

## Структура пустоты. Часть VIII. Прочность тел и пустоты

В предыдущих частях мы рассматривали любопытную симметрию на М-оси двух казалось бы совершенно разных явлений – прочности тел и гравитационных сил (рис.1). Как показывают экспериментальные данные прочность тел ( $\sigma$ ) падает от масштабов атомной решетки  $(-8)^1$  по мере увеличения размеров системы до некоторой условно «реальной» прочности на масштабах макротел  $(+8)$ . Это левая ветвь диаграммы -  $K_\sigma$ .

В тоже время наблюдения за различными космическими системами, начиная от галактик  $(+23)$  и их скоплений  $(+25)$ , показывают, что расчетная сила притяжения ( $F$ ) в них должна быть существенно выше (за счет гипотетической темной материи) и при больших масштабах внутренней структуры Метагалактики эта разница составляет величину близкую к 500-кратному увеличению. Поэтому правая ветвь диаграммы ( $K_f$ ) показывает, как от масштабов макромира  $(+10)$  растет реальная гравитационная сила, пока не достигает 500-кратного превышения над теоретической силой притяжения (определенной в пределах Солнечной системы) в мире скоплений галактик  $(+28)$ .

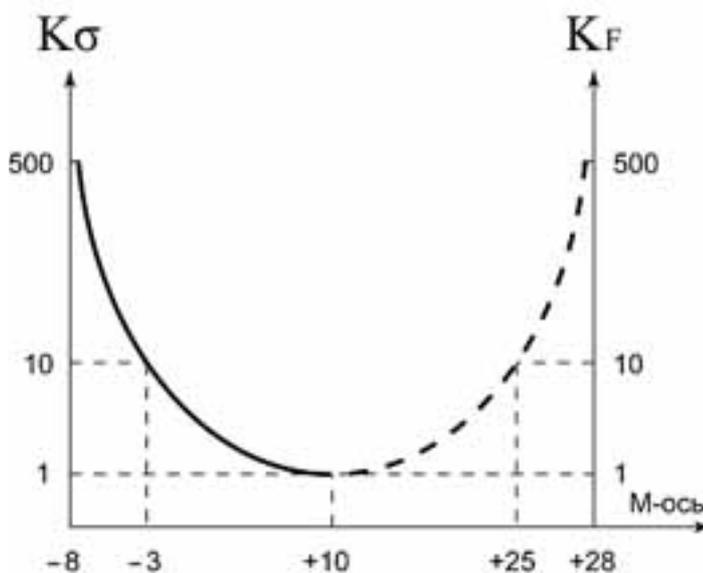


Рис.1. Качественная диаграмма, отражающая зависимость прочности ( $K_\sigma$ ) и гравитационного притяжения ( $K_f$ ) от масштабов системы.

М-ось =  $\lg D$  в см,  $-8 = 10^{-8}$  см = 1 ангстрему – масштаб атомов,  $+10$  – масштаб планет,  $+25$  – масштаб скоплений галактик,  $+28$  - Метагалактика.

$K_\sigma$  - коэффициент изменения реальной прочности тел в макромасштабе (условно принятой за единицу) в зависимости от размеров тела.

$K_f$  - коэффициент изменения силы тяготения в зависимости от масштабов тела (известнее сейчас значение гравитационной постоянной ( $G$ ) принято здесь за условную единицу).

Получается, что прочность тел загадочным образом падает по мере перемещения к макро-диапазону, к тому миру, в котором мы и проводим нашу деятельность – строим здания и механизмы, определяем величину гравитационной постоянной и т.п. В чем же причина такой «непрочности» макромира?

<sup>1</sup> Здесь и далее в скобках степень десятки для размера в см. Например, размер атома =  $10^{-8}$  см, на логарифмической оси это будет просто  $(-8)$

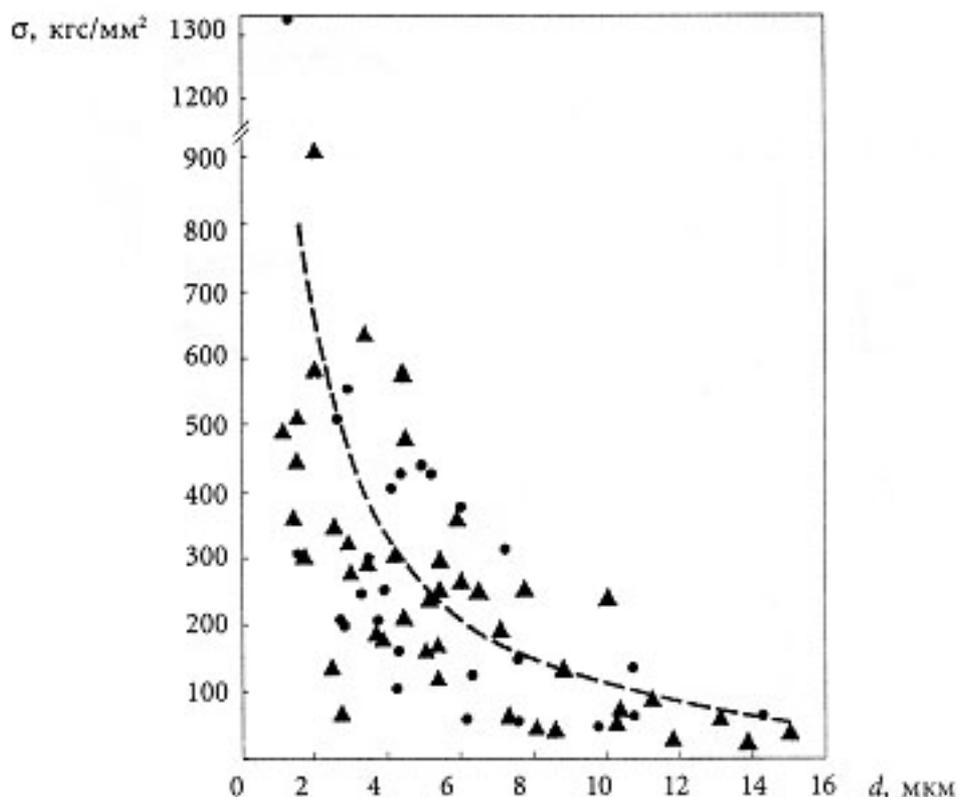
Чтобы ответить на этот вопрос, разберемся сначала более подробно с явлением понижения прочности твердых тел (левая ветвь) по мере роста их размеров.

В инженерной практике известно, что прочность твердых тел (всех видов материалов) зависит от их размера. Чем больше тело, тем ниже его прочность. Уже для сантиметрового диапазона прочность реальных тел отличается от расчетной теоретической прочности в 200...1000 раз.

При сравнении механических свойств с данными теоретических расчетов получается, что теоретическая прочность во много раз превышает практическую прочность металлов. Так, например, теоретический предел прочности железа, полученный расчетным путем (исходя из сил сцепления и теплоты сублимации), равен 56000 МПа, в то время как практический предел прочности железа равен 280 МПа, т.е. превышает в 200 раз, а для некоторых тугоплавких металлов превышает даже в 1000 раз.

[http://materiology.info/ref/teoreti2eska9\\_pro2nost5.html](http://materiology.info/ref/teoreti2eska9_pro2nost5.html)

Этот факт противоречит классической теории прочности, согласно которой для одинаковых материалов все определяет количество атомных связей. Ниже приведен график, отражающий уменьшение прочности на разрыв нитевидных кристаллов железа. Она падает в 10 раз при увеличении диаметра кристалла в 10 раз.



