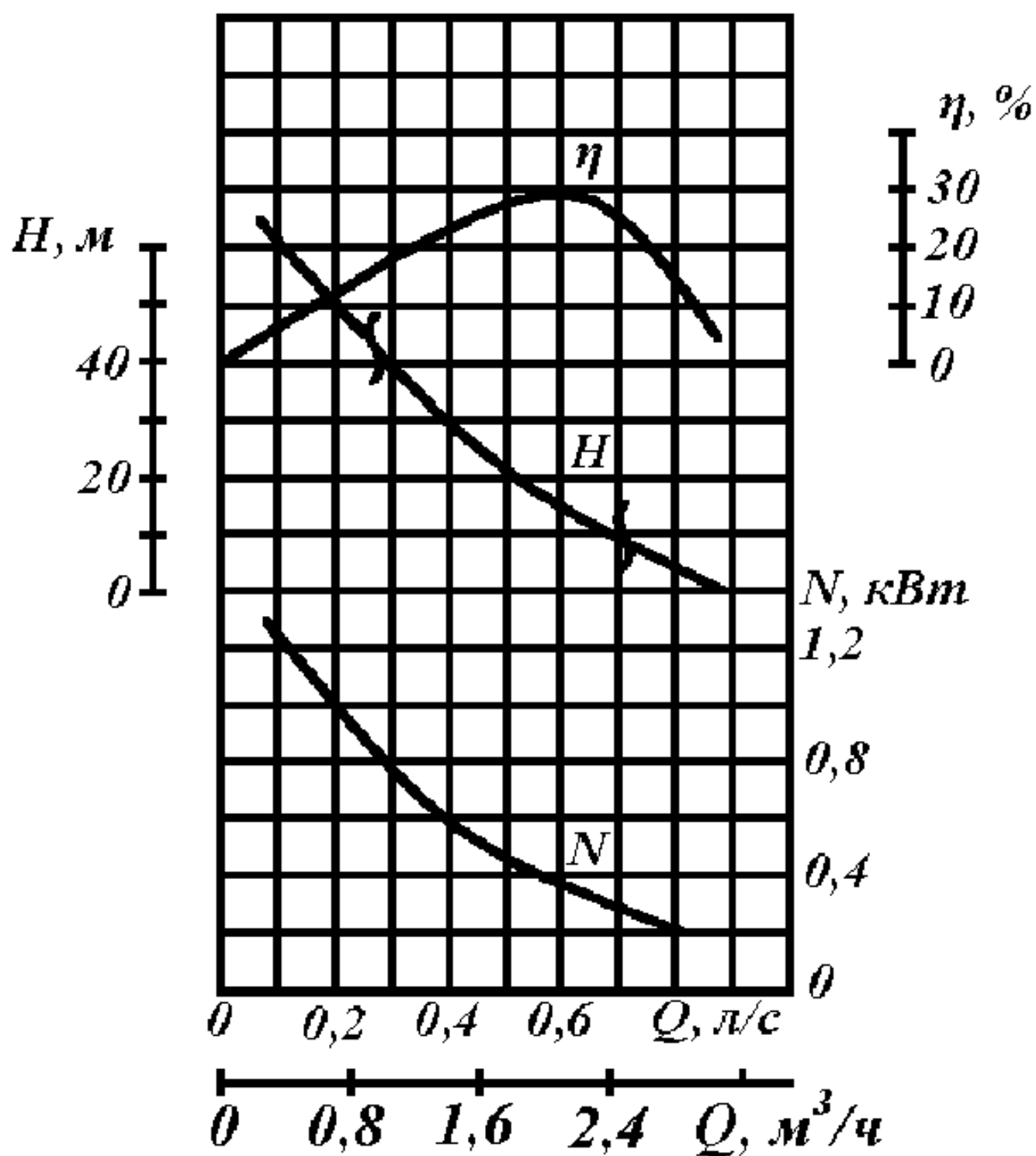


Рис. 21. Характеристика насоса ВК – 2 – 26

Порядок проведения работы

1. Открыть кран 3а на подводящей линии и закрыть кран 3б на сбросной линии.
2. Включить насос нажатием кнопки “вкл” станции управления.
3. Одновременно включить секундомер.
4. Записать время t_1 наполнения бака по секундомеру и давление автоматического выключения P_2 насоса по манометру 9.
5. Включить секундомер и открыть кран 3б на сбросной линии.
6. Записать давление P_1 автоматического включения насоса по манометру 9.
7. Одновременно записать время t_2 сработки регулирующей емкости бака.

