

К.х.н. О.В. Мосин

ЛЁД — ТАИНСТВЕННЫЙ И НЕОБЫКНОВЕННЫЙ

Лёд — кристаллическая модификация воды. По последним данным лёд имеет 14 структурных модификаций. Среди них есть и кристаллические (их большинство) и аморфные модификации, но все они отличаются друг от друга взаимным расположением молекул воды и свойствами. Правда, все, кроме привычного нам льда, кристаллизующего в **гексагональной сингонии**, образуются в условиях экзотических — при очень низких температурах и высоких давлениях, когда углы водородных связей в молекуле воды изменяются и образуются системы, отличные от гексагональной. Такие условия

напоминают космические и не встречаются на Земле. Например, при температуре ниже $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$ водяные пары выпадают на металлической пластине в виде октаэдров и кубиков размером в несколько нанометров — это так называемый **кубический лед**. Если температура чуть выше $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$, а концентрация пара очень мала, на пластине формируется слой исключительно плотного **аморфного льда**.

Самое необычное свойство льда — это удивительное многообразие внешних проявлений. При одной и той же кристаллической структуре он может выглядеть совершенно по-разному, принимая форму прозрачных градин и сосуллек, хлопьев пушистого снега, плотной блестящей корки льда или гигантских ледниковых масс.

Кристаллическая структура льда похожа на структуру алмаза: каждая молекула H_2O окружена четырьмя ближайшими к ней молекулами, находящимися на одинаковых расстояниях от нее, равных $2,76$ ангстрем и размещенных в вершинах правильного тетраэдра. В связи с низким координационным числом структура льда является сетчатой, что влияет на его невысокую плотность.

В природе лёд представлен главным образом, одной кристаллической разновидностью, кристаллизующейся в гексагональной решётке, с плотностью 931 кг/м^3 . Лёд встречается в природе в виде собственно льда (материкового, плавающего, подземного), а также в виде снега, инея и т. д. Поскольку лёд легче жидкой воды, то образуется он на поверхности водоёмов, что препятствует дальнейшему замерзанию воды.

Природный лёд обычно значительно чище, чем вода, так как при кристаллизации воды в первую очередь в решётку встают молекулы воды, а примеси вытесняются в жидкость.

Лёд может содержать механические примеси — твёрдые частицы, капельки концентрированных растворов, пузырьки газа. Наличием кристалликов соли и капелек рассола объясняется солоноватость морского льда.

Растущий кристалл льда всегда стремится создать идеальную кристаллическую решетку и вытесняет посторонние вещества. Но в планетарном масштабе именно замечательный феномен замерзания и таяния воды играет роль гигантского очистительного процесса - вода на Земле постоянно очищает сама себя.

Общие запасы льда на Земле около 30 млн. км^3 . Больше всего льда сосредоточено в Антарктиде, где толщина его слоя достигает 4 км . Также имеются данные о наличии льда на планетах Солнечной системы и в кометах.

Модификации льда.

Наиболее изученным является лёд **I-й природной модификации**. Лёд встречается в природе в виде льда (материкового, плавающего, подземного и т.д.), а также в виде снега, инея и т.д. Он распространён во всех областях обитания человека. Собираясь в огромных количествах, снег и лёд образуют особые структуры с принципиально иными, нежели у отдельных кристаллов или снежинок, свойствами. Ледники, ледяные покровы, вечная мерзлота, сезонный снежный покров существенно влияют на климат больших регионов и планеты в целом: даже те, кто никогда не видел снега, чувствуют на себе дыхание его масс, скопившихся на полюсах Земли, например, в виде многолетних колебаний уровня Мирового океана. Лёд имеет столь большое значение для облика нашей планеты и комфортного обитания на ней живых существ, что ученые отвели для него особую среду — криосферу, которая простирает свои владения высоко в атмосферу и глубоко в земную кору.

Природный лёд обычно значительно чище, чем вода, т.к. растворимость веществ (кроме NH_4F) во льде крайне низкая.

Табл. 1. — Некоторые свойства льда I

Свойство	Значение	Примечание
Теплоемкость, $\text{кал}/(\text{г}\cdot^\circ\text{C})$	0,51 (0°C)	Сильно уменьшается с понижением температуры
Теплота таяния, $\text{кал}/\text{г}$	79,69	
Теплота парообразования, $\text{кал}/\text{г}$	677	
Коэффициент термического расширения, $1/^\circ\text{C}$	$9,1\cdot 10^{-5}$ (0°C)	
Теплопроводность, $\text{кал}/(\text{см}\cdot\text{сек}\cdot^\circ\text{C})$	$4,99\cdot 10^{-3}$	
Показатель преломления:		
для обыкновенного луча	1,309 (-3°C)	
для необыкновенного луча	1,3104 (-3°C)	

