



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Автотранспортные, строительные и дорожные
средства»

Методические указания
для выполнения практических работ
по дисциплине

**«Гидравлика и
гидропневмопривод»**

Авторы
Веремеенко А. А.,
Веремеенко Е. Г.,
Зайцева М. М.,
Котесова А. А.,
Теплякова С. В.

Ростов-на-Дону, 2018

Аннотация

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения по направлениям 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Авторы

доцент, к.т.н.,
доцент каф. АД
Веремеенко А.А.

к.т.н.,
ассистент каф. ОПД
Веремеенко Е.Г.

доцент, к.т.н.,
доцент каф. АС и ДС
Зайцева М.М.

к.т.н.,
доцент каф. АС и ДС
Котесова А.А.

к.т.н.,
ассистент каф. АС и ДС
Теплякова С.В.



Оглавление

Физические свойства жидкостей	4
Краткая теория.....	4
Примеры.....	4
Задачи	5
Гидростатика	7
Гидростатическое давление.....	7
Давление жидкости на плоскую стенку	11
Давление жидкости на криволинейные поверхности	13
Закон Архимеда . Плавание тел.....	15
Приложение	18
Список литературы	21

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ

Краткая теория

Плотность определяется для однородной жидкости отношением ее массы к объему:

$$\rho = m/W, \text{ кг/м}^3.$$

Удельный вес - это вес единицы объема жидкости:

$$\gamma = G/W, \text{ Н/м}^3.$$

Плотность и удельный вес связаны между собой:

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

Сжимаемость жидкостей характеризуется модулем объемной упругости K или коэффициентом объемного сжатия β_w :

$$\beta_w = dW/(W \cdot dp) = 1/K, \text{ м}^2/\text{Н}.$$

Температурное расширение определяется соответствующим коэффициентом, равным относительному изменению объема, при изменении температуры на 1°C :

$$\beta_t = dW/(W \cdot dt), \text{ } 1/^\circ\text{C}.$$

Вязкость - это способность жидкости сопротивляться сдвигу. Динамическая вязкость μ входит в закон жидкостного трения Ньютона, выражающий касательное напряжение τ через поперечный градиент скорости du/dy :

$$\tau = \mu \, du/dy.$$

Кинематическая вязкость связана с динамической соотношением:

$$\nu = \rho \cdot \nu, \text{ Нс/м}^2;$$

эмпирическая формула Энглера:

$$\nu = (0.0731 \cdot E - 0.0631/^\circ E), \text{ см}^2/\text{с};$$

$$^\circ E = t_{\text{ж}}/t_{\text{воды}}.$$

Примеры

1. Вода тяжелее керосина в 1.3 раза. Определить удельный вес керосина при температуре 4°C .

Решение

Из табл. 1 приложения: плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Удельный вес воды:

$$\gamma_w = \rho \cdot g = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 9.81 \text{ м/с}^2 = 9810 \text{ Н/м}^3 = 1000 \text{ кг/м}^3.$$

Из условия задачи $G_w = 1.3 G_k$. Следовательно, $\gamma_w = 1.3 \gamma_k$.

Отсюда

$$\gamma_k = \gamma_w / 1.3 = 9800/1.3 \text{ Н/м}^3 = 7538.5 \text{ Н/м}^3 \text{ или } 1000/1.3 = 769.2 \text{ кг/м}^3.$$

$$\text{Ответ: } 769.2 \text{ кг/м}^3 = 7538.5 \text{ Н/м}^3.$$

2. В автоклав объемом 50 л под некоторым давлением закачено 50.5 л эфира. Определить, пренебрегая деформацией стенок автоклава, повышение давления в нем, если коэффициент объемного сжатия эфира при 20°C $\beta_w = 1.91 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2/\text{кг}$.

Решение

Из формулы для определения коэффициента объемного сжатия выразим изменение давления:

$$dp = dW / (W_0 \cdot \beta_w).$$

$$\text{Начальный объем } W_0 = 50 \text{ л} = 50 \cdot 10^3 \text{ см}^3.$$

$$\text{Изменение объема } dW = 50,5 - 50 = 0,5 \text{ л} = 0,5 \cdot 10^3 \text{ см}^3.$$

Следовательно

$$dp = 0,5 \cdot 10^3 / (50 \cdot 10^3 \cdot 1.91 \cdot 10^{-4}) = 0.00524 \cdot 10^4 \text{ кг/см}^2 = 52.4 \text{ кг/см}^2.$$

Ответ: 52.4 кг/см².

Задачи

1. Пять литров нефти весят 4.25 кг. Определить удельный вес и плотность нефти в системах единиц: МКГС, СИ: *Ответ:* 850 кг/м³ = 8339 Н/м³; 86.6 кг·с²/м⁴ = 850 кг/м³.

2. Чему равны удельный вес и плотность пресной воды при температуре 4 °С? *Ответ:* 1000 кг/м³ = 9810 Н/м³; 102 кг·с²/м⁴ = 1000 кг/м³.

3. Вычислить объем, который занимает нефть весом 324 тс, если плотность нефти равна 91.8 кг·с²/м⁴. *Ответ:* 360 м³.

4. Определить удельный вес смеси жидкостей, имеющей следующий состав: керосина - 40%, мазута - 60 % (проценты весовые), если удельный вес керосина 0.79 тс/м³, мазута 0.89 тс/м³. *Ответ:* 0.847 тс/м³.

