

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 24.08.2023 12:13:07
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Гидравлические и пневматические системы транспортных и
транспортно-технологических машин и комплексов »
для студентов направления подготовки /специальности

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Пятигорск, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Лабораторная работа №1	6
Лабораторная работа №2	10
Лабораторная работа №3	15
Лабораторная работа №4	22
Лабораторная работа № 5	27
Лабораторная работа №6	30
Лабораторная работа № 7	33
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . Ошибка! Закладка не определена.	

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ВВЕДЕНИЕ

Так как гидравлика – наука о равновесии и движении жидкости, базируется в основном на данных эксперимента, то и в предлагаемом лабораторном практикуме приведены описания лабораторных установок и методик выполнения лабораторных работ с целью демонстрации законов равновесия и движения жидкостей.

Основной задачей лабораторных работ является объяснение физической сущности рассматриваемых гидравлических законов, ознакомление студентов с методикой проведения эксперимента с целью лучшего усвоения теоретического материала по главным разделам курса «Гидравлика и гидравлические машины».

Сущность каждой лабораторной работы заключается в следующем: изучить теоретический материал по теме, ознакомиться с устройством и принципов действия экспериментальной установки, освоить методику проведения эксперимента, провести опыты, обработать результаты и сделать выводы.

Выполнение лабораторных работ позволяет на практике закрепить знания, умения и навыки, сформировать необходимые профессиональные компетенции.

Оформление лабораторной работы

Отчеты по лабораторным работам представляются в виде папки – скоросшивателя на листах формата А4 – сборный комплект выполненных работ.

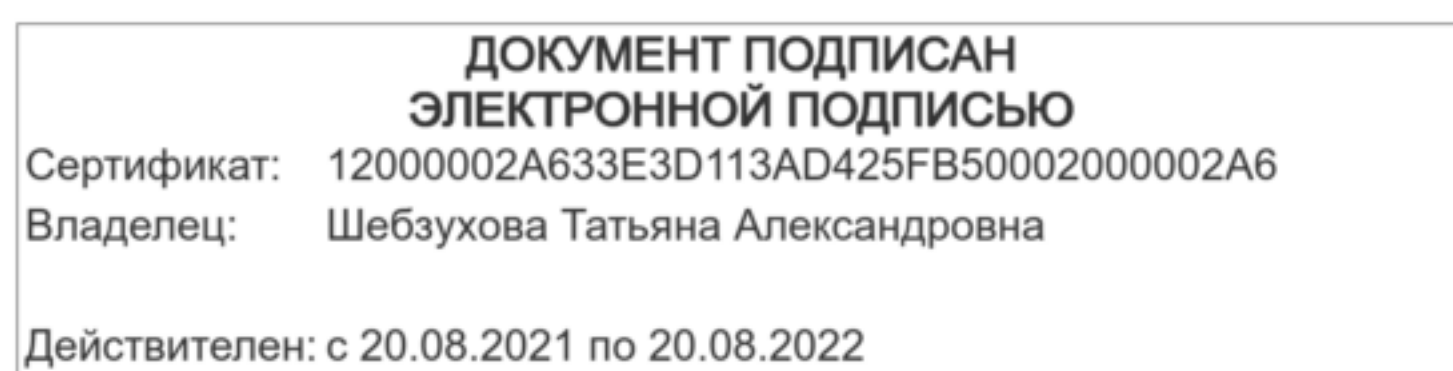
Содержание лабораторных работ:

- 1) номер и наименование лабораторной работы,
- 2) цель выполняемой работы,
- 3) фрагмент теоретического из курса, касающийся темы выполняемой работы (формулировка закона, основные формулы, зависимость исследуемого параметра от условий процесса и т. д.);
- 4) принципиальная схема экспериментальной установки,
- 5) таблица для записи основных параметров и опытных данных,
- 6) необходимые расчетные зависимости,
- 7) графический анализ экспериментальных данных;

Работа выполняется с использованием компьютерной техники.

