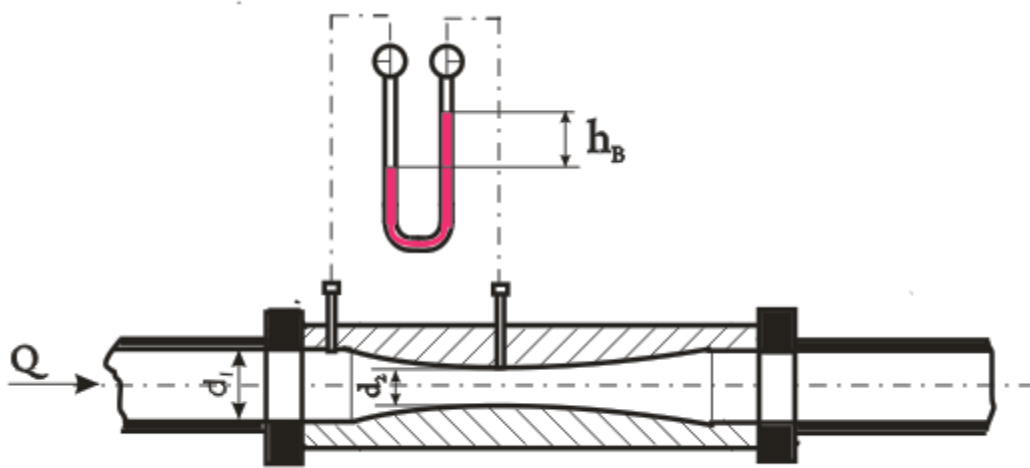


АРМАТУРА, ПРИБОРЫ УПРАВЛЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ХОЛОДИЛЬНОГО И КРИОГЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Учебно-методическое пособие
для выполнения лабораторных работ**



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Кафедра «Энергетические системы и комплексы традиционных
и возобновляемых источников»

**АРМАТУРА, ПРИБОРЫ УПРАВЛЕНИЯ
И РЕГУЛИРОВАНИЯ
ХОЛОДИЛЬНОГО
И КРИОГЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Учебно-методическое пособие
для выполнения лабораторных работ

Севастополь
СевГУ
2024

УДК 621.56/.59(076)

ББК 31.392я73

А83

Р е ц е н з е н т ы:

А.А. Скидан - канд. техн. наук

В.М. Завьялов – д-р техн. наук

Составители: В.Е. Губин, Е.В. Глушкова, Н.К. Корнеева, В.О. Пантель

А83 Арматура, приборы управления и регулирования холодильного и криогенного оборудования: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ / Севастопольский государственный университет, Институт ядерной энергии и промышленности, кафедра «Энергетические системы и комплексы традиционных и возобновляемых источников»; сост. В.Е. Губин, Е.В. Глушкова, Н.К. Корнеева, В.О. Пантель. – Севастополь: СевГУ, 2024. – 55 с.: ил. – Текст: электронный.

Сборник составлен в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и основной образовательной программы направления подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения». Данное учебно-методическое пособие дает систематизацию, закрепление и углубление теоретических знаний и практических навыков, полученных при изучении дисциплины «Арматура, приборы управления и регулирования холодильного и криогенного оборудования».

Пособие может быть использовано студентами других технических вузов и направлений подготовки, изучающих данный курс.

УДК 621.56/.59(076)

ББК 31.392я73

Рассмотрено и рекомендовано к изданию на заседании ученого совета Института ядерной энергии и промышленности, протокол № 9 от 30 апреля 2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. Определение коэффициента трения по длине трубопровода и коэффициентов местных сопротивлений	6
Краткое описание работы.....	7
Задачи лабораторной работы:.....	11
Инструкция по технике безопасности	12
Порядок выполнения работы	13
Примерный план отчета	14
Вопросы для самоконтроля.....	15
Литература	17
Тест к лабораторной работе № 1	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Испытание регулирующей арматуры ..	25
Порядок проведения работы	32
Обработка результатов испытаний:	33
Примерный план отчета:	34
Вопросы для самоконтроля.....	34
Литература	34
Примеры регулирующей арматуры	35
Тест к лабораторной работе № 2.....	43

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

λ – коэффициент сопротивления на трение по длине трубопровода;
 ξ – коэффициент местных сопротивлений в трубопроводах;
 v – скорость потока жидкости;
 ℓ – длина участка трубопровода;
 Q – расход жидкости;
 Δp_p – потери давления среды вследствие расширения потока за сужением регулирующего клапана;
 $\Delta p_{p.o.}$ – потери давления среды в регулирующем органе регулирующего клапана (наблюдаемый перепад);
 Δp_κ – потери давления среды в корпусе регулирующего клапана;
 p_c – падение давления среды до минимального;
 Δp_c – перепад минимального давления среды (внутренний перепад);
 p_1 – давление среды на входе в регулирующий клапан;
 p_2 – давление среды на выходе регулирующего клапана;
 K_{vs} – пропускная способность регулирующего клапана;
 K_{vy} – условная пропускная способность регулирующего клапана;
 K_{vo} – начальная пропускная способность регулирующего клапана;
 $K_{v\text{ мин}}$ – минимальная пропускная способность регулирующего клапана;
 Kv_{100} – максимальная пропускная способность регулирующего клапана;
 K_{vt} – пропускная способность системы (трубопровода);
 q – относительная пропускная способность регулирующего клапана;
 ℓ – относительный ход затвора регулирующего клапана;
 K_v – пропускная характеристика регулирующего клапана;
 S – ход затвора регулирующего клапана;
 $S_{\text{мин}}$ – минимальный ход затвора регулирующего клапана;
 $S_{\text{макс}}$ – максимальный ход затвора регулирующего клапана;
 m – коэффициент пропорциональности (тангенс угла наклона характеристики);
 D – диапазон регулирования регулирующего клапана;
 n – характер и степень различия пропускной и расходной характеристик;
 D_y – условный диаметр прохода ход регулирующего клапана.

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные работы, представленные в учебно-методическом пособии, дают возможность проверить основные положения, лежащие в основе построения теоретических выводов, законов и формул дисциплины «Арматура, приборы управления и регулирования холодильного и криогенного оборудования».

Лабораторные работы позволяют:

- привить навыки экспериментальных работ;
- более глубоко проработать теоретические основы курса;
- ознакомиться с методикой использования справочной литературы;
- ознакомиться с устройством и работой гидравлических систем, приборов и регулирующей арматуры.

Студент должен внимательно ознакомиться с содержанием работы.

Во время проведения лабораторных работ преподаватель проверяет знание студентами теоретического материала в рамках тестовых вопросов и выявляет степень подготовленности учебной группы к работе. Если студент не отвечает на поставленные вопросы, то к лабораторной работе не допускается и получает от преподавателя индивидуальное задание.

После опроса преподаватель объясняет цель работы, краткое её содержание и дает организационные указания. Затем студенты разбиваются на рабочие подгруппы и переходят в распоряжение инженерного состава, который конкретно знакомит их с экспериментальными установками и приборами и организуют работу каждой подгруппы.

Завершив экспериментальную часть, студенты приступают к самостоятельной обработке опытных данных, оформляя отчет в тетради для лабораторных работ.

Предварительное ознакомление с содержанием работы по руководству в часы самостоятельных занятий, внимательное прослушивание объяснений преподавателя, самостоятельная, аккуратная и вдумчивая работа по оформлению отчета по лабораторной работе дает возможность студентам успешно защитить проделанную работу.

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ПО ДЛИНЕ ТРУБОПРОВОДА И КОЭФФИЦИЕНТОВ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Насос, работающий в составе энергетической системы, должен обеспечивать создание напора, позволяющего преодолеть все гидравлические, статические и динамические, составляющие суммарного сопротивления системы. Для определения потерь необходимо знать коэффициенты. К ним относятся:

- коэффициент сопротивления на трение по длине трубопровода (λ);
- коэффициент местных сопротивлений в трубопроводах ξ (оборудование, арматура, повороты, изменение диаметра трубопровода и т.д.)

Из курса ГГД известно, что суммарные гидравлические сопротивления трубопровода определяются по формуле:

$$\Sigma h = \lambda \frac{\ell c}{d^{2q}} + \Sigma \zeta \frac{c^2}{2q} = \frac{8}{q\pi^2 d^4} \left(\lambda \frac{\ell}{d} + \Sigma \zeta \right) \cdot Q^2 = kQ^2,$$

где λ и ζ – коэффициенты сопротивления трения по длине трубы и местные сопротивления; $k = \frac{8}{q\pi^2 d^4} \left(\lambda \frac{\ell}{d} + \Sigma \zeta \right)$ – безразмерный коэффициент, определяющий суммарные потери тракта циркуляции насоса, включающий местные и гидравлические сопротивления системы; ℓ – длина участка трубопровода.

Нахождение величин коэффициентов λ и ξ – задача данной лабораторной работы.

Краткое описание работы

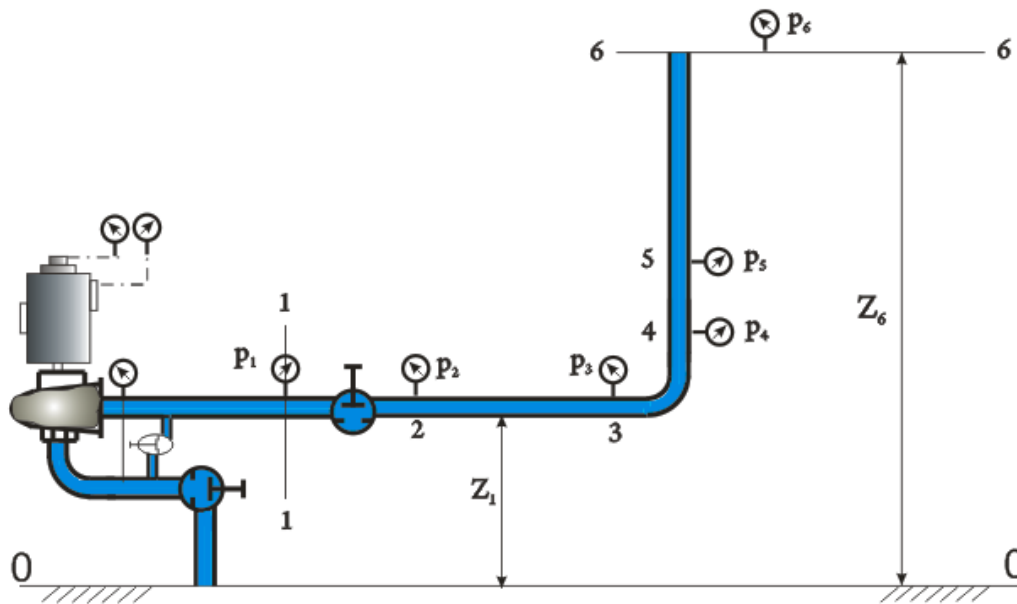


Рис. 1. Трубопровод

Для трубопровода, изображенного на рис. 1, основной расчетной зависимостью является уравнение Бернулли для двух сечений потока 1-1 и 6-6:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_6 + \frac{p_6}{\gamma} + \frac{\alpha_6 v_6^2}{2g} + h_{w1-6}, \text{ м} \quad (1)$$

где z_1, z_6 – высотные отметки живых сечений потока, м;

p_1, p_6 – давление в этих сечениях, Па;

v_1, v_6 – средние по сечению скорости потока жидкости, м/с;

h_{w1-6} – потери напора между сечениями 1-1 и 6-6, м.

Общие потери напора в трубопроводе между двумя сечениями определяются

$$h_{w1-6} = \sum_1^6 h_f + \sum_1^6 h_j, \text{ м}, \quad (2)$$

где h_f – потери напора на трение по длине расчетного участка, м;

h_j – потери напора на местных сопротивлениях (клапана, повороты и т.д.) на этом участке, м.

Потери напора на трение по длине трубы ℓ с диаметром d (рис. 2) могут быть определены по формуле

$$h_f = \lambda \frac{\ell}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}, \text{ м} \quad (3)$$

где λ – коэффициент сопротивления трения по длине трубопровода;

v – средняя по сечению трубы скорость, которая может быть определена, если известен расход жидкости Q как

$$v = \frac{Q}{S}, \text{ м/с,}$$

где S – площадь живого сечения потока, м^2 , для трубы круглого сечения

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}, \text{ м/с,}$$

Потери напора на участке местного сопротивления определяется по формуле

$$h_j = \xi \frac{v^2}{2g}, \text{ м} \quad (4)$$

где ξ – коэффициент местного сопротивления.

Здесь средняя по сечению скорость берется на участке трубы после местного сопротивления.

Например, для клапана, изображенного на рис. 3,

$$h_{\kappa\lambda} = \xi_{\kappa\lambda} \cdot \frac{v^2}{2g}, \text{ м.} \quad (5)$$

От точности определения входящих в формулы (3) и (4) коэффициентов λ и ξ зависит точность определения потерь напора h_f и h_j , следовательно, точность расчета всей магистрали трубопровода. Коэффициенты λ и ξ определяются в опыте.

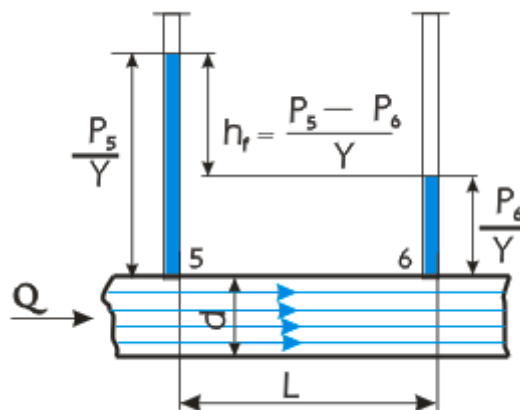


Рис. 2. Участок трубопровода без местных сопротивлений

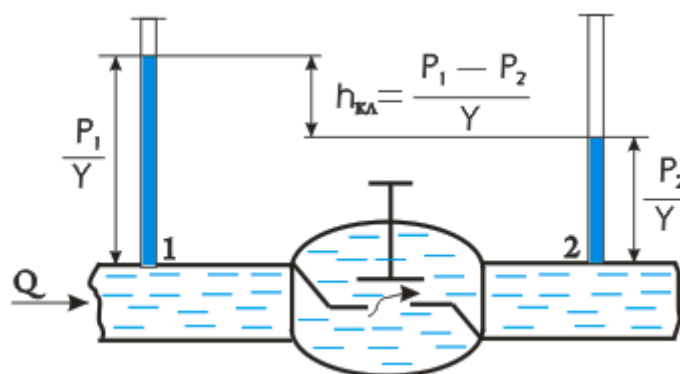


Рис. 3. Участок трубопровода с проходным открытым клапаном

Эту цель и предусматривает настоящая лабораторная работа. Потери напора на трение по длине трубопровода обусловлены действием в вязкой жидкости касательных напряжений.

Исследования показывают, что в общем случае коэффициент сопротивления трения λ зависит от числа Рейнольдса Re и относительной шероховатости внутренней поверхности трубы $\frac{k}{d}$:

$$\lambda = f\left(Re; \frac{k}{d}\right), \quad (6)$$

где k – средняя высота бугорков шероховатости, м;

d – диаметр трубопровода, м;

При определенных режимах течения жидкости и состояния внутренней поверхности трубы коэффициент λ может быть определен аналитической или эмпирической зависимостью.