5. Определить удельный вес смеси жидкостей из условия задачи 4, если проценты - объемные. *Ответ:* 0.850 тс/м³.

6. В резервуар залито 27420 л нефти удельного веса 842 кг/м³ и 18960 л нефти неизвестного удельного веса. Полученная смесь имеет удельный вес 863 кг/м³. Вычислить неизвестный удельный вес. *Ответ:* 893 кг/м³.

7. Нефть, имеющая удельный вес 900 Г/см³ обладает при температуре 50°C вязкостью 6.0·10⁻⁴ кг·с/м². определить ее кинематическую вязкость. *Ответ:* 6.4·10⁻² см²/с.

8. При экспериментальном определении вязкости нефти вискозиметром Энглера найдено: время истечения 200 см³ воды 51.2 с, время истечения 200 см³ нефти 163.4 с. определить кинематическую вязкость нефти. *Ответ:* 0.213 см²/с.

9. При определении вязкости расплавленного парафина

при 60°C вискозиметром Энглера время истечения 200 см^3 парафина оказалось равным 1 мин 22 с. Водное число вискозиметра 50.2 с. Вычислить кинематическую вязкость расплавленного парафина. *Ответ:* 8.04 ст.

10. Вязкость нефти, определенная на вискозиметре Энглера $E = 7.2^{\circ}$, а плотность $900\text{ кг}\cdot\text{с}^{-2}/\text{м}^4$. Определить динамическую вязкость. *Ответ:* 0.457 пз.

11. При атмосферном давлении отмерен 1 м^3 воды. Каков будет объем этого количества воды при избыточном давлении 25 ати? Вычислить в процентах сокращение объема. *Ответ:* 0,99875 м³; 0,125%.

12. Нефть сжималась в толстостенной стальной цилиндрической трубке (рис.1). Пренебрегая деформацией трубки, вычислить объемный коэффициент сжатия нефти β и истинный модуль ее объемного сжатия K , если при увеличении давления на промежуточную жидкость a от 0 до 50 ати уровень А-А ртути b поднялся на величину 3.7 мм. Первоначальная высота столба нефти была $h = 1000\text{ мм}$. *Ответ:* $7.4 \cdot 10^{-5}\text{ см}^2/\text{кг}$; $13513\text{ кг}/\text{см}^2 = 1326\text{ МПа}$.

13. Автоклав с диаметром цилиндрической части 1 м и длиной 2 м имеет днище и крышку в форме полусферы (рис.2). Определить объем воды, который требуется дополнительно закачать, чтобы поднять давление от 0 до 1000 ати, считая коэффициент объемного сжатия воды равным $4.112 \cdot 10^{-5}\text{ см}^2/\text{кг}$. Увеличением объема сосуда пренебречь. *Ответ:* 85.9 л.

14. Винтовой пресс Рухгольца (рис.3) для тарировки пружинных манометров работает на масле с коэффициентом объемного сжатия $6.25 \cdot 10^{-5}\text{ см}^2/\text{кг}$. Определить, на сколько оборотов надо повернуть маховик винта, чтобы поднять давление на 1 ат, если начальный объем рабочей камеры пресса 628 см^3 , диаметр плунжера 20 мм, шаг винта 2 мм. Стенки рабочей камеры считать недеформируемыми. *Ответ:* 1/16 оборота.

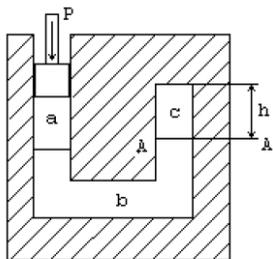


Рис. 1

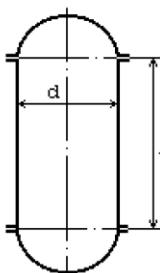


Рис. 2

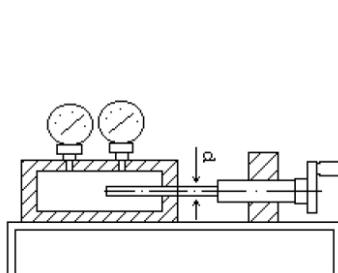


Рис. 3

15. Автоклав объемом 10 л наполнен водой и закрыт герметически. Определить , пренебрегая изменением объема автоклава, повышение давления в нем при увеличении температуры воды на величину 40°C , если коэффициент термического расширения воды $1.8 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^{\circ}\text{C}$, а коэффициент объемного сжатия $4.112 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{кГ}$. *Ответ:* 175 ат.

16. В баллон объемом 300 л при давлении 100 ати накачан воздух. Через несколько часов, вследствие утечек через неплотности, давление воздуха в баллоне упало до 90 ати. Пренебрегая деформацией баллона, определить объем вытекшего воздуха, приведенный к атмосферному давлению, считая температуру постоянной; атмосферное давление принять равным 1 кГ/см^2 . *Ответ:* 3 м^3 .

17. Стальной толстостенный сосуд при атмосферном давлении и температуре 20°C заполнен водой и плотно закрыт. Вычислить давление в сосуде при подогреве его до 50°C . Плотность воды при 20°C равна 0.9982 г/см^3 , а при 50°C - 0.9881 г/см^3 . *Ответ:* 204 кГ/см^2 .

