ФИЗИКА. ТЕХНИКА. МЕХАНИКА

Тукембаев Ч.А., Свиденко В.Н.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ АЙТМАТОВА-ТАЖИБАЕВА

Tukembaev Ch.A., Svidenko V.N.

THE THEORETICAL SUBSTANTIATION OF THE AYTMATOV-TAJIBAEV PHENOMENON

УДК: 530+551.24

Впервые дана теория генерации колебаний в явлении Айтматова-Тажибаева на основе фазовых переходов. Для решения проблемы применены ориентированный элемент объема, кручение молекулярных токов и закон сохранения момента импульса, т.е. первый физический принцип. Разрыв линий молекулярных токов обусловлен совместным действием растяжения и кручения, по Френе, что вызывает фазовый переход и генерацию колебаний.

***Ключевые слова:** напряженно-деформированное состояние, горная порода, кручение, ориентированный элемент объема, критическая точка.*

On the basis of phase transitions the theory of excitation of fluctuations in the Aytmatov-Tajibaev phenomenon for the first time is given. The decision of a problem is based on the oriented element of volume, the torsion of molecular currents and on the law of preservation of the moment of an impulse, i.e. on the first physical principle. The phase transition and of generation of oscillation follow from break of lines of molecular currents, but break is caused by a stretching and torsion.

***Key words:** stressed-strained state, rock materials, torsion, oriented element of volume, critical point.*

ВВЕДЕНИЕ

Суть явления Айтматова-Тажибаева [1, 2] заключается в том, что горная порода, пребывавшая в глубинах Земли в напряженно-деформированном состоянии (НДС), после поднятия на поверхность скачком генерирует колебания в нормальных атмосферных условиях. Порода состоит из стабильных изотопов без следов радиоактивности и имеет знакопеременное остаточное напряжение. Явление не поддается объяснению известными методами теоретической физики: за 10 лет поиска все попытки были тщетными, так как, по нашему мнению, теоретическая физика удалилась от решения земных задач. Нет ответа о причине генерации колебаний в моделях НДС, согласно обзорам и результатам [3-5], в сверхпластичности [6], дилатансии [7] и в сдвиговой деформации. Поэтому мы дополняем сдвиг нашими исследованиями ориентированного элемента объема и кручения [8, 9], по Френе, принципами Л. Пастера и П. Кюри об асимметрии и симметрии [10] и обоснуем скачкообразный переход к колебаниям в изучаемом явлении теорией фазовых переходов.

Цель настоящей работы – теоретическое обоснование генерации колебаний в явлении Айтматова-Тажибаева.

Для решения проблемы применяются закон сохранения момента импульса и следующие физико-математические методы.

2. ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ

Явление должно быть обусловлено вблизи критической температуры сдвиговыми деформациями[1] по аналогии с критической опалесценцией [11, с. 41-42], стрикцией, петлей самопересечения и термодинамическими величинами на линии особых точек [12, с. 530, 319], которые отмечены на графиках [2]. Поэтому полагаем, что скачок в НДС вызван фазовым переходом, а его следствием являются колебания, подобно $\alpha \leftrightarrow \beta$ превращениям в кварце [11]. Значит, явление надо исследовать в точке перегиба методом малого параметра М.И. Иманалиева.

На основе метода М.И. Иманалиева в [8] разработан метод исследования фазовых переходов для двух параметров в критической точке, и найдено потерянное решение[2] для обыкновенного дифференциального уравнения 2 порядка. Устойчивость и резонанс потребовали считаться с приращением объема[3] $\pm dV$, так как реакция среды обуславливает перемену знака волнового вектора той части dV, у которой $dV<0$: происходит перемена знака производной по направлению. В [8] изучали явление Айтматова-

[1] Однако, как отмечено в [11, с. 42], вопрос остается недостаточно ясным как теоретически, так и на опыте, что побудило исследовать сдвиговые деформации на основе наших исследований [8, 9].

[2] Потерянное решение, согласно сохранению энергии, найдено в виде квадрата скорости.

[3] Примечание академика М.И. Иманалиева: ориентация $\pm dV$ или приращение dV это ориентированный элемент объема, а dV со знаком минус – отрицательный элемент объема, по определению.