Обработка опытных данных

1. Рассчитать напор при включении $H_1 = P_{вкл}/\gamma$ и напор в момент выключения $H_2 = P_{выкл}/\gamma$ по давлению включения $P_{вкл}$ и выключения $P_{выкл}$ насоса.
2. Определить расходы Q_1 и Q_2 насоса, соответствующие напорам H_1 и H_2 по характеристике насоса ВК-2-26 (рис. 21).
3. Определить средний расход потребления:

$$Q_{cp} = \frac{V}{t_1}.$$

4. Средняя подача насоса

$$Q = \frac{V}{t_2}.$$

Таблица опытных данных

№ п/п	Показатель	Единица измерения	Опыт	
			1	2
1	Давление включения $P_{вкл}$	кг/см ² (кПа)		
2	Давление выключения $P_{выкл}$	кг/см ² (кПа)		
3	Рабочий объем резервуара V	л		
4	Время сработки t_1	с		
5	Время наполнения бака t_2	с		
6	Средний расход потребления $Q_{cp} = \frac{V}{t_1}$	л/с		
7	Средняя подача насоса $Q = \frac{V}{t_2}$	л/с		

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДОЖДЕВАЛЬНОГО АППАРАТА

Краткие теоретические сведения

Дождевальные аппараты классифицируются по рабочим параметрам на дальнеструйные и среднеструйные.

К среднеструйным аппаратам относятся аппараты с радиусом захвата $R = 15\text{--}45$ м, работающих при давлении от $0,15$ до $0,4$ МПа (кПа).

К дальнеструйным аппаратам относятся аппараты с радиусом захвата $R = 45$ м и более, работающие при давлении свыше $0,4$ МПа (кПа).

В настоящее время среднеструйные аппараты получили широкое распространение и применяются как на дождевальных системах, так и на широкозахватных многоопорных дождевальных машинах.

Дождевальные аппараты подразделяются по конструкции механизма поворота ствола и принципу его действия на следующие группы:

- а) дождевальные аппараты с приводом от качающегося коромысла;
- б) дождевальные аппараты с приводом от турбинки;
- в) дождевальные аппараты, приводящиеся во вращение благодаря вакууму, создаваемому потоком жидкости;
- г) дождевальные аппараты, вращающиеся за счет реактивного действия струи.

Рассмотрим конструкцию наиболее распространенного среднеструйного дождевального аппарата с приводом от качающегося коромысла.

На рисунке 22 изображен среднеструйный дождевальный аппарат широкозахватной многоопорной дождевальной машины ДКШ-64 “Волжанка”. Он состоит из стакана 1, который переходит в ствол 2, оканчивающийся большим 3 и малым 4 соплами. В стволе расположен успокоитель (выпрямитель) потока 5. На стволе 2 шарнирно закреплено коромысло 6, подпружиненное относительно ствола пружиной 7. Коромысло 6 снабжено на своем конце двумя лопатками 8 и 9. Стакан 1 через втулку 10 соединен со штуцером 11, посредством которого аппарат устанавливается на трубопроводе машины.

Работает данный аппарат следующим образом (рис. 23). Струя воды, вытекающая из большого сопла 3, выталкивает лопатку 8 по направлению стрелки, при этом коромысло 6 отбрасывается в сторону на определенный угол и закручивает пружину 7. Обратный ход коромысла совершает под действием пружины. В конце этого хода лопатка 9 втягивается струей, действие которой дополнительно толкает коромысло в направлении его движения. В конце обратного хода коромысло ударяет о прилив ствола, поворачивая последний на некоторый угол. Далее цикл повторяется, и ствол при этом вращается вокруг вертикальной оси. Малое сопло служит для орошения близлежащей около аппарата площади, а большое сопло для орошения периферийной части площади. Успокоитель или выпрямитель потока 5, расположенный в проточной полости ствола аппарата предназначен для выравнивания потока и снижения турбулентных пульсаций, что способствует увеличению дальности полета струи.