ГИДРОСТАТИКА

Гидростатическое давление

Краткая теория

Давление в неподвижной жидкости называется гидростатическим и обладает следующими свойствами:

- на внешней поверхности жидкости оно всегда направлено по нормали внутрь объема жидкости;
- в любой точке внутри жидкости оно по всем направлениям одинаково, т.е. не зависит от угла наклона площадки, по которой действует.

Уравнение, выражающее гидростатическое давление p в любой точке неподвижной жидкости при действии только лишь силы тяжести, называется *основным уравнением гидростатики*:

$$p = p_0 + \gamma h,$$

где p_0 - давление на какой-либо поверхности уровня жидкости, например на свободной поверхности; h - глубина расположения рассматриваемой точки, отсчитанная от поверхности с давлением p_0 .

Пример

Определить величину избыточного гидростатического дав-

ления (гсд) в точке A под поршнем (рис. 4) и в точке B воды на глубине 2 м от поршня, если на поршень диаметром 200 мм производится давление с силой 314 кг.

Решение

Давление в точке A $p_A = P/S = 4 \cdot P / (\pi \cdot d^2) = 4 \cdot 314 / (3.14 \cdot 400) = 1 \text{ кг/см}^2$.

Давление в точке B $p_B = p_A + \gamma \cdot z = 1 + 0.001 \cdot 200 = 1.2 \text{ кг/см}^2$.

Ответ: 1 кг/см²; 1.2 кг/см².

Задачи

18. Определить избыточное и абсолютное давление на глубине 400 мм под свободной поверхностью ртути (рис. 5), если барометрическое давление эквивалентно высоте 756 мм рт. ст. Выразить барометрическое давление в метрах столба воды.

Ответ: 0.542 кг/см²; 1.577 кг/см²; 10.25 м вод. ст.

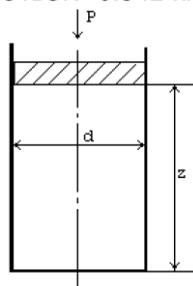


Рис. 4

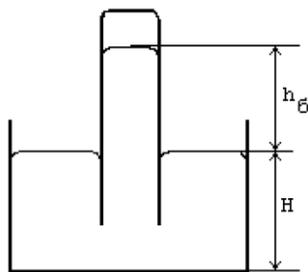


Рис. 5

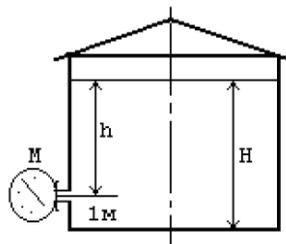


Рис. 6

19. Определить высоту налива нефти в резервуаре (рис. 6), сообщающемся с атмосферой, если манометр, установленный на 1 м выше дна, показывает давление 0.5 ати, а плотность нефти 91.8 кг с²/м⁴. *Ответ:* 6.55 м.

20. В сосуд наполненный жидкостью (рис. 7), вставлены два плунжера, расположенные в одной горизонтальной плоскости; площади плунжеров 15 см² и 5 см². На первый из них действует сила 30 кг. Определить показания манометра и силу, удерживающую в равновесии второй плунжер. *Ответ:* 2 ати; 10 кг.

21. Определить давление в котле с водой (рис. 8) и пьезометрическую высоту, высота поднятия ртути в трубке манометра 50 мм. *Ответ:* 0.678 м; 0.0678 ати.

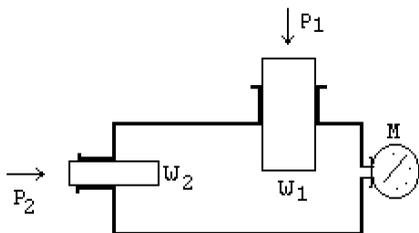


Рис. 7

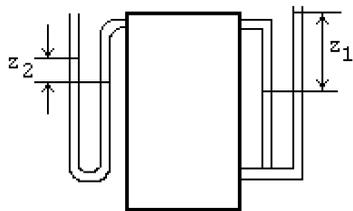


Рис. 8

22. Определить высоты (рис. 9) h_1 и h_2 , если на поршни площадью f_1 , f_2 и f_3 действуют силы P_1 , P_2 и P_3 . Ответ:

$$h_1 = \frac{1}{\gamma} \cdot \left(\frac{P_2}{f_2} - \frac{P_1}{f_1} \right); \quad h_2 = \frac{1}{\gamma} \cdot \left(\frac{P_3}{f_3} - \frac{P_2}{f_2} \right).$$

23. Для измерения давления в сосуде (рис. 10) применен многоколенный двух жидкостный манометр, изображенный на рисунке. Определить избыточное давление по показаниям уровней в коленах манометра и удельным весам γ и γ_p ($\gamma_p > \gamma$) несмешивающихся жидкостей, заполняющих трубки. Ответ: $p = [(z_2 - z_1) + (z_4 - z_3)] \cdot \gamma_p - [(z_0 - z_1) + (z_2 - z_3)] \cdot \gamma$.