**Рис. 1.** Прочность нитевидных кристаллов железа в зависимости от их диаметра [Хоникомб Р. Пластическая деформация металлов. — М.: Мир, 1972., с. 223]

Напомним, что прочность любого стержня на разрыв – это прочность связей атомарных слоев. Естественно, чем больше диаметр стержня, тем больше площадь его сечения, тем больше атомных связей. Поэтому никакого влияния на прочность стержня его диаметр оказывать не должен. Растет диаметр и растет количество связей между атомами в сечении. А усилие на разрыв для одной пары соседних атомов остается

одинаковым. Поэтому прочность любых тел определяется по некоторому условному усилию, которое необходимо приложить для того, чтобы разорвать стержень с площадью сечения в  $1 \text{ мм}^2$ . Например, прочность на разрыв некоторых марок стали - порядка  $200 \text{ кг/мм}^2$ . Соответственно, чтобы разорвать стержень с площадью  $1 \text{ см}^2$  (с сечением в 100 раз большим, чем  $1 \text{ мм}^2$ ) необходимо усилие в 100 раз большее -  $20\,000 \text{ кг}$ . И, соответственно, если мы возьмем 10 стержней с единичным сечением в  $1 \text{ см}^2$  и будем их разрывать вместе, усилие потребуются в 10 раз большее – 200 тонн. Это действительно так.

Но вот, если мы возьмем один целый стержень, у которого площадь сечения будет такой же –  $10 \text{ см}^2$ , то он разрушится почему-то при усиллии заметно меньшем, чем 200 тонн. Исследования показывают, что при увеличении диаметра стержня в 3 раза (от 5 до 15 мм) прочность падает в 1,5 раза!

Это парадоксальное явление было обнаружено американцами еще в 30-е годы XX столетия и получило название «масштабного эффекта». Постепенно выяснилось, что практически для всех материалов прочность падает по мере увеличения размеров деталей и конструкций. Результаты сначала вызвали шок, ибо они разрушали основы теории твердого тела.

Встал вопрос о том, что может так резко уменьшать прочность тел. Исследования показали, что вся причина в дефектах структуры - чем больше тело, тем выше вероятность появления в нем крупных дефектов, которые как бы уменьшают площадь контактов слоев внутри тела. Поэтому, в стержне с сечением в  $10 \text{ см}^2$  в *дефектной зоне* в контакте находится в  $200\dots 1000$  раз меньше атомов. Подавляющая часть атомов в этой области раздвинуто дефектами на большее расстояние и в теле как бы появляются пустоты из-за которых и падает его прочность.

Подчеркнем, что для того, чтобы разорвать тело не обязательно, чтобы вся его структура представляла собой ажурную и разорванную решетку. Для этого достаточно того, чтобы в теле были отдельные особые зоны – дефектные области, через которые и происходит разрыв. Все тело может при этом представлять прекрасную кристаллическую решетку, а в отдельных его местах есть потенциальная трещина, в которой между слоями атомов расстояние больше и прочность именно в этом слабом месте будет в сотни раз ниже.

Что же является причиной появления таких дефектных зон и почему их размеры растут вместе с размерами тела?

Прежде, чем перейти к рассмотрению этого вопроса, рассмотрим, как организована плотноупакованная кристаллическая решетка.

**Плотнупакованными** называются решетки, в которых при заданном минимальном расстоянии между узлами достигается максимальная концентрация узлов в единице объема. Иногда такую упаковку называют плотной упаковкой твердых шаров.

При этом каждый узел (или шар) имеет ровно 12 ближайших соседей, а весь объем кристалла распадается на правильные тетраэдры, вершины которых лежат в узлах решетки. Оказывается, что можно построить бесконечное множество плотноупакованных решеток. Но наиболее известны две самые простые --- кубическая гранецентрированная и гексагональная плотноупакованная. Можно проверить, что ГЦК решетка является плотноупакованной, хотя для того, чтобы пересчитать ближайших соседей, а тем более, чтобы представить себе ГЦК решетку как множество правильных тетраэдров нужно неплохое пространственное воображение.

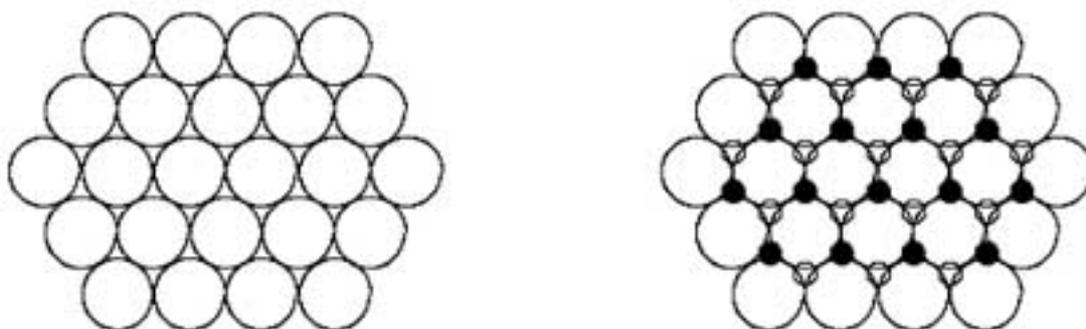


Рис. 2. Плотноупакованный слой и возможные способы прилегания к нему соседних слоев (мелкие закрашенные и незакрашенные окружности)

В результате идеальная решетка тела должна быть, например, такой, как в кристалле NaCl (рис.3).

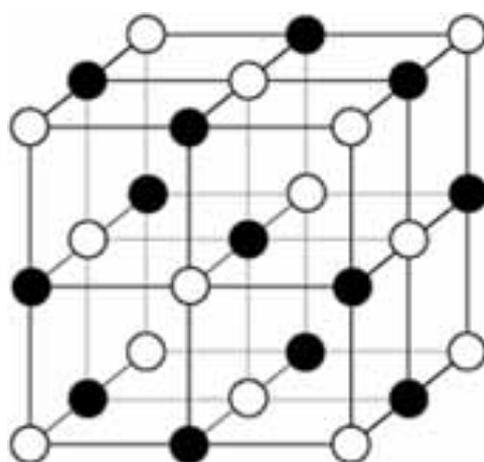


Рис.3. Кристалл NaCl

И действительно, в отдельных (идеальных) местах тела она именно такая (рис.4).

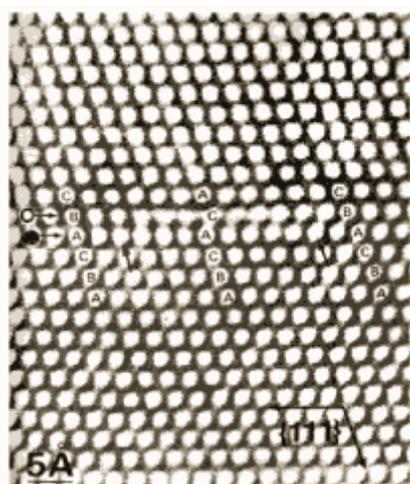


Рис.4. Электронная фотография кристаллической структуры золота. Масштаб (линейка внизу слева) – 5 ангстрем.

Но если перейти от отдельных идеальных участков твердого тела к его общей структуре, оказывается, что она буквально поделена на ячейки разного размера (рис.5). Эти ячейки чаще всего называют зернами, их средний размер – порядка 10 мкм. Причем зернистая структура местами сильно искажена.