Удельная электрическая проводимость, $ом^{-1} \cdot см^{-1}$	10^{-9} ($0^{\circ}C$)	Кажущаяся энергия активации 11 ккал/моль
Поверхностная электропроводность, $ом^{-1}$	10^{-10} ($-11^{\circ}C$)	Кажущаяся энергия активации 32 ккал/моль
Модуль Юнга, $дин/см$	$9 \cdot 10^{10}$ ($-5^{\circ}C$)	Поликристаллич. лёд
Соппротивление, $Мн/м^2$:		
раздавливанию	2,5	Поликристаллический лёд
разрыву	1,11	Поликристаллический лёд
срезу	0,57	Поликристаллический лёд
Средняя эффективная вязкость, $пз$	10^{14}	Поликристаллический лёд
Показатель степени степенного закона течения	3	
Энергия активации при деформировании и механической релаксации, $ккал/моль$	11,44—21,3	Линейно растёт на 0,0361 ккал/(моль· $^{\circ}C$) от 0 до 273,16 К

Примечание. 1 кал/($г^{\circ}C$)=4,186 кджл (кг (К)); 1 $ом^{-1} \cdot см^{-1}$ =100 сим/м; 1 $дин/см$ = 10^{-3} н/м; 1 кал/($см (сек^{\circ}C)$)=418,68 вт/(м (К)); 1 $пз$ = 10^{-1} н (сек/м²).

Табл. 2. — Количество, распространение и время жизни льда

Вид льда	Масса	Площадь распространения	Средняя концентрация, $г/см^2$	Скорость прироста массы, $г/год$	Среднее время жизни, $год$

	ρ	%	млн. км ²	%			
Ледники	$2,4 \cdot 10^{22}$	98,95	16,1	10,9 суши	$1,48 \cdot 10^5$	$2,5 \cdot 10^{18}$	9580
Подземный лёд	$2 \cdot 10^{20}$	0,83	21	14,1 суши	$9,52 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^{18}$	30—75
Морской лёд	$3,5 \cdot 10^{19}$	0,14	26	7,2 океана	$1,34 \cdot 10^2$	$3,3 \cdot 10^{19}$	1,05
Снежный покров	$1,0 \cdot 10^{19}$	0,04	72,4	14,2 Земли	14,5	$2 \cdot 10^{19}$	0.3—0,5
Айсберги	$7,6 \cdot 10^{18}$	0,03	63,5	18,7 океана	14,3	$1,9 \cdot 10^{18}$	4,07
Атмосферный лёд	$1,7 \cdot 10^{18}$	0,01	510,1	100 Земли	$3,3 \cdot 10^{-1}$	$3,9 \cdot 10^{20}$	$4 \cdot 10^{-3}$

В связи с широким распространением воды и льда на Земле отличие свойств льда от свойств других веществ играет важную роль в природных процессах. Вследствие меньшей, чем у воды, плотности лёд образует на поверхности воды плавучий покров, предохраняющий реки и водоёмы от донного замерзания. Зависимость между скоростью течения и напряжением у поликристаллического льда гиперболическая; при приближённом описании её степенным уравнением показатель степени увеличивается по мере роста напряжения.

Кроме того, скорость течения льда прямо пропорциональна энергии активации и обратно пропорциональна абсолютной температуре, так что с понижением температуры лёд приближается по своим свойствам к абсолютно твёрдому телу. В среднем при близкой к таянию температуре текучесть льда в 10^6 раз выше, чем у горных пород. Благодаря своей текучести лёд не накапливается в одном месте, а в виде ледников постоянно перемещается.

Лед трудно расплавить, как бы ни странно это звучало. Не будь водородных связей, сцепляющих молекулы воды, он плавился бы при -90°C . При этом, замерзая, вода не

уменьшается в объеме, как это происходит с большинством известных веществ, а увеличивается — за счет образования сетчатой структуры льда.

Вследствие очень высокой отражательной способности льда (0,45) и снега (до 0,95) покрытая ими площадь — в среднем за год около 72 млн. км² в высоких и средних широтах обоих полушарий — получает солнечного тепла на 65% меньше нормы и является мощным источником охлаждения земной поверхности, чем в значительной мере обусловлена современная широтная климатическая зональность. Летом в полярных областях солнечная радиация больше, чем в экваториальном поясе, тем не менее температура остаётся низкой, т. к. значительная часть поглощаемого тепла затрачивается на таяние льда, имеющего очень высокую теплоту таяния.