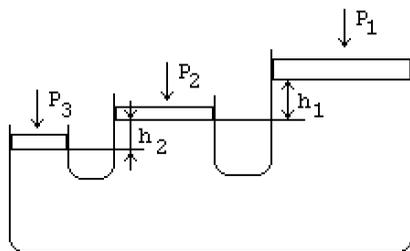


Рис. 9

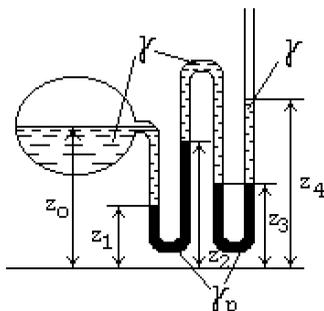


Рис. 10

24. Пренебрегая силами трения и силами инерции, определить на какую высоту можно всасывать бензин медленным и равномерным движением поршня при температуре 15°C , если поршень идеально пригнан к цилиндру. Давление паров бензина при этой температуре 0.10 кг/см^2 , его удельный вес 0.735 Г/см^3 , атмосферное давление 745 мм рт. ст. , удельный вес ртути 13.56 Г/см^3 . Ответ: 1238 см .

25. Определить разность давлений в сечениях 1 и 2 водопровода (рис. 11) по разности высот жидкости в трубах дифференциальных манометров 100 мм , если в а дифманометр заполнен

ртутью, а в b над уровнем воды находится воздух.. *Ответ:* 0.126 кг/см^2 ; 0.01 кг/см^2 .

26. Для измерения высоты налива нефти в открытом резервуаре (рис. 12) установлена вертикальная труба, открытый нижний конец которой почти доходит до днища. В трубу с очень малой скоростью подают воздух, что позволяет пренебречь гидравлическими сопротивлениями. Определить высоту налива нефти удельного веса 890 кг/м^3 , если давление воздуха, поступающего в резервуар, эквивалентно высоте 890 мм рт.ст. *Ответ:* 13.6 м .

27. Определить вес груза, подвешиваемого к коромыслу гидравлического аккумулятора (рис. 13), если вес плунжера 10 тс , его диаметр 500 мм , высота кожаной манжеты 100 мм , коэффициент трения кожи о поверхность плунжера 0.15 , давление, которое необходимо создать в аккумуляторе, 24 ати . *Ответ:* 42.76 тс .

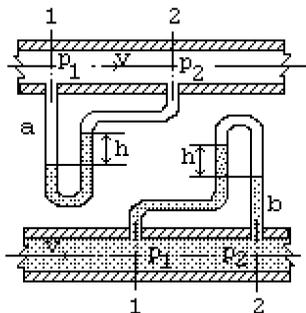


Рис. 11

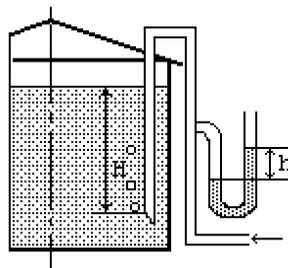


Рис. 12

28. Вертикальный вал, опирающийся на гидравлический подпятник, передает полезный момент $2500 \text{ кг}\cdot\text{м}$ (рис. 14). Осевое давление вала 10 тс , диаметр его пяты 30 см . Определить момент на валу, если высота гидравлической манжеты $h=0.2d$ и коэффициент трения кожи о вал 0.2 . *Ответ:* $2740 \text{ кг}\cdot\text{м}$.

29. В закрытую с одной стороны поставленную вертикально U-образную трубку постоянного диаметра (рис. 15) наливают постепенно (малыми порциями) ртуть. Найти, в каком соотношении будут находиться между собой высоты уровней и в правом и

левом коленах. *Ответ:*

$$p_a \cdot \frac{z_2}{h - z_2} = \gamma \cdot (z_1 - z_2)$$

30. Определить разность уровней h в пьезометрах при равновесии поршней мультипликатора (рис. 16), если отношение диаметров поршней $D/d = 3$ и высота уровня в правом колене

равна H . Ответ: $h = (8/9)H$.

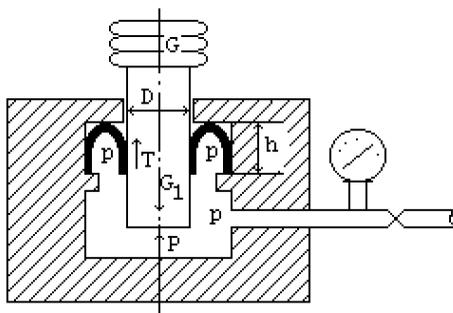


Рис. 13

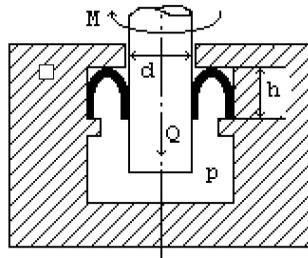


Рис. 14

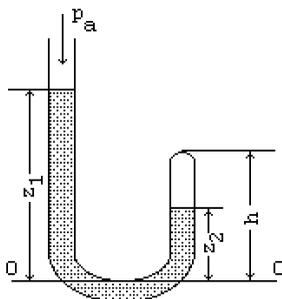


Рис. 15

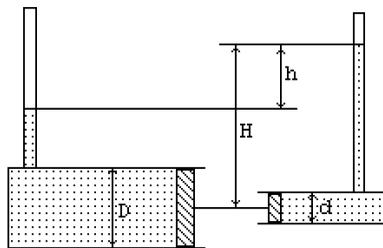


Рис. 16

Давление жидкости на плоскую стенку

Краткая теория

Сила давления жидкости на плоскую стенку равна произведению гидростатического давления p_c в центре тяжести площади стенки на площадь ω , т.е.