Каждый комплект лабораторной работы сопровождается титульным листом с фамилией, именем и отчеством студента, наименованием факультета, специальности, номером группы и шифром.

Выполненная и оформленная лабораторная работа должен быть защищена в установленные сроки и подписана преподавателем.



Лабораторная работа №1

Основные свойства капельных жидкостей (определение удельного объема и плотности различных капельных жидкостей)

Цель работы: изучение свойств капельных жидкостей

Знать:

- классификации гидро и пневмопередат, области их применения;
- пневмопривод, гидропривод: гидравлические машины и передачи, лопастные машины, объемные гидропередачи, методика расчета и проектирования;
- классификации, устройства и принципов действия гидравлических систем ТиТТМО отрасли
- основные законы гидравлики

Уметь:

- определять основные размеры и параметры гидравлических машин;
- читать и выполнять чертежи со специальными обозначениями гидравлических машин и аппаратуры в соответствии ГОСТ.
- численно оценивать силовые воздействия жидкости на твердые тела и рабочие органы простейших гидравлических машин;
- определять потребные размеры трубопроводов для обеспечения оптимальной работы гидравлических систем и своевременной подачи жидкости потребителям;

Владеть:

- знаниями особенностей конструкции и расчетов на безопасность, прочность, схем воздухо- и водоснабжения предприятий транспорта, вопросов их эксплуатации и обслуживания.
- знаниями особенностей конструкции и расчетов на надежность и производительность схем воздухо- и водоснабжения предприятий транспорта, вопросов их эксплуатации и обслуживания.
- соответствующей терминологией;
- навыками измерения давления и расхода жидкости в гидравлических системах.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Общие сведения

Одной из основных механических характеристик жидкости является ее плотность.

Плотностью ρ (кг/м³) называют массу жидкости, заключенную в единице объема; для однородной жидкости:

$$\rho = \frac{M}{V},$$

где: M - масса жидкости в объеме V .

Удельным весом γ (Н/м³) называют вес единицы объема жидкости т.е.

$$\gamma = \frac{G}{V},$$

где: G - вес жидкости в объеме V .

Например, для воды при 40С имеем:

$$\gamma = 1000 \text{ кгс/м}^3 = 0,001 \text{ кгс/см}^3 = 9,81 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^3$$

Связь между удельным весом γ и плотностью ρ легко найти, если учесть, что:

$G = gm$

$$\rho = \frac{G}{gV} = \frac{\gamma}{g} \text{ или}$$

$$\gamma = \rho \cdot g$$

Применяют также относительную плотность жидкости δ , равную отношению плотности жидкости к плотности воды при 40С:

$$\delta = \rho_{\text{ж}} / \rho_{\text{вод}}$$

Сжимаемость, характеризуется коэффициентом объемного сжатия:

$$\beta_p = -\frac{dV}{dp} \frac{1}{V}, \text{ м}^2/\text{Н}$$

где: dp – приращение давления [Н/м²];

dV – отрицательное приращение (уменьшение объема) [м³];

V – начальный объем жидкости [м³].

Температурное расширение характеризуется коэффициентом объемного расширения:

$$\beta_T = \frac{1}{V} \frac{dV}{dT} \left[1/^\circ\text{C} \right], 1/^\circ\text{C}$$

где: V – начальный объем жидкости [м³];

dV – приращение объема [м³];

dT – приращение температуры.

Поверхностное натяжение, характеризуется коэффициентом поверхностного натяжения жидкости σ [Н/м], определяется из формулы:

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Жидкость	Удельный объем		Плотность		
вода					
спирт					
моторное масло					
Расчетные величины					
Жидкость	Масса пустого сосуда	Масса наполненного сосуда	Объем жидкости	Удельный объем	Плотность
вода					
спирт					
моторное масло					

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа №2
Определение кинематического коэффициента вязкости вискозиметром
Энглера

Цель работы: изучение кинематического коэффициента вязкости вискозиметром
Энглера

Знать:

- классификации гидро и пневмопередат, области их применения;
- пневмопривод, гидропривод: гидравлические машины и передачи, лопастные машины, объемные гидропередачи, методика расчета и проектирования;
- классификации, устройства и принципов действия гидравлических систем ТиТМО отрасли
- основные законы гидравлики

Уметь:

- определять основные размеры и параметры гидравлических машин;
- читать и выполнять чертежи со специальными обозначениями гидравлических машин и аппаратуры в соответствии ГОСТ.
- численно оценивать силовые воздействия жидкости на твердые тела и рабочие органы простейших гидравлических машин;
- определять требуемые размеры трубопроводов для обеспечения оптимальной работы гидравлических систем и своевременной подачи жидкости потребителям;

Владеть:

- знаниями особенностей конструкции и расчетов на безопасность, прочность, схем воздухо- и водоснабжения предприятий транспорта, вопросов их эксплуатации и обслуживания.
- знаниями особенностей конструкции и расчетов на надежность и производительность схем воздухо- и водоснабжения предприятий транспорта, вопросов их эксплуатации и обслуживания.
- соответствующей терминологией;
- навыками измерения давления и расхода жидкости в гидравлических системах.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Общие сведения

Вязкость, одно из основных свойств жидкости, представляет собой проявление сопротивления сдвигу (скольжению) ее слоев.

Это свойство противоположное текучести: более вязкие жидкости (глицерин, смазочные масла и др.) являются менее текучими и наоборот. При течении вязкой жидкости вдоль твердой стенки происходит торможение потока, обусловленное вязкостью. Скорость уменьшается по мере уменьшения расстояния от центра вплоть до нуля у самой стенки, а между слоями происходит проскальзывание сопровождающееся возникновением касательных напряжений (напряжений трения).

Согласно гипотезе, высказанной впервые Ньютоном в 1686 г., а затем экспериментально обоснованной профессором Петровым в 1883 г. касательное напряжение в жидкости зависит от ее рода и характера течения и при слоистом течении изменяется прямо пропорционально так называемому поперечному градиенту скорости.

Формула Ньютона – Петрова Выражает силу внутреннего трения между смещающимися слоями жидкости т.е.:

$$F = \mu \cdot S \cdot \frac{du}{dy} \quad (1)$$

где: F - сила трения, H ;

μ - коэффициент пропорциональности или коэффициент динамической (абсолютной) вязкости жидкости;

du - приращение скорости, $м/с$;

dy - приращение координаты, $м$;

S - площадь трения или площадь соприкосновения слоев, $м^2$;

du/dy - градиент скорости, являющийся показателем интенсивности изменения величины скорости по нормам к ее направлению, $1/с$.

Разделив левую и правую части выше представленной формулы (1), получаем напряжение трения:

$$\tau = \frac{F}{S} = \mu \frac{du}{dy}, H/м^2 \quad (2)$$

Из (2) следует, что напряжение трения возможно только в движущейся жидкости, то есть вязкость проявляется лишь при ее течении.

При покоящейся жидкости:

$$\tau = 0 \quad (3)$$

Вывод: Трение в жидкостях, обусловленное вязкостью подчинено закону, принципиально отличному от закона трения твердых тел.

За единицу динамической (абсолютной) вязкости принимается $[Па \cdot с]$.

Помимо динамической вязкости применяют кинематическую вязкость

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН

ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

$$\nu = \mu / \rho, [м^2/с]$$

(4)

Едини

где: $t_{ж}$ - время истечения 200 мл испытываемой жидкости через насадок при заданной температуре;
 $t_{пр}$ - время истечения 200 мл дистиллированной воды при 20⁰С.

