Государственная корпорация по космической деятельности Роскосмос

Министерство просвещения Российской Федерации

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА**

**УРОКА №7**

по программе

**Аэродинамика и баллистика**

На тему:

«Воздух и его основные параметры»

г. Москва, 2020 г.

***Пояснительная записка***

Учащиеся знакомятся с физическими свойствами воздуха, такими как теплоемкость, теплопроводность, энтальпия, вязкость, коэффициент теплового расширения.

Зависимость вязкости от температуры кардинально отличается для жидкостей и газов, что связано с разной природой вязкости в этих средах.

В качестве дополнительного вопроса рассматривается процесс термоусадки некоторых материалов, который невозможно объяснить с точки зрения теплового расширения.

Во время урока предусмотрено использование различных приемов обучения, современных ТСО, наглядности, презентации Microsoft Power Point.

***ТЕМА УРОКА***: Воздух и его основные параметры.

***ЦЕЛИ УРОКА:***

* ознакомиться с основными термодинамическими параметрами жидкостей и газов;
* изучить зависимость параметров от плотности и температуры;
* ознакомиться с явлением термоусадки.

***НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ***: презентация.

***ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА***: компьютер, проектор, экран.

***ВИД УРОКА***: урок «открытия» нового знания.

***ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ УРОКА:*** 45 минут.

***ХОД УРОКА***:

1. *ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МОМЕНТ* (5 минут)

Учитель приветствует учащихся.

Учитель побуждает к предположениям о предстоящей теме урока, задавая наводящие вопросы о свойствах газов и жидкостей. Ожидаемые ответы:

* теплоемкость – коэффициент пропорциональности между теплом, подведенным к телу и изменением его температуры;
* термический ожог – следствие высокой температуры материала;
* теплопроводность – характеристика скорости распространения тепла в материале;
* термоусадка – уменьшение размера из-за охлаждения.

Учащиеся определяют тему и цели урока, а также личностное отношение к предлагаемой теме.

1. *ПОВТОРЕНИЕ ПРОЙДЕННОГО МАТЕРИАЛА* (5 минут)

Учитель проводит устный опрос учащихся по домашнему заданию:

1. Из каких соображений определены границы слоев атмосферы?
2. Почему температура воздуха в тропосфере снижается с высотой?
3. Что мешает расслоению атмосферы на газы, обладающие различным молекулярным весом?
4. Почему в верхних слоях атмосферы график средней скорости ветра повторяет график температуры?
5. *ИЗУЧЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА* (25 минут)

О некоторых свойствах воздуха мы упоминали в предыдущем параграфе применительно к атмосфере Земли. Теперь рассмотрим его подробнее.

По своему химическому составу воздух представляет собой смесь большого числа различных газов. Принято считать, что 78% его объема составляет азот, 21 – кислород. На долю остальных приходится лишь 1%. Поэтому в большинстве практических случаев воздух можно рассматривать как азотно-кислородную смесь, содержащую небольшую долю водяного пара и углекислого газа.

Рассмотрим основные параметры, описывающие жидкости и газы вообще и воздух в частности.

Теплоемкость. Показывает сколько энергии надо передать газу для повышения его температуры на 1К. В отличие от твердых веществ и жидкостей у газов значение потребной энергии зависит от условий нагрева. Различают теплоемкость при постоянном давлении (Cp) и постоянном объеме (Cv). Значения связаны между собой соотношением Cp = Cv + R, где R – универсальная газовая постоянная. Помимо этого теплоемкость воздуха зависит от давления, температуры и влажности. Для нормальных условий (ГОСТ 2939-63) принимается значение

График зависимости теплоемкости от температуры приведен на слайде. Мы видим, что теплоемкость в зоне отрицательных температур снижается, в районе 0°С имеет минимум, а потом растет. С чем это связано? Как уже говорилось ранее, температура – мера кинетической энергии атомов и молекул. Чем выше эта скорость, тем труднее дальнейший разгон и тем больше энергии он требует. Ситуация в чем-то аналогичная «световому барьеру»

Хоть раз в жизни каждому приходилось обжигаться. От какой физической величины зависит получение или неполучение ожога? Сразу вспоминается температура. Но, входя в нагретую до 100℃ парилку или сауну, мы ожога не получаем, а опустив руку в нагретую до той же температуры воду получим гарантировано. Физическая величина, определяющая получение ожога – энтальпия или теплосодержание вещества. Она определяется как произведение теплоемкости и температуры.