$$P = p_c \cdot \omega = \gamma \cdot h_c \cdot \omega.$$

Центр давления z_d (точка приложения силы P) расположен не выше центра тяжести площади в случае горизонтальной стенки. Расстояние между центром тяжести и центром давления равно

$$\varepsilon = J_0 / (\omega \cdot \gamma_c),$$

где J_0 - момент инерции площади стенки относительно оси, проходящей через центр тяжести площади и параллельной линии пересечения плоскости со свободной поверхностью;

γ_c - координата центра тяжести площади. Координата центра

давления равна

$$y_d = J_N / (\omega \cdot y_c) = y_c + \varepsilon.$$

Пример

Подпорная прямоугольная вертикальная стенка шириной 200 м сдерживает напор воды высотой 10 м (рис. 17 а). Определить силу полного давления на стенку и опрокидывающий момент M . Построить эпюру давлений.

Решение

Сила давления на плоскую стенку:

$$P = \gamma \cdot H \cdot \omega / 2 = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ м} \cdot 10 \text{ м} \cdot 200 \text{ м} / 2 = 10^7 \text{ кг} = 10000 \text{ тс}.$$

Опрокидывающий момент:

$$M = P \cdot H / 3 = 10^7 \cdot 10 / 3 = 33333333 \text{ кгм} = 33333 \text{ тс} \cdot \text{м}.$$

Эпюра давлений представлена на рис. 17 б.

Ответ: $P = 10000 \text{ тс}$; $M = 33333 \text{ тс} \cdot \text{м}$.

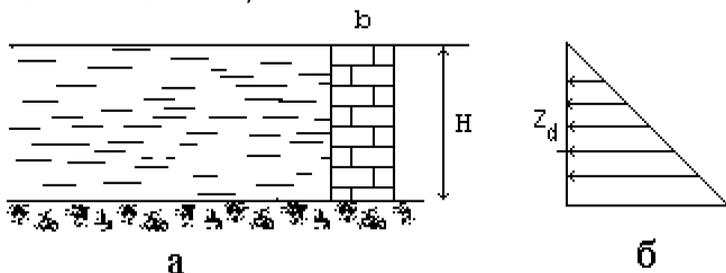


Рис. 17

Задачи

31. Вертикальная стенка из каменной кладки объемного веса γ_k разделяет два отсека бассейна, уровни в которых равны H_1 и H_2 (рис. 18). Определить толщину стенки b из условия ее

устойчивости против опрокидывания. *Ответ:*
$$b = \sqrt{\frac{(H_1^3 - H_2^3) \cdot \gamma}{3 \cdot H_0 \cdot \gamma_k}}.$$

32. Определить силу P полного давления на торцевую плоскую стенку горизонтальной цилиндрической цистерны диаметром 2.2 м (рис. 19), если уровень бензина удельного веса 720 кг/м^3 в цистерне находится на расстоянии $H=2.4 \text{ м}$ от дна. Цистерна герметически закрыта, и избыточное давление паров бензина на свободную поверхность составляет 367 мм рт.ст. *Ответ:* $P=22.5 \text{ тс}$; $z_{df}= 1.337 \text{ м}$.

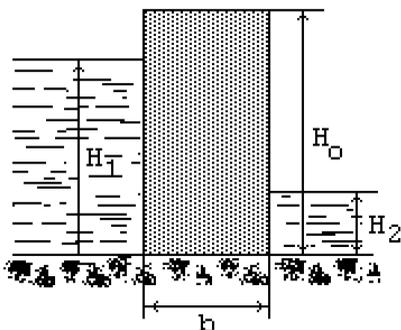


Рис. 18

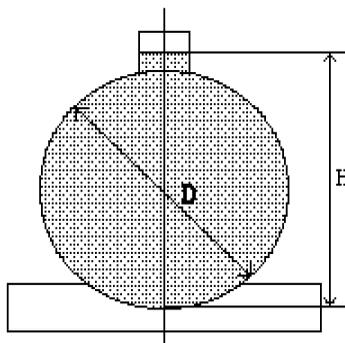


Рис. 19

33. В резервуар (рис. 20) налит керосин удельного веса 860 кг/м^3 . Требуется определить диаметры болтов, прикрепляющих крышку лаза, и найти положение центра давления на крышку, если уровень керосина в резервуаре находится на расстоянии $H=8 \text{ м}$ от дна, число болтов 12, диаметр лаза 0.75 м и расстояние от его центра до дна 1 м . Допускаемое напряжение на разрыв для болтов 700 кг/см^2 . *Ответ:* $d=6.4 \text{ мм}$, болты М8; $z_d=7.005 \text{ м}$

34. Как должны относиться диаметры поршня D и d , если поршень находится в равновесии при соотношении уровней $z_2 = 5 \cdot z_1$ (рис. 21). Весом поршня можно пренебречь. *Ответ:* $D = \sqrt{6} d$