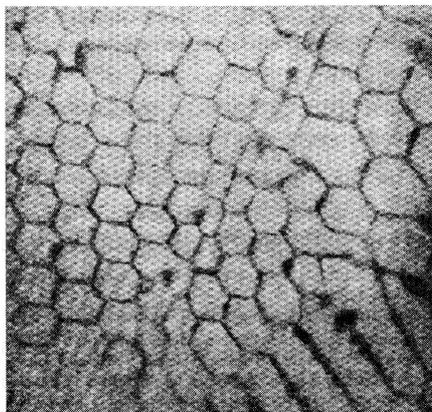


Рис.5. Дислокационная сетка в нормализованном железе (электронная микрофотография,  $\times 50\,000$ ) [Хоникомб Р. Пластическая деформация металлов. — М.: Мир, 1972., с. 60]

И разрушение тела идет как раз по границам этих ячеек (рис.6)

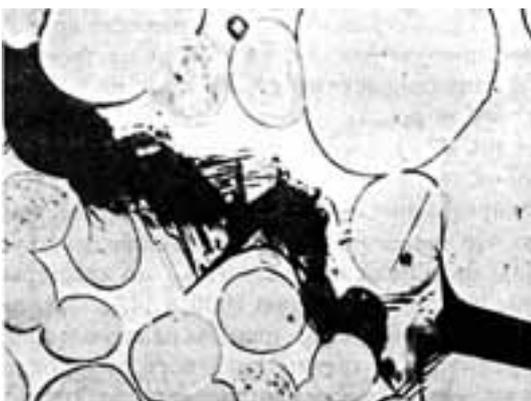


Рис. 6. Путь разрушения в сплаве 85W–15(7Ni/3Fe).  $\times 1000$  [Бойд Дж.М. Практические примеры проектирования конструкции судов // Разрушение: В 7 т. — М.: Metallurgizdat, 1977. Т. 5. , с. 494]

Итак, масштабный эффект возникает из-за того, что в теле появляются внутренние дефекты, которые образуют зерна. Между зернами возникают свои дефектные границы, и разрушение идет как раз по ним. И какой прочной не была бы «начинка» самих зерен, прочность тела определяет не она, а слабые границы на их стыках.

Китайцы за 300 лет построили великую Китайскую стену. Но в одном месте ее ворота охранял предатель, который пропустил кочевников внутрь, и ценность всего этого титанического труда оказалась равной нулю. Но откуда в теле появляются дефекты, и почему их размер растет вместе с ростом размера тела?

Традиционное объяснение дается через теорию вероятности – чем больше тело, тем выше вероятность *случайного* появления в нем крупного дефекта, соизмеримого с размером самого тела.

Но случайность – это непознанная закономерность. Поэтому автор в 2001 году<sup>2</sup> выдвинул кластерную версию понижения прочности тел.

<sup>2</sup> Сухонос С.И. Масштабный эффект – неразгаданная угроза. М. – Новый центр, 2001.

Суть ее будет раскрыта несколько дальше.

Исследования структуры реальных тел показали, что идеальных кристаллических решеток в природе практически не существует. Однако стремление к простоте описания привело к известному парадоксу, следующим образом описанному Ю.А. Урманцевым:

«Идеальные по своей форме кристаллы стали рассматриваться как... реальные с истинной симметрией, а отклоняющиеся от них — как ложные с искаженной симметрией. Первые в природе встречаются один на одну тысячу или даже несколько тысяч, с большим трудом их удастся получить в лабораторных условиях. Вторые составляют... сверхподавляющую часть природных кристаллов. Они легко получают в лабораторных условиях»<sup>3</sup>.

Попытки вырастить идеальные кристаллы в невесомости ничего не изменили. Кристаллы всегда и везде растут «неправильно». Но ведь природа не знает, что она действует неправильно. Следовательно, неправильными являются представления теоретиков о том, как именно должны расти кристаллы.

Но пока теоретики бились над созданием теории масштабного эффекта, практика конструкционных материалов пошла по простейшему пути создания композиционных материалов, внутри которых помещались всевозможные микроскопические нити (усы). За счет снижения их размеров до возможного минимума повышается прочность композиционных материалов. Другое направление – создание тел из мелких деталей. Наиболее типичный пример – канат. Он состоит из множества отдельных нитей, прочность каждой в несколько раз выше прочности стержня с диаметром каната. Соответственно прочность каната на разрыв выше, чем у цельного стержня такого же диаметра. Еще один пример применения этих знаний – корпуса самолетов и кораблей. Известный советский конструктор А.Туполев любил говорить: «пока я жив обшивка самолетов будет клепанная, а не сварная». Он интуитивно чувствовал, что переход на сварку приведет к увеличению размеров целостных деталей и понизит общую прочность самолета.

Американцы не знали о таком подходе Туполева, поэтому, когда они перешли от клепаных корпусов судов к сварным, то столкнулись с неожиданной проблемой снижения их прочности. Так, во время войны были выпущены тысячи транспортных кораблей серии «Либерти». С целью снижения себестоимости их изготовления судостроители США перешли на новую прогрессивную технологию – сварку. Но по окончании войны соответствующие комиссии выяснили, что у этих корпусов прочность оказалась ниже, что привело в общей сложности к 1500 (!) неожиданным авариям<sup>4</sup>. Когда стали разбираться с этим явлением, то оказалось, что и количество случаев самопроизвольного разрушения больших сварных емкостей выше в 3 раза, чем клепанных.

В чем же причина масштабного эффекта? Автор предполагает, что кроме формирования трехмерных *открытых* кристаллических структур в телах возникают силы, которые ведут к образованию кластеров – *замкнутых* трехмерных структур. Для атомов это приводит к появлению кластеров. Именно кластерообразование кластеров ведет к появлению дефектов в идеальной решетке. Что такое кластер?

В современной теории вещества рассматриваются только микрокластеры, состоящие из атомов.

По наиболее принятому определению микрокластеры — это микроскопические агрегаты, содержащие от нескольких атомов до нескольких сот атомов, которые слишком большие для того, чтобы их можно было описывать как неорганические молекулы, но

<sup>3</sup> Урманцев Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии. — М.: Мысль, 1974. — с.26.

<sup>4</sup> Бойд Дж.М. Практические примеры проектирования конструкции судов // Разрушение: В 7 т. — М.: Металлургиздат, 1977. Т. 5. С. 343–420

слишком маленькие, чтобы иметь трансляционную симметрию. Их обнаруживают в вакуумных камерах, куда инжестируются атомы различных металлов<sup>5</sup> внутри всех металлических тел<sup>6</sup>, на поверхности подложек, куда осаждаются различные материалы из газовой фазы. Исследование кластеров началось с 70-х годов и шло бурными темпами, уже в 1986 году в Токио был проведен 1-й международный симпозиум, посвященный их изучению<sup>7</sup>.

Т.о. кластер отличается от молекулы тем, что он состоит из конечного числа *одинаковых* атомов, которые формируют устойчивую в пространстве систему. До 70-х годов XX века о кластерах практически ничего не знали. Но постепенно стали накапливаться экспериментальные данные и начиная с 1986 г., когда в Токио прошла первая международная конференция по кластерам, на которую съехались представители практически со всего мира, к их изучению приступили во многих лабораториях мира.

В нашей стране этой темой активно занимался Ю.И.Петров, который подвел итог длительных исследований кластерных структур в металлах в 1986 году в книге «Кластеры и малые частицы». Он обнаружил удивительные явления. Оказалось, что практически все металлы склонны к формированию кластеров из сотен атомов. Кроме того эти кластеры, находясь в теле металла, образуют своего рода ячеистую структуру с шагом примерно в 10 раз больше, чем параметры атомарной решетки. Кластеры – это объединения атомов, которые делегируют в кластерную оболочку часть электронов. В результате каждый кластер оказывается «одетым» в собственную электронную шубу и становится независимым участником процессов, идущих в металле. У кластеров есть собственная частота колебаний, которая ниже частоты колебаний атомов в решетках. Образно говоря, кластеры – это как отдельные государства Европы, которые хотя и входят в ЕС, но имеют свои границы, свою структуру и свои размеры. Поэтому реальное тело не состоит из сплошной кристаллической решетки, а поделено все на ячейки, которые в несколько раз больше атомов. Естественно, что границы ячеек имеют другие свойства, в них есть дислокации и искажения, в них есть собственные электронные слои. Более того, Ю.И.Петров обнаружил еще один уровень организации – малые частицы, которые организованы уже из кластеров. Причем их размеры также примерно в 10 раз больше но уже кластеров. Поэтому, если мы будем рассматривать структуру металла, в котором расстояние между атомами равно 0,3 нм, то в ней мы обнаружим кластеры с размерами 3 нм и малые частицы с размером в 30 нм.

