

Карагандинский технический университет имени Абылкаса
Сагинова

Кафедра СМиТ

«История развития гидравлики. Основные физические свойства
жидкости»

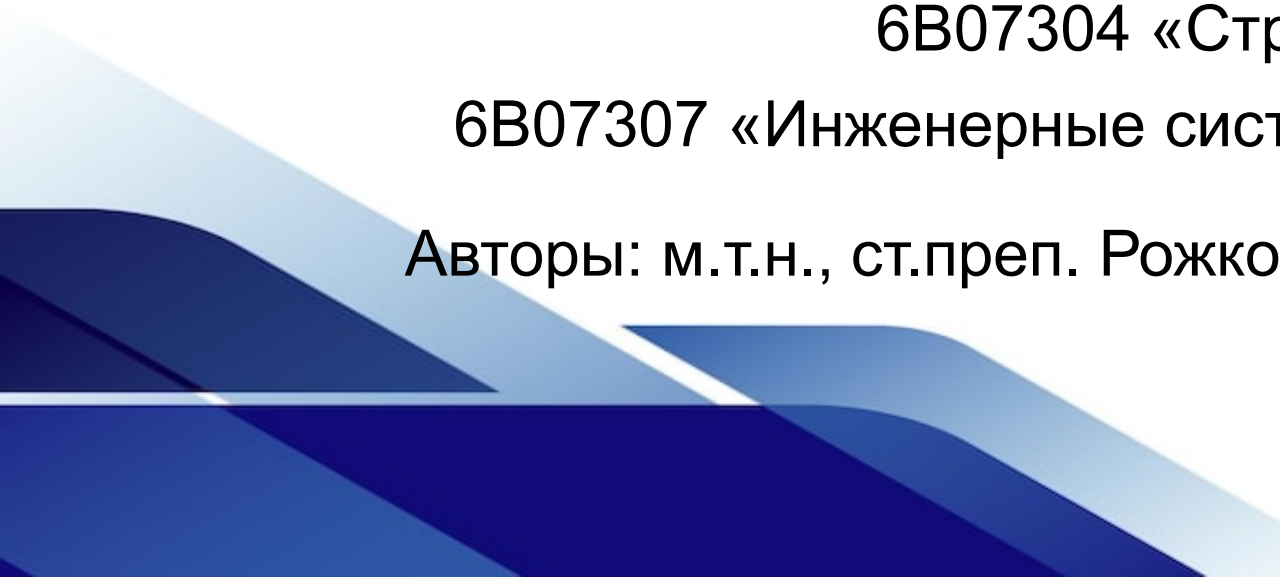
Дисциплина: «Гидравлика, гидрология, гидрометрия»

Для студентов образовательных программ:

6B07304 «Строительство»,

6B07307 «Инженерные системы зданий и сооружений»

Авторы: м.т.н., ст.преп. Рожков А.В, м.т.н., препод. Рожкова А.А.



План занятия

1. Исторический обзор развития механики жидкости
 2. Определение жидкости
 3. Масса, вес, удельный вес, плотность, удельный объем
 4. Сила, давление
 5. Энергия, импульс
 6. Температура
- 

Цель занятия

Сформировать знания об этапах становления гидравлики как науки и изучить основные физические свойства жидкости, определяющие её поведение в гидравлических системах.



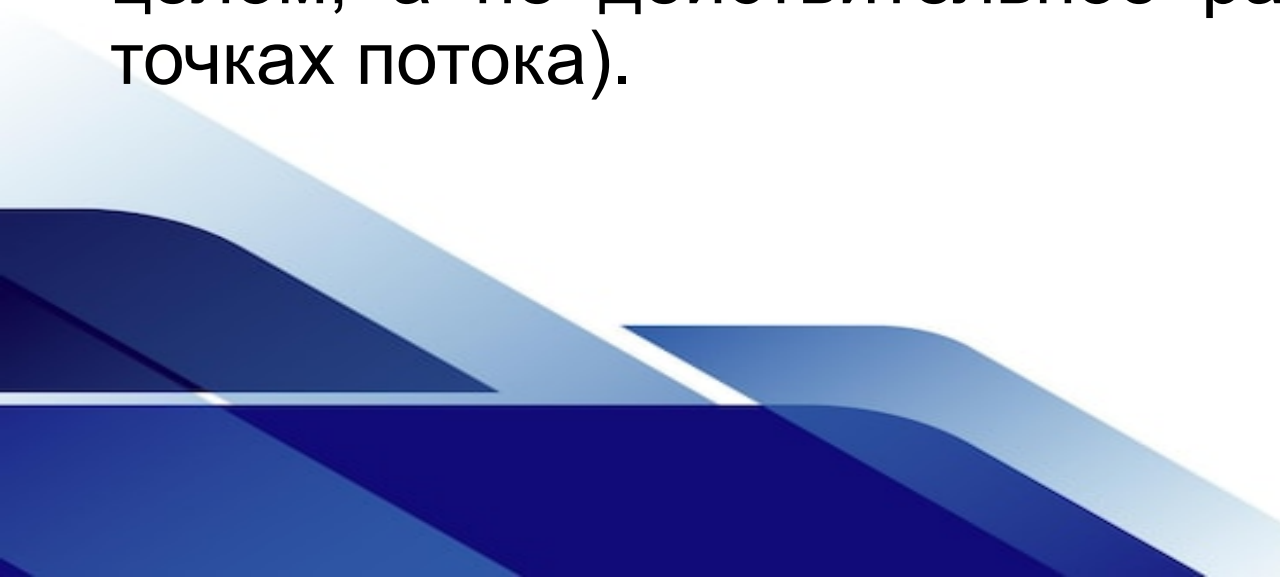
1. Исторический обзор развития механики жидкости



Исторически накопление знаний о законах движения жидкостей шло по двум путям: инженеры создавали гидравлику, основанную, главным образом, на экспериментах, а математики – теоретическую гидромеханику, построенную на математическом анализе непрерывной деформации сплошной жидкой среды. Эти две науки имели один и тот же объект изучения – движение жидкости, но методы их, как и задачи, были разные.



Гидравлика отличается прикладным характером и решает практическую конкретную задачу. Если точное решение невозможно, то гидравлика довольствуется приближенным решением, но с последующим вводом соответствующих эмпирических коэффициентов, которые будут учитывать данный частный подход к решению практической задачи. Для гидравлики типичен упрощенный подход к рассмотрению явлений движения жидкостей (например, определение средней скорости потока в целом, а не действительное распределение скоростей во всех точках потока).