Для перехода от условной вязкости 0E к кинематическому коэффициенту вязкости воспользуемся формулой Уббелоде.

$$\nu = \left(0,0731^0E - \frac{0,0631}{^0E} \right) \cdot 10^{-4}, \text{ м}^2/\text{с}$$

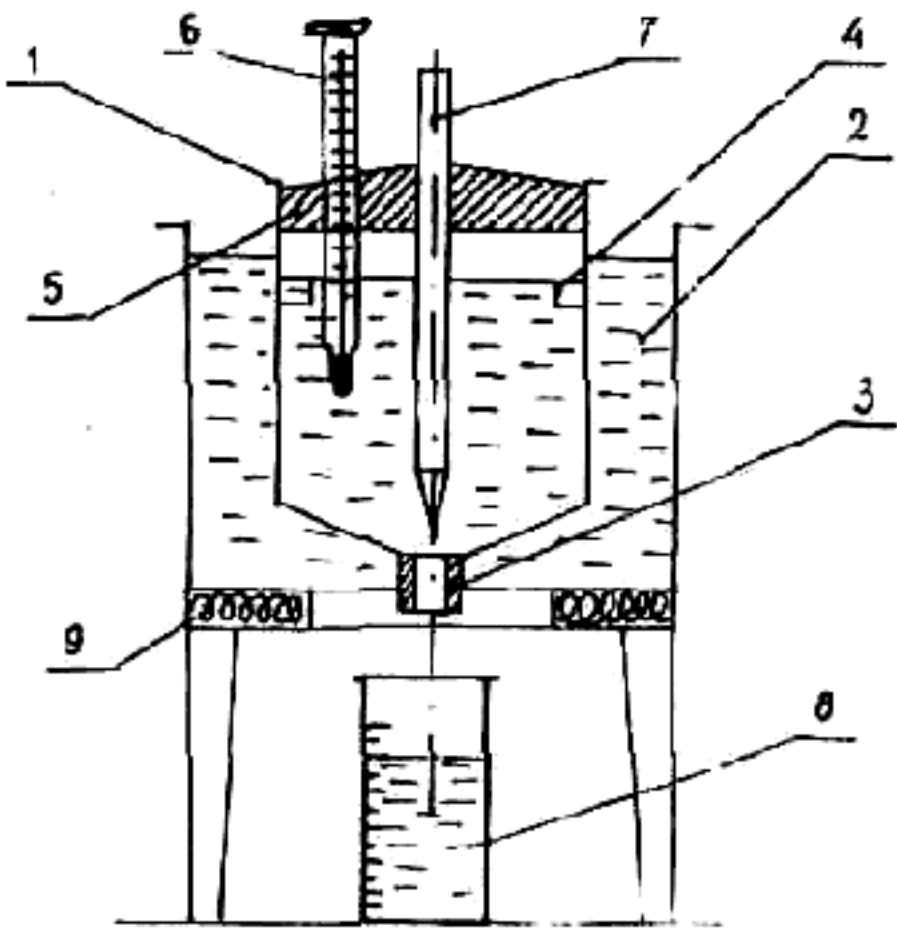


Рис. 2. Схема вискозиметра Энглера

Вязкость зависит от рода жидкости, ее температуры и давления. С увеличением температуры вязкость капельных жидкостей уменьшается, а газообразных - увеличивается.

Для большинства жидкостей с повышением давления вязкость увеличивается и может быть вычислена по уравнению:

$$\nu_p = \nu_0(1 + K_p \cdot P)$$

где: ν_p и ν_0 - кинематический коэффициент вязкости соответственно при давлении p и атмосферном давлении;
 p – давление, при котором определяется вязкость МПа;
 K_p – опытный коэффициент, принимается обычно равным 0,03.