Тажибаева при растяжении, но в [9] кручение по сравнению со сдвигом [11] и обращенный градиент давления для асимметричной (несимметричной) двухатомной молекулы (АДМ) дали новое представление о фазовых переходах по Эренфесту. Поэтому, в связи с концепцией [10] применим указанные методы для исследования скачкообразного перехода к колебаниям в явлении Айтматова-Тажибаева.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследуем одну молекулу горной породы в НДС со знакопеременным остаточным напряжением. Нет смысла изучать совокупность одинаковых молекул, если одна молекула несет в себе все свойства вещества и от нее зависят колебания, а потому рассмотрим явление на примере модели АДМ.

Горные породы состоят из стабильных изотопов химических элементов, которые подпадают под модель АДМ. Всегда найдется пара изотопов, в том числе, одного и того же химического элемента, которая образует АДМ, так как один из них будет бозоном, но другой – фермионом. Фермионами являются элементы, состоящие из одного изотопа F, Al, P, Sc, Mn, Co, As. В химическом элементе, содержащем ряд стабильных изотопов: Mg, Si, S, Ca, Fe и т.д., бозоны и фермионы отдельного химического элемента чередуются в ряде. Фермион и бозон одного или разных химических элементов образует асимметричную молекулу, и такие молекулы изучаются в явлении Айтматова-Тажибаева.

Расстояние между двумя разными изотопами молекулы на оси x равно $2c$ и равно кратчайшему расстоянию между левой-l или правой-d парой прямых[4], которую образуют спины изотопов. Левой паре прямых соответствует АДМ в виде L-изомера, для которого $dV<0$, но d-паре прямых – D-изомер, для которого $dV>0$. Абсолютной величине $|dV|$ отвечают поверхности 2 порядка, например, сфера, а их кривизна K всегда больше нуля. Разница между поверхностью 2 порядка, вписанной в поверхность 3 порядка, есть приращение поверхности 2 порядка dV. Деление этих поверхностей дает поверхность 1 порядка – элемент длины dl, а его знак однозначен знакам $\pm K$ и $\pm dV$, где поверхности 2 порядка исключены. Теперь, для l-пары $K<0$, но для d-пары $K>0$.

В [9] для периода обратной решетки кристалла $b=ds/dV$, где ds – элемент площади, доказано: если элемент $dl<0$, то и $dV<0$; всем $dl>0$ отвечают $dV>0$. Приращение $dV<0$ одного знака с l-спиралью, но $dV>0$ – с d-спиралью, согласно радиус-вектору **r** в моменте импульса, так как из подобия $b=dl/ds$ для элементов нечетного порядка $\pm dl \sim ds^2/\pm dV$. Наш интерес сосредоточен на элементах $\pm dl$ и $\pm dV$, так как они обуславливают симметрию, а абсолютная величина $|dV|$ соответствует сферическим частицам, смеси или рацемату и при дифференцировании равна нулю.

Модель АДМ апробирована в наших ранних исследованиях (см. обзор в [8]). Момент импульса в АДМ связан с поворотом спинов изотопов молекулы на угол $\pm\varphi$, рассматриваемый вдоль оси x. Молекулярные токи, обусловленные валентными (оптическими) электронами, испытывают кручение, когда спины разных изотопов молекулы, повернуты на угол $\pm\varphi$, согласно знакам кручения $\tau=|K^{-2}|[\mathbf{r}'\mathbf{r}''\mathbf{r}''']$ или смешанному произведению $[\mathbf{r}'\mathbf{r}''\mathbf{r}''']$. Поэтому необходимо учитывать ориентацию $\pm dV$, согласно кручению и сохранению момента импульса, так как поверхность молекулы, т.е. элемента объема, образована валентными электронами. Кручение в АДМ меняет знаки главной нормали или бинормали сопутствующего трехгранника на линии молекулярного тока в точке перегиба, а потому от этого свойства, как меры накопления потенциальной энергии, происходят свойствах вещества в целом.