Что дало это открытие? Очень многое. Так, Ю.И. Петров, пришел к выводу, что любой металл содержит в своей структуре (в той или иной мере выраженные) кластеры и малые частицы. Кроме того, Ю.И. Петров отмечает, что «любая теория плавления, основанная на модели идеальной решетки... не удовлетворительна, т.к. предсказываемая ею точка плавления большинства элементов оказывается примерно в 3,5 раза выше наблюдаемой» [Петров, с. 222], в то время как кластерный подход дает результат, близкий к реальному. Становится ясно, что без кластерного подхода невозможно дальнейшее развитие представлений о свойствах любых материалов. Поэтому сегодня о кластерах написано уже горы литературы. За 30 лет ситуация с этими объектами изменилась кардинально.

И здесь возникает вопрос: если атомы тяготеют к созданию ассоциаций, а кластеры способны соединяться в своего рода союзы кластеров – малые частицы, то и малые

<sup>5</sup> Bloomfield L.A., Geusic M.E. and avers. Production and Photofragmentation of Semiconductor Clusters and Cluster Ions. Materials of The Ist NEC Symposium of Fundamental Approach to New Material Phases Microclusters. Oct., 20–23, 1986, Tokyo. Part VII, P. 238–268. Wille L.T. Minimum-energy configurations of Atomic Clusters: New Results Obtained by Simulated Annealing Chemical Physics Letters, V. 133, № 5. P. 405–410.

<sup>6</sup> Петров Ю.И. Кластеры и малые частицы. — М.: Наука.

<sup>7</sup> The Ist NEC Symposium of Fundamental Approach to New Material Phases Microclusters. Oct. 20–23, 1986, Tokyo.

частицы, возможно, стремятся соединиться в еще более крупные структуры – своего рода средние частицы?

Существуют ли 3-й и далее уровни кластерирования? Насколько известно автору, кластеры 3-го и больше уровни никем еще не описаны как именно кластеры. Но вся структура вещества, в частности, металлов, показывает, что она неоднородна. Неоднородна на всех без исключения масштабах. В металле есть зерна, которые в свою очередь состоят из субзерен и т.п.

Каждое зерно состоит из отдельных субзерен, образующие так называемую субструктуру. Субструктура разориентированы относительно друг друга от нескольких долей до единиц градусов – *малоугловые границы*.

Субзерна имеют размеры (0,1-1 мкм) на один три порядка меньше размеров зерен. Границы между отдельными кристаллами (зернами) обычно представляют переходную область шириной до 2-3 межатомных расстояний. Атомы в такой области расположены иначе, чем в объеме зерна. Кроме того, по границам зерен в технических металлах концентрируются примеси, что еще больше нарушает правильный порядок расположения атомов. Несколько меньшие нарушения наблюдаются на границе субзерен.

С увеличением угла разориентации субзерен и уменьшением их величины плотность дислокаций в металле повышается. Атомы на границах зерен (или субзерен) и атомы, расположенные на поверхности кристалла, вследствие нескомпенсированности сил межатомного взаимодействия, имеют более высокую потенциальную энергию, по сравнению с атомами в объеме зерен.

<http://bcehaxytop.narod.ru/material/theme1/text3.html>

Из приведенной выше цитаты видно, что **чем больше размер ячеек, тем шире зона между зернами**. Следовательно, с ростом размера зерен растет и ширина межзернового пространства, в котором сосредоточены разнообразные дефекты структуры, в том числе и включения. Естественно, что границы между зернами становятся слабыми местами структуры металлов.

Размеры зернистой структуры металлов зависят от множества факторов и обычно колеблются от 10 мкм до 100 мкм (рис.7).

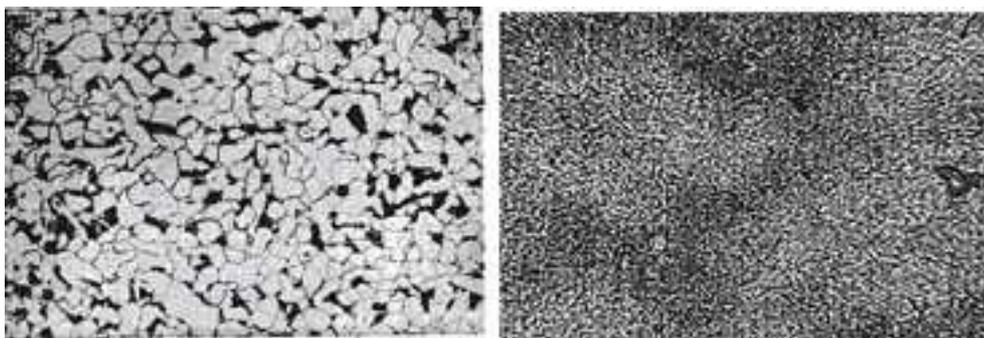


Рис. 7. Зернистая структура стали в зависимости от ее состояния (увеличение одинаковое).

Итак, на микро-масштабах у нас есть атомы металлов – 0,3 нм, кластеры – 3 нм, малые частицы – 30 нм, субзерна – 300 нм, зерна – 3000 нм (30 мкм). Все эти образования обнаружены и уже достаточно хорошо изучены. Шаг между ними в среднем равен  $\times 10$ . И, вполне вероятно, что зерна сами образуют мета-структуру – мета-зерна с размерами порядка 300 мкм.

Этот практически непрерывный ряд ячеек внутри металла показывает, что вся его структура представляет собой сложную многоуровневую (вложенную друг в друга) ячеистую структуру. И не являются ли зернистая структура металла продолжением той же тенденции кластерообразования, что и «нижние» кластеры?

Именно так считает автор. Идея кластерного формирования вещества очень проста - кластерообразование не заканчивается на 2-м уровне и продолжается при формировании

твердых тел вплоть до гигантских масштабов в тысячи километров. Как бы не назывались кластеры высоких уровней – субзерна, зерна, отдельности или блоки, все они имеют общие закономерности строения – это ячейки внутри тела (среды), которые имеют границы с толщиной, зависящей от размера самого «кластера». Такую структуру вещества можно называть кластерно-иерархической<sup>8</sup>. В этом названии отражено то предположение, что формирование кластеров на разных масштабах происходит по сходным системным законам, и они образуют ячеистую иерархию вещества. Большие кластеры состоят из меньших, те из еще меньших и так вплоть до атомов.

Соответственно, чем шире граница = дефектная зона, тем слабее в этом месте прочность материала. И именно это определяет причину возникновения масштабного эффекта, а не случайность появления дефектов. В кластерной версии нет места случайности, а есть закономерность.

Что может послужить косвенным доказательством кластерной теории масштабного эффекта? Один из признаков – неравномерное снижение прочности при росте образцов. (Этот эффект был предсказан еще в 2001 году, но, к сожалению, до сих пор ждет проверки в экспериментах). Пока не возникнет новый уровень кластеров, прочности может почти не меняться. Другим доказательством может служить наличие в структуре твердых тел некоторых выделенных размеров его частей, которые оказываются более прочными, чем промежуточные размеры. Таким образом, если любое твердое тело имеет сложную кластерно-иерархическую структуру на всех масштабах его организации, то мы получим некоторую кривую распределения этих кластеров, которая показывает, что спектр размеров отдельностей в твердом теле дискретен (рис.8). Это похоже на некоторые отголоски квантовых эффектов, которые четко фиксируются на уровнях материи ниже атомов, в частности в электронных орбитах. Следовательно, квантовые эффекты пусть и гораздо слабее, но проявляют себя на макромасштабах, во всяком случае, в строении твердых тел.