Так, для ламинарного режима течения жидкости, когда число Рейнольдса не превышает нижнего критического числа $Re < Re_{кр}^H$, коэффициент λ может быть определен аналитической зависимостью

$$\lambda = \frac{64}{Re}. \quad (7)$$

В остальных случаях, когда $Re > Re_{кр}^H$, коэффициент λ определяется или эмпирической зависимостью, или, как правило, экспериментально в опыте.

Коэффициент местного сопротивления ξ в меньшей степени зависит от режима течения (до $Re \leq 10^5$), в основном от вида местного сопротивления и его геометрических характеристик. Определяется только в опыте.

Опытные значения коэффициентов λ и ξ для трубопроводов различных форм сечения даются в справочной литературе по гидромеханике в виде графиков и таблиц. Наиболее полные сведения по гидравлическим сопротивлениям различных потоков капельной жидкости и газов даны в [3].

Значения λ , в зависимости от диаметра трубопровода и состояния его внутренней поверхности, а так же значения ξ в зависимости от вида местного сопротивления приведены в табл. 1 и 2 приложения. Эти данные соответствуют турбулентному режиму течения.

Для измерения расхода жидкости на определенных участках трубопроводов устанавливаются расходомеры дроссельного типа – трубка Вентури, дроссельная шайба (диафрагма) (рис. 4, 5).

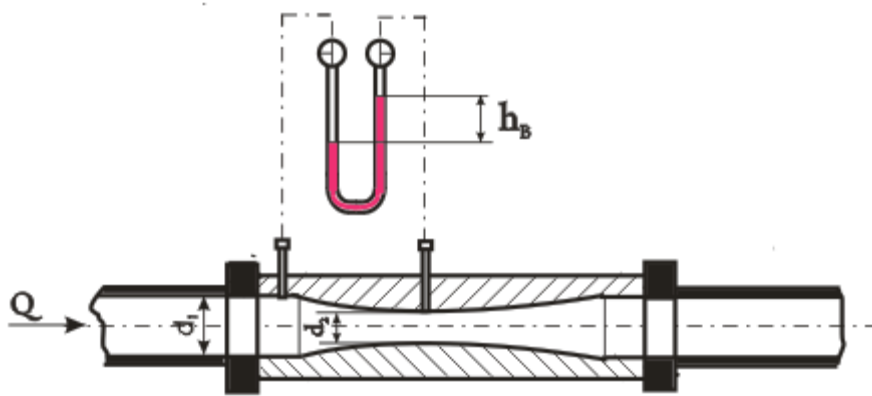


Рис. 4. Расходомер дроссельного типа – трубка Вентури

Расход жидкости Q через трубопровод определяется в зависимости от потерь напора в трубке Вентури h_v и в диафрагме h_{di} :

$$Q = k_v \sqrt{h_v}, \text{ м}^3/\text{с}; \quad (8)$$

$$Q = k_{di} \sqrt{h_{di}}, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (9)$$

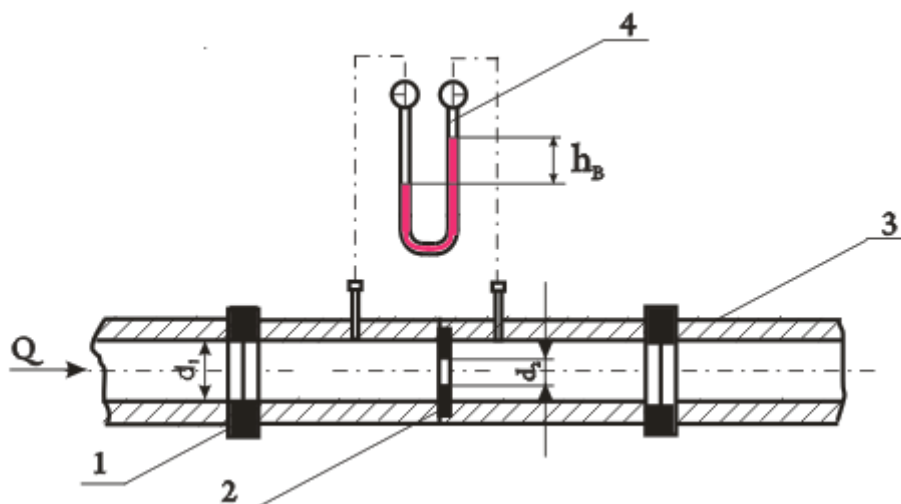


Рис. 5. Расходомер дроссельного типа – дроссельная шайба (диафрагма):
1 – фланец; 2 – диафрагма; 3 – труба; 4 – дифференциальный манометр

Тарировка расходомеров этого типа заключается в опытным нахождении коэффициентов h_{ϵ} и $h_{\text{ш}}$ в определенном диапазоне чисел Рейнольдса Re и могут быть выражены графической зависимостью

$$k_{\epsilon} = f_1(Re),$$

$$k_{\text{ш}} = f_2(Re).$$

Коэффициенты $k_{\text{в}}$ и $k_{\text{ш}}$ находятся в опыте при определенных значениях Q , $h_{\text{в}}$, $h_{\text{ш}}$.

Расход жидкости в трубе Q может быть определен различными приборами, имеющимся в лаборатории. Однако наиболее целесообразнее использовать объемный способ с помощью мерного бака, как наиболее простой и точный способ измерения расхода жидкости Q .

Жидкость из трубопровода поступает в тарированный бак. Определяется время t (с) заполнения определенного его объема V (м³), тогда

$$Q = V / t, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (10)$$

Объем вытекающей жидкости из трубопровода V может быть определен и механическим водомером, установленном на трубопроводе. Время t определяется секундомером.

Зная расход жидкости Q и площадь живого сечения водовода S , находят среднюю скорость движения жидкости в сечении потока

$$v = Q/S, \text{ м/с}. \quad (11)$$

Для трубопровода круглого сечения диаметром d

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}, \text{ м/с}. \quad (12)$$

Для определения потерь напора на определенном участке трубопровода используют механические приборы (манометры), жидкостные прямые пьезометрические трубки, U-образные дифференциальные манометры и т.д.

Задачи лабораторной работы

1. Экспериментальным путем определить коэффициент сопротивления трения λ по длине ℓ прямой трубы диаметром d .
2. Определить коэффициенты местных сопротивлений клапана $\xi_{\text{кл}}$ и главного поворота $\xi_{\text{пов}}$ на 90° .
3. Полученные значения λ и $\xi_{\text{кл}}$, $\xi_{\text{пов}}$ сравнить с табличными значениями и сделать выводы.

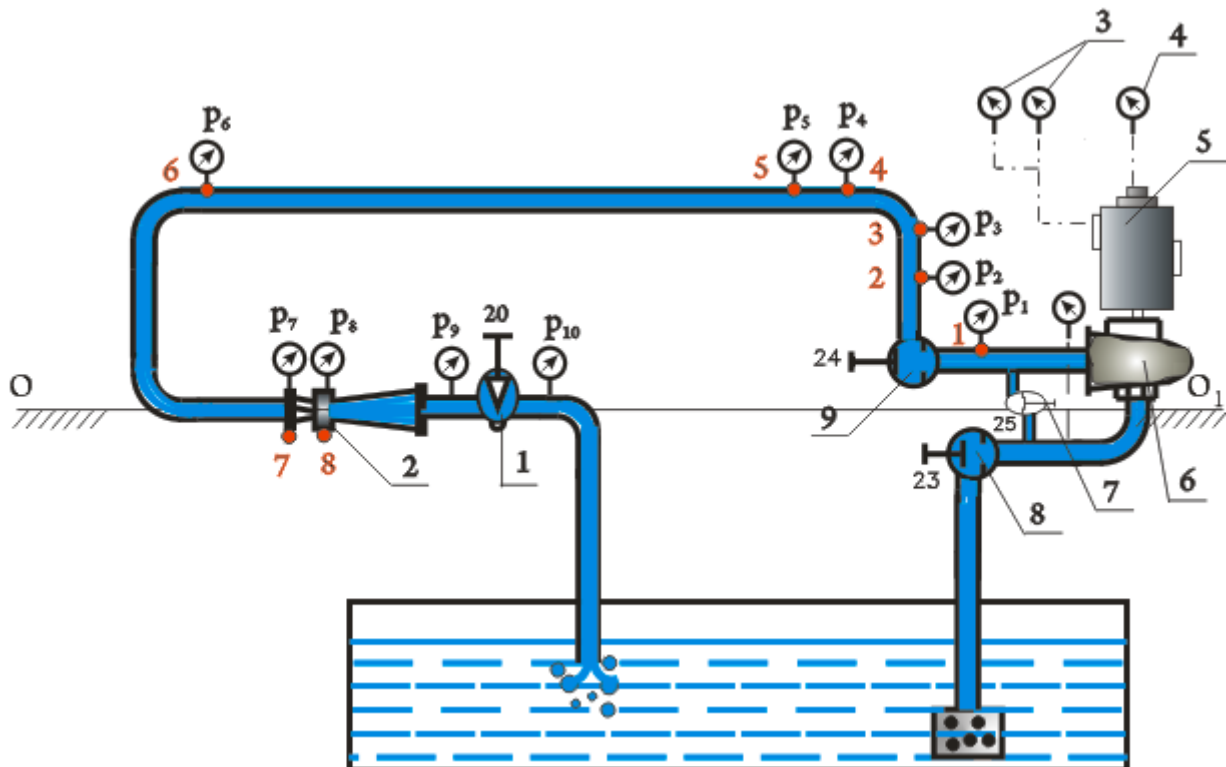


Рис. 6. Схема лабораторной установки

Лабораторная работа по определению λ и ξ проводится на учебном трубопроводе, принципиальная схема которого показана на рис. 6.

Жидкость из расходного бака РБ подается насосом 6 на учебный трубопровод. На участке 1-2 определяется коэффициент сопротивления клапана № 24 ($\xi_{кл}$); на участке 3-4 – коэффициент сопротивления плавного поворота на 90° ($\xi_{пов}$); на участке 5-6 – коэффициент сопротивления трения λ по длине всей трубы. Расход жидкости определяется с помощью расходомера дроссельного типа – трубки Вентури (ТВ) (участок 7-8). Изменение расхода жидкости производится отливной задвижкой № 20, после которого жидкость опять поступает в расходный бак (РБ). Измерение перепадов давления (напора) на указанных участках учебного трубопровода, а также на расходомерах ТВ дроссельная шайба (ДШ) определяет с помощью механических приборов давления манометров $p_1 \dots p_8$. Для этих целей могут быть использованы и U-образные ртутные дифференциальные манометры.

Инструкция по технике безопасности

1. Подача электропитания к лабораторным установкам для проведения опыта производится только руководителем занятий или, по его команде, лаборантом.
2. Не касаться токоведущих и вращающихся частей насосной установки.
3. Не допускать попадания воды в электрооборудование.

4. Быть внимательным, выполнять указания руководящего персонала, не отвлекаться посторонними делами.

Порядок выполнения работы

Лабораторная работа проводится на установке, принципиальная схема которой показана на рис. 6.

Перед началом работы необходимо проверить:

- наличие жидкости в расходном баке РБ до необходимого уровня (не менее 2/3 его объема);

- исправность и наличие всех манометров на учебном трубопроводе.

Приступить к работе в следующей последовательности:

1. Приготовить центробежный насос к работе согласно его инструкции эксплуатации:

- произвести внешний осмотр насосной установки, обратив внимание на наличие всех элементов насосной установки (трубопроводы не разобраны, электродвигатель прибыл из ремонта, контрольно-измерительные приборы после поверки установлены на свои места и т.д.);
- открыть приемный клапан № 23 и проверить закрытие отливного клапана № 24;
- произвести воздухоудаление из полости насоса. Признаком полного воздухоудаления является появление сплошной струи жидкости;
- Провернуть вал насоса вручную. **Внимание!** Эту операцию проводить при полностью обесточенном электродвигателе насоса.

2. Пустить насос 6.

3. Осмотреть и прослушать насос, снять показания приборов и проанализировать их.

4. Медленно открыть клапан № 24.

5. Убедиться в поступлении жидкости в трубопровод. Снять показания всех имеющихся манометров $p_1, \dots, p_8$ при 3-х положениях клапана № 20: приоткрыт на 1/3, приоткрыт на 1/2, полностью открыт.

6. По показаниям манометров, p_1, p_8 на трубке Вентури найти расход жидкости $Q_{тр}$ и среднюю по сечению скорость в учебном трубопроводе v :

$$h = \frac{p_1 - p_8}{\rho g}, \text{ м; } Q = k_B \sqrt{h_B}, \text{ м}^3/\text{с; } v = \frac{4Q}{\pi d^2}, \text{ м/с.}$$

Коэффициент k_B задан в паспорте на данный расходомер.

7. Произвести расчет перепадов давлений (напора) и коэффициентов сопротивлений на участках учебного трубопровода:

- на участке 1-2 клапан проходной № 24:

$$h_{кл} = \frac{p_1 - p_2}{\rho g} = \xi_{кл} \frac{v^2}{2g}, \text{ м}; \quad \xi_{кл} = \frac{2g \cdot h_{кл}}{v^2};$$

- на участке 3-4 плавный поворот на 90° :

$$h_{пов} = \frac{p_3 - p_4}{\rho g} = \xi_{пов} \frac{v^2}{2g}, \text{ м}; \quad \xi_{пов} = \frac{2g \cdot h_{пов}}{v^2};$$

- на участке 5-6 трубопровода диаметром d и длиной ℓ :

$$h_f = \frac{p_5 - p_6}{\rho g} = \lambda \frac{\ell}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}, \text{ м}; \quad \lambda = \frac{2h_f}{v^2} \cdot \frac{d}{\ell}.$$

Примерный план отчета

Данные лабораторной установки, показание манометров $p_1 \dots p_8$, результаты расчетов внести в табл. отчета. Сравнить полученные в работе коэффициенты с табличными значениями (приложения в табл. № 4, 5 «Сборник лабораторных работ по курсу «ГГД» Б.В. Очеретько и др. Севастополь, 1999), сделать выводы.