В противоположность гидравлике теоретическая гидромеханика имеет строго математический характер и при решении задач исходит из дифференциальных уравнений движения жидкости. Гидромеханика преследует строгость постановки задачи, точность получаемых решений и игнорирование опытных данных. Однако, не всегда оказывается возможным получить решения уравнений гидромеханики, а в ряде случаев полученные решения, несмотря на свою строгость и красоту, не давали достаточного совпадения с опытными данными.



В настоящее время эти две науки слились в одну – механику жидкости, построенной на синтезе достижений теоретического анализа гидромеханики и экспериментальных исследований гидравлики. Академик Н.Н. Павловский писал «Гидромеханика внесла свою теоретическую строгость и полноту исследования, а гидравлика – свой живой практический дух».

Механика жидкости исходит из основных принципов физики и механики, причем полученные выводы она согласует с экспериментальными исследованиями, которые одновременно дополняют и подтверждают эти выводы.



Исторический обзор развития механики жидкости

Механика жидкости в своем историческом развитии прошла длинный путь. Некоторые принципы гидростатики были установлены еще Архимедом в трактате «О плавающих телах» (250 лет до н.э.), а затем возрождены и развиты Стевиным (1548—1620 гг.), Галилеем (1564—1642 гг.) и Паскалем (1623—1662 гг.).



Исторический обзор развития механики жидкости

Первые зачатки гидродинамики также относятся к античному периоду. В середине XV в. Леонардо да Винчи (1452—1519 гг.) поставил первые лабораторные опыты и положил начало экспериментальной гидравлике, исследовав некоторые вопросы движения воды в каналах, через отверстия и водосливы. Торичелли (1608—1647 гг.) дал известную формулу для скорости жидкости, вытекающей из отверстия, а Ньютон (1642—1724 гг.) высказал основные положения о внутреннем трении в движущихся жидкостях.

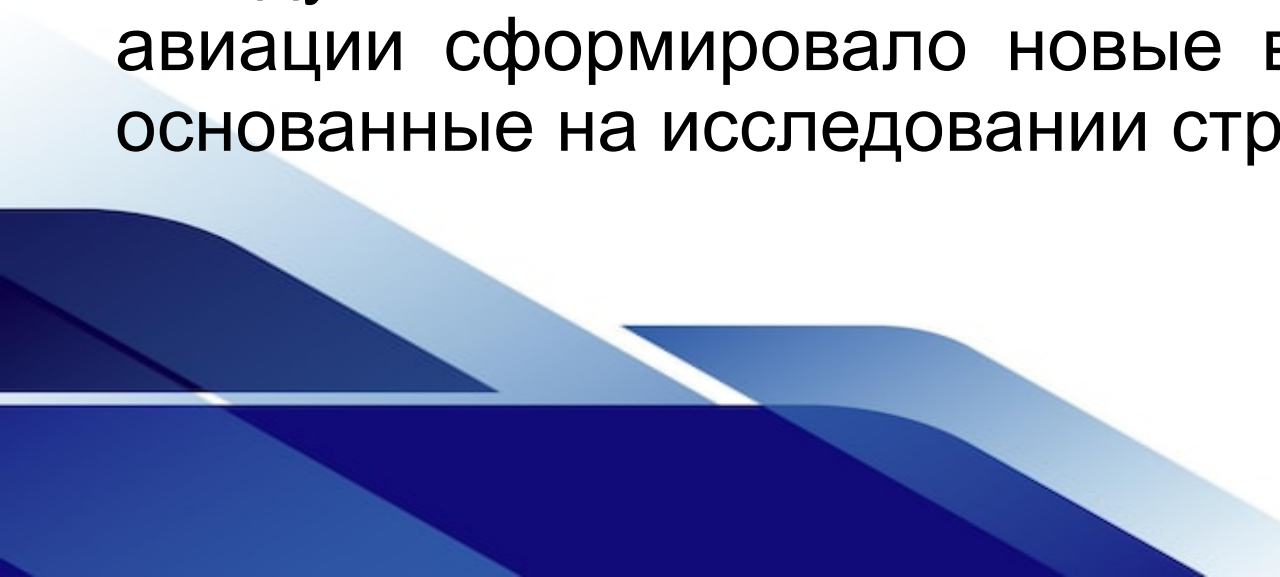
Исторический обзор развития механики жидкости

Следующий этап в развитии механики жидкости относится к XVIII в. и связан с именами членов Петербургской академии наук Даниила Бернулли (1700-1782 гг.) и Леонарда Эйлера (1707—1783 гг.), разработавших общие уравнения движения идеальной жидкости и тем самым положивших начало теоретической гидроаэродинамике. Однако применение этих уравнений (так же как и разработанных несколько позже уравнений движения вязкой жидкости) к практическим задачам, которые выдвигала бурно развивавшаяся техника, приводило к удовлетворительным результатам лишь в немногих случаях.



Исторический обзор развития механики жидкости

В связи с этим с конца XVIII в. многочисленные ученые и инженеры (Шези, Дарси, Базен, Вейсбах и др.) опытным путем изучали движение воды в различных частных случаях и получили значительное количество эмпирических формул гидравлики. Создавшаяся таким путем чисто практическая гидравлика все более отдалялась от теоретической гидродинамики. Сближение между ними наметилось лишь к концу XIX в., когда развитие авиации сформировало новые взгляды на движение жидкости, основанные на исследовании структуры потока.



Исторический обзор развития механики жидкости

Тонкие экспериментальные исследования закона внутреннего трения в жидкостях при ламинарном течении (в работах Н. П. Петрова, 1836—1920 гг.) и условий перехода от ламинарного к турбулентному течению (в работах Рейнольдса, 1848—1912 гг.) позволили глубже проникнуть в физическую природу гидравлических сопротивлений и положили начало учению о турбулентном движении. К этому же периоду относятся блестящие исследования в различных областях механики жидкости, выполненные Н. Е. Жуковским (1847—1921 гг.), основателем крупнейшей научной школы в аэродинамике.



Исторический обзор развития механики жидкости

Несколько позже работы Л. Прандтля (1875—1953 г.) продвинули вперед изучение турбулентных потоков, которое завершилось созданием полуэмпирических теорий турбулентности, получивших широкое практическое применение.

В XX в. стремительный рост авиационной техники, гидромашиностроения, гидротехнического строительства и теплоэнергетики (особенно в СССР) привел к бурному развитию механики жидкости, которое основывается на синтезе теоретических и экспериментальных методов.



