Куролес В.К. ©
ОАО «Гос МКБ» «Радуга» имени А.Я.Березняка», ведущий конструктор

ДВИЖЕНИЕ МОНОХРОМАТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ В ИДЕАЛЬНОМ ГАЗЕ

Аннотация

В статье рассмотрено возмущение идеального газа бегущей монохроматической волной, возбужденной осциллятором, характеризуемым частотой ω и амплитудным значением потенциала U_0. Показано, что, в результате такого возмущения, в идеальном газе устанавливается 33 устойчивых состояния среды. В результате перехода из одного в другое устойчивое состояние в среде идеального газа энергия достигает критического значения, которое вызывает ударный волновой фронт. При этом каждый волновой фронт характеризуется фиксированной температурой, а переход из состояния в состояние характеризуется изменением температуры или изменением энтропии состояния.

Ключевые слова: волна, энтропия, фазовое состояние, температура, потенциал, масса, энергия.

В данной работе бегущая волна понимается как распространение во времени и в трехмерном пространстве возмущения среды, в качестве которой рассматривается идеальный газ. Возмущенный идеальный газ, распространяясь в трехмерном пространстве испытывает сопротивление движению (сопротивление распространению возмущения). Когда это сопротивление достигает критического значения, ось распространение возмущения совершает поворот. Только при этом повороте оси движения волны сопротивление движению будет уменьшенным. Увеличение сопротивления движению волн вызвано увеличением температуры возмущенной среды. Это соответствует первому началу термодинамики: движение газа распространяется от фронта с большей температурой к фронту с температурой меньшей. Распространение возмущения среды идеального газа возможно, только если по некоторым причинам в газе возникает градиент температур. Источником градиента температур и является в данном случае монохроматический осциллятор.

Волну следует рассматривать как дискретную среду, ограниченную ее фронтом. Фронт, являясь границей раздела сред возмущенного и не возмущенного газа, может также рассматриваться как жесткая стенка, ограничивающая рассматриваемую волну. Это следует из представления идеального газа как семейства абсолютно упругих частиц, сталкивающихся между собой без потери движения или без потери энергии. Столкновение частиц во фронте при этом такое, что частицы не возмущенного газа не могут проникнуть в среду, ограниченную фронтом, они сталкиваются с частицами, формирующими фронт причем без потери энергии движения.

Для сферической волны фронт должен приобрести сферическую поверхность. Это возможно если учесть, что ось движения частиц меняет направление в трехмерном пространстве. При этом сферическая поверхность могла образоваться в результате вращения замкнутого вихревого шнура, а вихревой шнур и представляет собой траектории движения частиц возмущенного идеального газа в трехмерном пространстве движения . Возмущенный газ эволюционирует во вращающийся тор, который образован токовым движением частиц газа. При этом движение от частицы к частице передается также как и в идеальном газе- без потери энергии движения. Рассмотренная сферическая волна является статической. Чтобы из состояния статики перейти в состояние движения, во фронте волны должно произойти изменение движения частиц идеального газа. Допустимо положить, что некоторое количество частиц во фронте волны испытали не абсолютно упругий удар, а удар с потерей

© Куролес В.К., 2015 г.

энергии движения. Данную эволюцию движения частиц идеального газа можно формализовать исходя из теории удара[1], полагая, что между массой газа $m_0 e$ и $m_0 p$ произошел абсолютно неупругий удар. Это эквивалентно поглощению группой частиц, число которых равно е, группы частиц, число которых равно р. При этом m_0 принята за эталон массы или является массой одной частицы идеального газа. Тогда справедливо выражение для потери энергии движения частиц ΔT, образующих токовый виток: $\Delta T = \frac{1}{2} \bullet \frac{e \bullet p}{e+p} m_0 \Delta V^2$,где $\Delta V -$ изменение, встречной скорости движения частиц е и частиц р. Для идеального газа справедливо равенство $\Delta T = m_0 \Delta V^2$, откуда следует: $e = \frac{2p}{p-2}$. Поскольку масса газа, определенная числом частиц идеального газа, должна определяться целыми положительными числами, то для элементарного возмущения однозначно определяются числа е и р. $p = 3$, $e = 6$. Трехмерному пространству должны соответствовать три фазы волны. Каждой фазе соответствует масса газа $m_0(e+p)$, Общая масса сферической стоячей волны $n = 3m_0(e+p)$ =27 m_0. Чтобы такая волна приобрела движение , она должна была поглотить из невозмущенного газа число частиц е. Тогда синтез бегущей элементарной сферической волны в идеальном газе мог состояться, если только в этом синтезе приняли участие 33 частицы идеального газа.