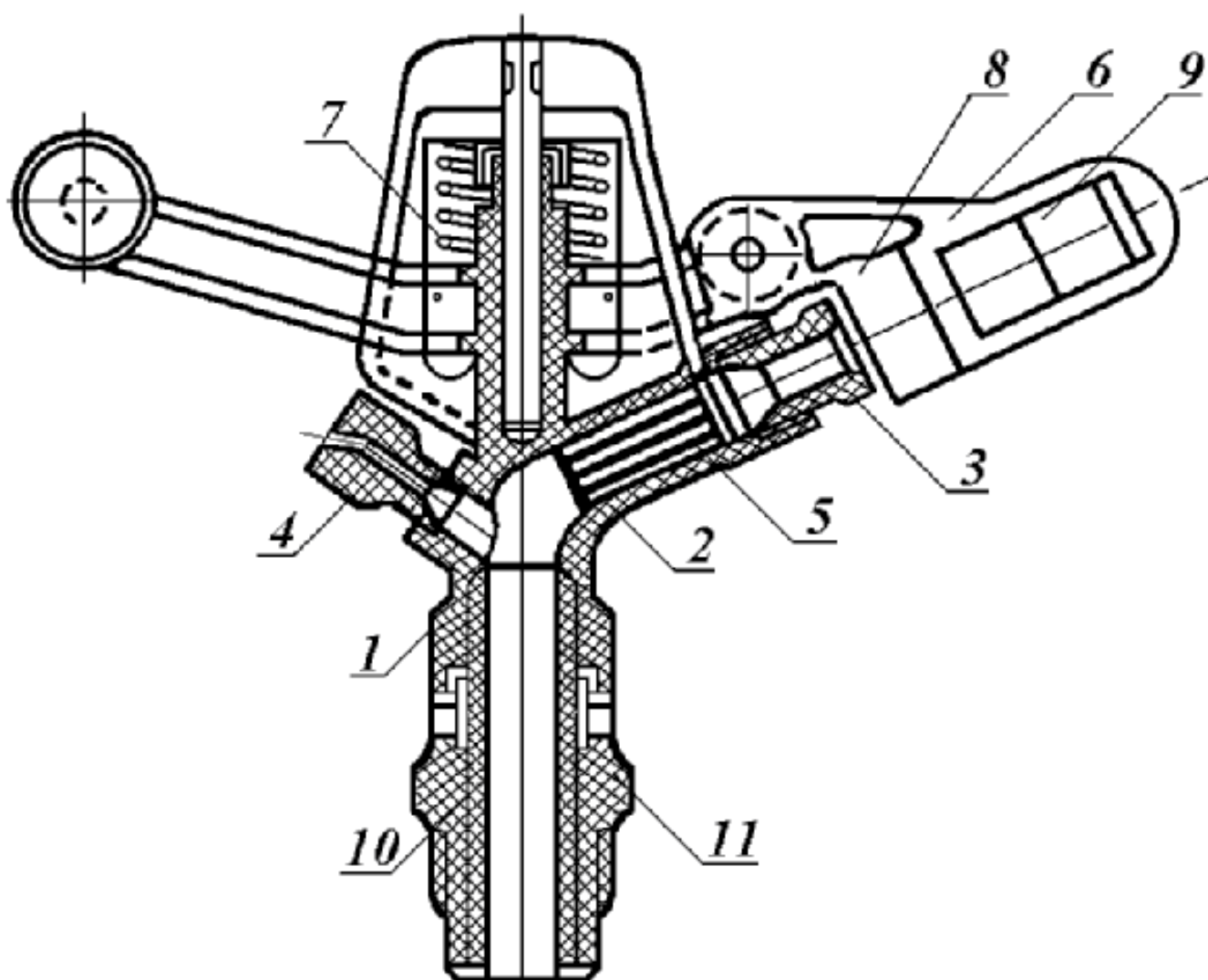


Рис. 22. Среднеструйный дождевальный аппарат широкозахватной многоопорной дождевальной машины ДКШ – 64 "Волжанка":

1 – стакан; 2 – ствол; 3, 4 – большое и малое сопло соответственно; 5 – успокоитель; 6 – коромысло; 7 – пружина; 8, 9 – лопатки; 10 – втулка; 11 – штуцер

Основной характеристикой дождевального аппарата является его расходно-напорная характеристика. По этой характеристике при известном конструктивном выполнении аппарата можно рассчитать основные характеристики создаваемого аппаратом дождя, необходимые для его агротехнической оценки. Для учета динамического воздействия дождя на почву необходимо также знать и скорость вращения аппарата.