Таблица 2

Обработка данных опыта

Величина	Обозначение	Единица измерения	№№ опытов			
			1	2	3	4
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ Сертификат 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6 Владелец: Щербухова Татьяна Александровна Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022		T	^0C			
		V	мл			
Время истечения	$t_{ж}$	с				

Вязкость в градусах Энглера	$^{\circ}E$	-				
Кинематический коэффициент вязкости	ν	$\frac{M^2}{C}$				

$t_a = 10$ секунд

После обработки материалов опыта строится температурная кривая $\nu, \frac{M^2}{C}$

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа №3

Определение гидростатического давления с применением различных приборов

Цель работы: изучение гидростатического давления с применением различных приборов

Знать:

- классификации гидро и пневмопередат, области их применения;
- пневмопривод, гидропривод: гидравлические машины и передачи, лопастные машины, объемные гидропередачи, методика расчета и проектирования;
- классификации, устройства и принципов действия гидравлических систем ТИТМО отрасли
- основные законы гидравлики

Уметь:

- определять основные размеры и параметры гидравлических машин;
- читать и выполнять чертежи со специальными обозначениями гидравлических машин и аппаратуры в соответствии ГОСТ.
- численно оценивать силовые воздействия жидкости на твердые тела и рабочие органы простейших гидравлических машин;
- определять требуемые размеры трубопроводов для обеспечения оптимальной работы гидравлических систем и своевременной подачи жидкости потребителям;

Владеть:

- знаниями особенностей конструкции и расчетов на безопасность, прочность, схем воздухо- и водоснабжения предприятий транспорта, вопросов их эксплуатации и обслуживания.
- знаниями особенностей конструкции и расчетов на надежность и производительность схем воздухо- и водоснабжения предприятий транспорта, вопросов их эксплуатации и обслуживания.
- соответствующей терминологией;
- навыками измерения давления и расхода жидкости в гидравлических системах.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

ρ_1 - плотность жидкости в гидравлической системе.

Рассчитанное давление P должно соответствовать показанию стрелки пружинного манометра.

Таблица 3

Обработка результатов опыта

Замеренные и вычисленные величины	Обозначение	Размерность	№№ опытов			
			1	2	3	4
Давление в системе	P	$Па$				
Атмосферное давление	P_{ATM}	$мм.рт.ст.$				
Плотность ртути	ρ_{PT}	$кг/м^3$				
Плотность жидкости в гидравлической системе	ρ_1	$кг/м^3$				
Разность уровней ртути в ртутном манометре	h_{PT}	$м$				
Высота от уровня жидкости в левой ветви ртутного манометра до максимального уровня жидкости в гидравлической системе	h_1	$м$				

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа №4

Экспериментальная иллюстрация закона Паскаля

Цель работы: изучение экспериментальной иллюстрации закона Паскаля

Знать:

- классификации гидро и пневмопередат, области их применения;
- пневмопривод, гидропривод: гидравлические машины и передачи, лопастные машины, объемные гидропередачи, методика расчета и проектирования;
- классификации, устройства и принципов действия гидравлических систем ТиТМО отрасли
- основные законы гидравлики

Уметь:

- определять основные размеры и параметры гидравлических машин;
- читать и выполнять чертежи со специальными обозначениями гидравлических машин и аппаратуры в соответствии ГОСТ.
- численно оценивать силовые воздействия жидкости на твердые тела и рабочие органы простейших гидравлических машин;
- определять требуемые размеры трубопроводов для обеспечения оптимальной работы гидравлических систем и своевременной подачи жидкости потребителям;

Владеть:

- знаниями особенностей конструкции и расчетов на безопасность, прочность, схем воздухо- и водоснабжения предприятий транспорта, вопросов их эксплуатации и обслуживания.
- знаниями особенностей конструкции и расчетов на надежность и производительность схем воздухо- и водоснабжения предприятий транспорта, вопросов их эксплуатации и обслуживания.
- соответствующей терминологией;
- навыками измерения давления и расхода жидкости в гидравлических системах.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

нагнетательными шариковыми клапанами (на схеме не показаны), которые предотвращают возврат жидкости в бачок и под малый поршень.

Если к рукоятке рычага приложить силу F_1 , то на малый поршень передается сила:

$$P_1 = F_1 \frac{a}{b}$$

a – длина рукоятки рычага;

b – длина плеча малого поршня.