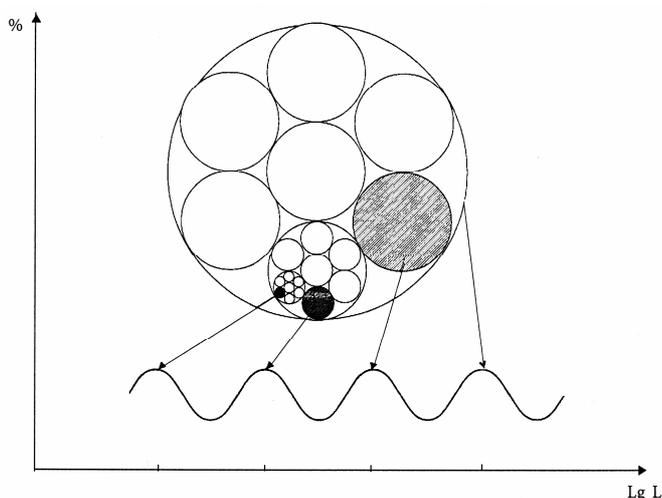


Рис.8. Схема мультимодального распределения встречаемости тел в природе в зависимости от их размера. Мультимодальность обусловливается повышенной устойчивостью к разрушению кластеров всех уровней.

Чтобы проверить эту идею косвенными методами, автором были проведены многочисленные исследования прочности и симметрии формы частиц карбида кремния. Они показали, что независимо от плавки, методов дробления и отсева в структуре

<sup>8</sup> Иногда ее называют фрактальной, но это по некоторым соображениям не совсем точное определение.

карбида кремния есть устойчивые размеры, которые могут быть объяснены с позиции кластерной теории вещества<sup>9</sup>.

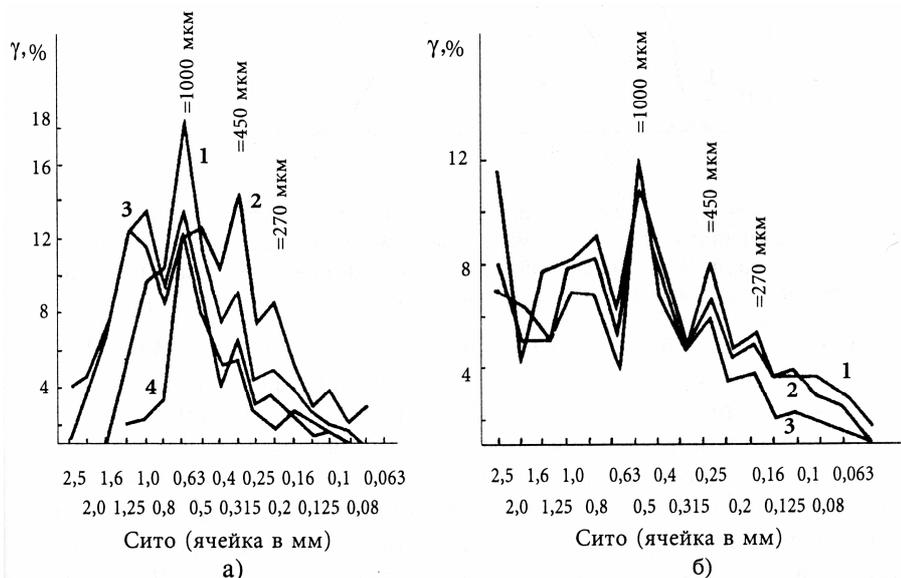


Рис.9. а) Распределение размеров частиц черного карбида кремния, измельченного в стержневых мельницах. Выход фракций измельченного материала с верхней предельной крупностью частиц соответственно 1,12 (1), 1,74 (2), 2,8 (3), 3,42 мм (4).

б) Распределение размеров частиц черного карбида кремния, измельченного свободным ударом (в центробежно-роторной дробилке) с верхней крупностью частиц 1,6 мм. Выход фракций измельченного карбида кремния зон кристаллизации: периферической (1), среднекристаллической (2), прикерновой (3).

Аналогичные независимые исследования в ИФЗ под руководством академика М.А.Садовского показали, что устойчивые размеры есть и в геологических породах<sup>10</sup>. Были выявлены следующие размеры кластеров, которые М.А.Садовские осторожно назвал «отдельностями».

<sup>9</sup> Сухонос С.И., Юрченко Л.Ю., Бердииков В.Ф., Красюк Б.А., Семенов О.Г. Анализ характера распределения по геометрическим характеристикам частиц искусственного карбида кремния // ДАН СССР. 1987. Т. 311. №2. С. 364–367.

<sup>10</sup> Садовский М.А., Болховитинов Л.Г., Писаренко В.Ф. Деформирование геофизической среды и сейсмический процесс. — М.: Наука, 1986.