К другим необычным свойствам льда относят и генерацию электромагнитного излучения его растущими кристаллами. Известно, что большинство растворенных в воде примесей не передается льду, когда он начинает расти; они вымораживаются. Поэтому даже на самой грязной луже пленка льда чистая и прозрачная. При этом примеси скапливаются на границе твердой и жидкой сред, в виде двух слоев электрических зарядов разного знака, которые вызывают значительную разность потенциалов. Заряженный слой примесей перемещается вместе с нижней границей молодого льда и излучает электромагнитные волны. Благодаря этому процесс кристаллизации можно наблюдать в деталях. Так, кристалл, растущий в длину в виде иголки, излучает иначе, чем покрывающийся боковыми отростками, а излучение растущих зерен отличается от того, что возникает, когда кристаллы трескаются. По форме, последовательности, частоте и амплитуде импульсов излучения можно определить, с какой скоростью замерзает лед и какая при этом получается ледовая структура.

Лёд II, III и V-й модификации длительное время сохраняются при атмосферном давлении, если температура не превышает —170°C. При нагревании приблизительно до —150°C лёд превращаются в **кубический лёд Ic**.

При конденсации паров воды на более холодной подложке образуется аморфный лёд. Обе эти формы льда могут самопроизвольно переходить в гексагональный лёд, причём тем скорее, чем выше температура.

Лёд IV-й модификации является метастабильной фазой льда. Он образуется гораздо легче и особенно стабилен, если давлению подвергается тяжёлая вода.

Кривая плавления льда **V** и **VII** исследована до давления 20 Гн/м² (200 тыс. кгс/см²). При

этом давлении лёд VII плавится при температуре 400°C.

Лёд VIII является низкотемпературной упорядоченной формой льда VII.

Лёд IX — метастабильная фаза, возникающая при переохлаждении льда III и по существу представляющая собой его низкотемпературную форму.

Впервые полиморфизм льда был обнаружен Г. Тамманом в 1900 г. и подробно изучен П. Бриджменом в 1912 г. В табл. 3 и 4 приведены некоторые данные о структурах модификаций льда и некоторые их свойства.

Табл. 3. — Некоторые данные о структурах модификаций льда

Модификация	Сингония	Фёдоровская группа	Длины водородных связей, Å	Углы O—O—O в тетраэдрах
I	Гексагональная	$R\bar{6}_3/mmc$	2,76	109,5
Ic	Кубическая	$F\bar{4}3m$	2,76	109,5
II	Тригональная	R3	2,75—2,84	80—128
III	Тетрагональная	$P4_12_12$	2,76—2,8	87—141
V	Моноклиная	$A2/a$	2,76—2,87	84—135
VI	Тетрагональная	$P4_2/nmc$	2,79—2,82	76—128
VII	Кубическая	$I\bar{m}3m$	2,86	109,5
VIII	Кубическая	$I\bar{m}3m$	2,86	109,5
IX	Тетрагональная	$P4_12_12$	2,76—2,8	87—141

Примечание. 1 $\text{Å} = 10^{-10}$ м.

Табл. 4. — Плотность и статическая диэлектрическая проницаемость различных льдов

Модификация	Темп-ра, °C	Давление, Мн/м^2	Плотность, г/см^3	Диэлектрическая проницаемость
I	0	0,1	0,92	94

Ic	—130	0,1	0,93	—
II	—35	210	1,18	3,7
III	—22	200	1,15	117
V	—5	530	1,26	144
VI	15	800	1,34	193
VII	25	2500	1,65	~150
VIII	—50	2500	1,66	~3
IX	—110	230	1,16	~4

Две последние модификации льда — **XIII** и **XIV** — открыли ученые из Оксфорда совсем недавно, в 2006 году. Предположение о том, что должны существовать кристаллы льда с моноклинной и ромбической решетками, было трудно подтвердить: вязкость воды при температуре -160°C очень высока, и собраться вместе молекулам чистой переохлажденной воды в таком количестве, чтобы образовался зародыш кристалла, трудно. Этого удалось достичь с помощью катализатора — соляной кислоты, которая повысила подвижность молекул воды при низких температурах. В земной природе подобные модификации льда образовываться не могут, но они могут встречаться на замерзших спутниках других планет.

Разгадка структуры льда заключается в строении его молекулы. Кристаллы всех модификаций льда построены из молекул воды H_2O , соединённых водородными связями в трёхмерный каркас (*рис. 1*). Молекулу воды можно упрощенно представить себе в виде тетраэдра (пирамиды с треугольным основанием). В её центре находится атом кислорода, в двух вершинах — по атому водорода, электроны которых задействованы в образовании ковалентной связи с кислородом. Две оставшиеся вершины занимают пары валентных электронов кислорода, которые не участвуют в образовании внутримолекулярных связей, поэтому их называют неподеленными.