Цель лабораторной работы

Исследовать работу дождевального аппарата с коромыслом, качающимся в горизонтальной плоскости, снятие его расходно-напорной характеристики и установление зависимости угловой скорости от напора воды.

Описание экспериментальной установки

Лабораторная установка для испытаний дождевального аппарата (рис. 24) состоит из струеоградительного прозрачного колпака 1, стояка 2, на котором установлен дождевальный аппарат 3, сливного патрубка 4 и подводящего патрубка 5, соединенного со стоком 2. На подводящем патрубке установлены манометр 6, водомерный счетчик 7 и регулировочный вентиль 8. На крышке прозрачного колпака 1 имеются градусные деления для определения угла поворота дождевального аппарата.

Порядок проведения работы

1. Установить плавным поворотом регулировочного вентиля 8 давление $P_{\min}$, при котором дождевальный аппарат начинает вращаться.
2. Определить по водомерному счетчику 7 количество воды, поступающей в дождевальный аппарат за время опыта t , измеряемое с помощью секундомера.
3. Определить по градуировке крышки струеоградительного колпака 1 угол поворота ствола дождевального аппарата за время опыта.
4. Провести последующие опыты, повышая давление на манометре через $0,5 \text{ кг/см}^2$ путем открытия вентиля 8 с повторением последовательно операций, описанных выше и соответствующих п. 2, 3.

Обработка опытных данных

1. Вычислить по показанию водомерного счетчика количество воды, поступившей в аппарат за время опыта,

$$V = (n_2 - n_1) \cdot 1000, \text{ дм}^3,$$

где n_1 – показание водомерного счетчика до опыта, м^3 ;

n_2 – тоже в конце опыта, м^3 .

2. Рассчитать расход дождевального аппарата по формуле

$$Q = V/t, \text{ л/с},$$

где V – количество воды, поступившей в аппарат за время опыта, м^3 ;

t – время опыта, с.

3. Определить угловую скорость вращения аппарата:

$$\omega = \frac{2\pi}{t'}, \text{ рад/с},$$

где t – время поворота аппарата.