Сила P_1 создает гидростатическое давление:

$$p = \frac{P_1}{S_1}.$$

где: S_1 - площадь сечения малого поршня,

$$S_1 = \pi \frac{d_1^2}{4}.$$

Давление p передается без изменений под поршень P_2 большего диаметра. Пренебрегая практически незначительной поправкой на разность высотных положений нижних поверхностей поршней, получаем силу давления P_2 на больший поршень:

$$P_2 = p S_2$$

где: S_2 - площадь сечения большого поршня:

$$S_2 = \pi \frac{d_2^2}{4}.$$

Учитывая потери на трение в движущихся частях и утечки жидкости введением КПД η , получим значение силы F_2 , сжимающей прессуемое тело:

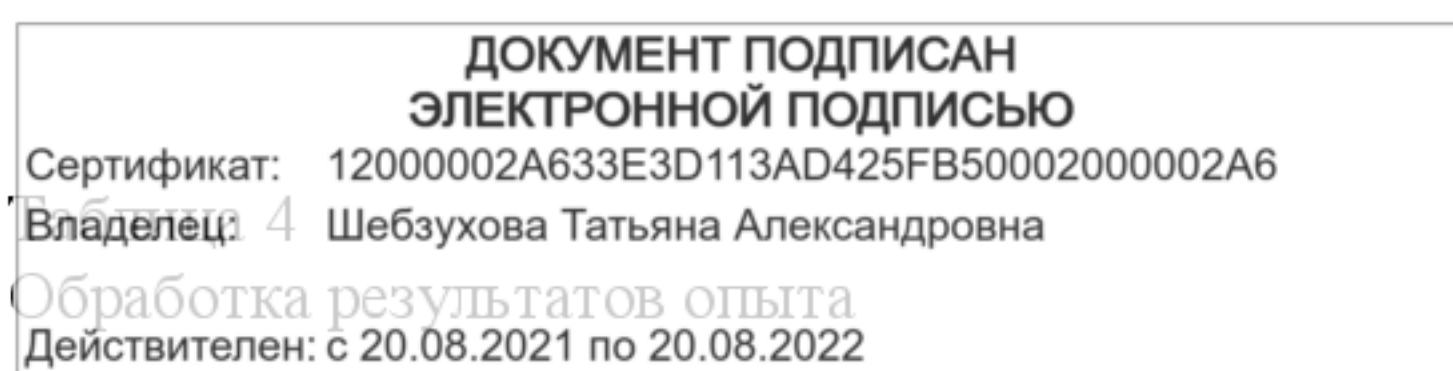
$$F_2 = \eta P_2 \pi \frac{d_2^2}{4}$$

КПД прессы обычно принимают равным $0,8 \div 0,85$.

Выигрыш в силе в гидравлическом прессе называют отношением силы, прессующей тело F_2 , к силе, приложенной к рычагу F_1 :

$$W = \frac{F_2}{F_1}$$

В работе по известному давлению в системе необходимо определить действующие силы F_1 , P_1 , P_2 , F_2 и выигрыш в силе W , для четырех значений давления в системе. Вычисления сводятся в таблицу:



Заданные и вычисленные величины	Обозначение	Размерность	№№ опытов			
			1	2	3	4
Давление в системе	P	H/m^2				
Усилие, прилагаемое к рукоятке рычага	$F_1 = P_1 \frac{b}{a}$	H				
Сила на малом поршне	$P_1 = pS_1$	H				
Сила на большом поршне	$P_2 = pS_2$	H				
Сила, сжимающая прессуемое тело	$F_2 = \eta P_2$	H				
Выигрыш в силе	W	-				

$a = 0.1 \text{ м}$

$b =$

$d1 =$

$d2 =$

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа № 5

Исследование работы гидравлического пресса

Цель работы: исследование и изучение работы гидравлического пресса

Знать:

- классификации гидро и пневмопередат, области их применения;
- пневмопривод, гидропривод: гидравлические машины и передачи, лопастные машины, объемные гидропередачи, методика расчета и проектирования;
- классификации, устройства и принципов действия гидравлических систем ТиТТМО отрасли
- основные законы гидравлики

Уметь:

- определять основные размеры и параметры гидравлических машин;
- читать и выполнять чертежи со специальными обозначениями гидравлических машин и аппаратуры в соответствии ГОСТ.
- численно оценивать силовые воздействия жидкости на твердые тела и рабочие органы простейших гидравлических машин;
- определять потребные размеры трубопроводов для обеспечения оптимальной работы гидравлических систем и своевременной подачи жидкости потребителям;

Владеть:

- знаниями особенностей конструкции и расчетов на безопасность, прочность, схем воздухо- и водоснабжения предприятий транспорта, вопросов их эксплуатации и обслуживания.
- знаниями особенностей конструкции и расчетов на надежность и производительность схем воздухо- и водоснабжения предприятий транспорта, вопросов их эксплуатации и обслуживания.
- соответствующей терминологией;
- навыками измерения давления и расхода жидкости в гидравлических системах.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Рис.14. Схема мерного бака

Поднятие уровня жидкости в мерной трубке фиксируется хронометром, а величины времени заносятся в таблицу.

Определяем объем жидкости по формуле:

$$V = S \cdot H$$

где: S –площадь живого сечения мерного бака, м^2 ;

H – высота поднятия уровня в мерной трубке, м.

Тогда, расход жидкости:

$$Q = \frac{V}{t}; \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

t – время поднятия уровня в мерной трубке.

Измерения производятся на трех уровнях при неизменном расходе жидкости, и среднее значение расхода определяем по формуле:

$$Q_{\text{ср}} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_i}{3}$$

Таблица 5

Обработка данных опыта

Величина	Обозначение	Единица изм.	№№ опытов		
			1	2	3
Площадь живого сечения мерного бака	$S = a \cdot b$	м^2			
Высота поднятия уровня в мерной трубке	H	м			
Объем жидкости в мерном баке	$V = S \cdot H$	м^3			
Время наполнения мерного бака	t	сек			
Расход жидкости	$Q = V/t$	$\text{м}^3/\text{сек}$			
Средний расход жидкости	$Q = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{3}$	$\text{м}^3/\text{сек}$			

$a = 1 \text{ м}$, $b = 1.5 \text{ м}$.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