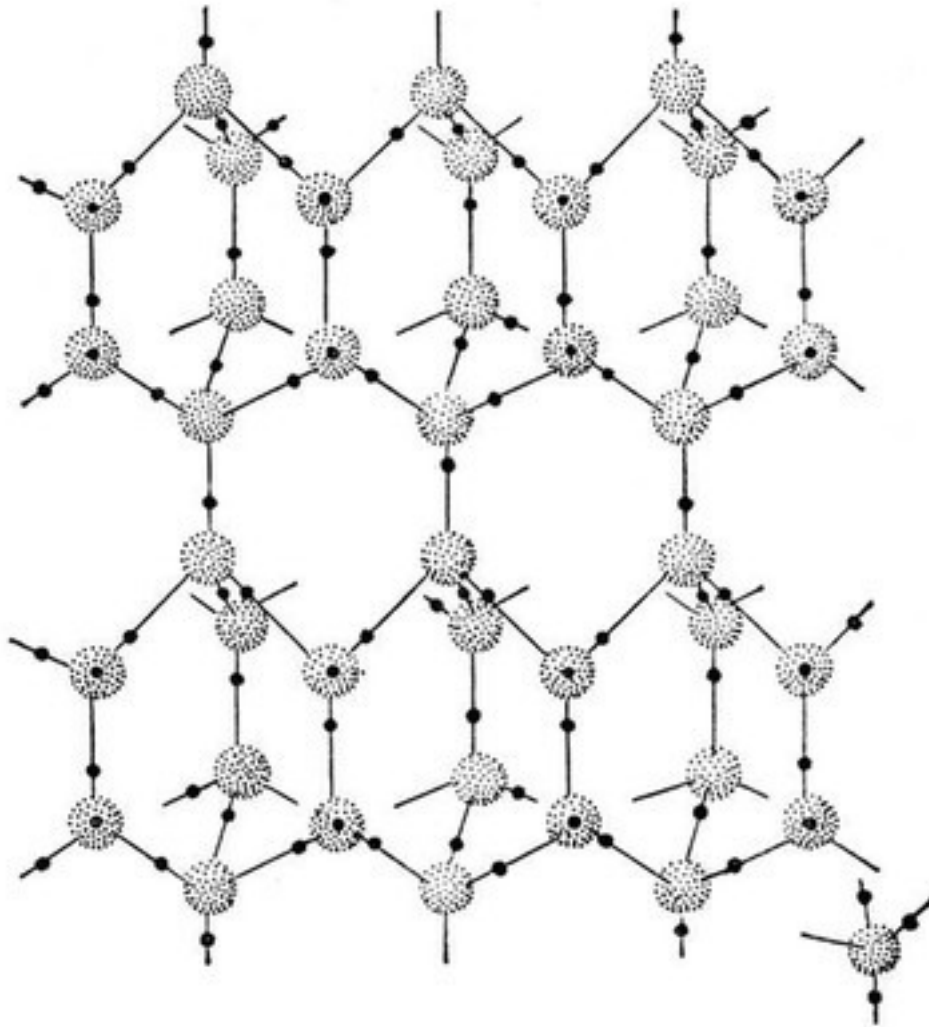


Рис.1. Структура льда.

Каждая молекула участвует в 4 таких связях, направленных к вершинам тетраэдра. При взаимодействии протона одной молекулы с парой неподеленных электронов кислорода другой молекулы возникает водородная связь, менее сильная, чем связь внутримолекулярная, но достаточно могущественная, чтобы удерживать рядом соседние молекулы воды. Каждая молекула может одновременно образовывать четыре водородные связи с другими молекулами под строго определенными углами, равными $109^{\circ}28'$, направленных к вершинам тетраэдра, которые не позволяют при замерзании создавать плотную структуру. При этом в структурах льда **I**, **Ic**, **VII** и **VIII** этот тетраэдр правильный. В структурах льда **II**, **III**, **V** и **VI** тетраэдры заметно искажены. В структурах льда **VI**, **VII** и **VIII** можно выделить 2 взаимоперекрывающиеся системы водородных связей. Этот невидимый каркас из водородных связей располагает молекулы в виде сетчатой сетки, по структуре напоминающей соты с полыми каналами. Если лед нагреть, сетчатая структура разрушится: молекулы воды начинают проваливаться в пустоты сетки,

приводя к более плотной структуре жидкости, — поэтому вода тяжелее льда.

Лед, который образуется при атмосферном давлении и плавится при 0 °С, — самое привычное, но всё же до конца не понятное вещество. Много в его структуре и свойствах выглядит необычно. В узлах кристаллической решетки льда атомы кислорода выстроены упорядоченно, образуя правильные шестиугольники, а атомы водорода занимают самые разные положения вдоль связей. Поэтому возможны 6 эквивалентных ориентаций молекул воды относительно их соседей. Часть из них исключается, поскольку нахождение одновременно 2 протонов на одной водородной связи маловероятно, но остаётся достаточная неопределённость в ориентации молекул воды. Такое поведение атомов нетипично, поскольку в твердом веществе все подчиняются одному закону: либо все атомы расположены упорядоченно, и тогда это — кристалл, либо случайно, и тогда это — аморфное вещество. Такая необычная структура может реализоваться в большинстве модификаций льда — **I, III, V, VI** и **VII** (и по-видимому в **Ic**), а в структуре льда **II, VIII** и **IX** молекулы воды ориентационно упорядочены. По выражению Дж. Бернала лёд кристаллический в отношении атомов кислорода и стеклообразен в отношении атомов водорода.