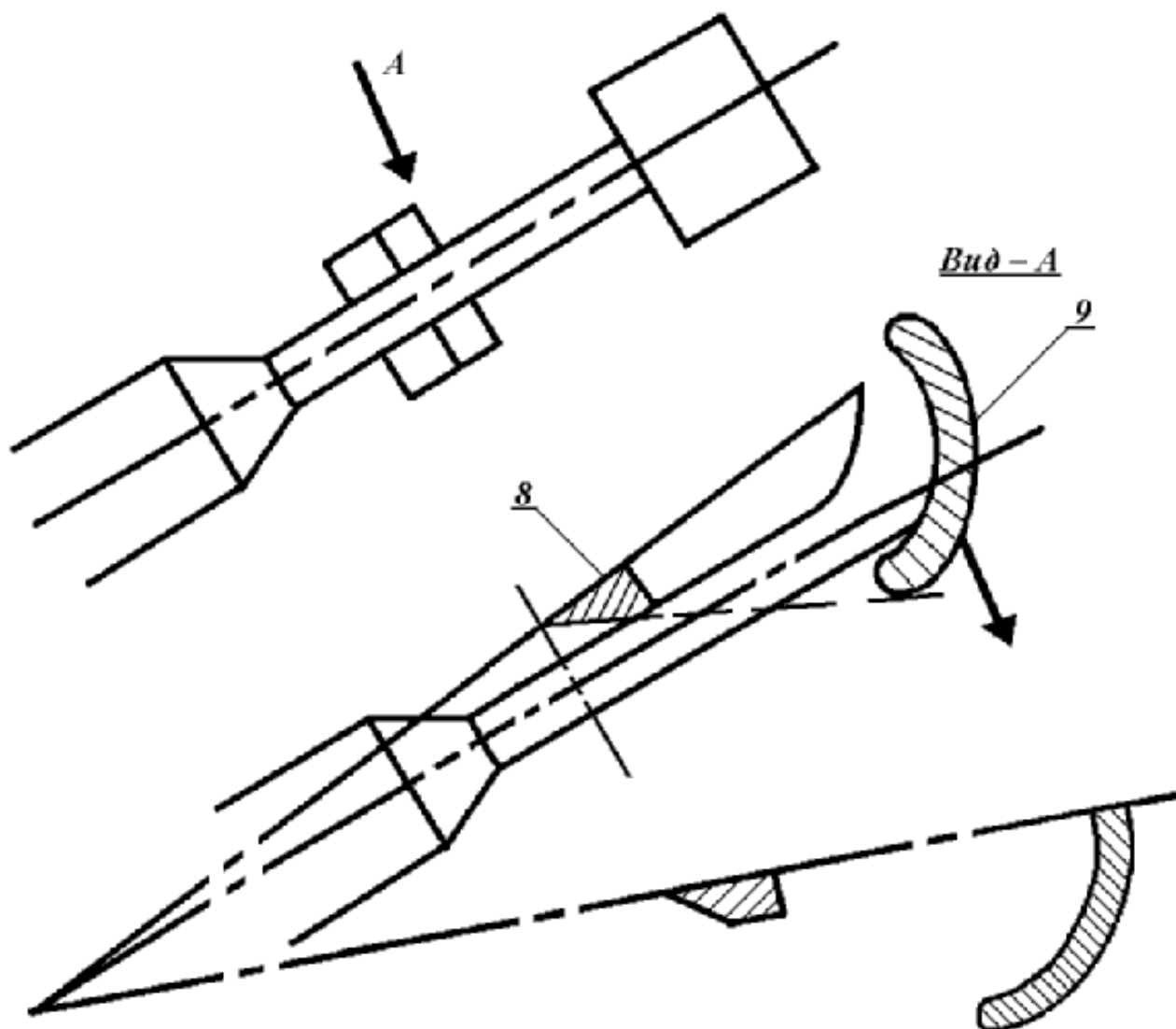


Рис. 23. Схема работы среднеструйного дождевального аппарата

4. Определить напор на стояке аппарата:

$$H = \frac{P_M}{\gamma}, \text{ м.в.ст.},$$

где γ – удельный вес воды $9,81 \text{ кН/м}^3$; P_M – показание манометра кН/м^2 (кг/см^2).

5. Поместить результаты измерения и расчетов в таблицу опытных данных.