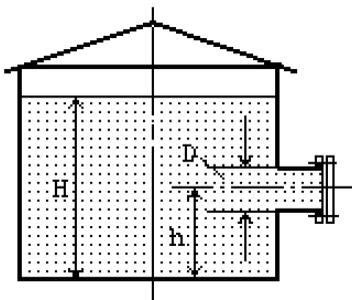


Рис. 20

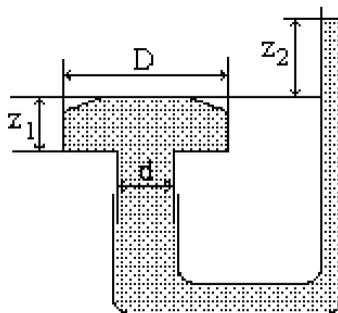


Рис. 21

Давление жидкости на криволинейные поверхности

Краткая теория

Сила давления жидкости на криволинейную поверхность, симметричную относительно вертикальной плоскости, скла-

дывается из горизонтальной и вертикальной составляющих:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} .$$

Горизонтальная составляющая равна силе давления жидкости на вертикальную проекцию данной стенки:

$$P_x = \gamma \cdot h_x \cdot \omega_x .$$

Вертикальная составляющая равна весу жидкости в объеме тела давления (Т.Д.) $W_{т.д.}$, заключенном между данной стенкой, свободной поверхностью жидкости и вертикальными образующими между ними:

$$P_z = \gamma \cdot W_{т.д.} .$$

Если избыточное давление на поверхности жидкости отлично от нуля, то при расчете следует эту поверхность мысленно поднять (или опустить) на пьезометрическую высоту.

Пример

Определить силы растягивающие горизонтальную цилиндрическую цистерну (рис. 22), заполненную жидкостью удельного веса 950 кг/м^3 , по сечениям А-А и В-В ; диаметр цистерны 5 м , длина 10 м .

Решение

По сечению В-В цистерну растягивает горизонтальная составляющая силы давления на криволинейную поверхность:

$$P_x = \gamma \cdot h_x \cdot \omega_x = 950 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 2.5 = 118750 \text{ кг} .$$

По сечению А-А цистерну растягивает вертикальная составляющая силы давления на криволинейную поверхность:

$$P_z = \gamma \cdot W_{т.д.} = \gamma \cdot (d \cdot d / 2 - \pi \cdot d^2 / 8) \cdot L = 950 \cdot (5 \cdot 5 / 2 - 3.14 \cdot 25 / 8) \cdot 10 = 25531 \text{ кг} .$$

Ответ: 1.19 тс ; 25.5 тс .

Задачи

35. Определить силу P , действующую на болты шара диаметра 2 м , заполненного водой (рис. 23). Ответ: 1.05 тс .

36. Определить силу P_z , отрывающую полусферу от цилиндра, и силу P_x , растягивающую резервуар по образующей, если $h=4 \text{ м}$ и $D=2 \text{ м}$. Ответ: 1.05 тс ; 25.5 тс .

37. На горизонтальной плите установлен сосуд в форме усеченного конуса с размерами: $D=2 \text{ м}$, $d=1 \text{ м}$, $H=4 \text{ м}$, $\delta=3 \text{ мм}$ (рис. 24). Найти , при каком уровне воды x в сосуде сосуд оторвется от плиты. Ответ: 0.621 м .

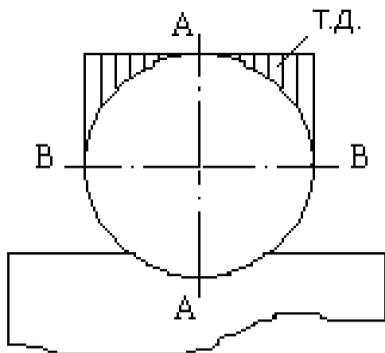


Рис. 22

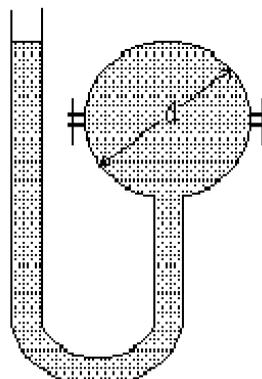


Рис. 23

38. Для отливки полового чугунного цилиндра наружного диаметра 500 мм, внутреннего диаметра 400 мм и длиной 1000 мм в опоку укладывается горизонтальный стержень диаметром и длиной 1200 мм (рис. 25). Как велик должен быть вес верхней половинки заливочного ящика, чтобы он не всплыл под действием давления жидкого чугуна удельного веса 7.2 т/м^3 , если удельный вес формовочной земли 1.4 т/м^3 и уровень верхнего края литника 400 мм? *Ответ:* 1427 кг.

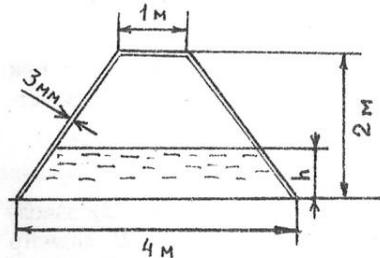


Рис. 24

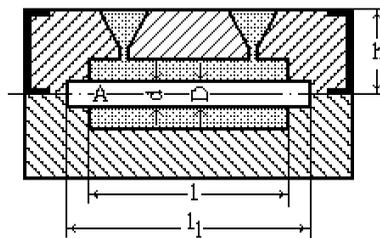


Рис. 25

Закон Архимеда . Плавание тел

Краткая теория

Тело, погруженное в жидкость, теряет в своем весе столько, сколько весит вытесненная им жидкость.