В образовании поверхности 3 порядка и выше определяющая роль принадлежит спину и иону. Даже внедрение одного иона в сферическую каплю дает поверхность 3 порядка, так как поверхность 2 порядка умножается на величину, обратную радиусу иона, а такие поверхности описывают плазму и ионизированное состояние. Спин, как элемент длины, трансформирует поверхность 2 порядка в поверхность более высокого порядка [9]. Математика, механика, химия и биология повсеместно изучает поверхности 3 порядка и выше, например, в форме стереоизомеров [12, с. 479] в проблеме Пастера [10].

Когда операции в пространстве трудны для восприятия, то остается изучать их на плоскости с помощью элементов $\pm dl$, исключив поверхности 2 порядка. Случай поверхности 3 порядка обусловлен наличием спина или иона и тем, что дифференцирование поверхностей 2 порядка приводит к вырождению приращения dV раньше, чем для поверхностей 3 порядка. В пространстве знак кривизны теряет смысл, поэтому K берут по абсолютной величине, но вводится кручение $\pm\tau$, по Френе. Тогда поверхность 3 порядка однозначна знаку $\pm\tau$. Дифференцируя 2 раза dV: $dV/dx \sim ds$; $d^2V/dx^2 \sim dl$, получаем элемент длины $\pm dl$, знаком которого выявляется первоначальная ориентация $\pm dV$. Сохранение момента импульса приводит к зеркальной асимметрии Пастера [10] в

---

[4] Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. М.: Наука, 1976. С. 195-196.

следующей форме [9]: 2 элемента длины $\pm dl$ разного знака не сопрягаются между собой гладким образом.

Направления орбитальных моментов образуют d- или l-пару прямых, которые соответствуют знакам кручения $\pm\tau$ или угла $\pm\varphi$ каждой из пар прямых. Касательные к линиям молекулярных токов, проведенные в точках перегиба, также образуют d- или l-пару прямых с соответствующим знаком кратчайшего расстояния $\pm R$ между каждой парой прямых. В двух точках перегиба, чтобы была гладкость, сопрягаются или 2 правых витка, или 2 левых витка, поэтому знак $\pm R$ однозначен d- или l-паре. В этом заключена суть ориентации $\pm dV$, выявляемая законом сохранения момента импульса на поверхности 3 порядка и выше, так как на ней линии молекулярных токов скручиваются, а это приводит к накоплению энергии кручения в виде остаточных напряжений. Чтобы поверхности были замкнутыми, согласно термодинамике, они должны быть четного порядка. В отсутствие спина АДМ описывается поверхностью 2 порядка, для которой $K>0$, а элемент объема есть $|dV|$.

Проекция АДМ на плоскость – это линия Кассини[5], а она, как сепаратриса (улитка Паскаля), отделяет колебания от вращений [13] так, что вращательные состояния сосредоточены на левой (внутренней) петле кассинианы (улитки) по мере скручивания, что приводит к накоплению энергии вращения в АДМ [9]. Параметру $a>c$ линии Кассини соответствуют $dV<0$, l-пара прямых и L-изомер, если кручение левое, и $dV>0$, d-пара и D-изомер, если кручение правое. Лемнискату, как петлю с самопересечением, получаем, если $a=c$. Вращательные квантовые состояния АДМ учитываются на макроскопическом уровне кручением и узловой точкой, так как в ней происходит инверсия спина. В таком виде классическая и квантовая схемы однозначны [14] в модели АДМ.

Поверхность в форме гантели или двояковогнутой линзы дает вращение кассинианы вокруг оси x. Вблизи такой поверхности с кривизной $K<0$ приращение $dV<0$, но $\sum dV>>0$, так как преобладающую долю вносят $|dV|$ внутри объема. Мнимое изображение сквозь поверхность с кривизной $K<0$ проявляется на отрезках $dl<0$, а это зеркальная асимметрия [10] не оставляет сомнений в реальности объекта с отрицательной кривизной.