Значение льда трудно недооценить. Лёд оказывает большое влияние на условия обитания и жизнедеятельности растений и животных, на разные виды хозяйственной деятельности человека. Покрывая воду сверху, лёд играет в природе роль своего рода плавучего экрана, защищающего реки и водоемы от дальнейшего замерзания и сохраняющего жизнь подводному миру. Если бы плотность воды увеличивалась при замерзании, лёд оказался бы тяжелее воды и начал тонуть, что привело бы к гибели всех живых существ в реках, озерах и океанах, которые замерзли бы целиком, превратившись в глыбы льда, а Земля стала ледяной пустыней, что неизбежно привело бы к гибели всего живого.

Лёд может вызывать ряд стихийных бедствий с вредными и разрушительными последствиями - обледенение летательных аппаратов, судов, сооружений, дорожного полотна и почвы, град, метели и снежные заносы, речные заторы с наводнениями, ледяные обвалы и др. Прогнозирование, обнаружение, предотвращение вредных явлений, борьба с ними и использование льда в различных целях (снегозадержание, устройство ледяных переправ, изотермических складов, облицовка хранилищ, льдозакладка шахт и т.п.) представляют предмет ряда разделов гидрометеорологических и инженерно-технических знаний (ледотехника, снеготехника, инженерное мерзлотоведение и др.), деятельности специальных служб (ледовая разведка, ледокольный транспорт,

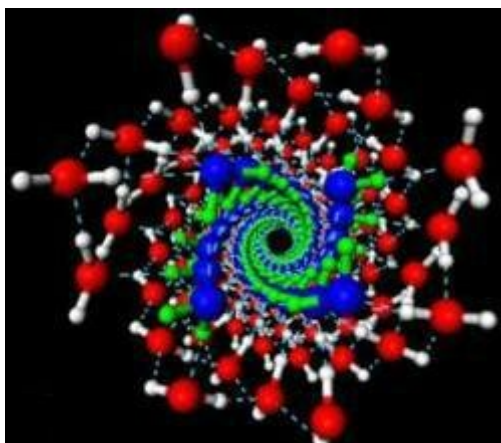
снегоуборочная техника, искусственное сбрасывание лавин и т.д.).

Природный лёд используется для хранения и охлаждения пищевых продуктов, биологических и медицинских препаратов, для чего он специально производится и заготавливается.

Лёд и двойная спираль

Самое удивительное в структуре льда заключается в том, что молекулы воды при низких отрицательных температурах и высоких давлениях внутри нанотрубок могут кристаллизоваться в форме двойной спирали, похожей на ДНК. Это было доказано компьютерными экспериментами американских учёных под руководством Сяо Чэн Цзэна в Университете штата Небраска (США).

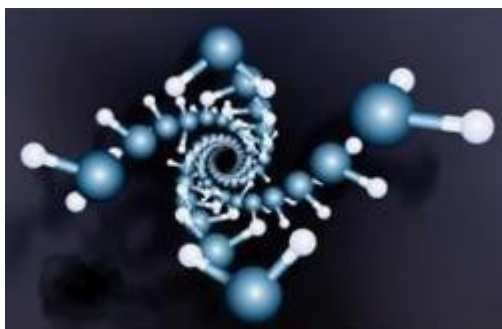
Вода в моделируемом эксперименте "помещалась" в нанотрубки под высоким давлением, варьирующимся в разных опытах от 10 до 40000 атмосфер. После этого задавали температуру, которая во всех запусках имела значение -23°C . Запас по сравнению с температурой замерзания воды делался в связи с тем, что с повышением давления температура плавления водяного льда понижается. Диаметр нанотрубок составлял от 1,35 до 1,90 нм.



Общий вид структуры воды (изображение New Scientist)

Молекулы воды связываются между собой посредством водородных связей, расстояние между атомами кислорода и водорода равно 96 пм, а между двумя водородами - 150 пм. В твёрдом состоянии атом кислорода участвует в образовании двух водородных связей с соседними молекулами воды. При этом отдельные молекулы H_2O соприкасаются друг с другом разноимёнными полюсами. Таким образом, образуются слои, в которых каждая

молекула связана с тремя молекулами своего слоя и одной из соседнего. В результате, кристаллическая структура льда состоит из шестигранных "трубок" соединенных между собой, как пчелиные соты.