2. Определение жидкости



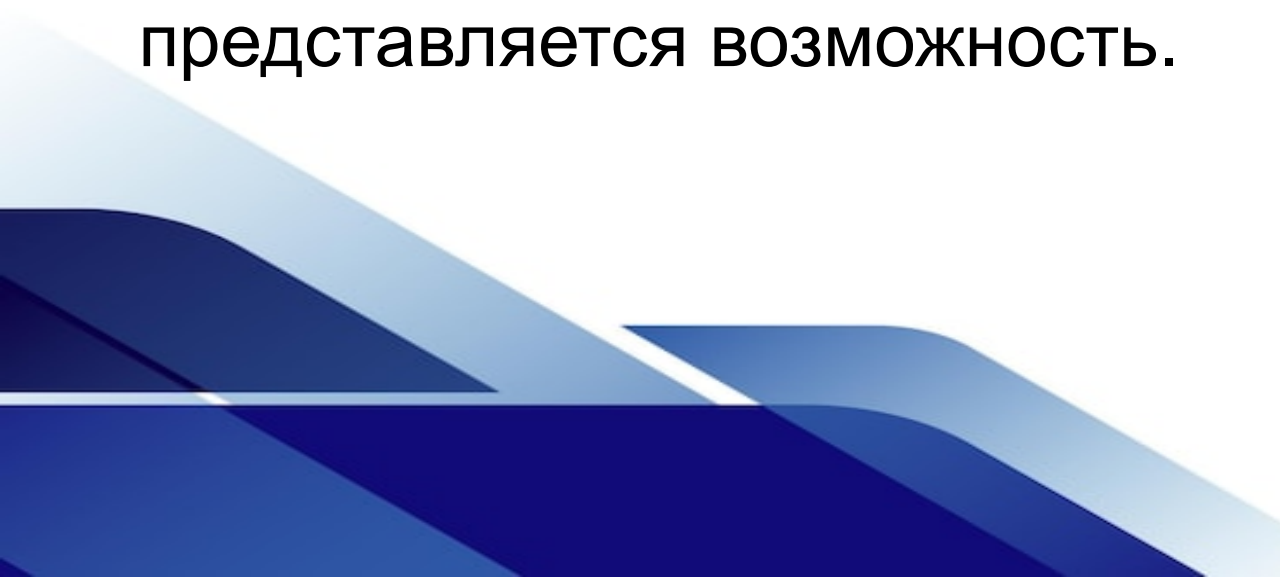
Определение жидкости

Основные законы, используемые в механике жидкости, — те же, что и в механике твердых тел. Однако применение этих законов к задачам механики жидкости отличается некоторыми особенностями благодаря разнице между свойствами жидкостей и твердых тел. Поэтому изучение механики жидкости целесообразно начать с определения и оценки её основных свойств.



Определение жидкости

Жидкости (в широком смысле слова) отличаются от твердых тел легкой подвижностью частиц. В то время как для изменения формы твердого тела к нему нужно приложить конечные, иногда очень большие, силы, изменение формы жидкости может происходить под действием даже самых малых сил. Так, жидкость течет под действием собственного веса, если для этого представляется возможность.

The bottom of the slide features a decorative graphic consisting of several overlapping, semi-transparent blue shapes. These shapes are primarily triangles and quadrilaterals of varying shades of blue, creating a modern, abstract design that tapers off towards the bottom left corner.

Определение жидкости

Жидкость, как и всякое физическое тело, имеет молекулярное строение, т. е. состоит из отдельных частиц — молекул, объем пустот между которыми во много раз превосходит объем самих молекул. Однако ввиду чрезвычайной малости не только самих молекул, но и расстояний между ними (по сравнению с объемами, рассматриваемыми при изучении равновесия и движения жидкости) в механике жидкости ее молекулярное строение не рассматривается; предполагается, что жидкость заполняет пространство сплошь, без образования каких бы то ни было пустот.



Определение жидкости

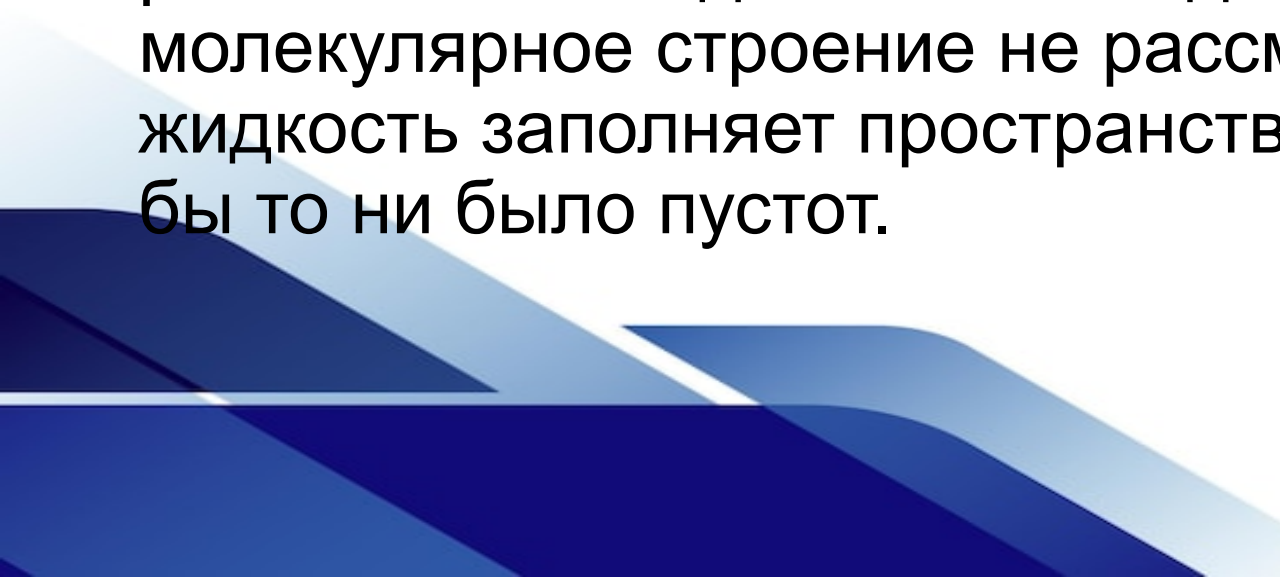
Тем самым вместо самой жидкости изучается ее модель, обладающая свойством непрерывности (фиктивная сплошная среда — континуум). В этом состоит гипотеза о непрерывности или сплошности жидкой среды. Эта гипотеза упрощает исследование, так как позволяет рассматривать все механические характеристики жидкой среды (скорость, плотность, давление и т. д.) как функции координат точки в пространстве и времени, причем в большинстве случаев эти функции предполагаются непрерывными и дифференцируемыми. Непрерывную модель жидкости можно применять до тех пор, пока в достаточно малых объемах жидкости содержится большое количество молекул.