Т а б л и ц а 1

Наименование величины	Обозначение, формула	Единица измерения	Опыт 1 $n = 3000$ об/мин	Опыт 2 $n = 3200$ об/мин
1	2	3	4	5
Диаметр трубы на клапане (1-2)	$d_{кл}$	м		
Диаметр поворота (3-4)	$d_{пов}$	м		
Диаметр прямого участка (5-6)	d_ℓ	м		
Длина прямого участка	ℓ	м		
Коэффициент трубки Вентури	k_ϵ	м		
Показание манометров (пьезометров)	p_1	Па		
	p_2	Па		
	p_3	Па		
	p_4	Па		
	p_5	Па		
	p_6	Па		
	p_7	Па		
	p_8	Па		
Трубка Вентури (7-8)	$h_\epsilon = \frac{p_7 - p_8}{\rho \cdot g}$	м		
Клапан (1-2)	$h_{кл} = \frac{p_1 - p_2}{\rho \cdot g}$	м		

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Поворот (3-4)	$h_{нов} = \frac{p_3 - p_4}{\rho \cdot g}$	м		
Прямой участок (5-6)	$h_f = \frac{p_5 - p_6}{\rho \cdot g}$	м		
Расход жидкости	$Q = k_v \sqrt{h_6}$	м ³ /с		
Скорость на участке клапана (1-2)	$v_{1-2} = 4 \cdot Q / \pi \cdot d_{кл}^2$	м/с		
Скорость на участке плавного поворота на 90° (3-4)	$v_{3-4} = 4 \cdot Q / \pi \cdot d_{нов}^2$	м/с		
Скорость на прямом участке тр-да (5-6)	$v_{5-6} = 4 \cdot Q / \pi \cdot d_{\ell}^2$	м/с		
Клапан проходной (участок 1-2)	$\xi_{кл} = \frac{2g \cdot h_{кл}}{v_{1-2}^2}$	-		
Плавный поворот на 90° (участок 2-3)	$\xi_{нов} = \frac{2g \cdot h_{пов}}{v_{3-4}^2}$	-		
Прямой трубопровод (участок 5-6)	$\lambda = \frac{2g \cdot h_f \cdot d}{v_{5-6}^2 \cdot \ell}$	-		
Клапан проходной	$\xi_{кл}$ (табличное)	-		
Плавный поворот на 90°	$\xi_{нов}$ (табличное)	-		
Прямой участок	λ (табличное)	-		

Вопросы для самоконтроля

1. Какие существуют режимы течения жидкости?
2. Какие характерные величины входят в критерий Рейнольдса?
3. Какая скорость входит в структуру критерия Рейнольдса для потока в трубе круглого сечения?
4. От каких факторов зависит коэффициент расхода жидкости через отверстие?
5. От каких факторов зависит коэффициент сопротивления трения по длине трубы?
6. От каких факторов зависит коэффициент местного сопротивления?
7. С помощью каких приборов могут быть измерены перепады напоров на участках трубопровода?
8. Назначение трубопроводов на АЭС.
9. Способы соединения трубопроводов.
10. Что такое D_y трубопровода.
11. Требования к трубопроводам.
12. что такое магистральный трубопровод.
13. Определение насоса.

14. Определение динамического насоса.
15. Порядок приготовления ЦН к работе.
16. Почему ЦН пускается на закрытый напорный клапан?
17. Сколько времени ЦН может работать на закрытый напорный клапан?
18. Определение подачи насоса.
19. Определение напора насоса.
20. Определение давления насоса.

Т а б л и ц а 2

Значение коэффициента сопротивления λ для круглых труб

Диаметр трубы, м	Чистые трубы	Нормальные расчетные условия	Грязные трубы
0,05	0,039	0,049	0,64
0,075	0,0357	0,0467	0,061
0,1	0,0324	0,0424	0,0552
0,125	0,0305	0,0392	0,0513
0,15	0,0282	0,037	0,0483
0,175	0,0269	0,0351	0,0456
0,2	0,0257	0,0334	0,0438
0,225	0,0247	0,0323	0,042
0,25	0,0238	0,0311	0,0408
0,3	0,0225	0,0294	0,0385
0,4	0,0204	0,0267	0,0349
0,5	0,0189	0,0233	0,0323
0,6	0,0179	0,0228	0,0305
0,7	0,017	0,0223	0,0289
0,8	0,0162	0,0212	0,0276

Т а б л и ц а 3

Средние данные для коэффициентов местных сопротивлений

Наименование местного сопротивления	Значение ξ_i
Клапан проходной	3...7,6
Клапан угловой	2...3,5
Клапан приемный с предохранительной сеткой	5...10
Клапанная коробка	3,5
Кран проходной	1,4...3,0
Задвижка клиновая	0,1...0,6
Сетка приемная	0,3...1,0
Резкий поворот на 90° без закругления	1,25...1,5
Плавный поворот на 90°	0,25...0,5
Тройник прямой при отборе жидкости	0,9...1,5
Тройник прямой без отбора жидкости	0,1...0,2
Вход в трубу без закругления входного отверстия	0,3...0,5
Вход в трубу, при хорошо закругленной кромке	0,1...0,25
Свободный выход из трубы в большую емкость	1,0

Литература

1. Патрашев А.Н., Кивако Л.А., Гожий С.И. Прикладная гидромеханика. – М.: Воениздат, 1970. – С. 50-52, 94-96, 365-370, 439-459.
2. Германов А.И., Очеретько Б.В. Истечение жидкости через отверстия и насадки. – ВМФ, 1981.
3. Примеры расчетов по гидравлике / Альтшуль А.Д. и др. – М.: Стройиздат, 1976.
4. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – Л.: Госэнергоиздат, 1978. – Гл. ХУ1, Раздел. 2 Движение потока по прямым трубам и каналам. – С. 48-58.
5. Кремлевский П.П. Расходомеры. – Л.: Машгиз, 1963.
6. Мирошниченко С.Т. Методические указания по выполнению РГР «Определение рабочих параметров центробежного насоса в составе системы...». – Севастополь: СНИЯЭиП, 2001.
7. Сборник лабораторных работ по курсу «Гирогазодинамика» / Очеретько Б.В. и др. – Севастополь: СНИЯЭиП, 1999.

Тест к лабораторной работе № 1

1. Укажите, по какой формуле определяется число Рейнольдса (Re) для трубопровода:

1. $Re = \frac{vd}{\nu}$.
2. $Re = \frac{dv}{\nu}$.
3. $Re = \frac{\nu v}{d}$.
4. $Re = \frac{\rho \nu v}{d}$.

2. Значение верхнего критического числа Рейнольдса:

1. $(10...12)10^3$.
2. $(2...2,3)10^3$.
3. $(3...4)10^3$.
4. $(5...6)10^3$.

3. Значение нижнего критического числа Рейнольдса:

1. 2000...2300.
2. 8000...9000.
3. 10000...12000.
4. 800...1000.

4. Что такое верхнее критическое число Рейнольдса?

1. Переход ламинарного режима в турбулентный.
2. Переход турбулентного режима в ламинарный.

5. Что такое нижнее критическое число Рейнольдса?

1. Переход турбулентного режима в ламинарный.
2. Переход ламинарного режима в турбулентный.

6. Какие параметры движения жидкости в трубопроводе надо знать, чтобы определить режим течения?

1. Скорость, диаметр трубопровода, коэффициент кинематической вязкости, сравнить с нижним критическим значением числа Рейнольдса.
2. Скорость, плотность, коэффициент кинематической вязкости.
3. Скорость, давление, длину трубопровода, сравнить с верхним критическим значением числа Рейнольдса.

7. Какой режим течения между нижним критическим значением числа Рейнольдса и верхним?

1. Переходный.
2. Турбулентный.
3. Ламинарный.

8. При каких значениях числа Рейнольдса ламинарный режим переходит в турбулентный?

1. 10000...12000.
2. 4000...6000.
3. 3000...4000.
4. 5000...7000.

9. При каких значениях числа Рейнольдса турбулентный режим переходит в ламинарный?

1. 2000...2300.
2. 3000...4000.
3. 4000...5000.
4. 10000...12000.

10. Как определить среднюю скорость потока жидкости в сечении трубопровода?

1. $v_{cp} = \frac{4Q}{\pi d^2}$.
2. $v_{cp} = \frac{4}{\pi d^2}$.
3. $v_{cp} = \frac{\pi d^2}{4Q}$.

11. Чему равна кинетическая энергия в сечении потока жидкости на единицу весового расхода?

1. $\frac{\alpha v^2}{2g}$.

2. $\frac{\alpha v^2}{2\pi}$.

3. $\frac{2g}{v_2}$.

4. $\frac{2gv^2}{\pi}$.

12. Чему равна потенциальная энергия в сечении потока жидкости на единицу весового расхода?

1. $z + \frac{p}{\gamma}$.

2. $p + \frac{z}{\gamma}$.

3. $\gamma p + z$.

4. $\frac{p+z}{\gamma}$.

13. Чему равна полная механическая энергия в сечении потока жидкости на единицу весового расхода?

1. $z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha v^2}{2g}$.

2. $\frac{p+z}{\gamma} + \frac{v^2}{2g}$.

3. $\frac{p+z}{\gamma} + \frac{\alpha v^2}{2g}$.

4. $p + \frac{z}{\gamma} + \frac{v^2}{2g}$.

14. Как называется составляющая уравнения Бернулли h_{w1-2} ?

1. Общие гидравлические потери напора на участке от сечения 1-1 до сечения 2-2 потока.

2. Потери гидростатического напора на участке от сечения 1-1 до сечения 2-2 потока.

3. Потери скоростного напора в двух сечениях потока.

15. Из чего складывается h_{w1-2} ?

1. Потери напора на трение по длине трубы и на местных сопротивлениях.

2. Потери напора на местных сопротивлениях h_j .
3. Потери напора на трение по длине трубы h_f .
4. Потери скоростного напора.

16. Чему равен гидростатический напор H_s в трубе?

1. $z + \frac{p}{\gamma}$.
2. $z + \frac{p - p_a}{\gamma}$.
3. $\frac{p - p_a}{\gamma}$.
4. $\frac{\rho(p - p_a)}{\gamma}$.

17. Чему равен пьезометрический напор H_p в трубе?

1. $z + \frac{p - p_a}{\gamma}$.
2. $z + \frac{p}{\gamma}$.
3. $\frac{p - p_a}{\gamma}$.
4. $\frac{\rho(p - p_a)}{\gamma}$.

18. Чему равен скоростной напор h_v в трубе?

1. $\frac{\alpha v^2}{2g}$.
2. $\frac{\rho v^2}{2g}$.
3. $\frac{\gamma v^2}{2}$.
4. $\frac{2gH}{v^2}$.

19. Чему равен гидродинамический напор H_d в трубе?

1. $z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha v^2}{2g}$.
2. $\frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha v^2}{2g} + h_f$.
3. $\frac{p}{\gamma} - z - \frac{\alpha v^2}{2g} + h_j$.

20. Как изменяется давление в сечении потока в трубопроводе?

1. По гидростатическому закону.
2. По закону Паскаля.
3. По закону Бернулли.
4. По закону Эйлера.

21. Как называется величина « α », входящая в уравнение Бернулли для вязкой жидкости?

1. Корректив кинетической энергии на неравномерность распределения скоростей в сечении.
2. Коэффициент динамической вязкости по длине трубопровода.
3. Коэффициент кинематической вязкости по длине трубопровода.
4. Коэффициент скорости.

22. Как определяются потери напора на местных сопротивлениях h_j ?

1. $h_j = \xi_i \frac{v^2}{2g}$.

2. $h_j = \lambda \frac{\ell}{d} \frac{v^2}{2g}$.

3. $h_j = \xi_i \frac{v^2}{k^2}$.

4. $\frac{r}{\gamma} = \frac{\pi d^2}{\alpha}$.

23. Какую скорость принимают при расчетах в сечении трубопровода?

1. Среднюю скорость по сечению трубопровода.
2. Скорость на стенках трубопровода.
3. Максимальную скорость в сечении трубопровода.
4. Среднеквадратичную скорость в трубопроводе.

24. От каких факторов зависит коэффициент трения λ ?

1. От числа Рейнольдса и относительной шероховатости.
2. От диаметра трубопровода и плотности жидкости.
3. От диаметра трубопровода и его длины.
4. От числа Рейнольдса и коэффициента кинематической вязкости.

25. От каких факторов зависит коэффициент местного сопротивления ξ_j ?

1. $\xi_j = f(\text{вида местного сопротивления; числа Рейнольдса } Re)$.
2. $\xi_j = f(\text{вида местного сопротивления; числа Фруда } Fr)$.

3. $\xi_j = f(\text{числа Рейнольдса } Re; \text{ числа Фруда } Fr).$
4. $\xi_j = f(\text{вида местного сопротивления; длины трубопровода}).$

26. Каким образом регулируется количественное изменение расхода жидкости в трубопроводе?

1. Путем прикрытия запорного устройства.
2. Изменением подачи насоса.
3. Путем отбора жидкости из трубопровода.
4. Изменением коэффициента расхода.

27. Каким образом изменяются качественные расходы жидкости в трубопроводе?

1. Путем изменения частоты вращения ротора насоса.
2. Путем прикрытия запорного устройства.
3. Изменением диаметра трубопровода.
4. Изменением давления на выходе из трубопровода.

28. Как измерить расход жидкости с помощью трубки Вентури?

1. $Q = k_B \sqrt{\frac{(p_1 - p_2)10^5}{\gamma}}.$
2. $Q = \rho k_B \sqrt{\frac{(p_1 - p_2)10^5}{\gamma}}.$
3. $Q = \frac{(p_1 - p_2)10^5}{\gamma}.$
4. $Q = \gamma k_B \sqrt{(p_1 - p_2)10^5}.$

29. Укажите причину основных потерь механической энергии на участке местного сопротивления:

1. Интенсивное вихреобразование и перераспределение скоростей по длине местного сопротивления.
2. Увеличение температуры жидкости и градиента давления.
3. Изменение градиента давления и вязкости жидкости.
4. Изменение давления и числа Рейнольдса.

30. За счет, какого фактора изменяется число Рейнольдса в круглой трубке лабораторной установки Рейнольдса?

1. Изменения средней скорости по сечению трубки.
2. Изменения диаметра трубки.
3. Изменения температуры жидкости и вязкости.
4. Изменения длины трубки.

31. Что нужно сделать, чтобы максимально уменьшить коэффициент сопротивления клапана $\xi_{\text{кл}}$?

1. Открыть полностью.
2. Прикрыть клапан.
3. Закрыть клапан.
4. Открыть на $\frac{3}{4}$ хода тарелки клапана.

32. С помощью какого устройства измеряется расход жидкости в учебном трубопроводе лабораторной установки?

1. С помощью трубки Вентури.
2. С помощью дроссельной шайбы.
3. С помощью мерного бака и секундомера.
4. С помощью механических счетчиков.

33. С помощью каких измерительных приборов измеряются потери напора на участках учебного трубопровода лабораторной установки?

1. Манометром.
2. Пьезометрическими трубками.
3. Пружинными весами.
4. Дроссельной шайбой.

34. От каких факторов зависит коэффициент сопротивления трения для круглых труб при $Re \leq 2300$?

1. λ зависит от числа Рейнольдса.
2. λ зависит от градиента давления и числа Рейнольдса.
3. λ зависит от относительной шероховатости.
4. λ зависит от относительной шероховатости и числа Рейнольдса.

35. Какое устанавливается давление в насадке при истечении жидкости в атмосферу?

1. $p_c < p_a$.
2. $p_c = p_a$.
3. $p_c > p_a$.
4. $p_c \approx p_a$.

36. Какое уравнение используется при применении объемного метода определения расхода жидкости?

1. $Q = \frac{V}{t}$.
2. $Q = k\sqrt{h_B}$.
3. $Q = \mu_o S_o \sqrt{2gh}$.
4. $Q = \frac{2}{3} \mu_o b \sqrt{2gh}^{3/2}$.