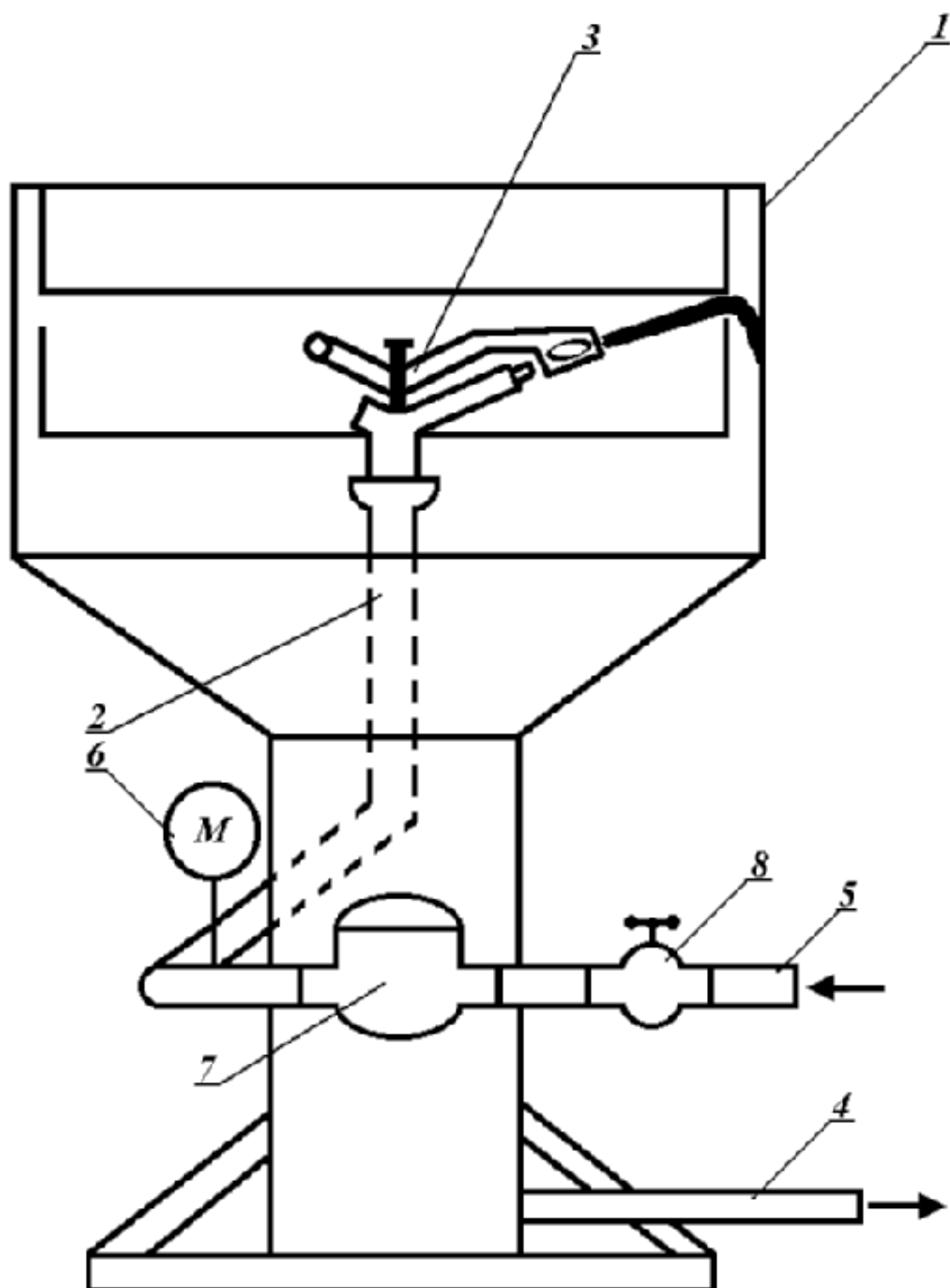


Рис 24. Схема установки для исследования работы дождевального аппарата

Таблица опытных данных

№ п/п	Показатель	Единица измерения	Опыт				
			1	2	3	4	5
1	Давление по манометру P_m	кг/см ²					
2	Напор $H = \frac{P_m}{\gamma}$	м.в.ст.					
3	Время опыта t	с					
4	Показание водомерного счетчика						
	в начале опыта n_1 в конце опыта n_2	м ³ м ³					
5	Количество воды, поступившей в аппарат за время опыта $V = (n_2 - n_1) \cdot 1000$	дм ³					
6	Расход аппарата $Q = \frac{V}{t}$	л/с					
7	Угол поворота аппарата φ	град					
8	Угловая скорость вращения аппарата $\omega = \frac{2\pi}{t'}$	рад/с					

Построить расходно-напорную $Q - H$ и скоростную $\omega - H$ характеристики дождевального аппарата.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Работа 8. Испытание центробежного насоса.....	3
Работа 9. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов.....	10
Работа 10. Испытание шестеренного насоса.....	17
Работа 11. Испытание гидрораспределителя.....	23
Работа 12. Изучение работы водоструйной водоподъемной установки.....	27
Работа 13. Испытание работы воздушного водоподъемника (эрлифта).....	33
Работа 14. Изучение работы автоматизированной пневматической водоподъемной установки.....	37
Работа 15. Изучение работы дождевального аппарата.....	43

*Методические указания по выполнению
лабораторных работ*

ИСАЕВ

Алексей Павлович

КОЖЕВНИКОВА

Наталья Георгиевна

БЕКЕШЕВ

Борис Тимофеевич

КРИВЧАНСКИЙ

Виктор Филиппович

ГИДРАВЛИКА, ГИДРОМАШИНЫ

И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Редактор Кунахович Г.А.

План 2002 г., п. 0,29, 0,30

Подписано к печати

Формат 60 x 84/16

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Уч.-изд. л. 3

Тираж 200 экз.

Заказ №

Цена 30 р.

Московский государственный
агроинженерный университет
имени В.П. Горячкина

Отпечатано в лаборатории
оперативной полиграфии
Московского государственного
агроинженерного университета
имени В.П. Горячкина

127550, Москва, Тимирязевская, 58