Определение жидкости

Интересуясь, например, вопросом, как велики в данной точке давление внутри жидкости или скорость ее движения практически важно знать давление и скорость в некотором весьма малом объеме, а не строго именно в данной геометрической точке. Этот объем действительно может быть очень малым. Так, известно, что в $1 \cdot 10^{-6}$ м воздуха находится $2,7 \cdot 10^{19}$ молекул. Даже в таком малом объеме, как в кубике со стороной размером 0,001 мм, находится $2,7 \cdot 10^7$ молекул. Этот пример показывает, что, заменяя реальную жидкость ее моделью в виде непрерывной жидкой среды, мы действительно не делаем никакой ошибки до тех пор, пока не будем интересоваться движением молекул или состоянием жидкости внутри межмолекулярного пространства.

Определение жидкости

Жидкость, как и всякое физическое тело, имеет молекулярное строение, т. е. состоит из отдельных частиц — молекул, объем пустот между которыми во много раз превосходит объем самих молекул. Однако ввиду чрезвычайной малости не только самих молекул, но и расстояний между ними (по сравнению с объемами, рассматриваемыми при изучении равновесия и движения жидкости) в механике жидкости ее молекулярное строение не рассматривается; предполагается, что жидкость заполняет пространство сплошь, без образования каких бы то ни было пустот.



Определение жидкости

Тем самым вместо самой жидкости изучается ее модель, обладающая свойством непрерывности. В этом состоит гипотеза о непрерывности или сплошности жидкой среды. Эта гипотеза упрощает исследование, так как позволяет рассматривать все механические характеристики жидкой среды (скорость, плотность, давление и т. д.) как функции координат точки в пространстве и времени, причем в большинстве случаев эти функции предполагаются непрерывными и дифференцируемыми. Непрерывную модель жидкости можно применять до тех пор, пока в достаточно малых объемах жидкости содержится большое количество молекул.



Определение жидкости

Жидкости с точки зрения механических свойств разделяются на два класса: малосжимаемые (капельные) и сжимаемые (газообразные).

С позиций физики капельная жидкость значительно отличается от газа; с позиций механики жидкости различие между ними не так велико, и часто законы, справедливые для капельных жидкостей, могут быть приложены и к газам в случаях, когда сжимаемостью последних можно пренебречь (например, при расчете вентиляционных каналов).

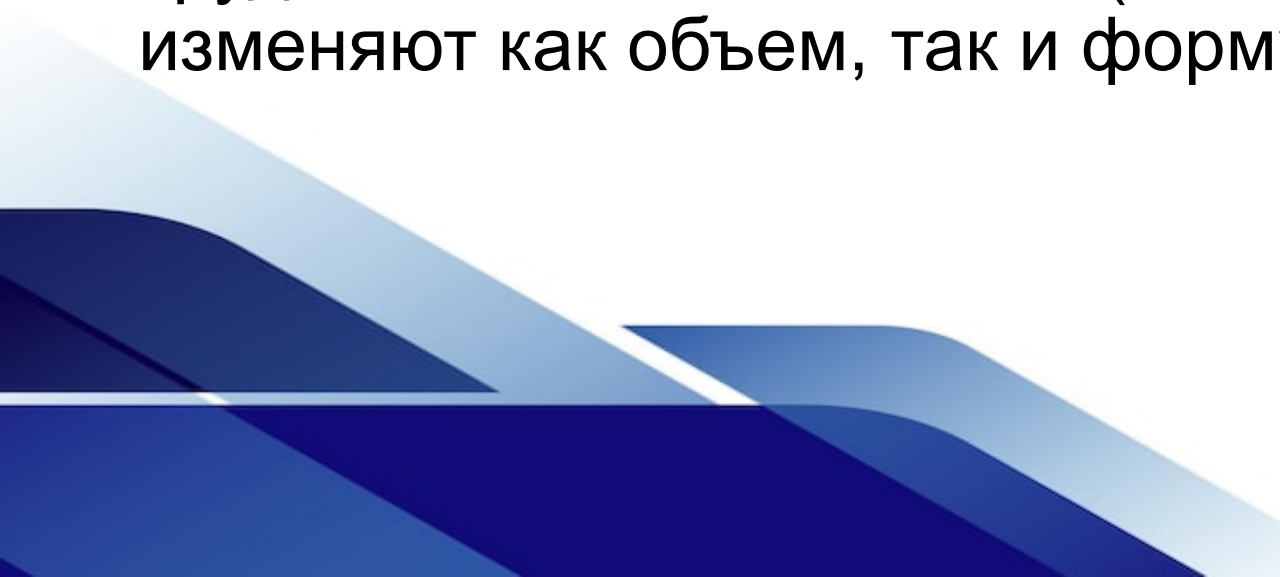
Определение жидкости

В связи с отсутствием специального термина, который обозначал бы жидкость в широком смысле слова, в дальнейшем мы будем пользоваться терминами «капельная жидкость» (малосжимаемая), «сжимаемая жидкость» (газ) и «жидкость», применяя последний в широком смысле, охватывающем как капельную жидкость, так и газ (т. е. под жидкостью будем понимать всякую среду, обладающую свойством текучести).



Определение жидкости

Капельные жидкости обладают вполне определенным объемом, величина которого практически не изменяется под действием сил. Газы же, занимая все предоставляемое им пространство, могут значительно изменять объем, сжимаясь и расширяясь под действием сил. Таким образом, капельные жидкости легко изменяют форму (в отличие от твердых тел), но с трудом изменяют объем (в отличие от газов), а газы легко изменяют как объем, так и форму.

The bottom of the slide features a decorative graphic consisting of several overlapping, semi-transparent blue shapes. These shapes are primarily triangles and quadrilaterals of varying shades of blue, creating a modern, abstract design that tapers off towards the bottom left corner.

Определение жидкости

Основные свойства жидкостей, существенные при рассмотрении задач механики жидкости, — плотность и вязкость. В некоторых случаях (при образовании капель, течении тонких струй, образовании капиллярных волн и др.) имеет значение также поверхностное натяжение жидкостей.



3. Масса, вес, удельный вес, плотность, удельный объем



Начнем изучение гидравлики с основных физических базовых «кирпичиков» данной дисциплины. И в отличие от школьного курса физики, рассмотрим самый первый компонент – это Вес вещества, а не массу.