37. От какого фактора зависит изменение числа Рейнольдса, если постоянными остаются: род жидкости и линейные размеры трубопровода?

1. От изменения средней скорости по сечению трубы.
2. От изменения градиента давления.
3. От изменения градиента скорости.
4. От изменения температуры жидкости.

38. Укажите возможное значение вакуума в насадке (по отношению к напору H).

1. $h_{\text{вак}} \geq 3H$.
2. $h_{\text{вак}} > H$.
3. $h_{\text{вак}} \leq 0,75H$.
4. $h_{\text{вак}} > 10H$.

39. При каких значениях длины внешнецилиндрического насадка (по отношению к диаметру) достигается его наибольшая эффективность? Чему равен коэффициент расхода для указанного насадка?

1. $\ell_n = 3d_n$; $\mu_n = 0,82$.
2. $\ell_n = 1,5d_n$; $\mu_n = 0,88$.
3. $\ell_n = 6d_n$; $\mu_n = 0,92$.
4. $\ell_n = 8d_n$; $\mu_n = 0,95$.

Лабораторная работа № 2

ИСПЫТАНИЕ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АРМАТУРЫ

Цель работы

1. Провести испытание регулирующего клапана и построить пропускную характеристику.
2. Построить расходную характеристику регулирующего клапана при различных значениях n .
3. Научиться подбирать регулируемую арматуру по виду пропускной характеристики и его D_y .

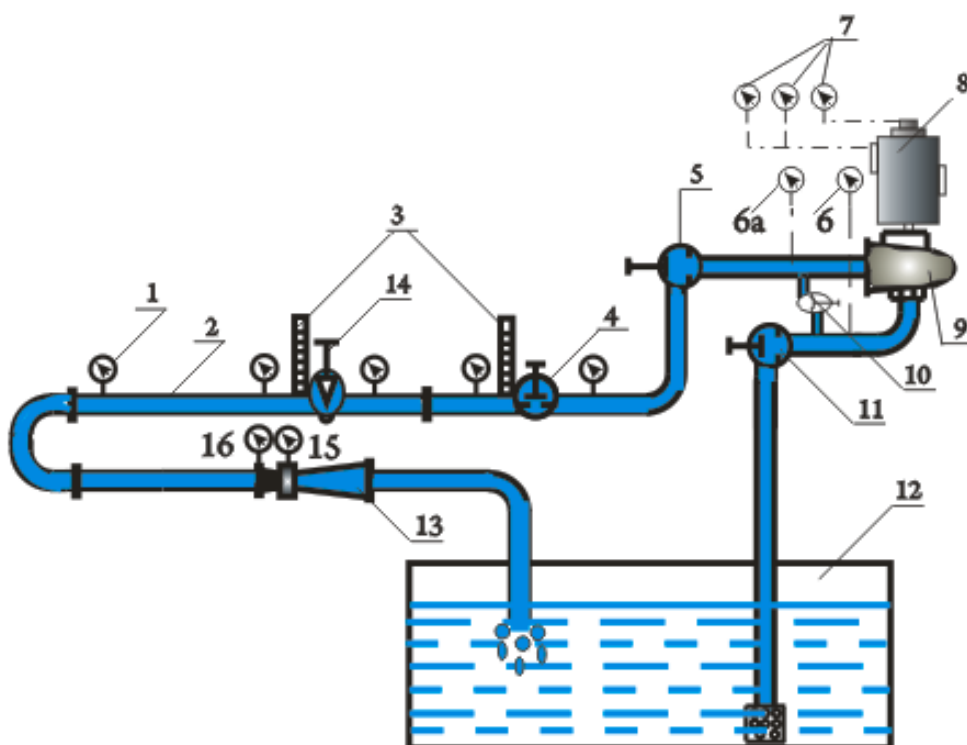


Рис. 7. Схема лабораторной установки:

- 1 – манометр; 2 – прямой участок трубопровода; 3 – измерительная линейка; 4 – клапан регулирующий; 5, 11 – клапан проходной угловой; 6 – манометр и вакуумметр; 7 – вольтметр, амперметр, тахометр; 8 – электродвигатель; 9 – насос; 10 – клапан рецркуляции; 12 – расходный бак; 13 – трубка Вентури; 14 – регулирующая задвижка

Гидравлические процессы, происходящие в регулирующей арматуре.

Регулирующий орган регулирующей арматуры характеризуется изменяющимся по значению, проходным сечением. С изменением проходного сечения РО существенно меняется его гидравлическое сопротивление, вызывающее изменение потерь давления в РО и изменение вследствие этого количества жидкости, проходящей через регулируемый объект.

Тракт РО представляет собой последовательное сочетание различных местных сопротивлений – поворотов, расширений и сужений. Поэтому изменение давления в проточной части РО от входа до выхода носит сложный характер.

Предполагается, что потеря давления в РО складывается из потерь давления в корпусе Δp_k и потерь давления вследствие расширения потока за сужением Δp_p , т.е. $\Delta p_{p.o.} = \Delta p_k + \Delta p_p$.

Потери в корпусе складываются из потерь (обычно незначительных) на участке до входа в регулирующее сечение $\alpha \Delta p_k$ и потерь давления в выходном патрубке за сужением $(1 - \alpha) \Delta p_k$, где α – доля потери давления в корпусе до сужения в затворе к общей потере давления в корпусе.

В минимальном сечении потока жидкости давление падает до минимального p_c с перепадом Δp_c . При дальнейшем торможении потока обычно имеет место частичное восстановление давления. Таким образом, в процессе изменения давления в тракте РО можно выделить два перепада давления – Δp_c и Δp_p , называемых соответственно внутренним перепадом и перепадом давления на РО ($\Delta p_{p.o.}$) или наблюдаемым перепадом.

Уменьшение давления жидкости с p_1 до p_2 представляет собой безвозвратную потерю части кинетической энергии потока, протекающего через регулирующий орган. В общем случае она складывается из потерь на трение внутри жидкости, на трение жидкости о стенки регулирующего органа, местных (при поворотах жидкости), а также на расширение потока за регулируемым проходным сечением. Последние составляют основную часть потерь в РО.

Таким образом, процесс дросселирования жидкости в РО состоит в основном из увеличения скорости течения среды и последующего ее замедления. Ускорение обычно связано с небольшими, а замедление – с основными потерями давления в проточной части РО. Однако при этом давление на выходе РО оказывается выше, чем давление, достигаемое в наиболее узком сечении потока. Измеренный обычными методами перепад давлений на РО будет меньше действительного перепада на значение давления, восстановленного при переходе среды от наиболее сжатого сечения к выходному патрубку. Это явление получило название **эффекта восстановления давления**. Хотя этот эффект известен давно, то применительно к регулирующим клапанам он начал рассматриваться недавно, в связи с повышением потребности использовать их при высоких перепадах давления.

Течение среды в РО характеризуется различной степенью восстановления давления, которая зависит от типа РО, открытия регулируемого проходного сечения и направления потока рабочей среды.

В регулирующих органах с малым коэффициентом гидравлического сопротивления степень восстановления давления может достигать (0,8 ... 0,9). К таким устройствам относятся: шаровые регулирующие клапаны,

односедельные угловые клапаны с расширяющимся выходным патрубком, а также регулирующие заслонки.

В регулирующих органах с большим коэффициентом гидравлического сопротивления степень восстановления давления невелика (не превышает 0,35). К таким устройствам относятся двухседельные регулирующие клапаны и односедельные проходные клапаны.

$$\Delta p_c = p_1 - p_2.$$

Расход через клапан является функцией внутреннего перепада давления. Так как измерение давления p_c обычно затруднительно, все параметры, связанные с выбором типоразмера клапана, основаны на использовании перепада давления на регулирующем органе.

$$\Delta p_{p.o.} = p_1 - p_2.$$

Таким образом, при одинаковом перепаде Δp_c на клапанах с высоким и низким восстановлением давления тот же расход достигается в клапане с высоким восстановлением давления при значительно более низком перепаде давления $\Delta p_{p.o.1}$.

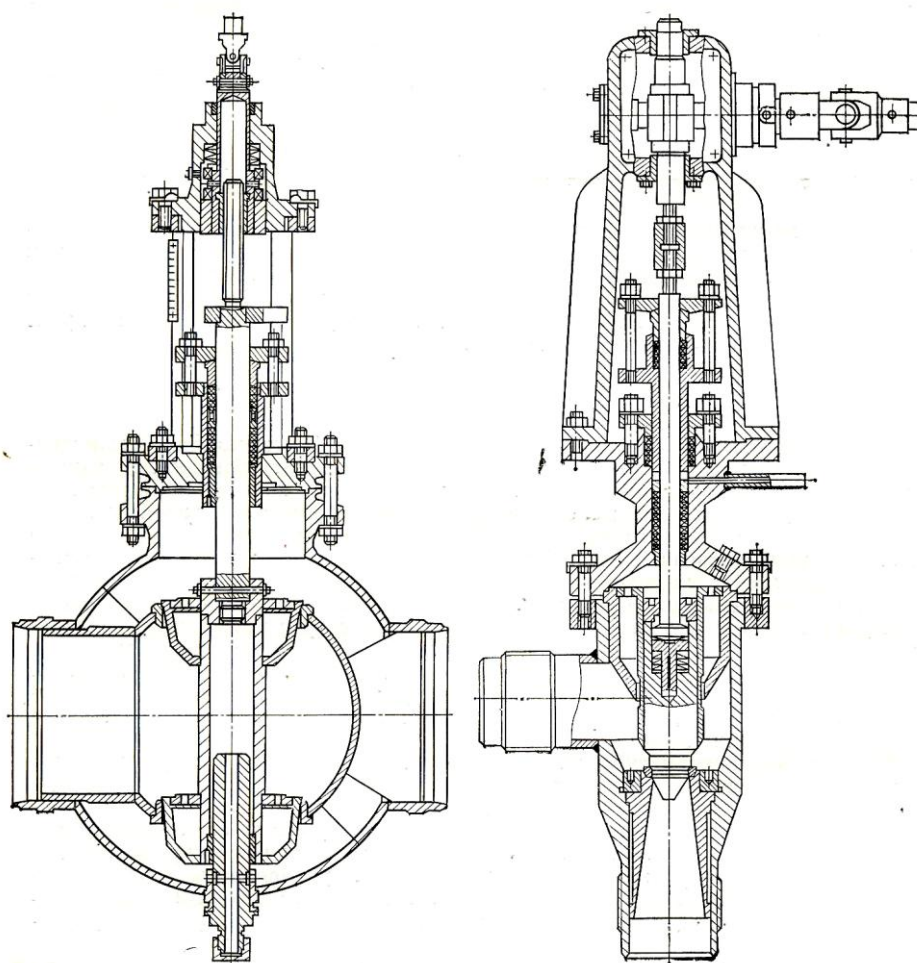


Рис. 8. Двухседельный и односедельный регулирующие клапана

При небольших перепадах давлений (например, $\Delta p_{d.f.} < 0,1 p_1$) шаровой клапан обеспечит более высокий пропуск пара, чем того же размера проходной клапан. При высоких перепадах давления (например, $p_{d.f.} < 0,5 p_1$) оба клапана пропустят приблизительно одинаковые расходы. Однако, в этих условиях применение шарового клапана экономически нецелесообразно, так как не используется весь перепад давления на РО. Поэтому расходные характеристики и рабочие условия необходимо тщательно анализировать, с тем чтобы критический расход в газовой системе или кавитация в потоке жидкости не ограничивали преимущества конструкций исполнительных устройств с высоким восстановлением давления.

Эксплуатационные свойства регулирующей арматуры в значительной мере определяют характеристики, которые можно разделить на гидравлические, ходовые и конструктивные.

Пропускная способность регулирующего клапана (K_{VS}) – расход, $m^3/ч$, жидкости плотностью 1000 кг/м^3 , протекающей через клапан при перепаде давления на нем $0,1 \text{ МПа}$ (1 кгс/см^2) и соответствующим значением хода – высоты подъема штока (шпинделя) S .

Условная пропускная способность регулирующего клапана (K_{vy}) представляет собой номинальное значение пропускной способности при условном ходе затвора.

Начальная пропускная способность регулирующего клапана (K_{V0}) – теоретическая величина пропускной способности при ходе, равном нулю, задаваемая для построения пропускной характеристики.

Минимальная пропускная способность регулирующего клапана ($K_{V\text{мин}}$) – минимальное значение пропускной способности, при которой сохраняется пропускная характеристика регулирующего органа в допустимых пределах.

Максимальная действительная пропускная способность регулирующего клапана (K_{V100}) – значение пропускной способности при максимальном действительном ходе затвора.

При расчетах в выборе арматуры употребляется условная пропускная способность K_{vy} , определяемая как среднее значение K_{V100} для клапанов данного типоразмера. Отклонение действительной величины K_{V100} от K_{vy} не должно превышать 8 %.

Для удобства анализа, оценки и расчетов, как правило, используют относительную пропускную способность q и относительный ход ℓ . При этом $q = K_V / K_{vy}$ и $\ell = S / S_y$ изменяется от 0 до 1.

Пропускная характеристика $K_V = f(S)$ определяет зависимость пропускной способности от перемещения затвора S . Промышленность выпускает регулирующие клапаны в основном с линейной и равнопроцентной пропускными характеристиками, которые наиболее часто применяются при управлении технологическими процессами и на производстве. При линейной пропускной характеристике приращение относительной пропускной способности пропорционально относительному

ходу $dq = m d\ell$, где m – коэффициент пропорциональности (тангенс угла наклона характеристики). При равнопроцентной характеристике приращение относительной пропускной способности пропорционально текущему значению относительной пропускной способности

$$dq / d\ell = m_1 q,$$

где m_1 – коэффициент пропорциональности.

Таким образом, $q = f(\ell)$ – пропускная характеристика клапана в относительных единицах, а $K_V = f(S)$ – в абсолютных. Использование пропускных характеристик в безразмерном виде удобно для общей оценки различных по размерам клапанов.

При малых значениях K_V пропускная способность может не соответствовать пропускной характеристике. Отношение условного значения пропускной способности клапана к минимальной пропускной способности представляет собой диапазон регулирования $D = K_{V \text{ макс}} / K_{V \text{ мин}}$, который в серийных двухседельных клапанах при линейной характеристике равен 7,5, а при равнопроцентной – 18.

На рис. 9 изображены линейная и равнопроцентная пропускные характеристики. Такие зависимости действительны при постоянном перепаде давлений на клапане, т.е. в условиях, когда перепад давлений на клапане не зависит от расхода среды, а в регулируемой системе все остальные гидравлические сопротивления по сравнению с гидравлическим сопротивлением клапана пренебрежимо малы. В этом случае расходная характеристика клапана совпадает с его пропускной характеристикой.

