

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Мытищинский филиал
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МФ-МГТУ им. Н.Э.Баумана)**

ФАКУЛЬТЕТ лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства

КАФЕДРА ЛТ-4

С. П. Карпачев

«Гидравлика и пневматика»

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1
Определение избыточного и вакуумметрического
давления в жидкости**

Методические указания

Кафедра ЛТ-4

Дата проведения лабораторной работы _____

Группа _____

Список бригады (инструктаж по технике безопасности прошел):

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

7. _____

8. _____

9. _____

10. _____

Преподаватель:

проф. Карпачев С.П. _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗБЫТОЧНОГО И ВАКУУММЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В ЖИДКОСТИ

Цель работы: опытная проверка основного уравнения гидростатики.

1. Основные расчетные зависимости

Гидростатическим давлением в жидкости называется напряжение сжатия.

Для однородных капельных жидкостей, находящихся под действием только силы тяжести, давление в точке p внутри жидкости на глубине h выражается зависимостью:

$$p = p_0 + \rho gh \quad (1)$$

где:

p — гидростатическое давление в точке внутри жидкости, Па;

p_0 — давление на свободной поверхности жидкости, Па;

h — глубина точки внутри жидкости, м;

ρ — объемный вес жидкости, кг/м³;

g — ускорение свободного падения, 9,81 м/с².

Гидростатическое давление на свободной поверхности и внутри жидкости в лабораторной работе определяется с помощью приборов — манометра и мановакуумметра и проверяется расчетом по уравнению (1). Высота h столба жидкости в установке измеряется водомерной трубкой. В лабораторных опытах используется жидкость — вода.

2. Схема опытной установки

Схема опытной установки показана на рис. 1.

Лабораторная установка представляет собой металлический цилиндр (1) диаметром 250 мм и высотой 2800 мм.