Вес обозначается в гидравлике символом G и имеет единицу измерения, Н (ньютон). Определение звучит так. **Вес** — это сила, равная произведению массы (m), кг на ускорение свободного падения (g), м/с². Согласно Википедии: вес — это сила, с которой тело действует на опору (или подвес, или другой вид крепления), препятствующую падению, возникающая в поле сил тяжести.

$$G = m * g , \text{ Н}$$

где m — это масса вещества, кг;

g — это ускорение свободного падения, м/с².



Поверхностная гравитация ($g, \text{м/с}^2$) - ускорение свободного падения, испытываемое объектом на поверхности небесного тела (звезды, планеты). Она измеряется в единицах ускорения (м/с^2) или (g) и зависит от массы и радиуса объекта.

$$g = \frac{G \cdot m}{r^2}, \text{ м/с}^2$$

где $G = 6,6743 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$ – гравитационная постоянная, константа гравитационного взаимодействия.

Ускорение свободного падения (g) для планеты Земля варьируется в пределах $9,83 \text{ м/с}^2$ на полюсах и $9,78 \text{ м/с}^2$ на экваторе. В среднем для расчётов принимаем $9,81 \text{ м/с}^2$.

Для Луны принимаем $1,62 \text{ м/с}^2$, для Марса $3,72 \text{ м/с}^2$, для Юпитера $24,85 \text{ м/с}^2$, для Сатурна на уровне облаков на экваторе $10,44 \text{ м/с}^2$, для Солнца 277 м/с^2 .



Масса (m), кг—это фундаментальная скалярная физическая величина, определяющая меру инертности тела (сопротивление изменению скорости) и его гравитационные свойства (способность притягиваться к другим телам). Измеряется в кг в системе СИ. Масса не зависит от ускорения свободного падения.



Удельный вес

Удельный вес γ (гамма), Н/м³, которая используется для определения весовой характеристики вещества. Вес 1 м³ однородной жидкости, называется **удельный вес**.

$$\gamma = \frac{G}{V}, \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$$

где G – вес жидкости объема , м³

Удельный вес можно еще выразить через плотность ρ , кг/м³, (удельную массу).

$$\gamma = \rho \cdot g, \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$$

Плотность

Плотность жидкости ρ называется отношение массы жидкости к её объему:

$$\rho = m/V, [\text{кг/м}^3]$$

где m – масса жидкости;

V – геометрический (абсолютный) объем жидкости.



Удельный объем

Удельный объем u , $\text{м}^3/\text{кг}$ – это величина, которая используется для определения объемной характеристики вещества. Объем (V , м^3) 1 кг однородной жидкости (m , кг), называется плотностью.

$$u = V/m, [\text{м}^3/\text{кг}]$$

В качестве примера для решения задач указаны данные в таблицах 1 и 2.

Плотность ρ и удельный вес γ капельных жидкостей при 20°C.
Таблица 1.

Жидкость	γ , Н/м ³	ρ , кг/м ³
Анилин	9270	1040
Бензол	8590-8630	876-880
Бензол авиационный	7250-7370	739-751
Вода пресная	9790	998,2
Вода морская	10010-10090	1002-1029
Глицерин безводный	12260	1250
Керосин	7770-8450	792-840
Масло касторовое	9520	970
Масло минеральное	8000-8750	877-892
Нефть	8340-9320	850-950
Ртуть	132900	13547
Спирт этиловый безводный	7440	789,3
Хлористый натрий (раствор)	10690	1200
Эфир этиловый	7010-7050	715-719

Приближенные значения плотности ρ и удельный вес γ газов при давлении 740 мм.рт.ст. и $t=20^{\circ}\text{C}$. Таблица 2.

Газ	γ , Н/м ³	ρ , кг/м ³
Водород	0,81	0,08
Водяной пар	7,25	0,74
Окись углерода	11,3	1,15
Азот	11,3	1,15
Воздух	11,6	1,2
Кислород	12,8	1,3
Углекислота	17,6	1,8

Плотность, удельный вес, удельный объем жидкостей меняются с изменением давления и температуры. Эта зависимость существенно различна для капельных жидкостей и газов.

Плотность (ρ , кг/м³) и удельный объем (v , м³/кг) называются взаимнообратные величины, и связаны соотношением:

$$\rho \cdot v = \frac{m}{V} \cdot \frac{V}{m} = 1$$

4. Сила, давление



Сила

Сила F , Н (ньютон) – физическая векторная величина, являющаяся мерой взаимодействия на данное тело со стороны других тел или внешнего поля. $F=m \cdot a$ [Н]

Попробуем дать определение понятию сила. Сила возникает только при взаимодействии (соприкосновении) хотя бы двух тел, либо силовых полей. **Сила** – векторная величина, равная произведению массы (m , кг) на ускорение (a , м/с^2) и указывает на контакт двух тел через точку взаимодействия.

Сила

Для понимания данной величины, представим на своей ладони вес тела в 1 ньютон. Физически это будет представлено любым материальным телом массой 102 гр.



Давление

Давление P , Н/м^2 (Па), скалярная интенсивная физическая величина, характеризующая способность сплошной среды совершать работу при изменении объема. Давление проявляется как сила, действующая перпендикулярно поверхности, на единицу площади этой поверхности. Давление не зависит от ориентации поверхности, на которую оно действует.



Давление

Определение очень сложное. Попробуем простыми словами дать понимание этого термина. **Давление** – это сила, Па, распределенная по площади соприкосновения двух тел.

$$P = \frac{F}{S}, \frac{N}{m^2}$$

Чтобы ощутить влияние давления размерностью в 1 паскаль, представим муку массой 100 гр. просеянную через сито тонким слоем по поверхности стола площадью 1 м².



Приведем примеры взаимодействия двух тел через силу и давление. Представим себе ситуацию в строительстве, когда требуется пробить отверстие в стене или полу. Для этих целей мы будем использовать отбойный молоток или мощный перфоратор. Но перед тем, как приступить к пробитию отверстий нам необходимо убедиться в остроте пики инструмента. Если пика будет затуплена, то и эффективность наших усилий будет слабая. Если инструмент заточен как положено, то и работу по демонтажу строительной конструкции мы выполним максимально эффективно.



Вторым таким примером служит взаимодействия двух тел будет женская шпилька на туфлях. Когда основание шпильки достаточно мало, то и наступая на пол, со слабым основанием (линолеум, и др.), шпилька будет продавливать и оставлять отметины на полу.



Третий пример — это человек, идущий на лыжах по рыхлому снегу. Поверхность снега выдерживает лыжника, т.к. вес его распределен по поверхности лыж. Давление силы (веса) снижено, и лыжник идет не проваливаясь. Если он снимет лыжи, и попробует идти без них, то поверхность снега не выдержит такого увеличенного давления и провалится под ногой.