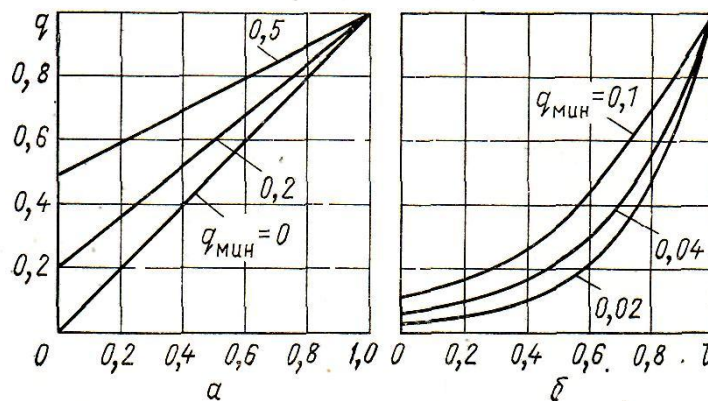


Рис. 9. Линейная (а) и равнопроцентная (б) пропускные характеристики $q = f(\ell)$ регулирующих клапанов

В реальных трубопроводных системах перепад давлений на регулирующем клапане изменяется в зависимости от гидравлических характеристик насосной установки, составляющих элементов трубопроводной системы, расхода среды потребителями, свойств перемещаемой среды, ее вязкости, гидравлического режима движения, способности вскипания в связи с понижением давления и других факторов.

В этих условиях расходная характеристика клапана не совпадает с его пропускной характеристикой. По существу расходная характеристика клапана определяет собой расходную характеристику системы (с установленным на ней регулирующим клапаном), выражающую зависимость пропускной способности системы от хода затвора клапана.

Характер и степень различия пропускной и расходной характеристик определяются в зависимости от отношения $n = K_{vy}/K_{vt}$, где K_{vt} – пропускная способность системы (трубопровода) без арматуры. На рис. 10 приведены расходные характеристики клапанов с линейной и равнопроцентной пропускными характеристиками при различных значениях n .

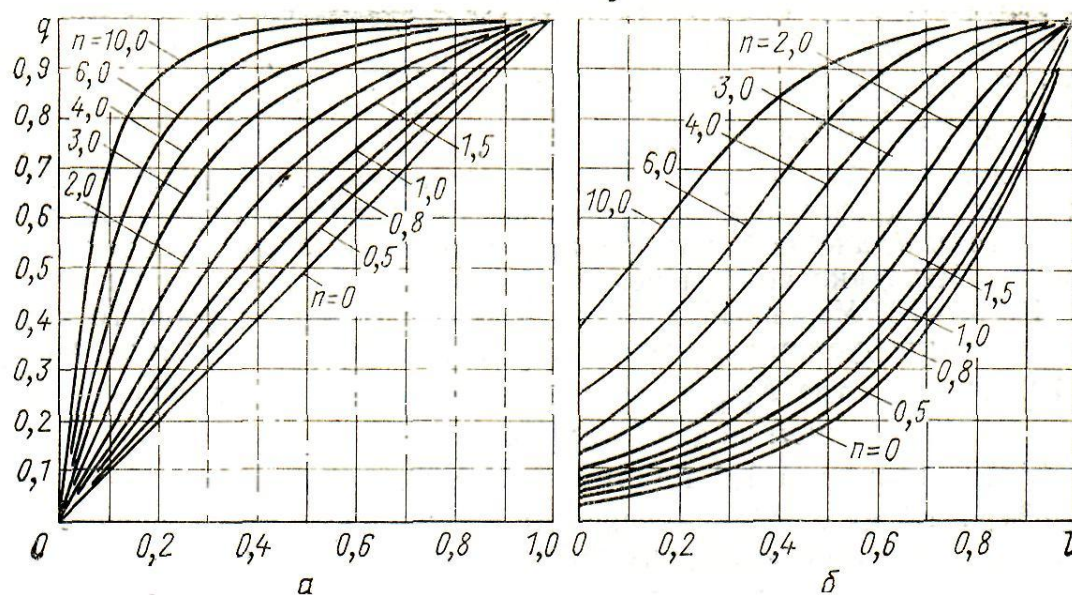


Рис. 10. Расходные характеристики клапанов с линейной (а) и равнопроцентной (б) пропускными характеристиками при различных значениях n

С увеличением n расходные характеристики все больше отличаются от пропускных.

В связи с этим для получения линейной расходной характеристики, которая желательна в подавляющем большинстве случаев эксплуатации систем, при $n \leq 1,5$ целесообразно применять регулирующие клапаны с линейной, а при $n \geq 3$ с равнопроцентной пропускными характеристиками. При $1,5 < n < 3$ пропускная характеристика выбирается с учетом конкретных условий эксплуатации регулирующего клапана. В процессе эксплуатации регулирующий клапан обычно работает в условиях, когда используется определенный участок хода затвора.

Задаваясь длиной этого участка ℓ и требуемыми значениями коэффициента пропускной способности, с помощью графика на рис. 11 выбирают кривую, удовлетворяющую этим требованиям, и по ней находят требуемое значение K_{vy} для клапана. Последнее определяет собой и необходимое значение D_y .

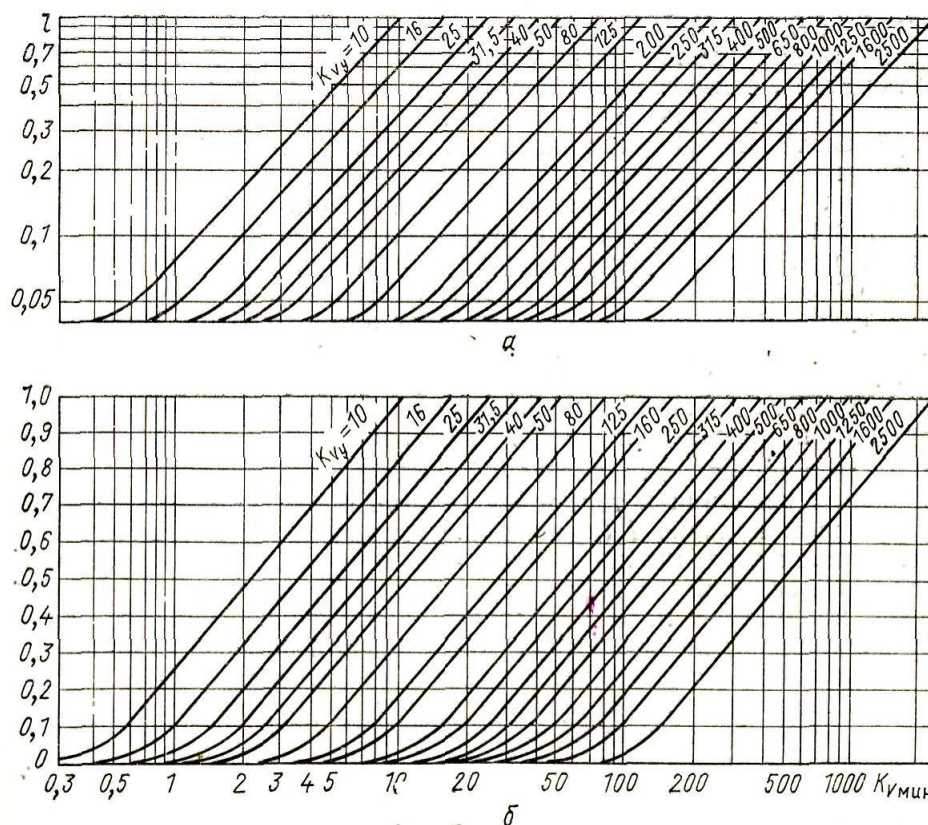


Рис. 11. График для выбора регулирующего клапана с линейной (а) и равнопроцентной (б) пропускными характеристиками

При выборе регулирующего клапана желательно обеспечить близкое совпадение требуемого и действительного значений K_{V100} (с учетом необходимого запаса). При значении K_{V100} , меньшем, чем требуется, не будет обеспечен максимальный расход среды через систему, при большем значении K_{V100} регулирующий клапан будет работать в более узком интервале значений S , что ухудшает его эксплуатационные показатели: увеличивается погрешность регулирования, усиливается износ седла и затвора в связи с работой на узких щелях и т.д. Фактически, во многих случаях регулирующие клапаны работают в пределах части полного хода затвора, определяемой рабочими значениями $K_{V\text{макс}}$ и $K_{V\text{мин}}$ при соответствующих им рабочих значениях хода затвора $S_{\text{мин}}$ и $S_{\text{макс}}$, определяемых по расходной характеристике.

В конечном итоге выбор регулирующего клапана из числа серийно выпускаемых по его гидравлическим параметрам сводится к выбору вида пропускной характеристики (линейной или равнопроцентной) и его условного диаметра прохода D_y . Методика выбора регулирующих клапанов и заслонок приведена в ГОСТ 16443-70. Условный диаметр прохода D_y регулирующего клапана определяется по требуемому значению K_{Vy} , которое находится из условия $K_{Vy} > 1,2 K_{V\text{макс}}$, где $K_{V\text{макс}}$ — наибольшее рабочее (требуемое расчетное) значение K_v при полном подъеме затвора.

Коэффициент запаса 1,2 принимается с учетом отклонений K_{vy} в пределах $\pm 8 \%$, а также с целью обеспечить возможность регулирования при значениях $K_{V_{\max}}$ не только в сторону уменьшения расхода, но и в сторону его увеличения. Необходимость иметь запас диктуется и тем, что в процессе эксплуатации системы могут меняться давление, температура, вязкость и прочие параметры среды. Поскольку для обеспечения достаточно высокого качества регулирования значение D_y клапана следует выбирать возможно ближе к расчетному, по вычисленному значению K_{vy} с учетом данных из каталогов выбирают регулирующий клапан с ближайшим большим значением K_{vy} .

Порядок проведения работы

I. Регулирующий клапан.

Выполнение замеров

Одна группа студентов проводит замер величины хода штока регулирующего клапана, другая – регулирующей задвижки. Потом группы меняются местами работы.

С помощью мерной линейки произвести замеры:

1. Зафиксировать положение штока на линейке при полностью закрытом клапане
2. Зафиксировать положение штока на линейке при полностью открытом клапане
3. Вычесть длину хода штока
4. Закрывать полностью клапан
5. Сделать один оборот маховика, зафиксировать перемещение штока и снять соответствующий ему расход жидкости при помощи трубки Вентури.

Расход жидкости Q через клапан определяется в зависимости от потерь напора в трубке Вентури h_B :

$$Q = k_B \sqrt{h_B}.$$

По показаниям манометров P_{15} , P_{16} на трубке Вентури

$$h_B = \frac{P_{16} - P_{15}}{\rho g}$$

Коэффициент k_B задан в паспорте на данный расходомер.

6. Сделать следующий оборот маховика и определить соответствующий ему расход и т.д. до полного открытия клапана.

Примечание: один оборот маховика клапана равен 4,95 мм перемещения штока.

Рассчитываемый параметр	Рассчитываемая формула (обозначение)	Единицы измерения	Замер					
			1	2	3	4	5	6
Ход штока при одном обороте маховика	S	мм						
Показания манометра №15	-	кгс/см ²						
Показания манометра №16	-	кгс/см ²						
Расход жидкости	$Q = k_B \sqrt{h_B}$	м ³ / с						

По результатам замеров заполняется таблица расчетов испытания регулирующей задвижки и строится график пропускной характеристики $K_v = f(S)$ или $Q = f(S)$.

[illegible]

Примерный план отчета

1. Принципиальная схема лабораторной установки.
2. Протокол испытаний регулирующего клапана и регулирующей задвижки.
3. Таблица расчетов испытаний регулирующего клапана и регулирующей задвижки.
4. Графики зависимости $Q = f(S)$ регулирующего клапана и регулирующей задвижки.
5. Анализ полученных результатов и выводы по выполненной работе.

Вопросы для самоконтроля

1. Определение трубопроводной арматуры.
2. Классификация трубопроводной арматуры по функциональному признаку.
3. Классификация трубопроводной арматуры по функциональному признаку.
4. Общая конструкция арматуры.
5. Принцип действия задвижки.
6. Принцип действия клапана (вентиля).
7. Определение регулирующей арматуры.
8. Конструкция регулирующей арматуры.
9. Что такое пропускная способность регулирующей арматуры.
10. Что такое пропускная характеристика регулирующей арматуры?

Литература

1. Гуреев Д.Ф. и др. Арматура атомных электростанций. – Москва: Энергоиздат, 1982.
2. Мирошниченко С.Т. и др. Трубопроводы и арматура АЭС. – Севастополь: СНУЯЭиП, 2005.

Примеры регулирующей арматуры

Регулирующий клапан Ду 150, 300 серии 6с-8.

Состоит из:

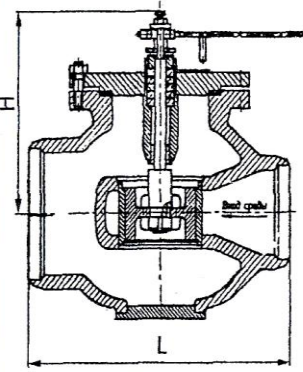
1. Корпуса.
2. Гильзы.
3. Золотника.
4. Крышки.
5. Штока.
6. Рычага.

Расход через клапан регулируется путем изменения площади расходного сечения при повороте золотника относительно гильзы (седла). Максимальный угол поворота золотника 90 градусов. Клапан управляется посредством рычага, соединенного с приводом типа МЭО. Регулируемые проходные сечения выполнены в виде прямоугольных окон в золотнике и гильзе. Рычаг устанавливают так, чтобы окна золотника совпадали с окнами седла, а указатель стоял на нижней риске шкалы.

Клапан присоединяется к трубопроводу при помощи сварки.

Материалы основных деталей:

- корпуса – сталь 25 Л;
- крышки – сталь 204
- гильзы, золотника и штока – сталь 30Х13.

черт. 6с-8-4 черт. 6с-9-1...-5 	Клапан регулирующий поворотный сальниковый с патрубками под приварку Среда – вода или пар Присоединение к трубопроводу – под приварку Материал корпуса – сталь 25Л Привод – рычаг для автоматического управления клапаном						P_y 63, 100
	Обозначение изделия	D_y	Параметры раб. среды P_y $T\text{ }^{\circ}\text{C}$		L	H	Масса
6с-9-1	80	100	450	430	360	104	83
6с-9-2	100			430	343	101	
6с-9-3	150			450	373	140	
6с-9-4	200			500	398	155	
6с-9-5	250			600	455	275	
6с-8-4	300	63	425	590	455	275	

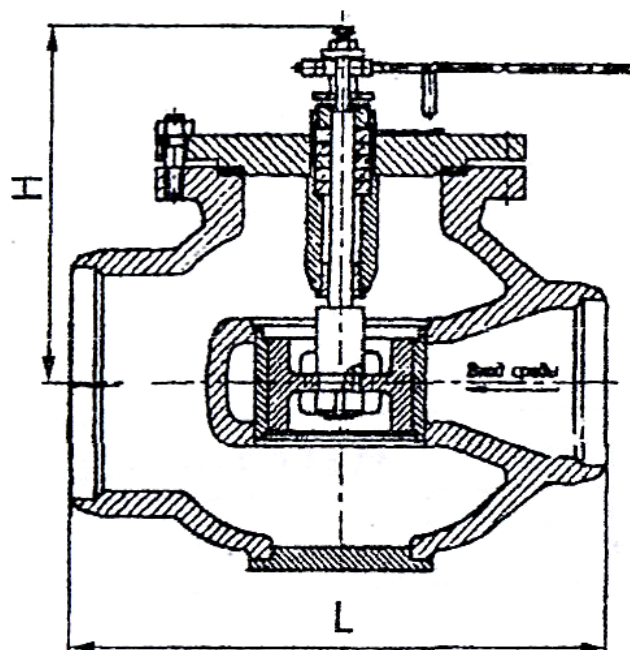


Рис. 12. Клапан регулирующий поворотного типа 6с

Клапаны регулирующие поворотные типа 6с предназначены для регулирования расхода или давления рабочей среды. Рабочая среда – пар или вода.