Внутренняя стенка структуры воды (изображение New Scientist)

Учёные ожидали увидеть, что вода во всех случаях образует тонкую трубчатую структуру. Однако, модель показала, что при диаметре трубки в 1,35 нм и давлении в 40000 атмосфер водородные связи искривились, приведя к образованию спирали с двойной стенкой. Внутренняя стенка этой структуры является скрученной в четверо спиралью, а внешняя состоит из четырёх двойных спиралей, похожих на структуру молекулы ДНК.

Последний факт накладывает отпечаток не только на эволюцию наших представлений о воде, но и эволюцию ранней жизни и самой молекулы ДНК. **Если предположить, что в эпоху зарождения жизни криолитные глинистые породы имели форму нанотрубок, возникает вопрос - не могла ли вода, сорбированная в них служить структурной основой (матрицей) для синтеза ДНК и считывания информации? Возможно, поэтому спиральная структура ДНК повторяет спиральную структуру воды в нанотрубках.** Как сообщает журнал New Scientist, теперь нашим зарубежным коллегам предстоит подтвердить существование таких макромолекул воды в реальных экспериментальных условиях с использованием инфракрасной спектроскопии и спектроскопии нейтронного рассеяния.

Снег и снежинки

Снежинка — это монокристалл льда – разновидность гексагонального кристалла, но выросшего быстро, в неравновесных условиях. Над тайной их красоты и бесконечного разнообразия не одно столетие бьются учёные.

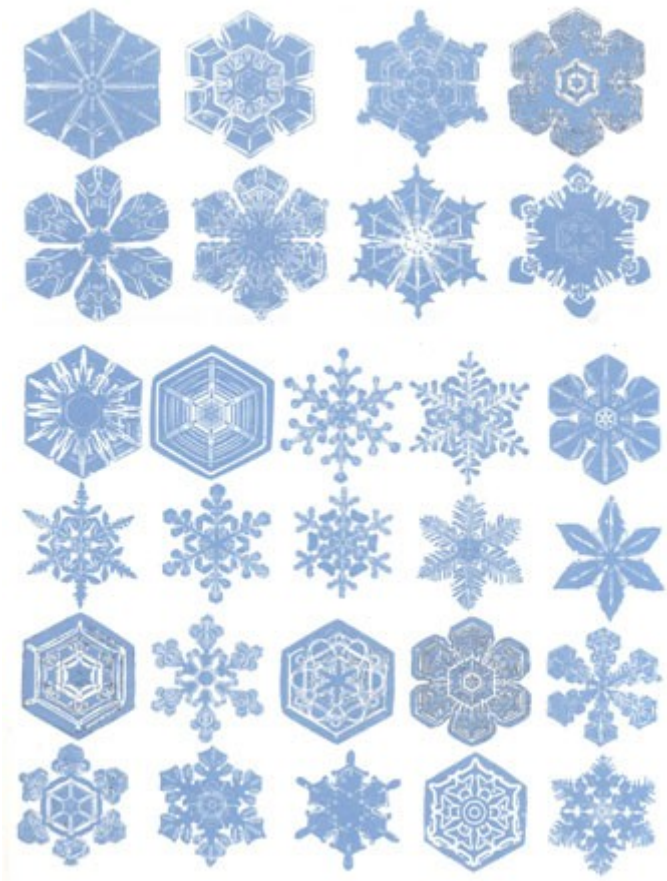
Большую коллекцию фотографий снежинок собрал американец Уилсон Бентли. В 1931 году он опубликовал сборник репродукций, в котором содержались фотографии 2450

ледяных кристаллов.

Жизнь снежинки начинается с того, что в облаке водяного пара при понижении температуры образуются кристаллические зародыши льда. Центром кристаллизации могут быть пылинки, любые твердые частицы или даже ионы, но в любом случае эти льдинки размером меньше десятой доли миллиметра уже имеют гексагональную кристаллическую решетку.