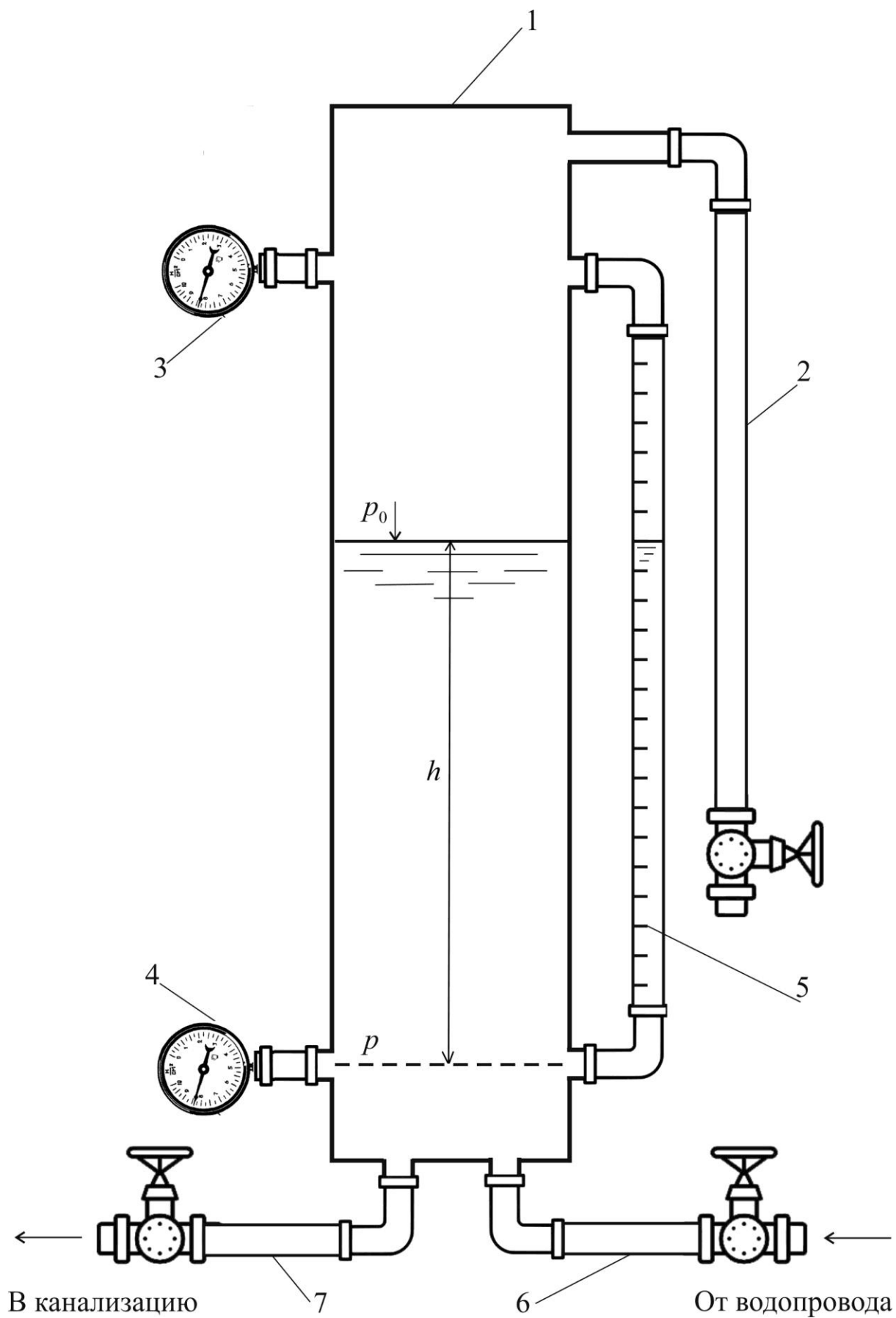


Рисунок 1 – Схема лабораторной установки

Полость цилиндра через трубу (2) сообщается с атмосферой. Для измерения избыточного давления или вакуума к цилиндру присоединены мановакуумметр (3) и манометр (4). Уровень воды в цилиндре измеряется водомерной трубкой (5). Наполнение цилиндра водой осуществляется по трубопроводу (6). Вода из цилиндра сливается по трубе (7).

3. Приборы для измерения гидростатического давления в лабораторной установке

Для измерения давления применяются механические трубчатые манометры и мановакуумметры. Конструкция и принцип действия манометра приведен на рис. 2.

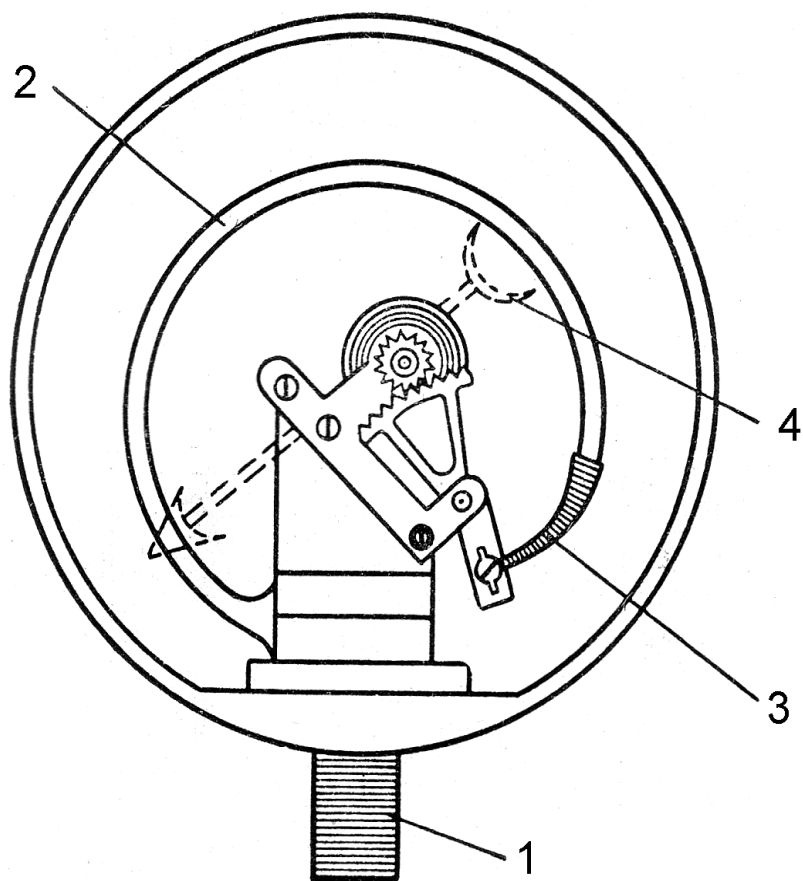


Рисунок 2 – Устройство манометра

- 1 — штуцер;
- 2 — трубка Бурдона;
- 3 — привод рычажно-зубчатого механизма;
- 4 — стрелка.

В лабораторной установке для измерения давления применяются механические трубчатые мановакуумметр (рис. 3) и манометр (рис. 4). Шкалы этих приборов отградуированы в кГ/см^2 и мм рт. ст.

