

Н. И. ЧИГИРИН

**О КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО КАЛЬЦИЯ В ВОДАХ  
ПОЛЯРНОГО БАССЕЙНА**

(Представлено академиком С. А. Зерновым 28 III 1938)

К числу наиболее значительных результатов работ группы И. Д. Папанина на дрейфующей льдине несомненно относится установление наличия в центральных частях Северного полярного бассейна прослойки теплой воды атлантического происхождения.

Имевшиеся до последнего времени данные о распространении атлантических вод в глубокой части Полярного бассейна приводили к выводу, что поступающие из Гренландского моря в Полярный бассейн атлантические воды, подчиняясь отклоняющему действию вращения Земли, огибают Шпицберген и следуют далее на восток, прижимаясь к континентальному склону Полярного бассейна и проникая при этом через глубокие проливы в расположенные южнее моря. Оснований для суждения о том, насколько далеко на север распространяется прослойка атлантической воды, до работ на дрейфующей льдине не имелось.

Соответственно этому открытие группой И. Д. Папанина присутствия атлантических вод вблизи Северного полюса в центре Полярного бассейна явилось в значительной мере неожиданным и приводит к выводу, что прослойка атлантических вод распространяется на большую часть Полярного бассейна. Это придает всем вопросам арктической океанографии, связанным с изучением роли и значения атлантических вод в Полярном бассейне, более универсальный и широкий характер.

Атлантическая вода промежуточного слоя помимо своей более высокой температуры и солености отличается от вод Полярного бассейна своим химическим составом. Эти различия наиболее резко выступают при сопоставлении некоторых характеризующих химический состав воды величин для Атлантического океана с таковыми же для Полярного бассейна.

Особенный интерес в этом отношении представляет сопоставление между собой содержания углекислого кальция в водах различного происхождения, поскольку разные физико-химические условия, интенсивность и отчасти направление биологических процессов позволяют предполагать более или менее резко выраженные различия в распределении углекислого кальция.

Значительный материал по химии вод Полярного бассейна, собранный Высокоширотной экспедицией на «Садко» в 1935 г., освещает некоторые стороны этого вопроса. Экспедиции на «Садко», достигнув широты 82° 41', удалось выйти на большие глубины Полярного бассейна и подвергнуть исследованию образцы воды слоев различного происхождения.

В числе химических определений были произведены серии определений величины щелочного резерва и концентрации водородных ионов. На основании результатов этих определений были вычислены величины относительного содержания углекислого кальция, выраженные в граммах  $\text{CaCO}_3$  на 1 000 г солей, и степень насыщенности воды углекислым кальцием.

В исследованной экспедицией на «Садко» части Полярного бассейна, примыкающей к Карскому морю, можно различать по химическим характеристикам три типа вод. На крайней северной глубоководной станции экспедиции на «Садко» верхний слой от поверхности до глубин около 100 м представлен водой с наиболее высоким содержанием углекислого кальция (3.42—3.60 г на 1 кг солей). Этот слой испытывает на себе влияния льдов, а также материковых вод, поступающих сюда с юга из Карского моря. Ниже располагается слой теплой атлантической воды; массы воды с положительной температурой располагаются приблизительно между 110 и 950 м. Этот слой характеризуется низким содержанием углекислого кальция (3.37—3.39 г на 1 кг солей). Под слоем атлантической воды до самого дна находятся массы воды с отрицательной температурой и повышенным содержанием углекислого кальция (3.39—3.49 г на 1 кг солей).

Из приведенных пределов содержания углекислого кальция в воде различных слоев Полярного бассейна следует, что вода верхних слоев, равно как и глубинная вода, значительно обогащены углекислым кальцием по сравнению с водой теплой атлантической прослойки. Эти различия выступают еще более резко при сопоставлении приведенных выше величин содержания углекислого кальция с величинами, полученными экспедицией на «Садко» для вод атлантического течения в Гренландском море. Неизменная атлантическая вода, поступающая в Гренландское море, содержит углекислого кальция 3.33—3.35 г на 1 кг солей. Таким образом обогащение углекислым кальцием воды теплой прослойки по сравнению с водой Атлантического океана составляет около 1%, тогда как в отношении арктических вод оно может превышать 5%.