Сила Архимеда равна произведению удельного веса на объем вытесненной жидкости.

$$P_A = \gamma_{ж} \cdot W_{ж}.$$

Если вес тела больше силы Архимеда, то тело тонет, если –

меньше, то – всплывает, если – равно, то – плавает.

Задачи

39. В воде плавает бревно объема V_0 . Определить погруженную часть его объема, если удельный вес дерева 0.8 тс/м^3 .
Ответ: 0.8.

40. Найти объем воды, вытесняемый баржей емкостью $10\,000 \text{ м}^3$, груженной нефтью удельного веса 0.9 тс/м^3 . *Ответ:* 9000 м^3 .

41. Нефтеналивной танкер, груженный моторным топливом удельного веса 890 кг/м^3 , перекачал в рейдовую баржу 50 м^3 топлива. Осадка танкера (глубина его погружения в воду) уменьшилась при этом на 10 см . Определить площадь сечения танкера по ватерлинии. *Ответ:* 445 м^2 .

42. Человек поднимает в обычных условиях железный шар весом 30 кг . Какого веса железный шар может быть поднят под водой? *Ответ:* 34.4 кг .

43. Стальной трубопровод внешнего диаметра D с толщиной стенки 10 мм опущен в воду при прокладке через реку. При каком значении D подъемная сила воды будет равна весу трубы? Задачу решить для единицы длины трубы. Удельный вес трубы 7.8 тс/м^3 . *Ответ:* 322 мм .

44. В воде плавает опрокинутый вверх дном стальной резервуар (рис. 26) весом 4.6 т с квадратным основанием $4 \times 4 \text{ м}$ и высотой 5 м . Резервуар наполнен нефтепродуктом удельного веса 0.88 тс/м^3 . Определить удельное давление нефтепродукта на дно резервуара, а также глубину погружения резервуара. *Ответ:* 0.0288 кг/см^2 ; 468.8 см .

45. Давление p воды в водопроводной трубе (рис. 27) диаметра d стремится открыть клапан K , который при горизонтальном положении рычага ab закрывает отверстие трубы. Пологая стержни abc и полный шар диаметра D невесомыми, определить соотношение между плечами рычага, обеспечивающее плотное

закрытие клапана. *Ответ:*
$$b = a \cdot \left(\frac{3 \cdot d^2 \cdot p}{2 \cdot D^3 \cdot \gamma} - 1 \right)$$

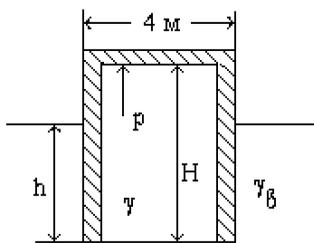


Рис. 26

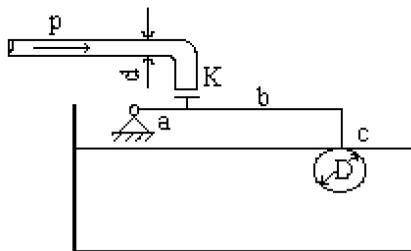


Рис. 27

46. Ареометр (рис. 28), изготовленный из полый стеклянной трубки, снабжен внизу шариком с дробью. Внешний диаметр трубки 30 мм; объем шарика 15 см³; вес ареометра 35.3 Г. Определить глубину h , на которую погрузится ареометр в спирт удельного веса 700 кг/м³. *Ответ:* 5 см.

47. Ареометр (рис. 28), представляющий собой полую стеклянную трубку, оканчивается внизу стеклянным шариком, наполненным свинцовыми дробинками. Размеры трубки: длина - 25 см, внешний диаметр - 20 мм, толщина стенок - 2 мм, внешний диаметр шарика - 25 мм, толщина его стенок - 2.5 мм. Удельный вес стекла 2 Г/см³; удельный вес свинца 11.3 Г/см³. Определить, какой минимальный удельный вес можно измерить при помощи этого ареометра, считая, что дробинки заполняют 77% объема стеклянного шарика. *Ответ:* 1.176 Г/см³.

48. На два деревянных бревна диаметрами D и d , длиной L каждое, положен деревянный настил шириной b и весом G так, что он имеет консоли по обеим сторонам, равные c (рис. 29). Как следует расположить добавочный груз, для того чтобы настил держался горизонтально?