На приборы для измерения давления распространяется ГОСТ 2405-88. «Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягомеры и тягонапоромеры. Общие технические условия».



Рисунок 3 – Мановакуумметр

Диапазон измерения вакуума мановакуумметром лабораторной установки составляет 760 мм рт.ст., а избыточного давления – $2,5 \text{ кГ/см}^2$.

Одно деление вакуумметра – 100 мм рт.ст. Одно деление манометрической шкалы мановакуумметра – $0,1 \text{ кГ/см}^2$.

Класс точности прибора 2,5. Это означает, что максимальная погрешность прибора при измерении вакуума не превышает $760 \cdot 2,5 / 100 = 19$ мм рт.ст., а избыточного давления – $2,5 \cdot 2,5 / 100 = 0,0625 \approx 0,06 \text{ кГ/см}^2$.

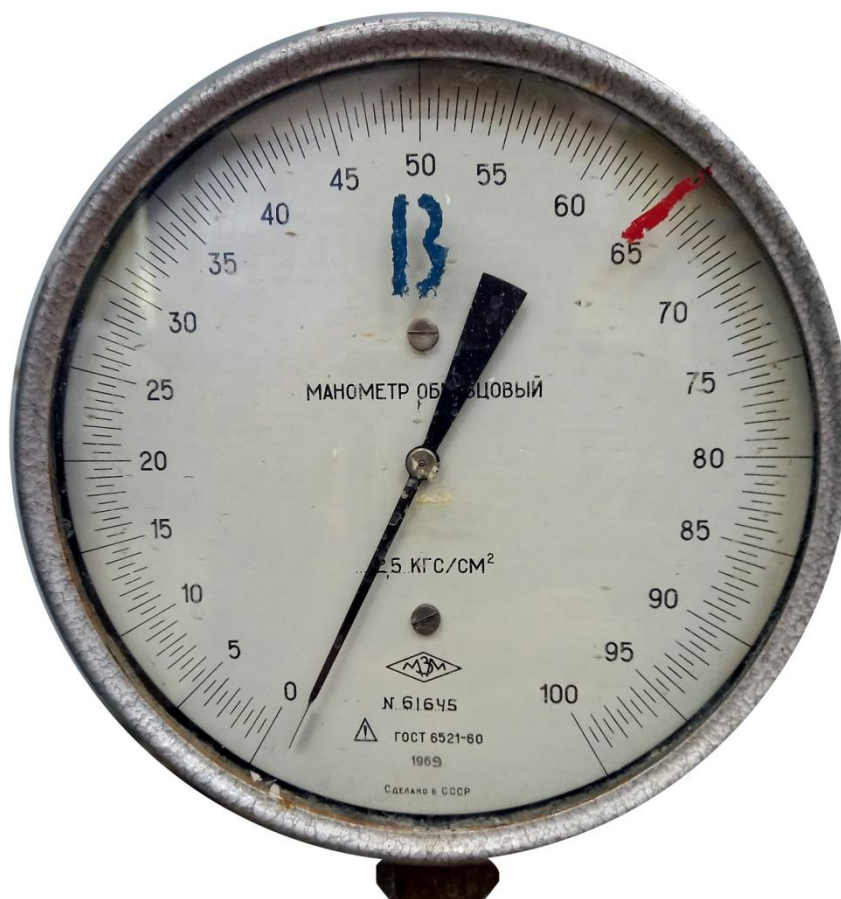


Рисунок 3 – Манометр

Диапазон измерения манометра лабораторной установки составляет $100 \cdot 2,5 = 250 \text{ кг/см}^2$. Одно деление шкалы манометра – $0,025 \text{ кг/см}^2$.

4. Порядок выполнения работы

Работа выполняется в трех вариантах.

1. На свободной поверхности воды в цилиндре - давление атмосферное.
2. На свободной поверхности воды в цилиндре - давление избыточное.
3. На свободной поверхности воды в цилиндре - вакуум.

Порядок работы следующий (рис. 1):

1-й вариант опыта

- Цилиндр (1) через трубопровод (6) частично заполняется водой. Над свободной поверхностью воды поддерживается атмосферное давление.

- Снимаются показания нижнего манометра (4), верхнего мановакуумметра (3) и высоту воды h в водомерной трубке (5).

- Все замеры заносятся в таблицу 1.

2-й вариант опыта

- Над свободной поверхностью воды устанавливается давление больше атмосферного. Для этого закрывают кран на трубе (2) и в цилиндр (1) добавляется некоторое количество воды.