Растворимость углекислого кальция в морской воде зависит от содержания свободной угольной кислоты, температуры воды и гидростатического давления. Учитывая эти факты, нами была вычислена степень насыщенности вод углекислым кальцием в исследованном экспедицией на «Садко» районе. Полученные результаты оказались весьма характерными—слой атлантических вод пересыщен углекислым кальцием, в то время как верхние слои, равно как и глубинные слои арктической воды, им не насыщены. Для атлантических вод в Полярном бассейне насыщенность углекислым кальцием составляет 101—103%, а для арктических не превышает 98%. Пересыщенность углекислым кальцием является характерной особенностью атлантических вод, и в Гренландском море в струях атлантического течения она достигает еще более значительных величин 105—115%.

Таким образом атлантическая вода за время своего движения от Гренландского моря до Северной Земли остается почти неизменной как в отношении содержания углекислого кальция, так и в отношении степени насыщенности последним. Эта сопротивляемость атлантической воды метаморфизации повидимому сохраняется длительный срок вплоть до полного ее охлаждения и перемешивания с массами арктических вод. Широкое распространение не метаморфизированных атлантических вод в Полярном бассейне, как показали исследования группы И. Д. Папанина, подтверждает этот вывод.

Весьма большое значение имеет ненасыщенность глубинных и придонных вод углекислым кальцием. Ненасыщенность вод углекислым кальцием влечет за собой повышение растворимости оседающих из верхних слоев

суспензий, содержащих углекислый кальций, а также растворение углекислого кальция донных отложений. С другой стороны, низкая степень насыщения воды углекислым кальцием затрудняет извлечение кальция организмами, так как процесс извлечения углекислого кальция протекает интенсивно лишь в водах, пересыщенных последним.

Слабая интенсивность процессов извлечения углекислого кальция из воды и способствующие растворению суспензий и донных отложений условия влекут за собой понижение содержания углекислого кальция в донных грунтах Арктики и накопление избытка его в воде.

В верхних слоях Полярного бассейна вследствие их ненасыщенности углекислым кальцием имеют место отмеченные для глубинных слоев процессы растворения кальциевых суспензий и затрудненность извлечения кальция организмами. Кроме того на содержание углекислого кальция в верхних слоях исключительно большое влияние оказывают процессы образования и таяния льдов. При образовании льдов углекислый кальций врезает в лед в большей пропорции, чем хлористые соли морской воды. Относительное увеличение содержания углекислого кальция во льду значительно повышается по мере его старения. Так, в многолетнем льду отмечены случаи увеличения относительного содержания углекислого кальция более, чем в тысячу раз, по сравнению с морской водой. Соответственно этому при таянии многолетних льдов происходит значительное повышение относительного содержания углекислого кальция в воде верхних слоев моря.

Подводя итоги всему сказанному, приходим к выводу, что воды Полярного бассейна, как поверхностные, так и глубинные, содержат избыточные по сравнению с водой Атлантического океана количества углекислого кальция и вместе с тем не насыщены последним. Исключение составляют пересыщенные углекислым кальцием воды теплой атлантической прослойки, метаморфизация которых протекает весьма медленно. Накопленный водами Полярного бассейна избыток углекислого кальция в некоторой мере выносится поверхностными и глубинными течениями и особенно со льдами в Атлантический океан, где компенсирует недостаток в углекислом кальции в низких широтах. Таким образом обмен вод между областями высоких и низких широт океана, которым свойственны различного характера и интенсивности процессы накопления и извлечения углекислого кальция, направлен к выравниванию концентрации углекислого кальция в океанических водах земной коры.

Биологическая станция  
Академии Наук СССР.  
Севастополь.

Поступило  
49 III 1938.