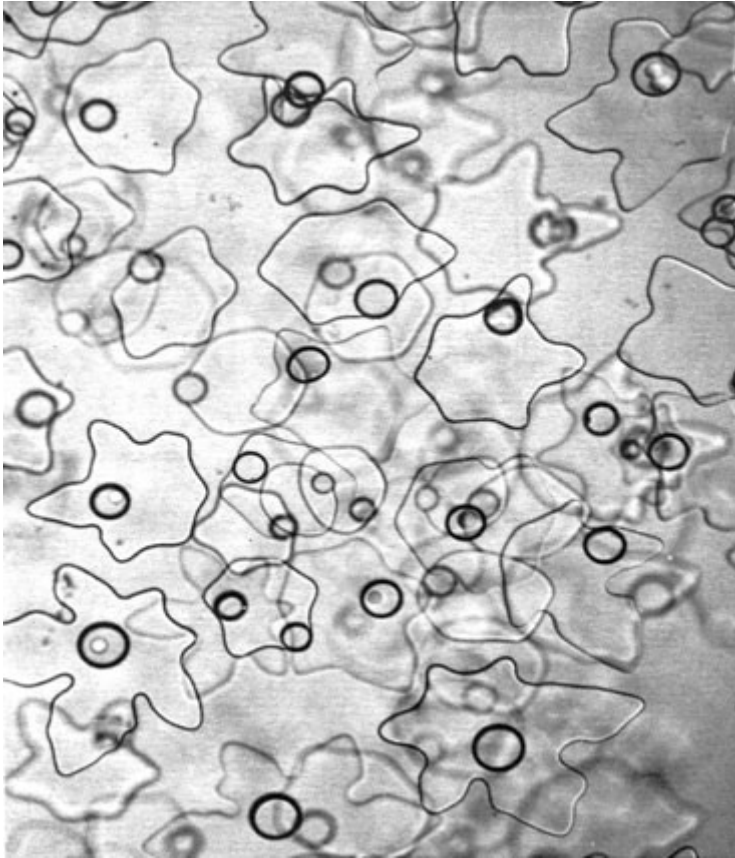
Водяной пар, конденсируясь на поверхности этих зародышей, образует сначала крошечную гексагональную призму, из шести углов которой начинают расти одинаковые ледяные иголки — боковые отростки, т.к. температура и влажность вокруг зародыша тоже одинаковые. На них в свою очередь вырастают, как на дереве, боковые отростки — веточки. Подобные кристаллы называют дендритами, то есть похожими на дерево.

Передвигаясь вверх и вниз в облаке, снежинка попадает в условия с разной температурой и концентрацией водяного пара. Ее форма меняется, до последнего подчиняясь законам гексагональной симметрии. Так снежинки становятся разными. Хотя теоретически в одном облаке на одной высоте они могут «зародиться» одинаковыми. Но путь до земли у каждой свой, довольно долгий — в среднем снежинка падает со скоростью 0,9 км в час. А значит, у каждой — своя история и своя окончательная форма. Образующий снежинку лед прозрачен, но когда их много, солнечный свет, отражаясь и рассеиваясь на многочисленных гранях, создает у нас впечатление белой непрозрачной массы — мы называем ее снегом.



Как разнообразны формы снежинок, инея, морозных узоров на окнах – твердых кристаллов воды, так еще более удивительно разнообразны формы и свойства жидких кристаллов, образующихся при таянии льда.

На рисунке представлены фотографии (Джил Уолкер), тающего чистого льда и типичные формы кристаллов, образующихся в замерзающей чистой воде. В тающем льду хорошо видны кластеры, которые затем, деформируясь и меняя форму, сохраняются и в жидкой воде, вплоть до температуры кипения. Даже водяной пар состоит не только из отдельных молекул, но на 10% из различных более сложных структур.



Тающий чистый лед

В природе, наверное, нет двух совершенно одинаковых снежинок. Каждый момент времени, каждая точка пространства в один и тот же момент времени, несут свою неповторимую информацию в виде физико-химических факторов внешней среды, которую воспринимает и фиксирует в своей структуре образующаяся снежинка. Каждая снежинка, падая на землю, проходит через слои воздуха, отличающиеся влажностью, температурой, загрязнением и другими параметрами. Поэтому среди миллионов снежинок вряд ли можно найти две совершенно одинаковые.

Чтобы не путаться с многообразием снежинок, Международная комиссия по снегу и льду приняла в 1951 году довольно простую классификацию кристаллов льда: пластинки, звездчатые кристаллы, столбцы или колонны, иглы, пространственные дендриты, столбцы с наконечниками и неправильные формы. И еще три вида обледенелых осадков: мелкая снежная крупка, ледяная крупка и град.

Тем же законам подчиняется и рост инея, изморози и узоров на стеклах. Эти явления, как и снежинки, образуются при конденсации, молекула за молекулой — на земле, траве, деревьях. Узоры на окне появляются в мороз, когда на поверхности стекла конденсируется влага теплого комнатного воздуха. А вот градины получаются при

застывании капель воды или когда в насыщенных водяным паром облаках лед плотными слоями намерзает на зародыши снежинок. На градины могут намерзать другие, уже сформировавшиеся снежинки, сплавляясь с ними, благодаря чему градины принимают самые причудливые формы.