Когда человек идёт по земле, то его взаимодействие осуществляется через давление. В человеке есть вес (сила), который распределяется через подошвы стоп. Когда копает землю, то он ногой наступает на лопату, и тем самым прикладывает к ней силу — это воздействие подошвы ноги на уступ лопаты. Лопата же передаёт эту же силу земле, но через гораздо меньшую площадь — острое лезвие. В результате давление на грунт значительно увеличивается, т.к. уменьшается площадь соприкосновения двух тел и лопата легче входит в землю.



Можно рассмотреть ещё пример: как взаимодействует между собой доска, молоток и гвоздь. Взаимодействие ДАВЛЕНИЕ - Если ударить молотком по доске, то останется след, который передает давление от молотка (масса молотка, умноженное на ускорение и деленное на площадь бойка молотка, Па). Взаимодействие СИЛА - если ударить молотком по шляпке гвоздя, острием вниз на доске (это взаимодействие приближено уже к силе), то полученное усилие за счёт упругости металла гвоздя перейдет на его острие. Вот уже данное взаимодействие острия гвоздя и доски будет считаться передачей силы!



Отсюда следует выводы:

1) при взаимодействии двух тел через точку очень легко получить поверхностный разрушающий эффект, и он будет тем больше, чем слабее поверхность одного из тел, острее контакт и мощнее усилие;

2) при взаимодействии двух тел через поверхность мы достигаем противоположный эффект, поверхность контакта двух тел остается в целости.



5. Энергия, импульс



Из школьного курса физики мы знаем два основных вида механической энергии – это потенциальная и кинетическая. Вспомним их определения из Википедии:



Потенциальная энергия

Потенциальная энергия – скалярная физическая величина, представляющая собой часть полной механической энергии системы, обусловленную фактом ее нахождения в поле консервативных сил (в физике консервативные (потенциальные) силы – силы, работа которых не зависит от траектории точки приложения этих сил и закона ее движения, а целиком определяется начальным и конечным положениями данной точки). Или другое определение – это функция координат, являющаяся слагаемым в лагранжиане (Лагранжиан – функция обобщенных координат, которая описывает развитие системы) системы и описывающая взаимодействие элементов системы.



В связи со сложностью восприятия данного определения, остановимся на более простом.

Потенциальная энергия, Дж – это энергия положения тела, относительно плоскости сравнения, которая принимается наблюдателем.

$$E_{\text{п}} = m \cdot g \cdot h, \text{ Дж}$$

где m и g – масса и ускорение свободного падения, соответственно кг и м/с^2 ,

h – высота положения тела от точки взаимодействия (проекция центра тяжести тела на опору) до плоскости сравнения, принятой наблюдателем, м.

1 Дж - есть произведение силы (Н) на метр (м). $\text{Дж} = \text{Н} \cdot \text{м}$

Потенциальная энергия

Для пояснения определения потенциальной энергии приведем такой пример. Учитель спрашивает у учащегося – «У Вас на парте лежит телефон. Есть ли потенциальная энергия у него?» ... Как Вы сами ответите на него? И если Вы ответите «да» или «нет», то будете неправы. На самом деле неправ учитель, который задает некорректный вопрос. Вопрос должен звучать так: «У Вас на парте лежит телефон. Есть ли потенциальная энергия у него, относительно плоскости парты?» или так «У Вас на парте лежит телефон. Есть ли потенциальная энергия у него, относительно плоскости пола?». И здесь, я думаю, Вы сможете уже без моей подсказки правильно ответить. В первом вопросе ответ «Нет», во втором «Да».



Кинетическая энергия

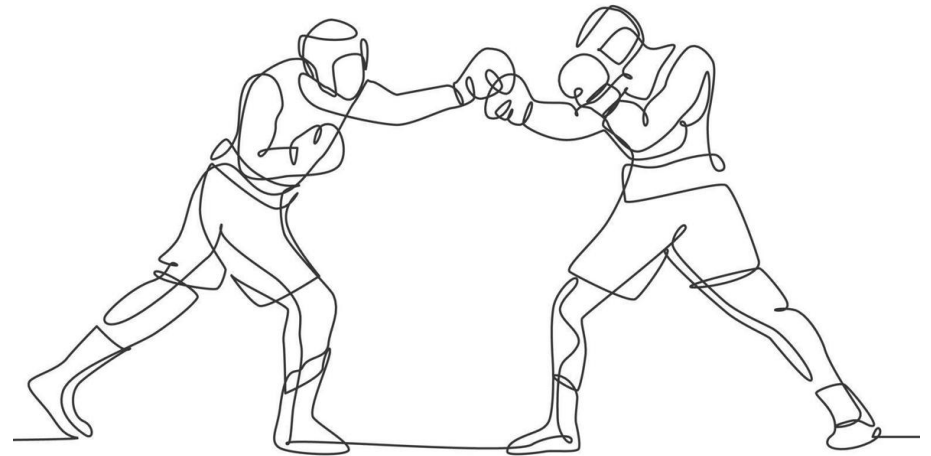
Что касается второго вида механической энергии, то из Википедии возьмем такое определение:

***Кинетическая энергия** — это работа(энергия), которую необходимо совершить(приложить), чтобы тело массой (m) разогнать из состояния покоя до скорости (v). Либо, наоборот, это работа(энергия), которую может совершить(выделить), останавливаясь, тело массой (m), обладающей начальной скорости (v).*

Данное определение с моими небольшими комментариями (в скобках) нас устраивает. Формула кинетической энергии будет иметь вид:

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}, \text{ Дж}$$

Приведем небольшой пример из жизни о связи кинетической и потенциальной энергий. Рассмотрим подготовку к поединку двух бойцов. Один практикует силовую подготовку, качает мышцы, делает упор на увеличение массы в ударе. Второй тренирует технику нападения и защиты, повышает скорость реакции при атаке и отклонению ударов. Какой из бойцов тренируется эффективнее? ... Да, правильно, второй боец, который делает акцент на скорость, т.к. она в формуле находится в квадратичной зависимости. Это не значит, что обязательно он победит, он может пропустить один удар, и этого может быть достаточно для завершения бой. Мы говорим об эффективности.