Вязкость. Способность жидкости или газа (воздуха) оказывать сопротивление перемещению одной части относительно другой. Наиболее показательный пример – если на растопленный гудрон или битум положить доску и попытаться сдвинуть ее в сторону, то гудрон будет оказывать тем большее сопротивление, чем он холоднее. Из этого следует, что вязкость жидкостей с увеличением температуры уменьшается. Вязкость в газах с ростом температуры наоборот растет. Соответствующие графики приведены в левой части слайда. Это объясняется разной природой вязкости в жидкости и в газе.

В жидкости причина вязкости – взаимное притяжение молекул, оказавшихся в соседних слоях. Чем медленнее эти молекулы движутся, тем ближе они расположены и с большей силой взаимодействуют.

Сила вязкого трения F, действующая на жидкость, пропорциональна скорости относительного движения *v* тел и площади «перекрытия» *S* и обратно пропорциональна расстоянию между плоскостями *h*. Это проиллюстрировано рисунком в правой части слайда. Коэффициент такой пропорциональности *μ* получил наименование «динамическая вязкость»

Данная формула была предложена И. Ньютоном в 1687 году. Разделив динамическую вязкость на плотность газа или жидкости, получим кинематическую вязкость:

Первопричина вязкости в газе – перенос энергии молекулами, переходящими из слоя в слой. Чем быстрее движутся молекулы, тем больше такой перенос.

В повседневной жизни мы не всегда способны различать вязкость и твердость. Например, вдавливая канцелярскую кнопку в доску, мы преодолеваем силу, обусловленную твердостью или вязкостью древесины?

Процесс теплового расширения характерен для всех веществ, независимо от их агрегатного состояния. В большинстве практических задач коэффициент теплового расширения, показывающий во сколько раз увеличится объем газа или жидкости при его нагреве на 1К, можно считать константой, индивидуальной для каждого вещества.

Этот коэффициент не зависит от того, растет температура или уменьшается. Т.е. если при нагреве от начальной до конечной температуры условный линейный размер увеличивается от начального до конечного значения, то при остывании до начальной температуры он должен вернуться к начальному значению.

В физике известен процесс, противоречащий этому закону. Он получил название «термоусадка». Состоит он в том, что остывая, тело не возвращается к исходной геометрии а продолжает сжиматься дальше. Таким образом натягивают полимерные пленки на каркасе или изолирующие и соединяющие трубки. На чем основано это явление?

Рассмотрим на примере поперечного сечения пленки. Первоначально пленка закрепляется с небольшим провисанием (контур L0). В процессе нагрева провисание увеличивается до линии LT. Процесс терморасширения при остывании должен вернуть пленку в положение L0, но пленка оказывается в положении Lk, т.е. натянутой. Почему?

Дело в том, что при нагреве пленка переходит в состояние вязкой жидкости и начинает действовать сила поверхностного натяжения. Она приводит к уменьшению длины и ширины пленки. Толщина при этом возрастает, оставляя объем пленки неизменным. Таким образом, вместо положения LT. пленка принимает положение Ly, остывая из которого, она натягивается.

1. *ЗАКРЕПЛЕНИЕ ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА И ОТРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ УМЕНИЙ* (5 МИНУТ)

Учитель задает контрольные вопросы:

1. При увеличении влажности воздуха его теплоемкость будет расти или уменьшаться?
2. Почему внутренний диаметр кольца увеличивается при нагревании?
3. С чем связано различие зависимости вязкости от температуры для жидкости и газа?
4. *ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ* (5 минут)

По завершению урока учитель объясняет ход выполнения домашнего практического задания для закрепления изученного теоретического материала. Задание №9 в рабочей тетради.

Опорный конспект

* 1. Организационный момент (5 минут).
  2. Повторение пройденного материала (5 минут)
  3. Изучение нового материала (25 минут).
  4. Закрепление изученного материала и отработка практических умений (5 минут).
  5. Домашнее задание (5 минут).

## Список литературы

## Основная литература

1. Мхитарян, А.М. Аэродинамика/ А.М. Мхитарян. - ЭКОЛИТ, 2012.
2. Бережко Е.Г. Введение в физику космоса/ Е.Г. Бережко. - ФИЗМАТЛИТ, 2014.
3. Хомич Е.О. Космос/ Е.О. Хомич. - АСТ, 2016.
4. Авдеев Ю.Ф. Космос, баллистика, человек/ Ю.Ф.Авдеев. - Высшая школа, 2013.
5. Граве И.П. Внутренняя баллистика. Пиродинамика/ И.П. Граве. - 2014.
6. Дэвис Л., Внешняя баллистика ракет / Л.Девис, Дж. Фоллин, Л. Блитцер. - Воениздат, 2000.