Расход среды через клапан регулируется изменением площади проходного сечения, которое достигается поворотом золотника относительно гильзы (седла).

Управление клапаном при помощи встроенного электропривода МЭОФ или МЭО производства ОАО «Завод электроники и механики», г. Чебоксары. Максимальный угол поворота золотника - 90° .

Регулируемые проходные сечения в клапане выполнены в виде прямоугольных окон в золотнике и гильзе.

Присоединение к трубопроводу – при помощи сварки. В качестве запорного органа не применяется.

Основные детали клапанов выполнены из следующих материалов:

- корпус – сталь 25Л;
- крышка – сталь 20К.

Клапаны изготавливаются в соответствии с ТУ 3740-002-15365247-2004.

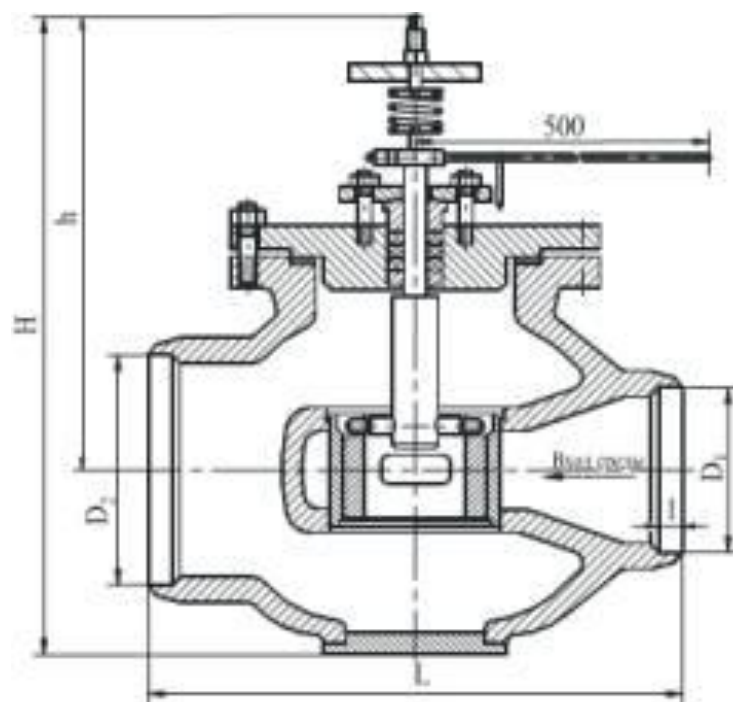


Рис. 13. Клапан регулирующий типа 6с

Клапаны (вентили) регулирующие игольчатые типа 9с применяются в качестве регуляторов расхода среды. Предназначены для наружной установки в закрытых помещениях с температурой окружающей среды от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Рабочая среда – вода, пар, нефтепродукты, неагрессивные и слабоагрессивные жидкости и газы.

Присоединение к трубопроводу – с помощью сварки. Корпус выполнен со специальным защитным покрытием от эрозионного и коррозионного износа.

Управление клапанами производится приводами типа МЭО через рычаг.

В качестве запорных органов не применяются.

Основные детали клапанов выполнены из следующих материалов:

- корпус-сталь 20.

Клапаны изготавливаются в соответствии с ТУ 2913-001-15365247-2004. Сертификат соответствия № РОСС RU.MH02.B00130.

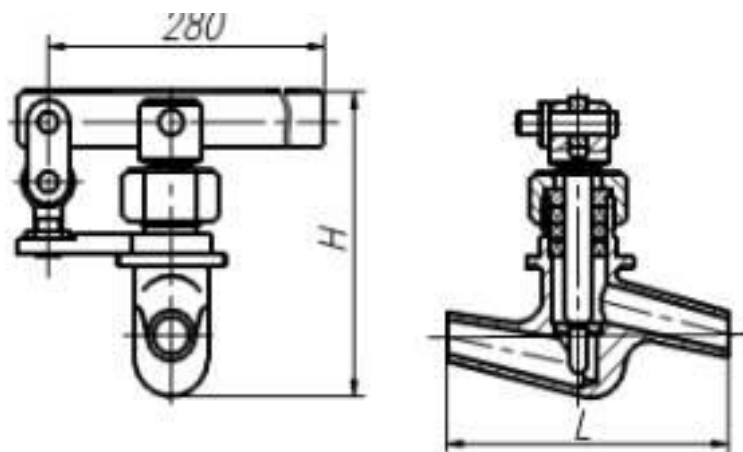


Рис. 14. Клапан регулирующий игольчатый типа 9с-3-3-2, 9с-3-3-4

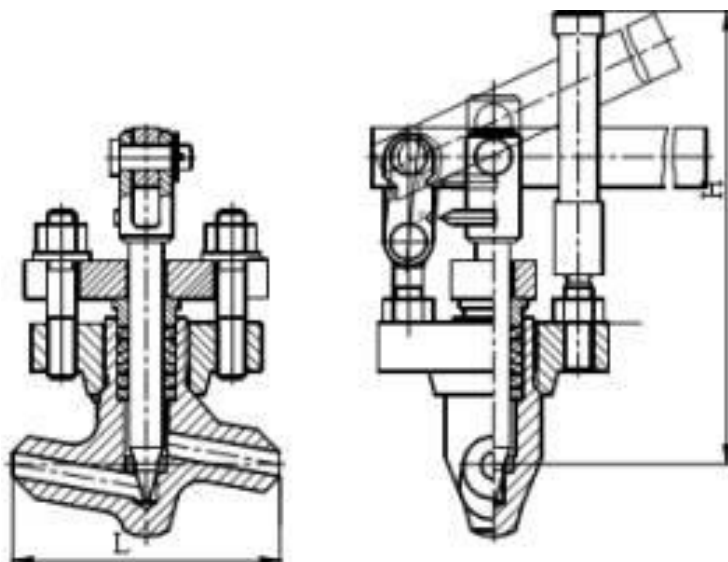


Рис. 15. Клапан регулирующий игольчатый типа 9с-5-1, 9с-5-1-2, 9с-5-2, 9с-5-2-2, 9с-4-2

Клапаны (вентили) регулирующие игольчатые типа 10с применяются в качестве регуляторов расхода среды. Предназначены для наружной установки в закрытых помещениях с температурой окружающей среды от - 40 °С до + 70 °С.

Рабочая среда – вода, пар, нефтепродукты, неагрессивные и слабоагрессивные жидкости и газы.

Присоединение к трубопроводу - с помощью сварки.

Корпус выполнен со специальным защитным покрытием от эрозионного и коррозионного износа.

В качестве запорных органов не применяются.

Основные детали клапанов выполнены из следующих материалов:

- корпус-сталь 20;
- сталь 12Х1МФ;
- бугель – сталь 25.

Клапаны изготавливаются в соответствии с ТУ 2913-001-15365247-2004.
Сертификат соответствия № РОСС RU.MH02.B00130.

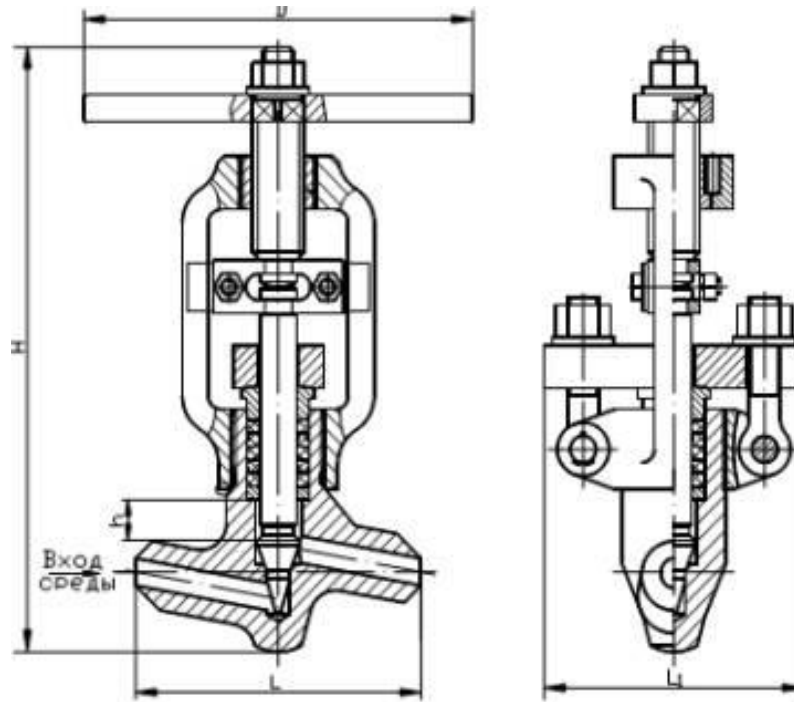


Рис. 16. Клапан регулирующий игольчатый типа 10с

Затворы поворотные дисковые типа 12с-8 предназначены для регулирования расхода воздуха и неагрессивных очищенных газов в газо-воздухопроводах котельных агрегатов. Регулирование расхода среды осуществляется изменением площади проходного сечения поворотом диска с помощью привода, устанавливаемого на верхней цапфе. При полном открытии диск поворачивается на 90° .

Присоединение к трубопроводу – фланцевое.

Затворы можно устанавливать как на горизонтальных, так и на вертикальных участках газо-воздуховодов с направлением потока с любой стороны.

Основные детали затворов выполнены из следующих материалов:

- корпус, крышка – Ст3кп3-св;
- диск – сталь 20К

Клапаны регулирующие типа поворотной заслонки 12с-1 предназначены для регулирования расхода пара при перепаде давления не более $0,25\text{ МПа}$. Регулирование клапанов 12с осуществляется за счет изменения площади проходного сечения между корпусом и дроссельной заслонкой при её повороте. Полное открытие клапанов соответствует повороту рычага на угол 75° от закрытого положения.

Присоединение к трубопроводу – с помощью сварки.

В качестве запорных органов не применяются.

Основные детали клапанов выполнены из следующих материалов:

- корпус-сталь 20;
- заслонка – сталь 20К.

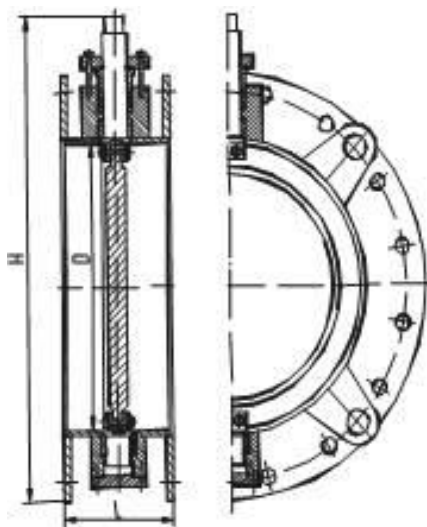


Рис. 17. Затвор поворотный дисковый

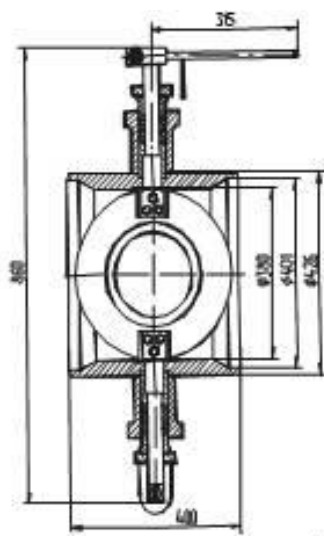


Рис. 18. Клапан регулирующий типа 12с-1

Клапаны регулирующие двухседельные типа 14с предназначены для регулирования количества и давления водяного пара. Регулирование количества и давления пара осуществляется изменением площади проходного сечения, путем поступательного перемещения золотника. Золотник клапана двухседельный. Рычаг служит для управления клапаном от привода.

Корпус клапана соединяют с трубопроводом сваркой.

В качестве запорного органа не применяется.

Основные детали клапанов выполнены из следующих материалов:

- корпус – сталь 25Л;

- крышка – сталь 20;
- клапан верхний, клапан нижний – сталь 20Х13;
- шток – сталь 20Х13.

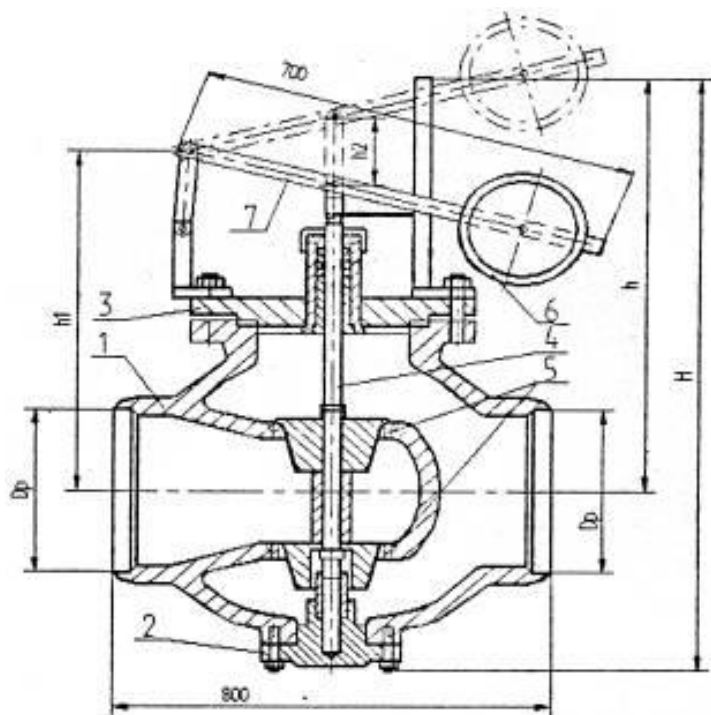


Рис. 19. Клапан регулирующий типа 14с

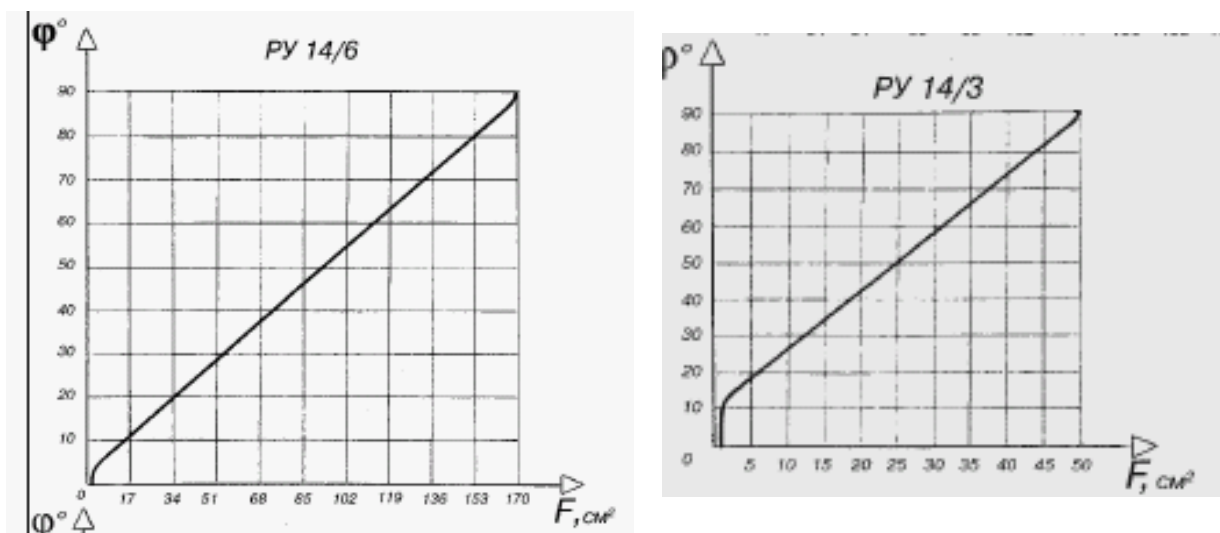


Рис. 20. Графики зависимости площади прохода от угла поворота рычага регулирующих клапанов PY-14/6 и 14/3.