- Снимают показания нижнего мановакуумметра (4), верхнего манометра (4) и высоту воды h в водомерной трубке (5).

- Все замеры заносятся в таблицу 2.

3-й вариант опыта

- Над свободной поверхностью воды в баке создается вакуумметрическое давление, то есть давление меньше атмосферного. Для этого из цилиндра (1) через трубу (2) выпускают избыток воздуха, затем кран на трубе (2) закрывают и выпускают часть воды из цилиндра (1).

- Снимают показания мановакуумметра (3), манометра (4) и высоту воды h в водомерной трубке (5).

- Все замеры заносятся в таблицу 3.

5. Обработке опытных данных

1. По данным опыта вычисляют абсолютное давление на свободной поверхности воды и абсолютное давление в воде на уровне нижнего манометра.

Абсолютное давление в случае избыточного давления вычисляется по формуле:

$$P_{абс} = P_{изб} + P_{атм} \quad (2)$$

где:

$p_{абс}$ — абсолютное давление в точке;

$p_{изб}$ — манометрическое (избыточное) давление в точке.

Абсолютное давление в случае вакуумметрического давления вычисляется по формуле:

$$p_{абс} = p_{атм} - p_{вак} \quad (3)$$

где:

$p_{абс}$ — абсолютное давление в точке;

$p_{изб}$ — вакуумметрическое давление в точке.

Следует отметить, что в некоторых приборах вакуумметрическая шкала имеет знак «-». То есть вакуумметрическое давление рассматривается, как отрицательное избыточное. В таком случае следует пользоваться формулой (2), не забывая подставлять избыточное давление со знаком «-».

2. Показания нижнего манометра проверяют по зависимости (1).

Результаты всех вычислений заносят в таблицы 1-3.

Таблица 1

Первый вариант опыта.

Давление на свободной поверхности воды – атмосферное

Давление на свободной поверхности воды				Давление на уровне нижнего манометра			Показание водомерной трубки	Расчетное давление на уровне нижнего манометра	
Показание мановакуумметра		Абсолютное давление		Показание манометра		Абсолютное давление		Избыточное (вакуумметрическое) давление	Абсолютное давление
кГ/см ²	мм рт.ст.	10 ⁵ Па	10 ⁵ Па	кГ/см ²	10 ⁵ Па	10 ⁵ Па	м	10 ⁵ Па	10 ⁵ Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Справочный материал:

$$1 \text{ мм рт. ст.} = 133,321995 \approx 133 \text{ Па}$$

$$1 \text{ кГ/см}^2 = 98\,066,500 \text{ Па} \approx 10^5 \text{ Па}$$

Таблица 2

Второй вариант опыта.

Давление на свободной поверхности воды – больше атмосферного (избыточное)

Давление на свободной поверхности воды				Давление на уровне нижнего манометра			Показание водомерной трубки	Расчетное давление на уровне нижнего манометра	
Показание мановакуумметра		Абсолютное давление		Показание манометра		Абсолютное давление		Избыточное (вакуумметрическое) давление	Абсолютное давление
кГ/см ²	мм рт.ст.	10 ⁵ Па	10 ⁵ Па	кГ/см ²	10 ⁵ Па	10 ⁵ Па	м	10 ⁵ Па	10 ⁵ Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Справочный материал:

$$1 \text{ мм рт. ст.} = 133,321995 \approx 133 \text{ Па}$$

$$1 \text{ кГ/см}^2 = 98\,066,500 \text{ Па} \approx 10^5 \text{ Па}$$

Таблица 3

Третий вариант опыта.

Давление на свободной поверхности воды – меньше атмосферного (вакуумметрическое)

Давление на свободной поверхности воды				Давление на уровне нижнего манометра			Показание водомерной трубки	Расчетное давление на уровне нижнего манометра	
Показание мановакуумметра		Абсолютное давление	Показание манометра		Абсолютное давление	Избыточное (вакуумметрическое) давление		Абсолютное давление	
кГ/см ²	мм рт.ст.	10 ⁵ Па	10 ⁵ Па	кГ/см ²	10 ⁵ Па	10 ⁵ Па	м	10 ⁵ Па	10 ⁵ Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Справочный материал:

$$1 \text{ мм рт. ст.} = 133,321995 \approx 133 \text{ Па}$$

$$1 \text{ кГ/см}^2 = 98\,066,500 \text{ Па} \approx 10^5 \text{ Па}$$