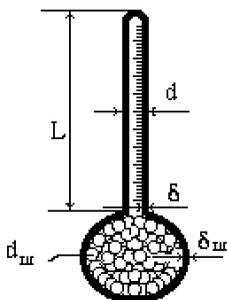


Рис. 28

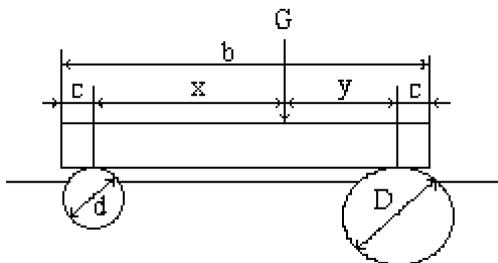


Рис. 29

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1
Плотность и кинематическая вязкость некоторых жидкостей
при давлении 0.1 МПа

Жидкость	Температура, °С	Плотность, кг/м ³	Вязкость, 10 ⁻⁴ м ² /с
Бензин:			
авиационный	20	710-780	0,004-0,005
автомобильный	20	690-760	0,0055-0,0075
Бензол	20	870-880	0,0007
Вода дистиллированная	4	1000	0,0157
Глицерин	20	1260	8,7
Дизельное топливо	20	830-860	0,02-0,06
Керосин	20	790-860	0,025
Мазут	80	880-940	0,43-1,2
Масло авиационное			
МС-14	100	860	0,14
МС-20	100	870	0,205
МК-22	100	880	0,22
МС-20С	100	870	0,20
Масло автомобильное			
АС-6	100	860	0,06
АС-8	100	870	0,08
АС-10	100	870	0,10
ДС-8	100	860	0,08
ДС-1	100	880	0,11
Масло моторное			
МТ-14п	100	870	0,135-0,145
МТ-16п	100	870	0,160-0,175
М-20Г	100	870	0,20
Масло промышленное			
И-30А	50	890	0,24-0,27
И-40А	50	895	0,28-0,33
И-70А	50	910	0,35-0,45
И-100А	50	920	0,65-0,75
Масло АМГ-10	50	850	0,90-1,18
Масла:			
веретенное АУ	100	890-900	0,036

Гидравлика и гидропневмопривод

Жидкость	Температура, °С	Плотность, кг/м ³	Вязкость, 10 ⁻⁴ м ² /с
турбинное ТП-22	50	900	0,20-0,24
турбинное ТП-30	50	900	0,28-0,32
турбинное ТП-46	50	900	0,44-0,48
трансформаторное	50	880-890	0,09
Нефть	18	760-900	0,25-1,4
Ртуть	15	13560	0,0011
Скипидар	16	870	0,0183
Спирт этиловый	20	790	0,0151
Чугун	1300	7000	0,011

Таблица 2
Средние значения изотермического модуля упругости некоторых жидкостей

Жидкость	Модуль упругости, МПа
Бензин авиационный	1350
Нефть	1323
Вода	2060
Глицерин	4464
Керосин	1275
Масла:	
АМГ-10	1305
Индустриальное -20	1362
Индустриальное -50	1473
Турбинное	1717
Силиконовая жидкость	1030
Спирт этиловый	1275
Ртуть	32373

Таблица 3
Соотношение между единицами СИ, СГС и МКГСС

Наименование величины	Единица измерения		
	СИ	СГС	МКГСС
Длина, <i>l</i>	1 м	10 ² см	1 м
Масса, <i>m</i>	1 кг	10 ³ г	0.102 кг·с ² /м
Время, <i>t</i>	1 с	1 с	1 с

Гидравлика и гидропневмопривод

Наименование величины	Единица измерения		
	СИ	СГС	МКГСС
Скорость, v	1 м/с	10^2 см/с	1 м/с
Ускорение св. падения, g	9.81 м/с ²	981 см/с ²	9.81 м/с ²
Вес, G	1 Н	10^5 г·см/с ² = = 10^5 дин	0.102 кГ
Плотность, ρ	1 кг/м ³	10^{-3} г/см ³	0.102 кГ·с ² /м ⁴
Удельный вес, γ	1 Н/м ³	10^{-1} дин/см ³	0.102 кГ/м ³
Давление, p	1 Па=1 Н/м ²	10 дин/см ² = = 10 бар	0.102 кГ/м ² = = $1.02 \cdot 10^{-5}$ кГ/см ² = = $1.02 \cdot 10^{-5}$ ат
Вязкость кинематическая, ν	1 м ² /с	10^4 см ² /с = = 10^4 ст	1 м ² /с
Вязкость динамическая, μ	1 Н·с/м ² = = 1 кг/(м·с)	10 дин·с/см ² = 10 г/(см·с) = = 10 пз	0.102 кГ·с/м ²
Момент силы, M	1 Н·м	10^7 дин·см	0.102 кГ·м
Работа силы, A	1 Дж	10^7 эрг	0.102 кГ·м
Мощность, N	1 Вт	10^7 эрг/с	0.102 кГ·м/с

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Башта Т.М Гидравлика, гидравлические машины и гидравлические приводы. - М.: Машиностроение, 1970.- 505 с.
2. Брюховецкий О.С. Основы гидравлики.- М.: Недра, 1991. – 156 с.
3. Некрасов Б.Б. Сборник задач по гидравлике. – М.: Оборонгиз, 1947. – 112 с.
4. Некрасов Б.Б. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводу. – М.: Высшая школа, 1989. – 192 с.
5. Яблонский В.С., Исаев И.А. Сборник задач и упражнений по технической гидромеханике. – М.:Физматгиз, 1963. – 200 с.
6. Соколов А.В. Задачи по гидравлике. – М.: Гостоптехиздат, 1956. – 88 с.
7. Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам. – М.:Госэнергоиздат, 1961. – 352 с.
8. Резников В.И., Роговенко Т.Н. Прикладная механика жидкостей и газов. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2000. – 72 с.
9. Веремеенко А.А., Веремеенко Е.Г. Гидравлика и гидропневмопривод: учебное пособие. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014 – 152.