Проникновение волн в среды впервые описал Фурье, решая задачу теплопроводности тепловых волн. При этом Фурье предположил, что на границе между не возмущенной и возмущенной сред действует осциллятор, потенциал которого описывается гармонической функцией: $U = U_0 \bullet Cos\omega t$. Решение им получено в виде трех гармоник, которые имеют экстремальные значения, отстающие друг от друга на фазовое запаздывание τ. Фазовое запаздывание им установлено формулой: $\tau = \frac{x}{\sqrt{2\omega D}}$ (1), где x - глубина проникновения возмущения, а $D -$ параметр, который в термодинамике определяется как температуропроводность, но применительно к распространению возмущения этот параметр следует рассматривать как диффузию волны в невозмущенный идеальный газ. Решение формализовано функцией U_v [2]. $U_v = U_0 \exp(-\tau\omega) Cos(\omega t + \omega\tau)$ (2). Из уравнения следует определение экстремального значения потенциала: $U_{экстр} = U_0 \bullet \exp(-\frac{\tau}{\Delta t}) = U_0 (Cos(-\omega\tau) + jSin(-\omega\tau))$. Достижение потенциала критического значения соответствует критическому градиенту температур газа в волновом потоке. Тогда трем координатам трехмерного пространства xyz можно поставить в соответствие три волны , каждая из которых характеризуется своим градиентом температур или своим изменением температуры: ΔT_{i-1}, ΔT_i, ΔT_{i+1}. Эти значения изменения температур характеризуют волну в « прошлом», «настоящем» и в «будущем». Индексы здесь заменяют параметр « время». Тогда ,исходя из того, что изменения температур фронтов волн происходит во времени по гармоническому закону , а трехмерная волна является трехфазной, следует соотношение между этими изменениями: $\Delta T_{i-1}^2 + \Delta T_i^2 + \Delta T_{i+1}^2 = T_0^2$ (3) Причем $\Delta T_{i-1}^2 = \Delta T_i^2$, что эквивалентно равенству $\Delta T = m_0 \Delta V^2$ и окончательно: $\Delta T_{i+1}^2 = \Delta T_0^2 - 2\Delta T_i^2$. Температура T_0 для идеального газа, исходя из теоремы о равномерном распределении энергии по степеням свободы, определяется равной 1К [2]/, откуда следует: $\Delta T_{i+1} = j\sqrt{2T_i^2 - 1}$. (4) Мнимая единица в этом выражение означает то, что в «будущем» изменение температуры фронта $(i+1)$ не наблюдаемо.

Экстремальные значения волн могут оставаться не зависимыми от времени лишь в малом его промежутке $\Delta t = T_0 = \varepsilon_0 \cdot \mu_0 \cdot D$,где $\varepsilon_0, \mu_0,$ -проницаемости среды-вакуума. D-диффузия возмущенной среды в вакуум. В работе [3] элементарный период времени T_0 определен исходя из определения проницаемостей однородной среды , равными для электрической и магнитной значениям принятым в системе СИ для вакуума, а диффузия D выбрана равной 2,2222….. $10^{-5}\,\frac{м^2}{C}$.Ее значение выбрано из условия совпадения физических констант рассчитанных исходя из этого ее значения и известных в единицах системы СИ. При этом численное значение периода равно $T_0 = 2{,}472555671 \cdot 10^{-22}$ С.

В течении этого периода сферическая волна может считаться монохроматической замкнутой, включающей в себя процессы, в которых происходит временное изменение температуры газа, наполняющего волну, но которое не изменяет температуру окружающей среды. При этом газ волны будем считать идеальным, для которого выполняется закон Менделеева - Клапейрона [4]: $\frac{P \cdot W}{T} = R_0$, где P, W, T, R_0 - соответственно давление, объем, температура газа внутри волны и газовая постоянная. Нарастание температуры газа внутри волны приводит к нарастанию давления в волне и увеличению ее объема. При достижении этих параметров критических значений, волна разрывается, ее газ излучается в окружающую среду и изменяет ее параметры. Закон Менделеева-Клапейрона выполняется во фронте волны, если фронт замкнут. Замыкание фронта возможно, если фронт имеет форму вращающегося тора. Его вращение и образует сферическую оболочку сферической волны. Если окружающую среду представить как однородные волны, которые лишь обмениваются движениями без потери энергии движений, то следует считать, что излучение газа из хотя бы одной волны приведет к изменению параметров и соседних волн. Такое представление однородной среды соответствует среде стоячих электромагнитных волн[5], в среде которых наблюдается переход магнитной энергии в энергию электрическую и обратно без потери энергии. Также это соответствует среде из однородных абсолютно упругих частиц, которые обмениваются движениями без потерь энергии. В результате излучения газа или поглощения его сферической волной, излучающая волна приобретет реактивное движение, а соседняя среда, поглощая этот, газ перейдет в состояние активного движения, за счет чего и в ней начнет изменяться температура. Окружающая среда приобретет те же процессы, что и излучающая. Ее волны дополнительно приобретут движение, отличное от движения однородных стоячих волн. Рассмотренная модель превращения однородных стоячих волн в волны не однородные и бегущие может быть формализована в рамках термодинамики, механики и электродинамики волновыми уравнениями вида (2)

