

ВЛИЯНИЕ ГАЗИРОВАННОСТИ ВОДЫ НА ОБЪЕМ ЛЬДА, ПОЛУЧАЕМОГО ПРИ ЕЕ ЗАМОРАЖИВАНИИ

Касаткина Н.А.

г. Ижевск, МБОУ СОШ №90, 6 класс,

Научный руководитель: Касаткин А.А., ООО «Институт термологии»

Природный лед представляет одно из самых удивительных веществ на Земле – воду в твердом агрегатном состоянии. Лед в природе может выглядеть совершенно по-разному: в форме прозрачных градин или сосулек, хлопьев пушистого снега, плотной блестящей корки льда или гигантских ледниковых масс. Превращаясь в лед, вода приобретает не только новые формы, но особенные физические свойства. Известно, что лёд становится легче жидкой воды (его плотность составляет 931 кг/м^3), поэтому он способен плавать на ее поверхности. Покрывая поверхность водоемов в холодное время года, лед препятствует дальнейшему замерзанию воды и обеспечивает сохранение в ней жизни растений и животных [1]. Известно еще одно уникальное свойство воды. Замерзая, вода не уменьшается в объеме, как это происходит с большинством известных в природе веществ, а, наоборот, увеличивается [2]. Ученые объясняют данный факт тем, что образуемая при замерзании воды кристаллическая решетка между атомами водорода и кислорода увеличивает расстояние между атомами. Установлено, что после замораживания воды при атмосферном давлении полученный объем льда превышает исходный объем воды примерно на 10%. Именно с этим свойством воды связывают появление в холодное время года таких явлений как разрушение горных пород, морозное пучение грунта, повреждение водопроводных труб и других объектов, в которых находится вода. Однако объяснение увеличения объема воды после превращения ее в лед в природных условиях только появлением кристаллической решетки не может быть исчерпывающим.

Безусловным фактом является то, что на Земле все, включая воду, подвержено действию атмосферного давления или давлению воздуха. Известно, что растворимость газа в воде при неизменном атмосферном давлении зависит от температуры воды. При понижении температуры воды растворимость в ней газов, в частности воздуха, увеличивается [3]. Так при температуре $+20^\circ$ в воде растворяется около 25 мг/кг воздуха, а при температуре ближе к 0°C – около 40 мг/кг . Таким образом, холодная вода представляет собой более газирован-

ный раствор, чем теплая. Повышенная газированность воды может оказывать влияние на объем льда, получаемого при ее замораживании.

Цель исследования – исследовать объемы льда, получаемые из одинаковых объемов питьевой воды с разной степенью газированности.

Материалы и методы исследования

Для исследования была выбрана вода минеральная природная питьевая столовая газированная «Увинская жемчужина» (Изготовитель ООО «Водолей» пос.Ува, Россия) в полимерной бутылке объемом $0,5$ литра. Приняли массовую долю двуокиси углерода в газированной воде не менее $0,2\%$ в соответствии с требованиями ГОСТ Р 54316–2011 (Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия Газированность воды). В качестве контроля использовали ту же самую воду после предварительной дегазации путем помещения ее в открытую емкость и периодического перемешивания в течении 3 часов в помещении с температурой окружающего воздуха $+25^\circ\text{C}$ и нормальном атмосферном давлении. В качестве измерительных сосудов были выбраны 10 шприцев медицинских объемом 12 мл (SFM Hospital Products GmbH, Germany). С помощью поршня заполнили 5 шприцев до метки 8 мл дегазированной водой (контроль), а в 5 остальных – 8 мл газированной воды (эксперимент). После заполнения все шприцы поместили горизонтально в морозильную камеру бытового холодильника Атлант МХМ-1702 с температурой -20°C на 3 часа. После получения льда проводили измерение его объема по смещению поршней шприцев по сравнению с исходным их расположением (на отметке 8 мл).

Количественные данные представлены в виде среднего арифметического (M), стандартного отклонения (SD), диапазона значений (Min-Max).

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования установлено, что при замораживании одинакового объема газированной и негазированной воды образуется неодинаковый объем льда (таблица).

Объем льда образующийся при замораживании 8 мл газированной и негазированной воды

	Объем льда из негазированной воды, мл (n=5)	Объем льда из газированной воды, мл (n=5)
M±SD	9.1±0.1	11.2±0.57
Min-Max	9.0–9.2	10.5–12.0

Установлено, что объем льда, получаемого из 8 мл негазированной воды, составил в среднем 9 мл, что превысило исходный объем воды примерно на 12% (рисунок

а, б). В то же время полученный объем льда из 8 мл газированной воды составил в среднем 11 мл, превысив исходный объем воды более, чем на 37% (рисунок а, б).



а



б



в



г

Фотография шприца до и после замораживания в нем негазированной (а, б) и газированной (в, г) воды

Полученные результаты свидетельствуют о том, что степень газированности воды перед ее замораживанием будет влиять на объем, получаемого из нее льда. Полученная в эксперименте закономерность сводится к тому, что, чем выше степень газированности воды, тем больший объем льда можно получить при ее заморозке в условиях постоянного атмосферного давления. Полученные данные могут расширить представления о свойствах природного льда. Кроме того, полученные данные могут быть использованы для получения льда искусственным путем с новыми физическими свойствами. В частности, предложено создавать специальный газированный лед. Для этого необходимо осуществлять заморозку воды в условиях повышенного давления «нужного» газа. Например, для пищевой промышленности можно изготовить лед, содержащий кислород, который будет способен не только охлаждать питьевые напитки, но и вызывать у потребителя ощу-

щение свежести за счет выделения данного газа при таянии льда [4].

Вывод

Увеличение объема льда при замерзании воды может быть обусловлено наличием в воде растворенного газа. При заморозке равных объемов воды с разной степенью газированности больший объем льда будет получен из воды с большим количеством растворенного в ней газа. Данные свойства воды можно использовать для получения льда с определенным газовым составом.

Список литературы

1. Эллиот Л., Уилкок У. Физика. – М.: Наука, 1975. – 736 с.
2. Ландау Л.Д., Китайгородский А.И. Физика для всех: Молекулы. – М.: Наука, 1982. – 208 с.
3. Ландсберг Г.С. Элементарный учебник физики. Т.1. Механика. Теплота. Молекулярная физика. – М.: Наука, 1985. – 606 с.
4. Касаткина Н.А. Освежающий лед. Патент RU 2620646.