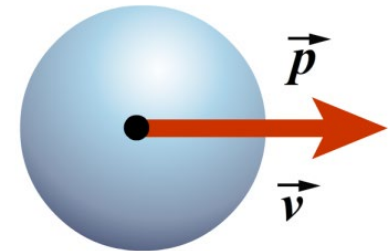


Импульс

Импульс, количество движения – векторная физическая величина, являющаяся мерой механического движения тела. В классической механике импульс тела равен произведению массы (m) этого тела на его скорость (v), направление импульса совпадает с направлением вектора скорости:

$$p = m * v, \frac{\text{кг} * \text{м}}{\text{с}}$$

$$\vec{p} = m\vec{v}$$



Импульс

Теорема об изменении импульса (количества движения) утверждает, что изменение импульса тела (или системы тел) за определенное время равно суммарному импульсу внешних сил, действующих на него за этот же промежуток времени. Математически выражается по формуле для постоянной действующей силы:

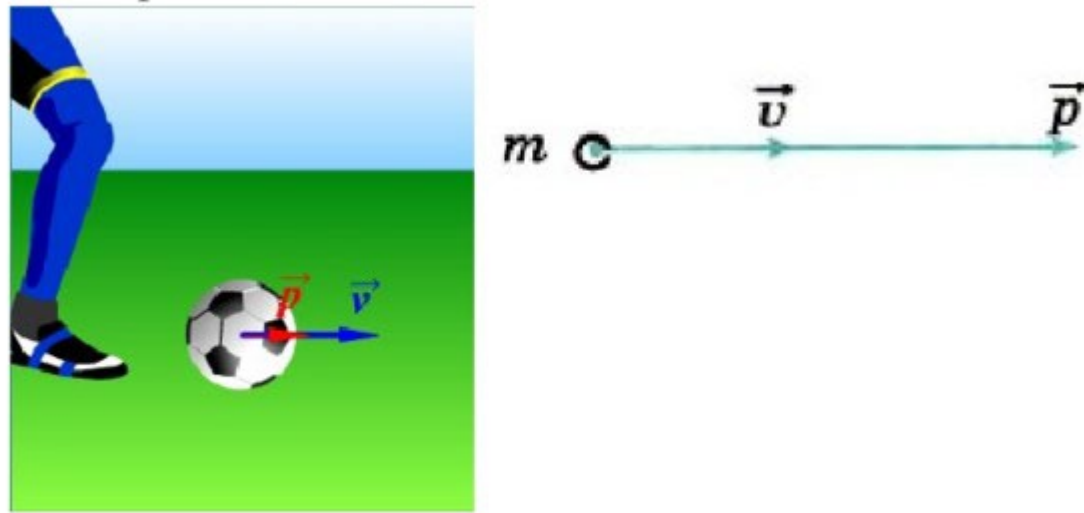
$$\Delta p = p_2 - p_1 = F \cdot \Delta t$$

Основные положения теоремы импульсов:

1. *Импульс тела векторная величина, произведение массы тела (m) на его скорость(v).*
2. *Импульс силы ($F \cdot \Delta t$) – мера воздействия силы (F) за время (Δt).*
3. *Формулировка в дифференциальной форме – скорость изменения импульса тела равна действующей на него силе .*
4. *Теорема для системы тел – изменение суммарного импульса системы равно векторной сумме импульсов всех внешних сил.*
5. *Закон сохранения импульса – если сумма внешних сил равно нулю (или система замкнута), то импульс системы не меняется $p = \text{const}$.*

Основные положения теоремы импульсов:

Теорема используется для расчёта движений при ударах, выстрелах, реактивном движении, позволяя найти конечную скорость или силу воздействия, не зная деталей взаимодействия во времени.



6. Температура

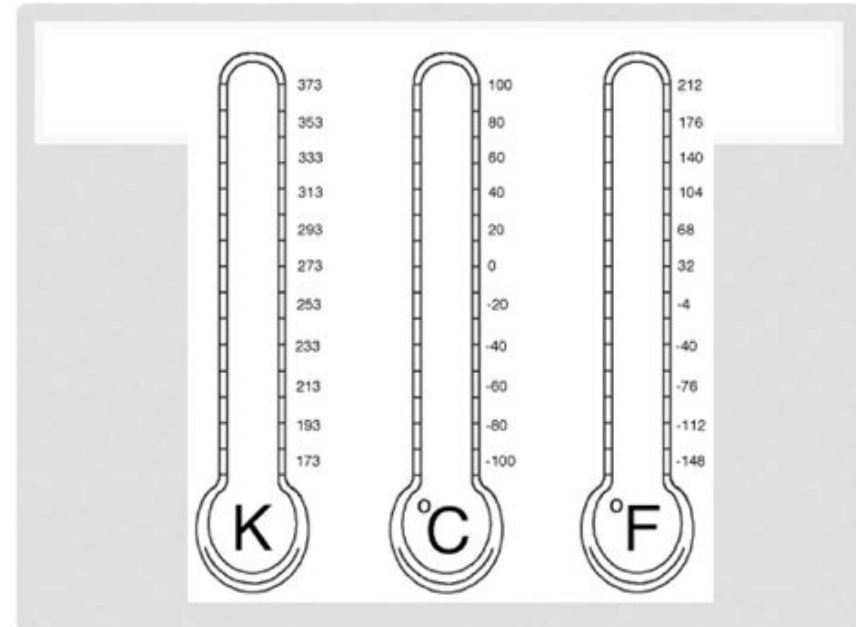


Температура

Температура (от лат. temperature – надлежащее смешение, нормальное состояние) – это скалярная (определяется только числом, в отличие от вектора, который имеет и направление) физическая величина, характеризующая термодинамическую систему и количественно выражающая интуитивное понятие о различной степени нагретости тел. Живые существа способны воспринимать ощущения тепла и холода непосредственно, с помощью органов чувств. Однако точное определение температуры требует, чтобы температура измерялась объективно, с помощью измерительных приборов.



Такие приборы называются термометрами и измеряют эмпирическую (эмпирические данные – данные, полученные опытным путем через наблюдение или эксперимент) температуру. Нижнее поле температуры ограничено абсолютным нулем (прекращение теплового движения молекул, $T = -273,25^{\circ}\text{C}$), а верхнее – планковской температурой ($T_p = 1,416784 \cdot 10^{32} \text{ K}$ температура Вселенной в первый момент Большого взрыва. Эффективная температура поверхности Солнца 5780 K).



По школьному курсу физики понятие температуры было связано с кинетической энергией. Вот это определение:

В молекулярно-кинетической теории температура пропорциональна средней кинетической энергии частиц системы.



Надо отметить, что ни первое ни второе определение не раскрывают смысл температуры. В первом случае говорится о степени нагретости тела, что не отражает те процессы, которые приводят к нагреванию тела. Во втором определении ссылка идет на кинетическое движение частиц системы, что возможно и происходит, но вывести зависимость от кинетической энергии частиц и температуры тела не представляется возможным, как и обратное действие – по температуре тела определить энергию частиц!