Учитывая равенство $G = mc = \frac{PW}{T} = R_0$, справедливое для идеального газа, а также определение энтропии газа S [4] , получим следующее ее определение для идеального возмущенного газа: $S = \frac{\Delta G_{i+1}}{T_i} = \frac{G_{i+1}}{T_{i+1}} \bullet \frac{T_{i+1}}{T_{ii}} - \frac{G_i}{T_i} = R_0 (\frac{T_{i+1} - T_i}{T_i}) = R_0 \frac{\Delta T_{i+1}}{T_i}$, (5)

В этих формулах и энтропия и рассеиваемая энергия ΔG_i и изменение температуры могут определяться числами соответствующих эталонов. В качестве эталона температуры принята температура идеального газа, а в качестве эталона энтропии принята газовая постоянная.

Расширение волн в их потоке просто формализовать, если принять, что газ внутри волны совершает гармонические колебания и в соседних волнах фазы преимущественных гармонических движений устанавливаются в состояния $\varphi_i - \varphi_{i+1} = \frac{\pi}{2}$. Известно [6],что при таком соотношении фаз двух гармонических движений, происходит сложение их в соответствии с уравнением (3) . Ортогональность волн означает то , что одна из них активная а другая реактивная. Если же разность фаз колебаний газа в двух соседних волнах составит число π или кратное ему, то колебания из ротации переходят в осцилляцию. Тем самым движение газа в таких волнах может быть описано как движение группы по расширяющейся спирали. При этом формируется вихревой шнур. Начальное значение изменения температуры должно быть активным, откуда следует $2T_i^2 = 1, T_i$ =0,707106781. Определив начальное значение изменения температуры, можно установить эти значения для всего ряда волн.

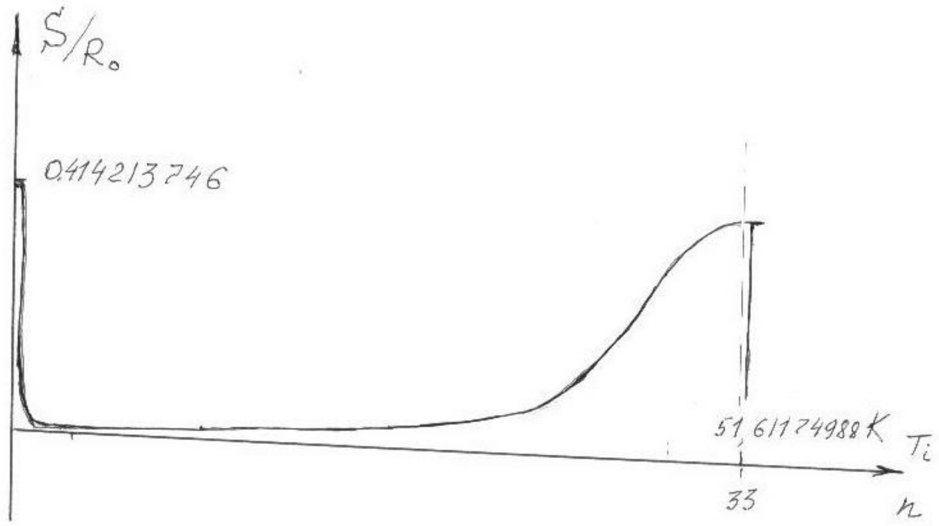
Этот ряд волн и должен рассматриваться как возможные состояния в замкнутом объеме газа, ограниченном числом этих волн. Ниже будет показано, что число этих состояний равно 33.Это число получено исходя из того, что начальная энтропия и энтропия конечная должны быть одинаковыми. Это условие соответствует замыканию волны, как только энтропия превысит начальное ее значение, волна размыкается и начинает излучать « лишний» газ. Излучение приводит к вращению тора. Это происходит на 34состоянии. Ниже приведен ряд температур и разность между температурами соседних волн, рассчитанных на основании уравнений 4-5:

	T_i	ΔT_{i+1}	S_i
0	0,707106788	0.707106788	
1	1.000000310	0.292893522	0.414213746
2	1.000000620	$3.14 \cdot 10^{-7}$	
3			
4	1.00000124	6.2810^{-7}	
5	1.00000248	12.2410^{-7}	
6	1.00000496	24.8010^{-7}	
7	1.00000992	$49.60 \cdot 10^{-7}$	
8	1.00001984	$99.2 \cdot 10^{-7}$	
9	1.0000396	$198.4 \cdot 10^{-7}$	
10	1.00007935	$397.5 \cdot 10^{-7}$	
11	1.00015870	$7.936 \cdot 10^{-5}$	
12	1.00031738	$15.868 \cdot 10^{-5}$	
13	1.00063466	$31.728 \cdot 10^{-5}$	
14	1.00126890	$63.424 \cdot 10^{-5}$	
15	1.00253621	$126.731 \cdot 10^{-5}$	
16	1.00506660	$253.039 \cdot 10^{-5}$	
17	1.01010661	$504.001 \cdot 10^{-5}$	
18	1.02011307	$1.000646 \cdot 10^{-2}$	
19	1.03983720	$1.971893 \cdot 10^{-2}$	
20	1.07820348	$3.836628 \cdot 10^{-2}$	
21	1.15110621	0.07290273	0.067615000
22	1.28455866	0.13345245	0.115934089
23	1.51663509	0.23207643	0.180666284
24	1.89746251	0.38082742	0.25110023
25	2.49012610	0.59266359	0.312345349
26	3.376703691	0.886577591	0.356037226
27	4.669502716	1.292799025	0.382858333
28	6.52751953	1.858016814	0.397904643
29	9.176983296	2.649463766	0.405891357
30	12.93921542	3.76264749	0.41000919
31	18.27146932	5.3322539	0.412100249

32	25.82040244	7.54893312	0.413154135
33	36.50186795	10.68146551	0.413683153
34	51.61174988	15.10988209	0.414213987

Заметим, что полученный ряд энтропии в потоке волн соответствует третьему началу термодинамики: энтропия в замкнутых потоках стремится к 0 при уменьшении температуры. Однако, при температуре, равной ее эталону (при начальной температуре источника) происходит скачок энтропии. Источник только тогда может стать источником, когда он начинает излучать волны с начальной энергией, а следовательно источнику должна соответствовать начальная энтропия критического значения. Критическое значение ее соответствует значению 0.414213746. Изменение энтропии между этими значениями определяет число устойчивых состояний.

График зависимости энтропии в замкнутой волне при ее переходе в бегущее состояние приведен на рисунке 1.



Скачок функции , в данном случае энтропии при эталонной температуре, в теории регулирования ТАР определяется как δ- функция, которая вызывает « белый шум» с частотами от минимальной до максимальной. В ряду значений температур и энтропии приведенном выше номер состояния волны может рассматриваться как номер фазового перехода, или как текущее время, а расстояние между фазовыми переходами как фазовое запаздывание τ между экстремальными значениями энергии потерь .Причем значение фазового запаздывания определил Фурье формулой (1). Диффузия определена как температуропроводность:

$$D = a_t^2 = \frac{x^2}{t} = \frac{q^2 R}{m} = \frac{\lambda_t}{\rho \cdot c} = \frac{\lambda_t \cdot W}{\Delta S}$$, где параметры

$\lambda_{t,} \rho, c, q, R, m$ - соответственно теплопроводность, плотность газа в волне, теплоемкость газа, заряд волны, сопротивление электрическое движению волны, масса или количество газа в волне. Приведенные соотношения получены в [3]. Если энтропию понимать, как ее понимал Больцман, а именно как вероятность установления однозначного движения (что соответствует стремлению к 0 температуры), то следует отметить: эта вероятность менее 0,5. Достижение вероятности этого движения критического значения приводит к повторению процесса слияния элементов газа в группы, которые определяются как атомы. Объединение атомов в группы (в молекулы), вероятно будет идти по тем же законам, однако масса частиц идеального газа в этой группе будет гораздо большей..

Вывод: Полученные значения энтропии при рассмотренном элементарном взаимодействии и установленное число возможных устойчивых и наблюдаемых состояний при данном виде взаимодействия, позволило установить численные значения физических констант. Физические константы численно определяют соответствующие параметры, которые характеризуют рассмотренное взаимодействие или характеризуют возмущенный идеальный газ, который стоит определить эфиром, распределенным в трехмерной среде в виде волновых потоков . Эти потоки замкнуты во вращающемся торе и поэтому к ним применим и закон постоянства соотношения произведения давления на объем и температуры, а также применимо правило для сферической монохроматической трехфазной трехмерной волны.

Литература

1. Кильчевский Н.А. Теория соударения твердых тел. Киев.1969г.
2. Тихонов А.Н. Самарский А.А. Уравнения математической физики. Москва. Наука.1966.
3. Куролес В.К. Просто о сложном. Дубна. ГРИДА-ПРИНТ.2011
4. Стромберг А.Г. Семченко Д.П. Физическая химия.7-е издание. Высшая школа.. 2009.
5. Максвелл Д.К. Трактат об электричестве и магнетизме. Перевод под редакцией Левина М.Л. Москва. Наука.1989.
6. Саржевский А.М. Оптика. Москва. УРСС.2004