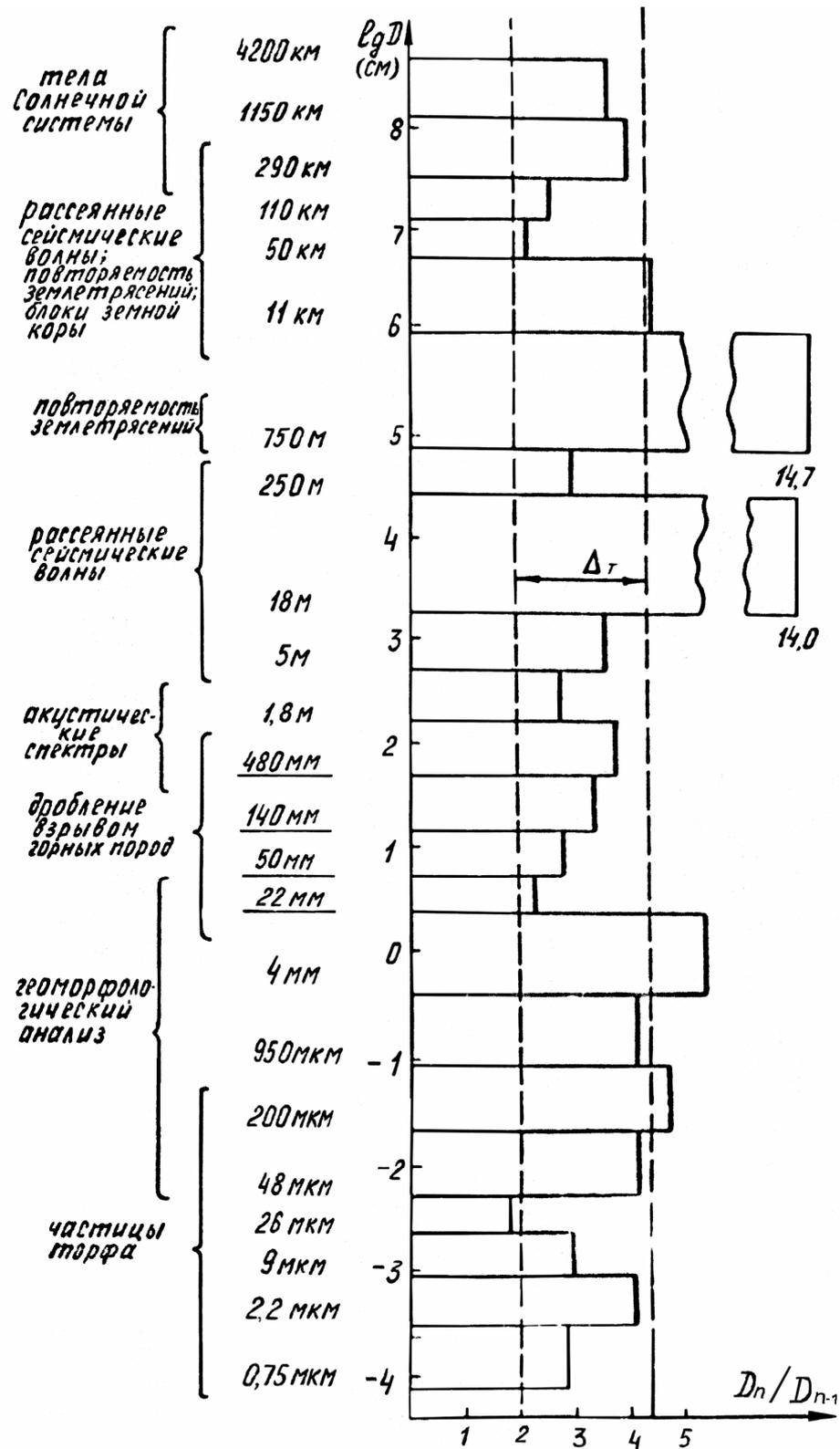


Рис 10. Ряд «преимущественных» размеров по М.А. Садовскому и гистограмма отношений между ними (справа). Пунктиром показана зона наиболее часто встречающихся шагов между разными уровнями стабильности размера.

М.А.Садовский также склонялся к кластерной причине возникновения таких устойчивых «отдельностей»: «сейчас нет надежных объяснений описанного свойства.

Некоторые представления о причинах его появления можно получить, рассматривая деформированный твердый материал как открытую систему элементов-отдельностей...»<sup>11</sup>.

Итак, мы предполагаем, что кластеробразование, начавшись на уровне атомов, продолжается до предельно осуществимых размеров твердых тел, вплоть до размеров планет. В частности, в структуре Луны были обнаружены отдельности с размерами в сотни километров, т.н. масконы. Скорее всего, Луна сложена из таких масконов, представляя собой гигантский кластер, которому гравитационные силы придали сферическую форму. Возможно, именно поэтому ее плотность составляет всего 60% от плотности Земли.

Спрашивается, как влияет кластерная структура на прочность тел? Непосредственно и определяющее. Ведь чем больше кластер, тем «толще» его граница. А что такое межкластерная граница? Это область тела, внутри которой нарушена кристаллическая структура, возникают микро-трещины (поры), собираются все посторонние включения. Ведь при формировании кластера внутри него структура стремится к регулярности, поэтому все примеси, дислокации и дефекты выталкиваются (всплывают) наружу кластера. И каждый кластер покрыт слоем «грязи», пор и дефектов. Естественно, чем крупнее кластер, тем толще этот слой. И тем шире дефектные границы внутри тела. А чем крупнее тело, тем больше кластер по размерам имеет шанс в нем возникнуть. Именно поэтому и возникает масштабный эффект. Растет размер тела, растут размеры его кластеров, увеличиваются дефектные зоны, падает прочность.

Следовательно, разрушение материала происходит вдоль границ кластеров. Очевидно, что чем меньше размеры кластеров, тем меньше граничные области, тем меньше размеры дефектов и трещин. И наоборот, чем больше кластеры, тем больше размеры трещин и дефектов на их границах (рис.11). Поэтому мелкозернистые (мелкокластерные) материалы в общем являются более прочными (при прочих равных условиях), чем крупнозернистые. Этот вывод прекрасно согласуется с практикой получения легированных сталей и композиционных материалов.

Схема появления кластеров фиксированного размера  $j$ -го уровня в образцах различных размеров:

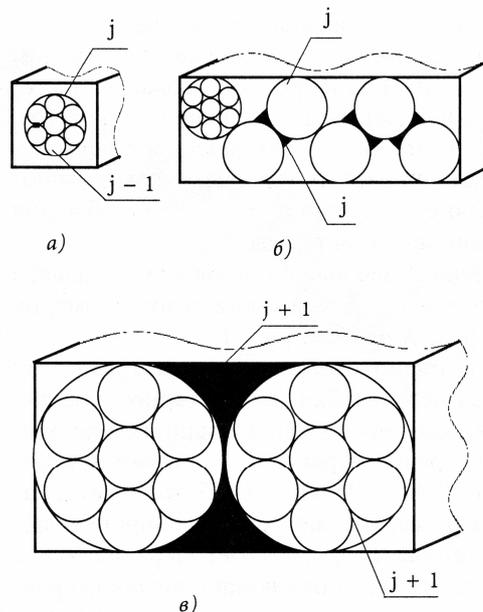


Рис. 11.

<sup>11</sup> Садовский М.А. О распределений размеров твердых отдельностей. — ДАН, 1983, 269, I, с. 71.

## Гравитация

А теперь перейдем от мира твердых тел, состоящих из атомов к «тверди небесной» состоящей из максимонов. Согласно гипотезе о структуре пустоты, эфир также имеет кластерную структуру.

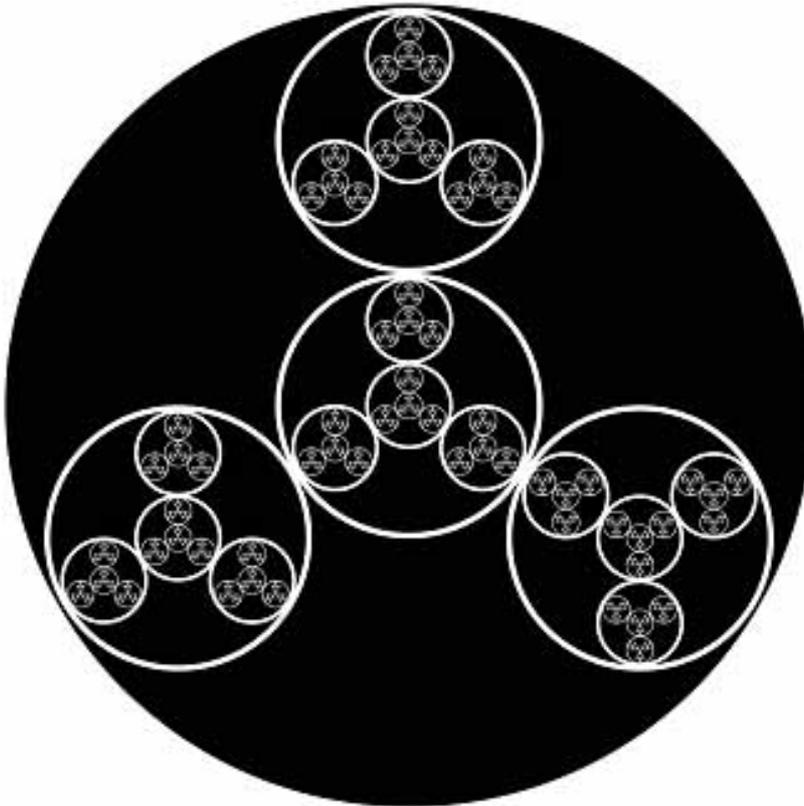


Рис.12. Условная двумерная модель кластерообразования эфира. Светлые области разуплотненный эфир, в котором и рождается вещество.

Мы здесь предполагаем, что основные особенности эфира можно вывести из законов геометрии. Этот подход согласуется с позицией таких физиков, как Дж.Уилер и Д. Блохинцев, которые считали, что всю физику можно свести к геометрии. В частности, Д. Блохинцев писал: «...Закономерности геометрии являются самыми общими и простирают свою власть и значимость на любые события и явления в мире, который мы знаем» / Блохинцев Д.И. Пространство и время в микромире. — М.: Наука, 1970. — С. 7/.

