

М. В. ФЕДОСОВ

ИНТЕНСИВНОСТЬ ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ В АЗОВСКОМ МОРЕ

(Представлено академиком Б. Б. Польшовым 10 III 1952)

Для детального рассмотрения вопроса о продуктивности Азовского моря необходимо иметь представление об интенсивности и характере осадкообразования в нем. В условиях будущего изменения гидрохимического состояния моря в результате осуществления гидротехнических сооружений на реках это имеет особо большое значение.

Донные отложения в Азовском море образуются в результате оседания в нем, как в отстойнике⁽⁴⁾, речной мути, приносимой в большом количестве Доном и Кубанью. Однако большая часть приносимой речной взвеси оседает в предустьевых участках моря. Кроме того, в самом море, в результате весьма интенсивной жизнедеятельности растительного планктона, образуется большое количество детрита органического происхождения. Сюда же должны присоединяться и химические осадки из толщи морской воды в результате постоянного приноса реками большого количества карбонатных солей.

В настоящей статье мы рассмотрим максимально возможную, среднюю для всего моря величину осадкообразования.

В результате водообмена Азовского моря с Черным часть взвешенных частиц азовских вод уходит в Черное море. Это уменьшает количество взвеси, оседающей в Азовском море.

Основной массой оседающей в море взвеси, как указывалось, является речная взвесь. В среднем в Азовское море поступает около 8 000 тыс. т взвешенной речной мути.

По данным П. И. Усачева⁽⁷⁾, в Азовском море средний титр фитопланктона — основного источника «взвешенного» органического вещества, синтезируемого в море из растворенных компонентов, — равен 4 мг/л. В объеме всего моря это составляет в среднем 128 тыс. т сухого взвешенного органического вещества. Непродолжительность жизни многих представителей фитопланктона (1—2 дня) показывает, что приведенная выше величина растительной биомассы в водной толще может поддерживаться при постоянном продуцировании нового органического вещества в процессе его жизнедеятельности.

С. В. Бруевич принимает коэффициент годичной «оборачиваемости» фитопланктона в Каспийском море равным 300⁽¹⁾. Принимая для Азовского моря ту же интенсивность «оборачиваемости» фитопланктона, получим, что в нем в среднем ежедневно продуцируется около 90 тыс. т планктонного растительного органического вещества при 250 днях вегетации в году. Несмотря на интенсивный распад отмершего планктона⁽⁶⁾ в водной толще, около 10—5% составляющего его органического вещества в условиях мелководного Азовского моря может в виде частиц

взвеси перейти в донные отложения. За год это составит от 112,5 тыс. до 225 тыс. т относительно более стойкого органического вещества, могущего образовать донные отложения. При этом поедание фитопланктона и его остатков зоопланктоном может изменить лишь пути прохождения органического вещества от живого организма до донных отложений. Количество же оседающего органического вещества не изменится, тем более, что организмы зоопланктона в среднем крупнее, чем организмы фитопланктона, и потому быстрее оседают на дно.

Кроме рассмотренных компонентов оседающей взвеси, как указывалось выше, может происходить образование химических и биохимических осадков. Основную массу химических осадков в морском сильно опресняемом водоеме могут составлять карбонаты, преимущественно кальция.

Баланс карбонатов в воде Азовского моря складывается из приносимых речными водами углекислых солей и из прихода и расхода их с морскими водами через Керченский пролив в результате водообмена Азовского моря с Черным. Дон за период с 1931 по 1941 г., при среднем стоке воды за этот период в $49,7 \text{ км}^3/\text{год}$, приносил в Азовское море ежегодно в среднем 4931,5 тыс. т бикарбонатного радикала и 104,6 тыс. т карбонатного радикала ⁽³⁾. Отношение карбонатов к бикарбонатам равно 2,1%, что согласуется с наблюдаемой среднегодовой величиной рН донской воды, равной 7,73 ⁽³⁾. С поправкой на среднееголетнюю величину стока Дона ($28,5 \text{ км}^3$) это составит в среднем сброс в море, равный 4732 тыс. т.

В новых условиях солевого состояния морской воды бикарбонаты речного стока частично подвергаются распаду на свободную углекислоту и средний карбонат. Такое превращение сдвигает отношение средней соли угольной кислоты к кислой с 2,1% в речных водах до 15% в морской воде. Количество карбонатов увеличивается за счет распада бикарбонатов. При общем количестве принесенных в море карбонатов $\text{НСО}_3'$ и $\text{СО}_3''$ 6130 тыс. т в год на ион средней соли приходится 920 тыс. т. Средняя щелочность воды Азовского моря весьма близка к средней щелочности поверхностных слоев Черного моря. Расход воды через Керченский пролив из Азовского моря превышает в среднем приход воды из Черного моря. В конечном результате водообмена из Азовского моря ежегодно уходит 4 715 800 т карбонатных радикалов $\text{НСО}_3' + \text{СО}_3''$. В результате в Азовском море ежегодно образуется небольшой избыток бикарбонатного радикала ($6130 - 4715 - 920 \approx 500$ тыс. т), который в результате интенсивной ассимиляции угольной кислоты планктонными водорослями в разгар вегетационного периода переходит в средний карбонат.