Лёд в народной медицине

Про целебные свойства талой воды, которая образуется при растоплении льда, уже сообщалось на нашем сайте. Она отличается от обычной воды изобилием многомолекулярных ассоциатов – кластеров, в которых в течение некоторого времени сохраняются рыхлые льдоподобные структуры. Талая вода рождается при таянии льда и сохраняет температуру 0°C, пока весь лед не растает. Специфика межмолекулярных взаимодействий, характерная для структуры льда, сохраняется и в талой воде, так как при плавлении кристалла разрушается только 15% всех водородных связей. Поэтому присущая льду связь каждой молекулы воды с четырьмя соседними ("ближний порядок") в значительной степени не нарушается, хотя и наблюдается большая размытость кислородной каркасной решетки.

Рассмотрим теперь применение льда в народной медицине.

Лед обладает высокой теплоемкостью, на чем и основано его использование в качестве хладагента.

Если произошло воспаление наружных геморроидальных узлов, к заднему проходу прикладывают лед или компрессы с холодной водой.

У кавказских народов для лечения застарелого геморроя используются так называемые ледяные свечи. Для их получения изготавливают из бумаги цилиндрические стаканчики небольшого диаметра с тем расчетом, чтобы их можно было ввести в задний проход, наполняют их водой и замораживают. Перед введением такой свечи ее опускают в теплую воду, чтобы снять бумажную форму и чуть заострить конец.

Первые 3-5 дней свечу держат не более 30 секунд. Затем каждые 3-5 дней добавляют по 30 секунд, ориентируясь на самочувствие. Если свеча введена неудачно или больной держит ее слишком долго, может возникнуть раздражение, поэтому надо строго соблюдать указанную схему.

Благодаря низкой температуре лед часто используется для понижения интенсивности кровообращения, что обеспечивает благоприятные условия при остановке различных кровотечений.

Иногда при сильном кашле происходит разрыв мелких кровеносных сосудов, и в отхаркиваемой мокроте появляется кровь. В этом случае больного нужно уложить в постель, приложить к груди лед и попросить его сдерживать кашель некоторое время, чтобы избежать усиления кровопотери, а в некоторых случаях и излечить болезнь. Другая разновидность внутренних кровотечений, при которой может быть полезно накладывание льда на область живота, - рвота с кровью. Такой симптом является вторичным и подчеркивает опасность возникшего заболевания. Больной требует срочного медицинского обследования, а использование льда является лишь временной мерой. Старый метод лечения импотенции, помогающий в некоторых случаях восстановить сексуальную способность лучше всяких лекарств. Полкилограмма льда мелко наколоть и завернуть в марлю, предварительно сложенную в 8 раз. Этот пакет со льдом приложить к месту сопряжения затылка и шеи на 1 минуту, потом к ребрам грудной клетки в области сердца - на 1 минуту и наконец к мошонке - тоже на 1 минуту. Эту процедуру следует выполнять 3-5 раз в день. Длительность лечебного курса выбирается исходя из скорости восстановления утраченных способностей.

Чтобы вернуть лицу молодость и свежесть, для увлажнения кожи лица тибетская медицина рекомендует вместо утреннего умывания протирать и слегка массировать лицо кусочками льда. Можно приготовить и специальный лед, заморозив отвар календулы, липового цвета и ромашки (2 столовые ложки смеси на 2 стакана воды). Структурированная вода, образующаяся в месте контакта с телом после таяния льда, облегчает боль при поражении тканей огнем, кипятком, горячим металлом и т. д. В этих случаях лед накладывают на место ожога и только после его воздействия приступают к обработке пораженной кожи. Часто после такой предобработки (если она была проведена незамедлительно) удается избежать образования волдыря.

При отечности век, синевы под глазами подойдут кубики льда, которыми регулярно протирают лицо, особенно участки вокруг глаз. Чтобы усилить действие холодной терапии, вместо обычной воды можно замораживать отвар петрушки или шалфея. К натруженным за день ногам вернется легкость, если их протереть замороженным мятным настоем (1 столовая ложка листьев мяты заливается 1 стаканом кипятка, настаивается до охлаждения и процеживается). Вместо травы можно использовать спиртовую мятную настойку, которую вначале растворяют в небольшом количестве воды, а затем помещают в морозильную камеру.

При ушибах в первые сутки накладывают на ушибленное место компрессы со льдом. Особенно это относится к ушибам суставов, растяжению связок и проч.

У некоторых астматиков при ночном приступе вызывает облегчение глотание небольших

кусочков льда.

Небольшие кусочки льда, проглатываемые целиком (можно взять их из морозильной камеры холодильника), устраняют икоту.

Чтобы в связи с родами не возникали воспалительные процессы в матке и яичниках, следует время от времени накладывать на нижнюю часть живота лед, завернутый в ткань.

К.х.н. О.В. Мосин

Литературные источники.: Шумский П. А., Основы структурного ледоведения, М., 1955; Паундер Э. Р., Физика льда, пер. с англ., М., 1967; Eisenberg D., Kauzmann W., The structure and properties of water, Oxf., 1969; Fletcher N. H., The chemical physics of ice, Camb., 1970.