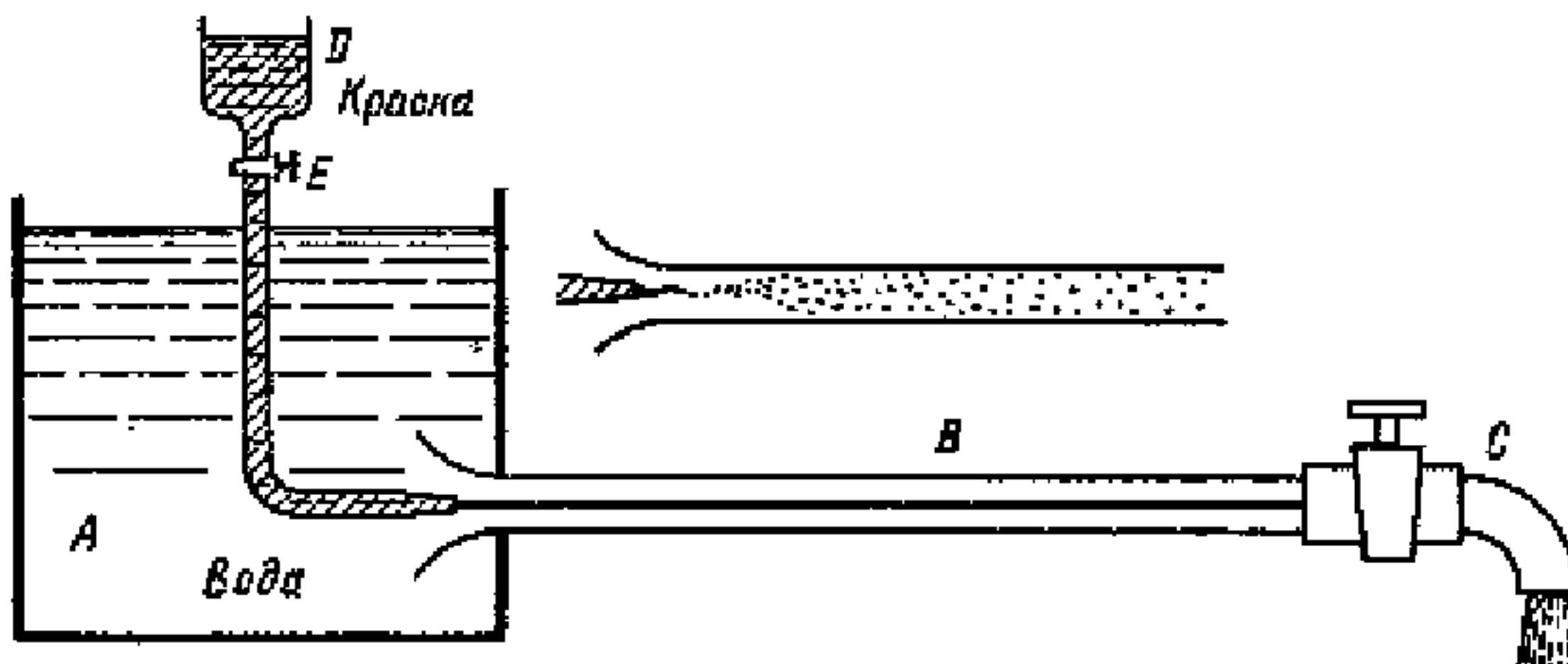


Рис.16. Принципиальная схема лабораторной установки

Постоянные величины: диаметр трубы – $d=$ м;

площадь сечения - $S = \pi \frac{d^2}{4}$, м²

Таблица 7

Величина	Обозначение	Единица измерения	№№ опытов			
			1	2	3	4
Режим движения жидкости		-				
Объем жидкости в мерном баке	V	м ³				
Время заполнения мерного бака	t	с				
Температура в напорном баке	T	°C				
Объемный расход жидкости	$Q = \frac{V}{t}$	м ³ /с				
Средняя скорость	$V = Q / S$	м/с				
Кинематический коэффициент вязкости	ν	м ² /с				
Число Рейнольдса	$Re = \frac{Vd}{\nu}$	-				

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы

1. Баржанский, Е.Е. Гидравлические и пневматические системы транспортного и транспортно-технологического механического оборудования / Е.Е. Баржанский ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва : Альтаир-МГАВТ, 2013. – 190 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429837> . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-905637-03-2. – Текст : электронный.

Перечень дополнительной литературы:

1. Пазушкина, О.В. Гидравлика и гидропневмопривод / О.В. Пазушкина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ульяновский государственный технический университет", Институт дистанционного и дополнительного образования. – Ульяновск : УлГТУ, 2012. – 135 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363457>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9795-0986-0. – Текст : электронный.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line»
3. Электронно-библиотечная система Лань

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по организации самостоятельной работы
по дисциплине «Гидравлические и пневматические системы транспортных и
транспортно-технологических машин и комплексов »
для студентов направления подготовки /специальности

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Пятигорск, 2022

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Содержание

Введение	40
1. Общая характеристика самостоятельной работы студента	41
2. План - график выполнения самостоятельной работы	42
3. Методические рекомендации по изучению теоретического материала	42
3.1. Вид самостоятельной работы: самостоятельное изучение литературы	42
3.2. Вид самостоятельной работы: подготовка к лабораторным занятиям	42
4. Методические указания	43
Список рекомендуемой литературы	43

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Введение

Методические указания и задания для выполнения самостоятельной работы студентами по дисциплине «Гидравлические и пневматические системы транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов » по направлению подготовки бакалавров: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Методическое пособие содержит весь необходимый материал для выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Гидравлические и пневматические системы транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов ».

В данном методическом пособии приведены темы и вопросы для самостоятельного изучения.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

