

где W_0 - начальная величина объема;

ΔW - изменение объема под действием изменения давления Δp .

Знак минус в формуле обусловлен тем, что при увеличении давления объем жидкости уменьшается.

Величина обратная коэффициенту β называется модулем упругости жидкости

$$K = 1/\beta .$$

Сжимаемость газов более существенна и подчиняется уравнениям термодинамического состояния.

1.2.4. Испаряемость.

Это способность капельной жидкости к газообразованию. Одним из показателей испаряемости является температура кипения. Однако при проведении расчетов гидросистем используется другой показатель – давление насыщенных

паров $p_{\text{нп}}$. Это давление, при котором начинается интенсивное парообразование (кипение жидкости) при данной температуре t° . Зависимость $p = f(t^\circ)$ для воды приведена на рис. 4. На графике отмечена точка, соответствующая кипению воды при нормальном атмосферном давлении.

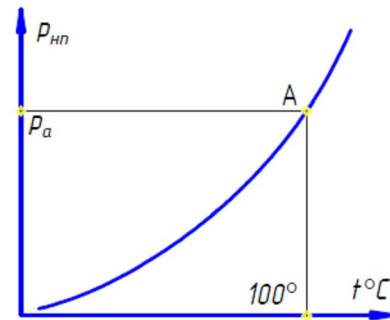


Рис. 4. Давление насыщенных паров воды.

2. ГИДРОСТАТИКА.

2.1. Основной закон гидростатики.

В дальнейшем необходимо учитывать, что гидростатическое давление действует по всем направлениям одинаково, а на внешней поверхности жидкости его действие направлено по нормали внутрь объема жидкости.

Рассматривая равновесие жидкости плотностью ρ под действием одной массовой силы (силы тяжести), получим связь между давлением на свободной поверхности жидкости p_0 (рис. 5) и давлением p в произвольно выбранной точке внутри жидкости

$$p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h \quad , \quad (10)$$

где h - расстояние по вертикали между точками с известным и определяемым давлениями (глубина погружения).

Отметим, что глубина h может быть как положительной, так и отрицательной. Т.е. если точка, в которой определяем давление располагается выше точки с исходным давлением, то в математической записи основного закона гидростатики знак "+" меняется на "-" и

$$p = p_0 - \rho \cdot g \cdot h \quad .$$

2.2. Способы измерения давления.

На практике наиболее важным является измерение избыточных давлений.

Простейшим прибором для измерения избыточного давления является пьезометр, который представляет собой вертикально установленную прозрачную трубку (рис.6). Тогда, в соответствии с (10),

$$p_{\text{изб}} = p_a + \rho \cdot g \cdot H \quad . \quad (11)$$

А так как в избыточных давлениях $p_a = 0$, то из (11) следует пропорциональная связь между давлением $p_{\text{изб}}$ и высотой H

$$p_{\text{изб}} = \rho \cdot g \cdot H \quad . \quad (12)$$

Измерения по пьезометру проводят в единицах длины, поэтому иногда давления численно выражают в единицах высоты столба соответствующей жидкости. Например: "атмосферное давление равно 760 мм ртутного столба".

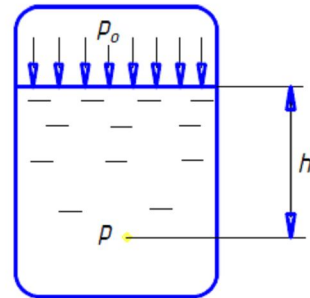


Рис. 5. Равновесие жидкости.

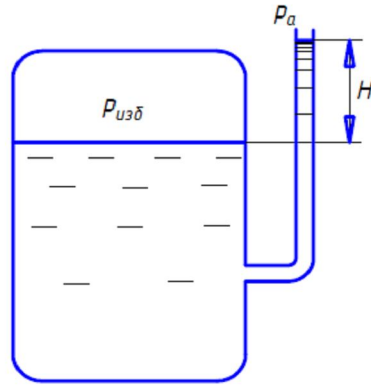


Рис. 6. Пьезометр.

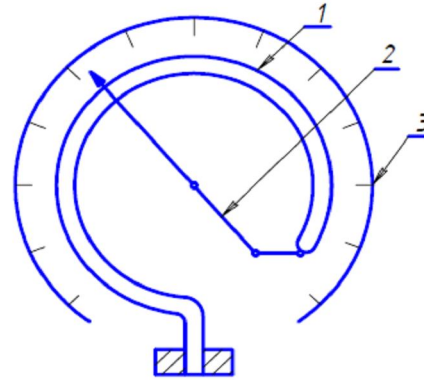


Рис. 7. Пружинный манометр.

Следует понимать, что данное давление пропорционально пьезометрической высоте ртути величиной 760 мм. Подставив эту величину в (12) при $\rho_{рт} = 13600 \text{ кг/м}^3$, получим атмосферное давление равное 1,013.105 Па. Эта величина называется физической атмосферой. Она отличается от технической атмосферы (см. раздел 1.1), которая соответствует 736 мм ртутного столба.

Пьезометр прост по конструкции и обеспечивает высокую точность измерений. Однако, не позволяет измерять высокие давления.

Наиболее широкое распространение в технических измерениях давлений получили пружинные манометры (рис.7). Основным элементом такого прибора является пружинящая тонкостенная трубка 1 (обычно латунная), один из концов которой запаян и подвижен, а второй закреплен и к нему подводится измеряемое давление. Подвижный конец трубки 1 кинематически связан со стрелкой 2. При изменении давления он изменяет свое положение и перемещает стрелку 2, которая указывает соответствующее давление на шкале манометра 3.

Аналогичные приборы используются для измерения вакуума. В этом случае их называют вакуумметры. Приборы позволяющие измерять как избыточные давления, так и вакуум носят название мановакуумметры.

Измерение абсолютных давлений в инженерной практике не проводят. Исключение составляет измерение атмосферного давления с помощью барометра.

2.3. Сила давления на плоскую стенку.

Сложность определения силы, действующей со стороны жидкости на плоскую наклонную стенку, вызвано изменением давления по высоте. В соответствии с основным законом гидростатики (10), эпюра распределения давления по высоте носит линейный характер и представлена на рис.8. Независимо от формы плоской

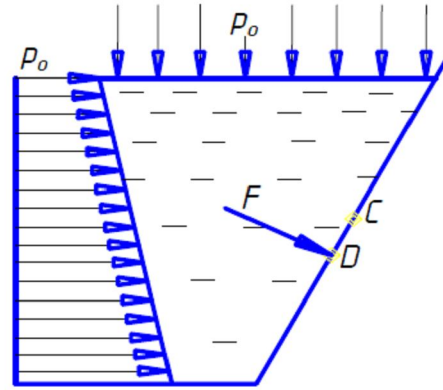


Рис. 8. Сила давления на плоскую стенку.

свободной поверхности жидкости p_0 абсолютная величина вектора силы F определяется формулой:

$$F = p_c \cdot S, \quad (13)$$

где p_c - давление в центре тяжести стенки (точка C);

S - площадь стенки.

Вектор F направлен по нормали к стенке и приложен в точке D, которую называют центром давления.

3. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТИ.

3.1. Понятия и определения.

Как было отмечено ранее, под термином "жидкость" будем понимать не только капельные жидкости, но и газы.