При фазовом переходе 2 рода скачком изменяется сжимаемость $\chi=-(\partial^2 G/\partial p^2)_T/V_0=-(dV/dP)_T/V_0$, где дифференцирование общего объема V_0 локализует элементы объемы, принадлежащие разным фазам. Однородную плотность ρ_0 получаем, умножая χ на m_0. Тогда $\chi_m=-\rho_0(dV/dP)_T$. Так как объем – это функция координат, то

$$\chi_m=-\rho_0\frac{dV}{dp}=-\rho_0\frac{dV}{dx}\frac{dx}{dp}=-\rho_0 ds\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)^{-1}.$$

Значит, фазовый переход 2 рода определяется знаком ds и обращенным градиентом давления dx/dp, разделяющий в точке $ds=0$ частицы $\pm ds$ [9].

Раз объем выродился, то внутренняя и внешняя стороны поверхности равны удвоенной поверхности, а она согласно термодинамике должна быть замкнутой. Это возможно, если ребро, разделяющее внутреннюю и внешнюю стороны поверхности, гладкое, как в сплайне. Тогда ребро преобразуется в линию самопересечения Мебиуса, где $ds=0$, а на линии самопересечения производные dx/dp и dp/dx сопрягаются между собой. Геодезическая линия замкнутого объема, равная $2\pi r$, становится равной $4\pi r$. Лист Мебиуса – это пример вырождения объемного интеграла для тока (см. формулы (44.6-44.7) в [14]) в поверхностные токи и образования поверхностной электромагнитной волны, поскольку не только объемный интеграл [14], но и поверхностный интеграл тоже имеет физический смысл, пока существует поверхностное натяжение [9].

Выразим фазовый переход 1 рода через dx/dp:

$$\left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_T=\frac{\partial}{\partial p}\left(E-TS+pV\right)_T=\frac{\partial E}{\partial p}+V=$$
$$=\frac{\partial E}{\partial x}\frac{dx}{dp}+V=\frac{\partial E}{\partial x}\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)^{-1}+V=-F\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)^{-1}+V.$$

Знак силы $F=-(\partial E/\partial V)(dV/dx)=pds$ [12, с. 59] указывает на определяющую роль растяжения в фазовом переходе 1 рода. Кручение по сравнению с растяжением в дилатансии и сверхпластичности действует в другом направлении, отличном от x. Деформация сдвига [11], как известно из сверхпластичности [6] и топологии, не образует две сферы при бесконечном растяжении гантели, но совместно с кручением делит ее на пару сфер. Именно такая деформация, в отличие от [11], изучается нами в фазовых переходах [9], на основе чего определим генерацию колебаний в изучаемом явлении, как индуцированное излучение. Тогда генерация обусловлена освобождением вращательной энергии вблизи критической точки, накопленной в форме остаточных напряжений НДС за счет кручения линий молекулярных токов на поверхностях 3 порядка и

[5] Идею проекций пространственной кривой на плоскость в виде замечательных кривых внес академик А.В. Фролов.

выше, а эта энергия высвобождается только в результате фазового перехода.

С ростом расстояния $|2c|$ между атомами параметр $a \to c$, поэтому линия Кассини превращается в лемнискату ($a=c$), т.е. петлю с самопересечением. Если $a<c$, то лемниската вырождается в два обособленных овала, а их кривизна $K>0$. Молекулярные токи разрываются и обосабливаются на каждый атом. Тогда все приращения объема $\pm dV$ будут $|dV|$ и подчинены нормальному распределению. Вырождение в два обособленных овала – это понижение порядка симметрии или разрыхление породы, ранее пребывавшей в НДС. В атмосферных условиях нарушение симметрии или разрыхление начинается с внешней поверхности породы и проникает внутрь породы. Порода из одного кристаллического состояния с соответствующими остаточными напряжениями переходит в другое кристаллическое или аморфное состояние.

При указанном вырождении генерация колебаний в изучаемом явлении возникает за счет энергии, запасенной на высоких вращательных уровнях. Энергия накапливается при скручивании левой петли линии Кассини до лемнискаты ($a \geq c$) в НДС. При имеющемся кручении сдвиг $c>a$ вызывает фазовый переход. Поэтому все элементы объема $\pm dV$ трансформируются в $|dV|$, отвечающие обособленным овалам, а они практически являются окружностями. Вращательные уровни поверхности 2 порядка равны нулю. Им соответствуют элементы объема породы $|dV|$. Тогда в результате фазового перехода возникает переход с высокого уровня возбужденного состояния на низкий уровень энергии, а это есть генерация колебаний, как индуцированное излучение.