Клапаны регулирующие поворотные типа 18с предназначены для регулирования расхода или давления рабочей среды. Расход среды через клапан регулируется изменением площади проходного сечения, которое достигается поворотом подвижной тарелки относительно неподвижной. Максимальный угол поворота тарелки – 90 °. Регулируемые проходные

сечения в клапане выполнены в виде секторных окон в тарелках. Рабочая среда – пар или вода.

Присоединение к трубопроводу – при помощи сварки.

Основные детали клапанов выполнены из следующих материалов:

- корпус – сталь 20;
- крышка – сталь 20К;
- тарелки – сталь 38Х2МЮА;
- шпindelь – сталь 12Х18Н10Т.

Клапаны изготавливаются в соответствии с ТУ 2913-001-15365247-2004. Сертификат соответствия № РОСС RU.МН02.В00129.

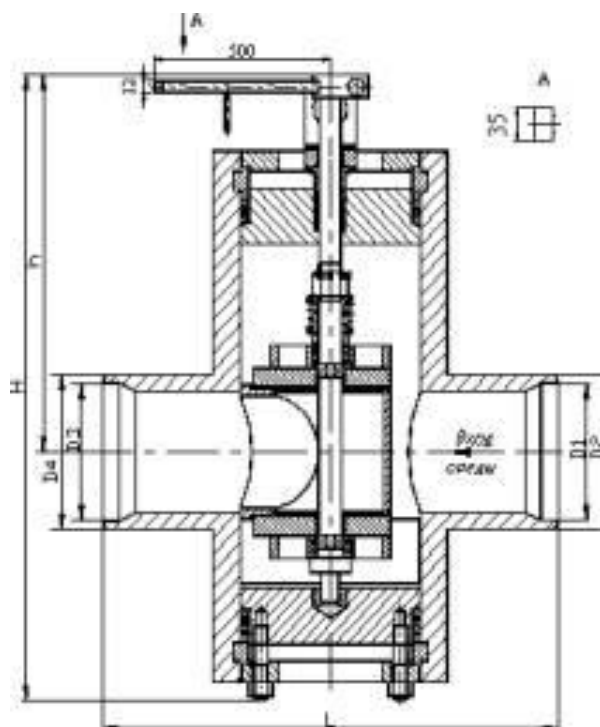


Рис. 20. Клапан регулирующий поворотный типа 18с

Клапан трехходовой постоянного расхода предназначен для смешивания двух жидких сред при линейной характеристике смешивания. Управление клапаном осуществляется с помощью рычага механизмом электрическим однооборотным типа МЭО-1600/63-0,25. Клапан работает следующим образом: при перемещении рычага шток приводит в движение золотник, при подъеме которого уменьшается проходное сечение, лимитирующее расход среды через верхний патрубок. Одновременно открывается проходное сечение на нижней части золотника, соединенного с выходным патрубком.

Клапан устанавливается в закрытом помещении на трубопроводе, предпочтительно штоком вверх. Присоединение к трубопроводу – фланцевое.

Рабочая среда – сетевая вода. Рабочий перепад давления – 0,3 МПа. Тип корпуса – образный.

Основные детали клапана выполнены из следующих материалов:

- корпус – сталь 20;
- крышка – сталь 22К;
- золотник – 08Х18Н10Т;
- шток – сталь 20Х13.

Клапан изготавливается в соответствии с ТЗ.

Тест к лабораторной работе № 2

1. В процессе изменения давления в тракте РО можно выделить:

1. Δp_c - внутренний перепад давления.
2. Δp_n - наружный перепад давления.
3. Δp_z - замкнутый перепад давления.
4. Δp_m - манометрический перепад давления.

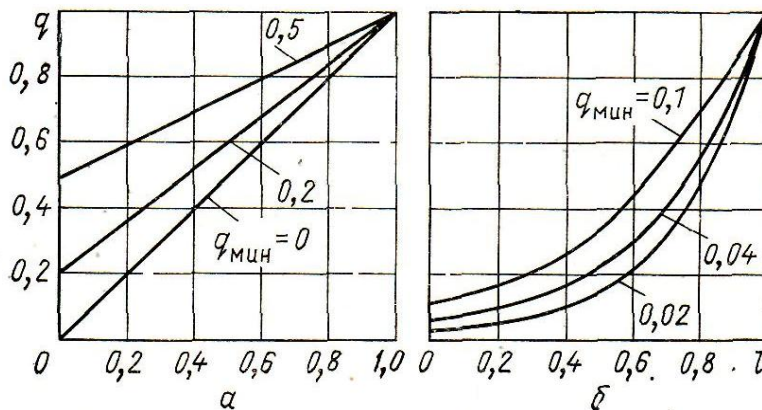
2. Диапазон регулирования регулирующего клапана это:

1. Отношение значения условной пропускной способности к минимальной пропускной способности клапана $D = K_{v \max} / K_{v \min}$
2. Отношение значения пропускной способности к минимальной пропускной способности клапана $D = K_v / K_{v \min}$.
3. Отношение значения условной пропускной способности к пропускной способности клапана $D = K_{v \max} / K_v$.
4. Отношение значения начальной пропускной способности к минимальной пропускной способности клапана $D = K_{v \max} / K_{v \min}$.

3. Регулирующая арматура предназначена для регулирования параметров рабочей среды:

1. Вязкости.
2. Теплопроводности.
3. Плотности.
4. Температуры.

5. График «а» это:



1. Линейная пропускная характеристика $q = f(\ell)$ регулирующего клапана.
2. Равнопроцентная пропускная характеристика $q = f(\ell)$ регулирующего клапана.

5. Регуляторы давления бывают:

1. «От себя».
2. «Для себя».
3. «До себя».
4. «На себя».

6. Безвозвратные потери части кинетической энергии потока, протекающего через регулирующий орган, складываются из:

1. Потерь на трение в зависимости от давления жидкости.
2. Потерь на трение в зависимости температуры жидкости.
3. Потерь на трение в зависимости плотности жидкости.
4. Потерь на расширение потока жидкости за регулируемым проходным сечением РО.

7. Регулирующая арматура предназначена для:

1. Предотвращения аварийного повышения давления в обслуживаемой системе.
2. Защиты оборудования от аварийных изменений параметров среды.
3. Регулирования параметров рабочей среды.
4. Автоматического разделения различных фаз рабочей среды.

8. Регулятор давления «До себя»:

1. Поддерживает постоянное давление на участке системы после регулятора.
2. Поддерживает постоянное давление на участке системы на регуляторе;
3. Поддерживает постоянное давление на участке системы за регулятором.
4. Поддерживает постоянное давление на участке системы до регулятора.

9. Для общей оценки различных по размерам регулирующих клапанов используют:

1. Пропускные способности в безразмерном виде.
2. Условные пропускные способности в безразмерном виде.
3. Пропускные характеристики в безразмерном виде.
4. Пропускные характеристики в рациональном виде.

10. Символ $K_{v\max}$ – это:

1. Наименьшее рабочее (требуемое расчетное) значение K_v при полном подъеме затвора.
2. Наибольшее рабочее (требуемое расчетное) значение K_v при частичном подъеме затвора.
3. Наибольшее рабочее (требуемое расчетное) значение K_v при полном подъеме бугеля.
4. Наибольшее рабочее (требуемое расчетное) значение K_v при полном подъеме затвора.

11. Основную часть потерь давления в РО составляют:

1. Трение внутри жидкости.
2. Трение жидкости о стенки РО.
3. Расширение потока за регулируемым проходным сечением.
4. Местные (при поворотах).

12. При выборе регулирующего клапана желательно обеспечить:

1. Не совпадение требуемого и действительного значений K_{v100} .
2. Близкое совпадение требуемого и действительного значений K_{v100} .
3. Изменение требуемого и действительного значений K_v .
4. Совмещение требуемого и действительного значений K_{vy} .

13. Потери давления среды в РО складываются из:

1. Потерь давления среды из-за расширения потока за сужением.
2. Потерь температуры среды в корпусе.
3. Потерь плотности среды в затворе.
4. Потерь вязкости среды в затворе.

14. Регулирующие клапаны предназначены для:

1. Непропорционального (аналогового) регулирования расхода среды.
2. Одноразового срабатывания, после чего требуется замена мембраны.
3. Пропорционального (аналогового) регулирования расхода среды.
4. Одноразового срабатывания, после чего требуется замена чувствительного элемента.

15. К эксплуатационным характеристикам регулирующей арматуры относятся:

1. Пневматические.
2. Гидравлические.
3. Кинематические.
4. Пропульсные.

16. Символ $K_{v \max}$ – это:

1. Наименьшее рабочее (требуемое расчетное) значение K_v при полном подъеме затвора.
2. Наибольшее рабочее (требуемое расчетное) значение K_v при частичном подъеме затвора.
3. Наибольшее рабочее (требуемое расчетное) значение K_v при полном подъеме бугеля.
4. Наибольшее рабочее (требуемое расчетное) значение K_v при полном подъеме затвора.

17. При управлении технологическими процессами и в производстве чаще всего применяют:

1. Равнопроцентную пропускную характеристику регулирующего клапана.
2. Пропускную способность регулирующего клапана
3. Условную пропускную способность регулирующего клапана
4. Начальную пропускную характеристику регулирующего клапана

18. Уменьшение давления жидкости в РО с p_1 до p_2 представляет собой:

1. Безсердечные потери части кинетической энергии потока.
2. Безвозвратные потери части кинетической энергии потока.
3. Безумные потери части кинетической энергии потока.
4. Бездарные потери части кинетической энергии потока.

19. Потери давления среды в РО складываются из:

1. Потерь давления среды из-за расширения потока за сужением.
2. Потерь температуры среды в корпусе.
3. Потерь плотности среды в затворе.
4. Потерь импульса сигнала среды.

20. Зависимость $q = f(\ell)$ - это:

1. Пропускная характеристика клапана в абсолютных единицах.
2. Пропускная характеристика клапана в интегральных единицах.
3. Пропускная характеристика клапана в чувствительных единицах.
4. Пропускная характеристика клапана в относительных единицах.

21. В серийных двухседельных клапанах диапазон регулирования (Д) при линейной характеристике равен:

1. 6,5.
2. 7,5.
3. 8,0.
4. 8,5.

22. Расходная характеристика регулирующего клапана совпадает с его пропускной характеристикой когда:

1. Перепад давлений на клапане зависит от расхода среды, а гидравлические сопротивления пренебрежимо малы.
2. Перепад давлений на клапане не зависит от расхода среды.
3. Гидравлические сопротивления пренебрежимо малы.
4. Перепад давлений на клапане не зависит от расхода среды, а гидравлические сопротивления пренебрежимо малы.

23. Регуляторы давления «После себя»:

1. Поддерживают постоянное давление на участке системы после регулятора.
2. Поддерживают переменное давление на участке системы до регулятора.
3. Поддерживают постоянное давление на участке системы на регуляторе.
4. Поддерживают временное давление на участке системы до регулятора.

24. Представленная формула $Q = k_v \sqrt{h_g}$ – это:

1. Расход жидкости в зависимости от потерь напора в трубке Вентури.
2. Расход жидкости в зависимости от потерь напора в трубке Прандтля.
3. Расход жидкости в зависимости от потерь напора в трубке Пито.
4. Расход жидкости в зависимости от потерь напора в трубке Бернулли.

25. Зависимость $K_v = f(S)$ – это:

1. Пропускная характеристика клапана в абсолютных единицах.
2. Пропускная характеристика клапана в интегральных единицах.
3. Пропускная характеристика клапана в чувствительных единицах.
4. Пропускная характеристика клапана в относительных единицах.

26. Для общей оценки различных по размерам регулирующих клапанов используют:

1. Пропускные способности в безразмерном виде.
2. Условные пропускные способности в безразмерном виде.
3. Пропускные характеристики в безразмерном виде.
4. Пропускные характеристики в рациональном виде.

27. В серийных двухседельных клапанах диапазон регулирования (Д) при равнопроцентной характеристике равен:

1. 16,5.
2. 17,5.
3. 18,0.
4. 18,5.

28. Потери давления в регулирующем органе (РО) выражены формулой:

$$1. \Delta p_{p.o.} = \Delta p_{\kappa} + \Delta p_p.$$

$$2. \Delta p_{p.o.} = \Delta p_{\eta} - \Delta p_y.$$

$$3. \Delta p_{p.o.} = \frac{\Delta p_{\kappa}}{\Delta p_p}.$$

$$4. \Delta p_{p.o.} = \Delta p_{\kappa} \cdot \Delta p_p.$$

29. Эффект восстановления давления используется в регулирующей арматуре в связи:

1. С повышением потребности использовать регулирующие клапана при низких перепадах давления.

2. С повышением потребности использовать регулирующие клапана при высоких перепадах давления.

3. С повышением потребности использовать регулирующие клапана при высоких перепадах температуры.

4. С повышением потребности использовать регулирующие клапана при низких перепадах температуры.

30. Минимальная пропускная способность регулирующего клапана ($K_{v \min}$) – это:

1. Минимальное значение пропускной способности, при которой сохраняется пропускная характеристика регулирующего органа в допустимых пределах.

2. Максимальное значение пропускной способности, при которой сохраняется пропускная характеристика регулирующего органа в допустимых пределах.

3. Минимальное значение пропускной способности, при которой изменяется пропускная характеристика регулирующего органа в допустимых пределах.

4. Минимальное значение пропускной способности, при которой сохраняется пропускная характеристика регулирующего органа в допустимых пределах.

31. Пропускная способность регулирующего клапана (K_{vs}) – это:

1. Расход, м³/ч, жидкости плотностью 1000 кг/м³, протекающей через клапан при перепаде давления на нем 1 МПа и соответствующим значением хода – высоты подъема штока S.