Весь избыток образовавшегося в море среднего карбоната идет на построение раковин моллюсков и, в конечном счете, переходит в донные отложения в количестве $920 \cdot 10^3 + 250 \cdot 10^3 = 1170$ тыс. т среднего карбонатного радикала, или 1950 тыс. т карбоната кальция в год. Однако только часть этого количества карбоната кальция переходит непосредственно в донные отложения, остальная идет на построение раковин моллюсков. По данным Т. И. Горшковой, грунты Азовского моря содержат в среднем до 8% карбоната кальция. При среднем удельном весе их, равном 2,4, в слое донных отложений в 0,1 мм толщиной на площади всего моря содержится до $2,4 \cdot 8 \cdot 38 \sim 730$ тыс. т сухого карбоната кальция. Около $\frac{1}{3}$ избытка карбонатов в водной толще моря переходит в виде химического осадка непосредственно в донные отложения. Остальное количество попадает на дно в виде створок моллюсков и поэтому не улавливается анализом средней пробы грунта. Произведенное нами в отдельных пробах воды из Таганрогского залива определение степени насыщенности ее средним карбонатом дало всего 1—2% пересыщения. Пробы в течение 11 дней подвергались

энергичному встряхиванию с твердым карбонатом кальция. Увеличение щелочности достигало $+0,067$ и $+0,037$ мг-экв. Это показывает, что при общем содержании в море около 62000 тыс. т среднего карбоната осаждение его химическим путем происходит в размерах, близких к вычисленной величине.

В результате указанных вычислений, по данным анализов получаем следующую максимальную предельную величину ежегодных донных отложений в Азовском море (в тыс. т): речная муть, минеральная часть 7760; речная муть, органическая часть 240; органическая взвесь, образующаяся в море (относительно стойкая часть ее), 2250; карбонаты химически осажденные 1090; всего 11340 тыс. т.

При общей площади дна моря в 38000 км² это составляет слой донных отложений в 0,24 мг/мм² (0,12 мм) сухого вещества, что при средней влажности грунта в 60% составит слой в 0,6 мм в год карбонатов. Таков порядок средней максимальной величины годовичного отложения в грунт Азовского моря взвешенных частиц из водной толщи.

Величина донных отложений за счет эоловой аккумуляции нами не учтена за отсутствием соответствующих количественных данных по Азовскому морю. Имеющиеся литературные материалы для заливов Северного Каспия (2) и для Аральского моря (5) весьма противоречивы. Для заливов Северного Каспия вычисленный процент эоловых наносов в донных отложениях в 7—8 раз больше, чем для Аральского моря, несмотря на сходство суши, окружающей эти водоемы. Доля эоловых наносов в суммарном осадкообразовании в указанных случаях колеблется от 6,5 до 50%. В то же время весьма интенсивный процесс выноса солей с поверхности моря в виде аэрозолей уменьшает возможность хемосадки в этом водоеме.

Отсутствуют сколько-нибудь надежные количественные данные для выяснения доли участия продуктов разрушения берегов в осадкообразовании в Азовском море. Для Аральского моря эта величина оценивается в 4% от общего количества донных отложений (5). В Азовском море, кроме того, весьма интенсивен обратный процесс: образование отмелей и намыв прибрежных кос. Аккумулятивный процесс снижает для всего моря результирующий осадкообразующий эффект абразии. Однако перечисленные явления в конечном счете увеличивают интенсивность осадкообразования и в Азовском море, но, вероятно, не более, чем на 50%. В этом случае вычисленная нами средняя величина годовичного осадкообразования будет равна 0,9 мм.

По данным, приводимым С. В. Бруевичем (2), величины осадкообразования равны: для Черного моря 0,27—0,93 мм в год; для Среднего Каспия 0,28—1,69 мм в год; для заливов Северного Каспия в среднем 1,13 мм в год. Средняя величина годовичного осадкообразования в Азовском море, приводимая нами, лежит в пределах указанных выше величин.

Всесоюзный научно-исследовательский институт
морского рыбного хозяйства и океанографии

Поступило
14 V 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. В. Бруевич, Элементы химического баланса Каспийского моря, 1941.
² С. В. Бруевич, Изв. АН СССР, сер. геол., 13, № 1 (1949). ³ В. Я. Еременко, Гидрохимические материалы, 15 (1948). ⁴ М. В. Кленова, Геология моря, 1948.
⁵ Г. В. Лопатин, Тр. лаборатории озеравед., 1 (1950). ⁶ Б. А. Скопинцев, ДАН, 58, № 8 (1947). ⁷ П. И. Усачев, Усп. совр. биол., 23, в. 2 (1947).