ВЫВОДЫ

Генерация колебаний в явлении Айтматова-Тажибаева есть результат фазового перехода, т.е. совместного действия растяжения в одном направлении и кручения в другом направлении, а не только одной сдвиговой деформации. Обоснование явления следует из закона сохранения момента импульса. Он связан с ориентированным (в том числе, отрицательным) элементом объема $\pm dV$, ранее не применявшегося в теоретической физике. Из сохранения момента импульса выявляется первоначальная ориентация $\pm dV$ асимметричной двухатомной молекулы по знаку элемента длины $\pm dl$. Знак ориентации соответствует знаку кручения молекулярных токов, а $\pm\tau$ на поверхностях высокого порядка определяет вращательные уровни жесткого ротатора квантовой механики. Вращательная энергия ротатора и энергия кручения молекулярных токов сходятся к одному и тому же закону – закону сохранения момента импульса[6]. При разрыве линий молекулярных токов в фазовом переходе все $\pm dV$ равны $|dV|$. Поэтому фазовый переход сопровождается освобождением вращательной энергии, накопленной в форме остаточных напряжений, а потому генерацией колебаний в рассмотренном явлении.

Благодарности. За поддержку и обсуждение работы выражаем признательность докторанту И.А. Васильеву, докторам физ.-мат. наук Я.И.Рудаеву, Л.В. Тузову и академику В.И.Нифадьеву.

Литература:

1. Айтматов И.Т., Тажибаев К.Т. Явление скачкообразного освобождения остаточных напряжений в горных породах // Диплом № 90 на научное открытие РАЕН / Регистр от 29.04.1998 № А-109.
2. Айтматов И.Т., Тажибаев К.Т. Проявление остаточных напряжений в деформации горных пород при их нагружении // Физика и механика разрушения горных пород / Ин-т физики и механики разрушения горных пород НАН КР. Бишкек: Илим, 1987. С. 134-164.
3. Ашимхин С.Г. Научные основы методов прогноза напряженно-деформированного состояния горных пород при разработке месторождений нефти и газа: дис. … докт. техн. наук. Пермь, 2008.
4. Стефанов Ю.П. Численное моделирование процесс-сов деформации и разрушения геологических сред // Автореф. дис. … докт. физ.-мат. наук / Ин-т фи-зики прочности и материаловед. Томск, 2008. 31 с.
5. Свешникова Е.И. Нелинейные квазипоперечные волны в слабоанизотропных упругих средах // Автореф. дис. … докт. физ.-мат. наук / Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. М., 2008. 33 с.
6. Рудаев Я.И. Введение в механику динамической сверхпластичности. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2003.
7. Гольдин С.Г. Дилатансия, переупаковка и землетрясения // Физика Земли. 2004. № 10. С. 37-54.
8. Тукембаев Ч.А., Свиденко В.Н. Метод малого параметра в проблеме фазовых переходов // Исследования по интегро-дифференциальным уравнениям / Ин-т теорет. и приклад. математики НАН КР. Бишкек: Илим, 2008. Вып. 38. С. 145-154.
9. Тукембаев Ч.А. О дополнении фазовых переходов Эренфеста // Там же. Вып. 39. С. 202-208.
10. Урусов В.С. Симметрия-диссимметрия в эволюции Мира // Бюллетень Комиссии РАН по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского. М.: Наука, 2008. С. 102-151.
11. Гинзбург В.Л. О физике и астрофизике. М.: Наука, 1985.
12. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. М.: Наука, 1964.
13. Лоскутов А.Ю. Динамический хаос. Системы классической механики // Успехи физических наук. 2007. Т. 177. № 9. С. 986-1015.
14. Тамм И.Е. Осн.теории электричества. М.: Наука, 1989.

Рецензент: академик НАН КР, Нифадьев В.И.

[6] Первый физический принцип, определяемый кручением (torsion – англ.).