2. Расход, м³/ч, жидкости плотностью 100 кг/м³, протекающей через клапан при перепаде давления на нем 0,1 МПа и соответствующим значением хода – высоты подъема штока S.

3. Расход, м³/ч, жидкости плотностью 1000 кг/м³, протекающей через клапан при перепаде давления на нем 0,1 МПа и соответствующим значением хода – высоты подъема штока S.

4. Расход, $\text{м}^3/\text{с}$, жидкости плотностью 1000 кг/м^3 , протекающей через клапан при перепаде давления на нем $0,1 \text{ МПа}$ и соответствующим значением хода – высоты подъема штока S .

32. Промышленность выпускает регулирующие клапаны в основном:

1. С нелинейной пропускной характеристикой.
2. С криволинейной пропускной характеристикой.
3. С линейной пропускной характеристикой.
4. С полулинейной пропускной характеристикой.

33. Условный диаметр прохода (D_y) регулирующего клапана определяется по требуемому значению K_{vy} , которое находится из условия:

1. $K_{vy} > 1,1 K_{v \max}$.
2. $K_{vy} > 1,2 K_{v \max}$.
3. $K_{vy} > 1,3 K_{v \max}$.
4. $K_{vy} > 1,4 K_{v \max}$.

34. При линейной пропускной характеристике приращение относительной пропускной способности:

1. Обратно пропорционально относительному ходу затвора.
2. Пропорционально относительному ходу затвора.
3. Непропорционально относительному ходу затвора.
4. Пропорционально ходу затвора.

35. Потери давления в корпусе регулирующей арматуры складываются:

1. Из потерь на участке после входа в регулирующее сечение $\alpha \Delta p_{\text{вых}}$.
2. Из потерь на участке за регулирующим сечением $\beta \Delta p_p$.
3. Из потерь на участке до входа в регулирующее сечение $\alpha \Delta p_k$.
4. Не знаю.

36. Условный диаметр прохода (D_y) регулирующего клапана определяется по требуемому значению:

1. K_{vy} .
2. K_{vy} .
3. K_{vj} .
4. K_{vT} .

37. Эффект восстановления давления в регулирующем органе это:

1. Значение давления восстановленного при переходе среды от наиболее сжатого сечения к выходному патрубку регулирующей арматуры.

2. Значение давления при переходе среды от наиболее сжатого сечения к выходному патрубку регулирующей арматур.

3. Значение давления восстановленного при переходе среды от наиболее расширенного сечения к выходному патрубку.

4. Значение давления восстановленного среды от наиболее сжатого сечения к выходному патрубку.

38. Характер и степень различия пропускной и расходной характеристик зависит от отношения:

1. $n = K_{vy} / K_{vt}$.

2. $n = K_{vt} / K_{vy}$.

3. $n = K_{vy} / K_{vp}$.

4. $n = K_{ve} / K_{vt}$.

39. Начальная пропускная способность регулирующего клапана (K_{vo}) – это:

1. Величина пропускной способности при ходе, равном нулю, задаваемая для построения пропускной характеристики.

2. Теоретическая величина начальной пропускной способности при ходе, равном нулю, задаваемая для построения пропускной характеристики.

3. Действительная величина пропускной способности при ходе, равном нулю, задаваемая для построения пропускной характеристики.

4. Теоретическая величина пропускной способности при ходе, равном нулю, задаваемая для построения пропускной характеристики.

40. Процесс дросселирования жидкости в РО состоит в основном из:

1. Уменьшения скорости течения среды.

2. Увеличения давления течения среды.

3. Увеличения скорости течения среды и последующего его замедления.

4. Увеличения кавитации течения среды.

41. В регулирующих органах с малым коэффициентом гидравлического сопротивления степень восстановления давления может достигать:

1. 0,5 – 0,6.

2. 0,6 – 0,7.

3. 0,7 – 0,8.

4. 0,8 – 0,9.

42. При управлении технологическими процессами и в производстве чаще всего применяют:

1. Равнопроцентную пропускную характеристику регулирующего клапана.
2. Пропускную способность регулирующего клапана.
3. Условную пропускную способность регулирующего клапана.
4. Начальную пропускную характеристику регулирующего клапана.

43. Потери давления среды в РО складываются из:

1. Потерь давления среды из-за расширения потока за сужением.
2. Потерь температуры среды в корпусе.
3. Потерь плотности среды в затворе.
4. Потерь импульса сигнала среды.

44. Уменьшение давления жидкости в РО с p_1 до p_2 представляет собой:

1. Бессердечные потери части кинетической энергии потока.
2. Безвозвратные потери части кинетической энергии потока.
3. Безумные потери части кинетической энергии потока.
4. Бездарные потери части кинетической энергии потока.

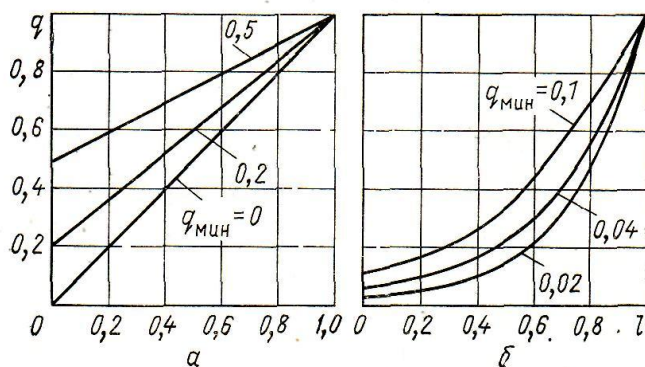
45. Потери давления в корпусе регулирующей арматуры складываются:

1. Из потерь на участке после входа в регулирующее сечение $\alpha \Delta p_{\text{вых}}$.
2. Из потерь на участке за регулирующим сечением $\beta \Delta p_p$.
3. Из потерь в выходном патрубке за сужением $(1 - \alpha) \Delta p_k$.
4. Не знаю.

46. Условная пропускная способность регулирующей арматуры K_v определяется как:

1. Среднее значение K_{v100} для клапанов данного типоразмера.
2. Среднее значение K_{v200} для клапанов данного типоразмера.
3. Среднее значение K_{v300} для клапанов данного типоразмера.
4. Среднее значение K_{v400} для клапанов данного типоразмера.

47. График «б» это:



1. Линейная пропускная характеристика $q = f(\ell)$ регулирующего клапана.
2. Равнопроцентная пропускная характеристика $q = f(\ell)$ регулирующего клапана.

48. Расходная характеристика регулирующего клапана совпадает с его пропускной характеристикой когда:

1. Перепад давлений на клапане зависит от расхода среды, а гидравлические сопротивления пренебрежимо малы.
2. Перепад давлений на клапане не зависит от расхода среды.
3. Гидравлические сопротивления пренебрежимо малы.
4. Перепад давлений на клапане не зависит от расхода среды, а гидравлические сопротивления пренебрежимо малы.

49. К эксплуатационным характеристикам регулирующей арматуры относятся:

1. Пневматические.
2. Ходовые.
3. Кинематические.
4. Плавающие.

50. Условная пропускная способность регулирующего клапана (K_{vy}) – это:

1. Оптимальное значение пропускной способности при условном ходе затвора.
2. Номинальное значение перепускной способности при условном ходе затвора;
3. Номинальное значение пропускной способности при условном ходе затвора;
4. Номинальное значение пропускной способности при нормальном ходе затвора.

51. По существу расходная характеристика клапана определяет собой:

1. Расходную характеристику системы с запорным клапаном.
2. Расходную характеристику системы с регулирующим клапаном.
3. Расходную характеристику системы с предохранительным клапаном.
4. Расходную характеристику системы с распределительным клапаном.

52. Дросселирующая арматура предназначена для:

1. Незначительного снижения давления пара и воды.
2. Увеличения давления пара и воды.
3. Значительного снижения давления пара и воды.
4. Значительного снижения вязкости пара и воды.

53. К регулирующим органам со степенью восстановления давления равной (0,8...0,9) относятся:

1. Угловые регулирующие клапана.
2. Шаровые регулирующие клапана.
3. Проходные регулирующие клапана.
4. Золотниковые регулирующие клапана.

54. Зависимость $D = K_{v \max} / K_{v \min}$ – это:

1. Пропускная характеристика регулирующего клапана.
2. Пропускная способность регулирующего клапана.
3. Диапазон регулирования регулирующего клапана.
4. Мощность регулирующего клапана.

55. Для общей оценки различных по размерам регулирующих клапанов используют:

1. Пропускные способности в безразмерном виде.
2. Условные пропускные способности в безразмерном виде.
3. Пропускные характеристики в безразмерном виде.
4. Пропускные характеристики в размерном виде.

56. В процессе изменения давления в тракте РО можно выделить:

1. $\Delta p_{p.o.}$ - наблюдаемый перепад давления.
2. Δp_n - наружный перепад давления.
3. Δp_z - замкнутый перепад давления.
4. Δp_m - манометрический перепад давления.

57. Промышленность выпускает регулирующие клапаны в основном:

1. С нелинейной пропускной характеристикой.
2. С криволинейной пропускной характеристикой.
3. С равнопроцентной пропускной характеристикой.
4. С полулинейной пропускной характеристикой.

58. Степень восстановления давления в регулирующей арматуре зависит от:

1. Типа РО.
2. Температуры рабочей среды.
3. Кислотности рабочей среды.
4. Вязкости рабочей среды.

59. К регулирующим органом с степенью восстановления давления равной $< 0,35$ относятся:

1. Двухседельные регулирующие клапана.
2. Конусные регулирующие клапана.

3. Проходные регулирующие клапана.
4. Золотниковые регулирующие клапана.

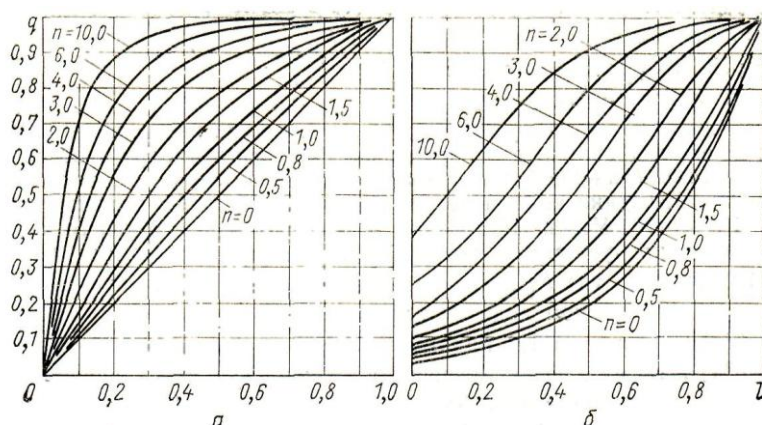
60. Пропускная способность может не соответствовать пропускной характеристике при:

1. Больших значениях K_v .
2. Малых значениях K_v .
3. Средних значениях K_v .
4. Очень больших значениях K_v .

61. По способу управления регулирующая арматура подразделяется на:

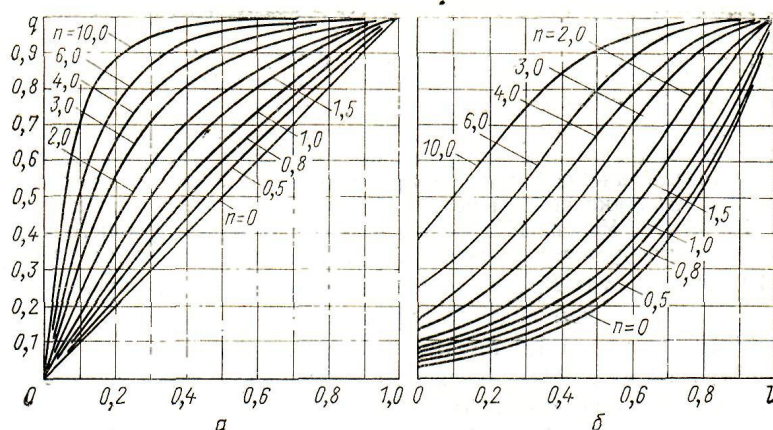
1. Регуляторы непрямого действия.
2. Регулирующие клапана.
3. Регуляторы постоянного действия.
4. Регуляторы непостоянного действия.

62. На рисунке «а» изображена:



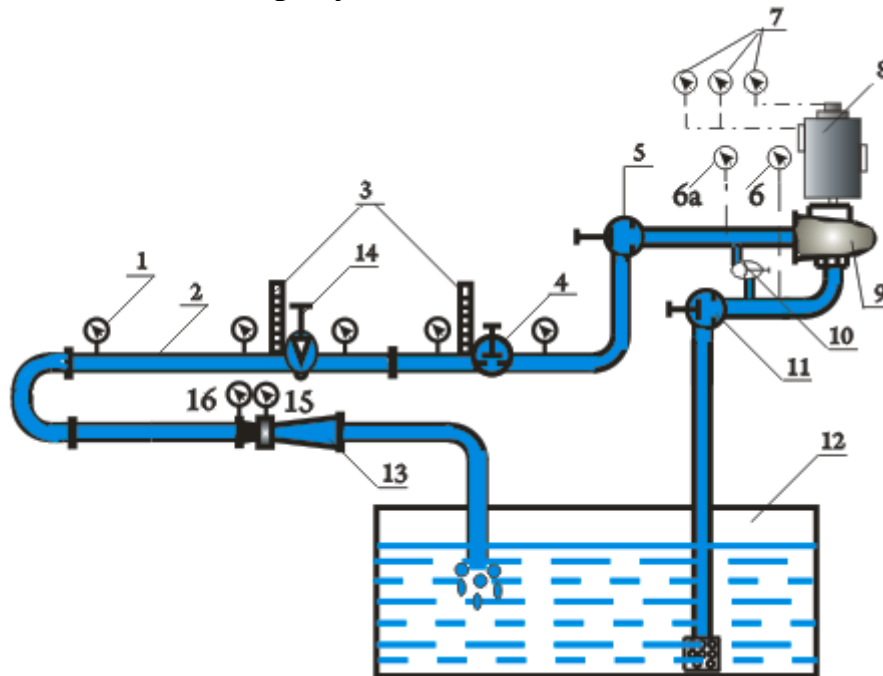
1. Характеристика регулирующего клапана с равнопроцентной пропускной характеристикой при различных значениях p .
2. Характеристика регулирующего клапана с линейной пропускной характеристикой при различных значениях p .

63. На рисунке «б» изображена:



1. Характеристика регулирующего клапана с равнопроцентной пропускной характеристикой при различных значениях.
2. Характеристика регулирующего клапана с линейной пропускной характеристикой при различных значениях n .

65. Знать все элементы рисунка



Учебное издание

**АРМАТУРА, ПРИБОРЫ УПРАВЛЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ
ХОЛОДИЛЬНОГО И КРИОГЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Учебно-методическое пособие

Составители: **Губин** Владимир Евгеньевич,
Глушкова Елена Владимировна,
Корнеева Надежда Константиновна,
Пантель Валентин Олегович

В авторской редакции

Изд. № 94/2024. Объем 3,5 п.л. Усл. печ. л. 3,25. Уч.-изд. л. 3,43.
Издательский центр ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»