Но если кластеры вещества строятся из атомов ( $10^{-8}$  см) и заканчиваются на планетах ( $10^8$  см), то кластеры из эфира начинают строиться с масштабов максимонов ( $10^{-33}$  см) и заканчиваются на масштабах Метагалактики ( $10^{28}$  см).

Какие факты говорят нам о кластерной структуре эфирной среды Вселенной?

Их достаточно много, кластерная структура пространства найдена на самых разных масштабах, но наиболее значимые и крупные кластеры – это ячеистая крупномасштабная структура Метагалактики (рис.13). Параметры ячейки составляют около  $10^{26}$  см. Но над ними астрономы недавно обнаружили еще одну мегаструктуру с несколько большим масштабом.

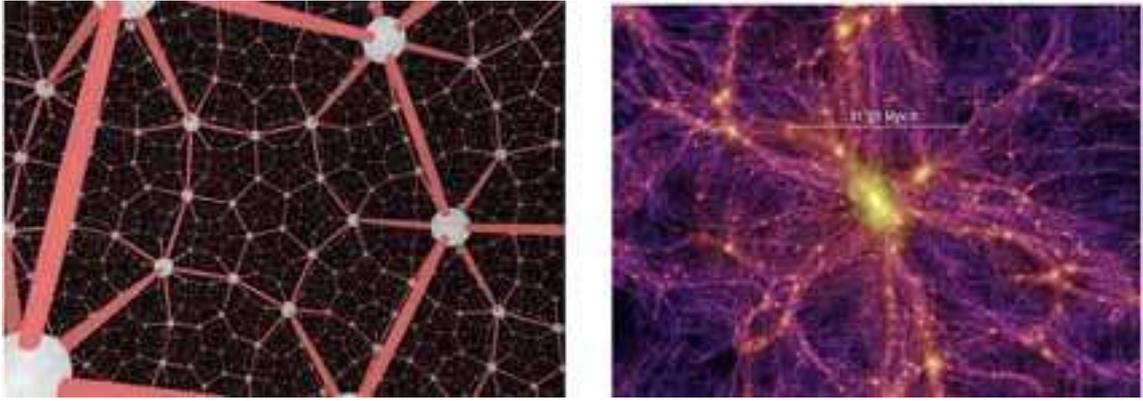


Рис.13. Идеальная модель каркасно-ячеистой структуры Метагалактики (слева). Справа расчётная структура Вселенной по данным Millennium simulation. Отмеченное белой линией расстояние составляет примерно 141 млн световых лет. Жёлтым обозначена материя, фиолетовым — тёмная материя (наблюдаемая лишь косвенно). Каждая жёлтая точка представляет собой одну галактику.

Почему же именно на границах этих ячеек концентрируется вещество - скопления галактик и галактики? Автор предполагает, что вещество образуется в местах разуплотнения эфира. Соответственно, чем ниже плотность эфира, тем больше плотность вещества. Вещество – зеркальная по отношению к эфиру материя. Там где много эфира мало вещества, там, где много вещества – мало эфира.

В предыдущих частях мы рассмотрели гипотезу о силах гравитации, согласно которой они вызваны разницей в плотности эфира. Гравитационные силы определяются градиентом давления эфира (рис.14) и направлены в сторону меньшей плотности эфира (в сторону большей плотности вещества).

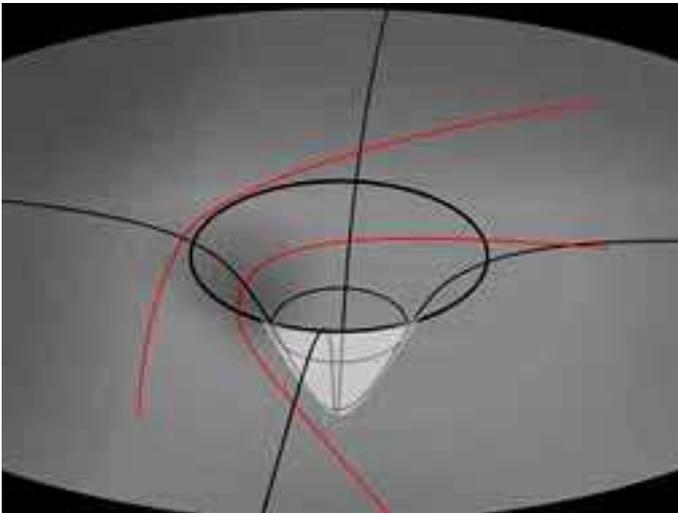


Рис.14. Условная поверхность отражающая уровень плотности эфира относительно общего фона. Гравитационная «яма» - область растянутого, разуплотненного эфира с понижающейся к ее плотности, что и создает силы гравитации.

Согласно этой гипотезе вещество возникает из эфирной субстанции в результате каких-то локальных ее разрывов. Эти разрывы во многих случаях за счет поверхностного натяжения эфира приобретают сферическую форму (которая обеспечивает минимальную относительную поверхность – минимум свободной энергии эфира). Но в случаях, когда растяжение и деформация эфирной решетки не достигает предельного состояния разрыва, она просто деформирована и разуплотнена. В этих случаях зона пониженной плотности эфира могут принимать линейную структуру (ребро ячеистой структура Метагалактики).

Все зависит от того, в каком месте деформированной решетки вселенской эфирной капли мы находимся.

Рассмотрим причину дефекта масс скоплений галактик в свете предложенной автором модели эфира. Скопления галактик расположены по каналам меньшей плотности эфира, поэтому если сделать срез такой решетки по ее ребру, мы получим следующую картину плотности эфира в решетке (рис.15).

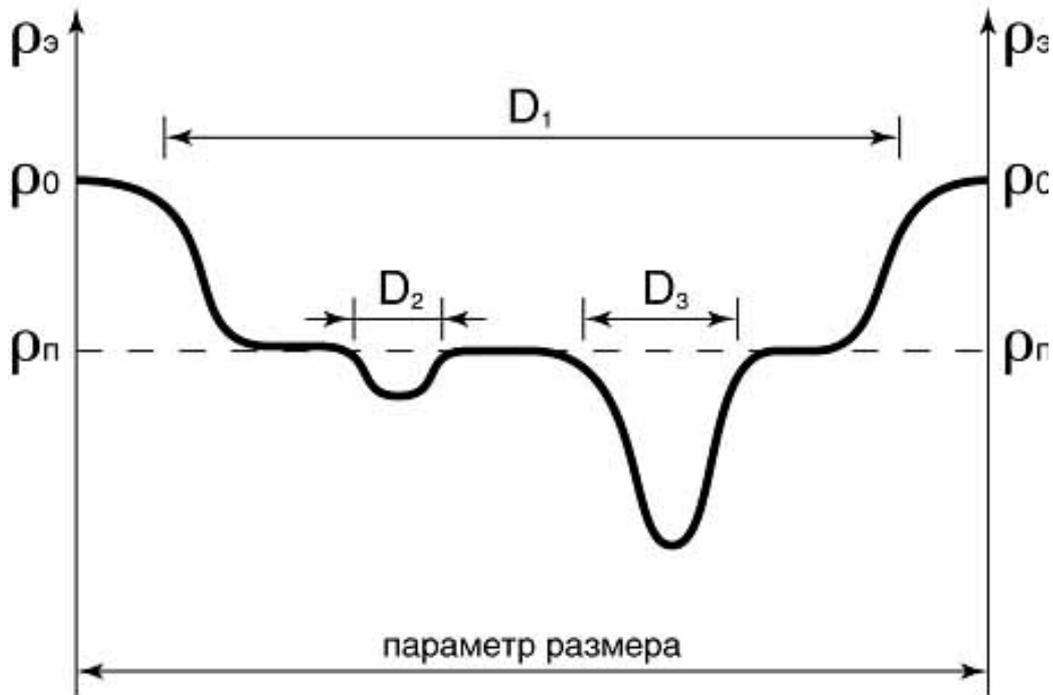


Рис.15. Условная схема изменения плотности эфира внутри местного скопления галактик. По вертикали отложена плотность эфира ( $\rho_3$ ), где  $\rho_0$  – плотность эфирного фона в Метагалактике, а  $\rho_n$  – плотность перехода от сплошного эфира к разорванному, граница, на которой в эфире появляется вещество.  $D_1$  – диаметр галактического скопления,  $D_2$  – диаметр эллиптической галактики,  $D_3$  – диаметр спиральной галактики.