Попробуем пояснить своими словами. **Температура** — это искусственная величина, которая раскрывает внутренние или внешние процессы перехода разных видов энергий от одного тела к другому, либо в общей системе. Для определения температуры человеком применяются эмпирические датчики (термометры, пирометры, термопары и др.), которые фиксируют все теплопереходные процессы в усредненной величине, выраженной в шкалах Кельвина (термодинамическая шкала), Цельсия или Фаренгейта.



Температура по шкале Кельвина

За начало отсчета в шкале Кельвина (Т) принимается абсолютный ноль – это такое состояние системы, при котором прекращается все тепловое движение молекул.

Предложена в 1848 г. Единица названа в честь английского физика Уильяма Томсона, которому было пожаловано звание лорд Кельвин Ларгский из Айршира. В свою очередь, это звание пошло от реки Кельвин, протекающей через территорию университета Глазго.



Температура по шкале Цельсия

За начало отсчета в шкале Цельсия (t) принимается физическое явление как плавление льда или замерзание воды.

Градус Цельсия назван в честь шведского ученого Андреаса Цельсия, предложившего в 1742 г новую шкалу для измерения температуры. Первоначальное определение градуса Цельсия зависело от определения стандартного атмосферного давления, потому что и температура таяния льда зависят от этого параметра. Это не очень было удобно для стандартизации единицы. Поэтому после принятия кельвина (K) в качестве основной единицы выражения температуры определения градуса Цельсия было пересмотрено.



Согласно современному определению, один градус Цельсия равен одному кельвину (K), а ноль шкалы Цельсия установлен таким образом, что температура тройной точки воды равна 0,01 °C. В итоге шкалы Цельсия и Кельвина сдвинуты на 273,15 единиц.

$$0^{\circ}\text{K} = -273,15^{\circ}\text{C}$$

$$0^{\circ}\text{C} = 273,15^{\circ}\text{K}$$


Приведем примеры: Температура в $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в градусах Кельвина будет составлять $283,15^{\circ}\text{K}$, а -10°C составит $263,15^{\circ}\text{K}$.

Важно помнить о том, что $\Delta t = \Delta T$!

В технических расчётах используем только эти две шкалы измерения температуры.



За начало отсчета на шкале Фаренгейта (F) определяется по самоподдерживающейся температуре смеси воды, льда и хлорида аммония (нашатырь, NH_4Cl), примерно $-17,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Названа шкала в честь немецкого ученого Габриеля Фаренгейта в 1724 году. Данная шкала используется в основном только в Америке.



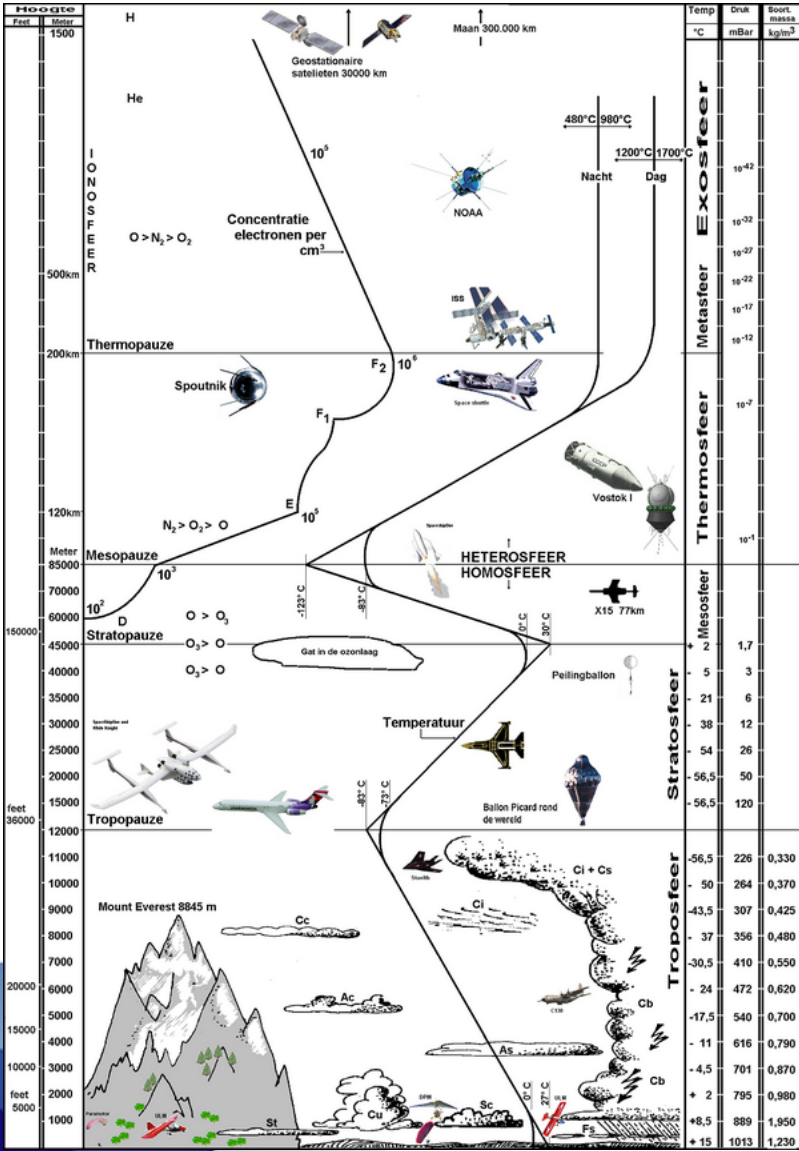
Преобразование температуры по шкале Фаренгейта в температуру по шкале Цельсия:

Преобразование температуры по шкале Цельсия в температуру по шкале Фаренгейта:

$$t_c = \frac{5}{9} * (t_F - 32), ^\circ\text{C}$$

$$t_F = \frac{9}{5} * t_c + 32, ^\circ\text{F}$$

Очень познавательно выглядит график вертикального распределения температуры от поверхности Земли.



Список литературы:

1. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика (Основы механики жидкости). Учебное пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Стройиздат, 1975. 323 с.
2. Цыбин Л.А., Шанаев И.Ф. Гидравлика и насосы. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высш. школа», 1976. 256 с. с ил.
3. Николадзе Г.И., Цикалаури Д.С. Гидравлика, водоснабжение и канализация сельских населенных пунктов: Учебник для вузов – М.: Стройиздат, 1982. – 200с., ил.
4. Гидравлика, водоснабжение и канализация: Учебник для вузов / В.И. Калицун, В.С. Кедров, Ю.М. Ласков, П.В.Сафронов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.:Стройиздат, 1980 – 359 с., ил.