Ширина и глубина (степень разуплотнения) трещины в эфире ( $D_1$ ) на таких масштабах достигает (за счет масштабного эффекта) весьма приличных значений, что создает для скопления галактик своего рода гравитационную потенциальную яму, из которой галактики не могут «вылететь». Именно эта «трещина» и объясняет эффект т.н. скрытой массы. Причем сами галактики внутри такого скопления создают эффект прогиба уровня плотности эфирной сетки гораздо (в сотни раз) меньший, чем общий фон.

На галактики в скоплении т.о. действуют не только силы собственного притяжения, но и силы давления эфира снаружи. Т.о. масса бывает скрытая (разуплотненный эфир без вещества) и открытой – разрушение связанной сетки эфира в веществе.

Перейдем теперь к понятию прочности тел.

Если мы оцениваем прочность твердых тел (макро-диапазон), то она падает по мере роста их размеров – это известный масштабный эффект.

Но если мы переходим к плотности космических систем, то она обусловлена не внутренними связями, а внешним давлением эфира. Согласно кластерной модели прочность эфирного тела Метагалактики также падает с ростом масштабов. Ибо здесь также растут размеры кластеров. Но весь парадокс в том, что чем слабее структура эфира, чем он больше разуплотнен, тем больше градиент его давления внутри трещин, что и приводит к повышению сил гравитации, причем эти силы являются внешними, не связанными с самими телами. Именно поэтому оценка прочности галактик и скоплений

галактик превышает их теоретическую величину в десятки и сотни раз. А искать скрытую массу в продуктах деятельности самих галактик (отработанные ядра взорвавшихся звезд) бессмысленно. Скрытая масса – это, образно говоря, еще не родившееся вещество, это переходное состояние эфира от плотного к менее плотному.

Если эта модель верна, то в структуре «тела» Метагалактики могут быть области разреженного эфира, в которых еще нет вещества. Но они могут оказывать огромное воздействие на вещество в своих окрестностях, притягивая его к «пустому» месту. И совсем недавно такие пустые центры гравитации были обнаружены наблюдателями NASA.

### **Далекie галактики преподнесли большую загадку астрономам**



Кластер (скопление) галактик в созвездии Волос Вероники - один из тех, который движется в сторону казалась бы ничем не примечательной области неба. Ниже, в статье, будет ссылка на это же изображение в полную величину.

Источник: NASA

**Исследователи NASA обнаружили необъяснимое природное явление. Далекие галактики движутся со скоростью миллионы километров в час под действием пока загадочной силы. Об этом сообщается на официальном сайте американского космического агентства.**

Скопления галактик перемещаются вдоль линии, соединяющей Солнечную систему с созвездием Центавра, причем речь идет не об одном скоплении, а сразу о нескольких, рассеянных по всему небу.

#### **Созвездия**

*Необходимое пояснение: созвездием называют не физически связанную группу небесных тел (как звездная система, галактика или скопление галактик), а сектор небесной сферы. Простая аналогия — если в комнате есть окно с двумя секциями, то через каждую секцию виден свой набор объектов, которые при этом могут иметь совершенно разные размеры и находиться на разных расстояниях. В «созвездии правой рамы» окажется сухая муха между стеклами, дерево и стена дома напротив, а в «созвездии левой рамы» можно будет увидеть как термометр за окном, так и далекие заводские трубы на горизонте.*

Скорость движения галактик, удаленных от Земли на расстояние от 300 млн до 2500 млн световых лет, составляет миллионы километров в час. Это много даже по космическим меркам: сотни километров в секунду, в десятки раз больше, чем скорость самых быстрых из искусственных зондов. И, что самое интересное, объяснить это движение пока решительно не получается.

#### **Загадки и разгадки**

Загадки в астрофизике, равно как и в других науках, бывают двух видов. Первая категория — это ситуации, когда в целом природа явления понятна, но у ученых нет точной модели, которая бы позволила его описать. К примеру, спутник Сатурна Япет окрашен крайне неравномерно, и одна его сторона темнее другой — это загадка, которая очевидным

образом связана с процессами поверхности спутника и для решения которой астрономам не пришлось бы разрабатывать принципиально новую теорию мироздания.

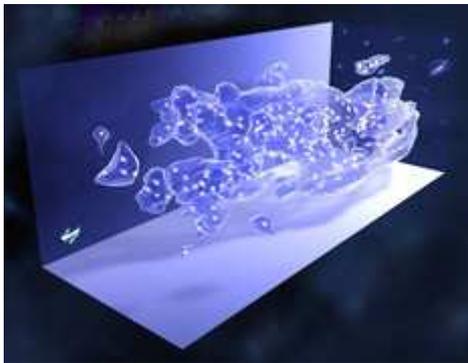
Галактика — это десятки, а то и сотни миллиардов звезд. Если они движутся в одну сторону, да еще и в этом же направлении смещаются другие галактики, это означает, что есть какая-то неучтенная ранее сила. Она действует либо сейчас, либо придала галактикам импульс в прошлом: и в том, и в другом случае речь должна идти о каком-то очень массивном объекте.

Но каком? Приблизительное распределение массы во Вселенной астрономам известно, и ничего способного привести в движение сразу множество галактик до сих пор не обнаружено. Какая-то сила, связанная с расширением Вселенной? Скопления темной материи? Пока что на эти вопросы ответа у ученых нет.

<http://www.gzt.ru/topnews/science/-dvizhenie-galaktik-okazalosj-zagadkoi-dlya-/295231.html>

Итак, приведенная цитата показывает, что в т.н. пустом пространстве есть гигантские области сил, которые притягивают реальное вещество (галактики), казалось бы никуда. В нашей же модели этому явлению есть весьма логичное объяснение – данные области являются зонами пониженной плотности эфира, в которых еще не возникли «пузыри» вещества. Эфир здесь сильно растянут, но еще не «вскипел». Если это так, то такие области должны иметь структуру межкластерных границ, т.е. представлять собой три вида образований: плоские (граница 2-х кластеров), нитевидные (граница 3-х кластеров) и узловые (граница 4-х кластеров). Они невидимы, но их «масса» на порядки превосходит массу вскипевшего эфира – галактик. Т.к. галактики – это часть дефектной структуры на границах таких кластеров.

Именно такую структуру темной материи (разуплотненного эфира) совсем недавно удалось установить NASA.



Вот такой космический кинотеатр. Справа, вдалеке – "экран" – звёздное небо, которое "видит" Hubble. Если приглядитесь, то изображение телескопа увидите слева. Ну, а посередине то, ради чего всё это затевалось, – пространственно-временная модель тёмной материи (иллюстрация NASA, ESA, R. Massey/California Institute of Technology).

Если верить выводам учёных, обычная материя (в основном, содержащаяся в галактиках) собирается вокруг областей с самой плотной концентрации тёмной материи. Если верить полученной пространственной карте, то тёмная материя представляет собой неравномерную сеть из гигантских нитей, со временем увеличивающихся и пересекающихся в местах галактических скоплений.

<http://www.membrana.ru/articles/global/2007/01/10/190100.html>