

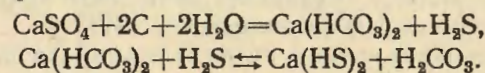
РЕЖИМ НА АЛКАЛНОСТТА НА ЧЕРНОМОРСКИТЕ ВОДИ
И НЕГОВОТО АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕНИЕ
ВЪВ ВАРНЕНСКИЯ ЗАЛИВ

А. В. Рождественски

Под алкалност или алкален резерв на природните води се разбира излишъкът на силни основи над силни киселини, т. е. еквивалент на анионите на солите на слаби киселини, хидролизирани се с алкална реакция. Практически това са бикарбонати и карбонати (борати, силикати и фосфати са в много малки количества), а в дълбочинните черноморски води към тях се прибавят и хидросулфиди.

Черноморските води имат изключително голяма алкалност, превъзхождаща алкалността на океанските води и водите на други морета. Ако в океана при средна соленост $35,5\text{‰}$, т. е. повече от два пъти, отколкото в повърхностните черноморски води, алкалността е около $2,4 \text{ mg eqv/l}$, а в Средиземно море при соленост 38‰ алкалността се движи около $2,8 \text{ mg eqv/l}$, то в повърхностните черноморски води със средна соленост 17‰ алкалността е $3,34 \text{ mg eqv/l}$. В Азовско море въпреки по голямото разреждане с речна вода (средна соленост 11‰) алкалността е по-малка от черноморската, а именно около $2,9 \text{ mg eqv/l}$. Още по-голяма алкалност се наблюдава в дълбочинните черноморски води, където тя надхвърля 4 mg eqv/l .

Причината за голямата алкалност на дълбочинните черноморски сероводородни води бе установена още от първите руски изследователи (Лебединцев, Колотов, Данилченко и Чичигин и др.). При бактериалната редукция на сулфатите се образуват сероводород, хидросулфиди бикарбонати:



По отношение на извънредно голямата алкалност на повърхностните черноморски води се приемаше, че тя се дължи на речния отток, без обаче да има данни за състава на дунавската вода, постъпваща в морето. Във връзка с това З. Караогланов и М. Хаджиев (1926) правят изводи въз основа на данните на р. Рейн при Базел, а М. А. Добружанская даже допуска остатъчното влияние на силно опреснения от речните води предшественик на Черно море — Евксинския басейн (Водяницки, 1948).

За да изясним този въпрос, през 1950 г. започнахме химически изследвания на водите на Долния Дунав с оглед внасяните в Черно море вещества. Публикацията ни през 1954 г. даде първи сведения за химизма на Долния Дунав. Резултатите показаха, че понякога (главно през есенно-зимния период) дунавските води наистина имат алкалност, по-голяма от повърхностните черноморски води, обаче през по-голямата част от годината тя е по-малка. Това се отразява върху годишния резултат, който се движи около 3 mg eqv/l . Като се има пред вид, че Дунав дава повече от 70% от речния отток в Черно море (сега след изземване на големи количества днепърска вода този процент е още по-голям), ясно е, че смесването на средоземноморската и речната вода не би могло да доведе до алкалността, констатирана в повърхностните черноморски води. Толкова повече, че другите големи черноморски притоци, като Днепър, Рион, Кодор и пр., в годишен резултат също имат алкалност, по-малка от черноморската, и само някои малки реки я превишават.

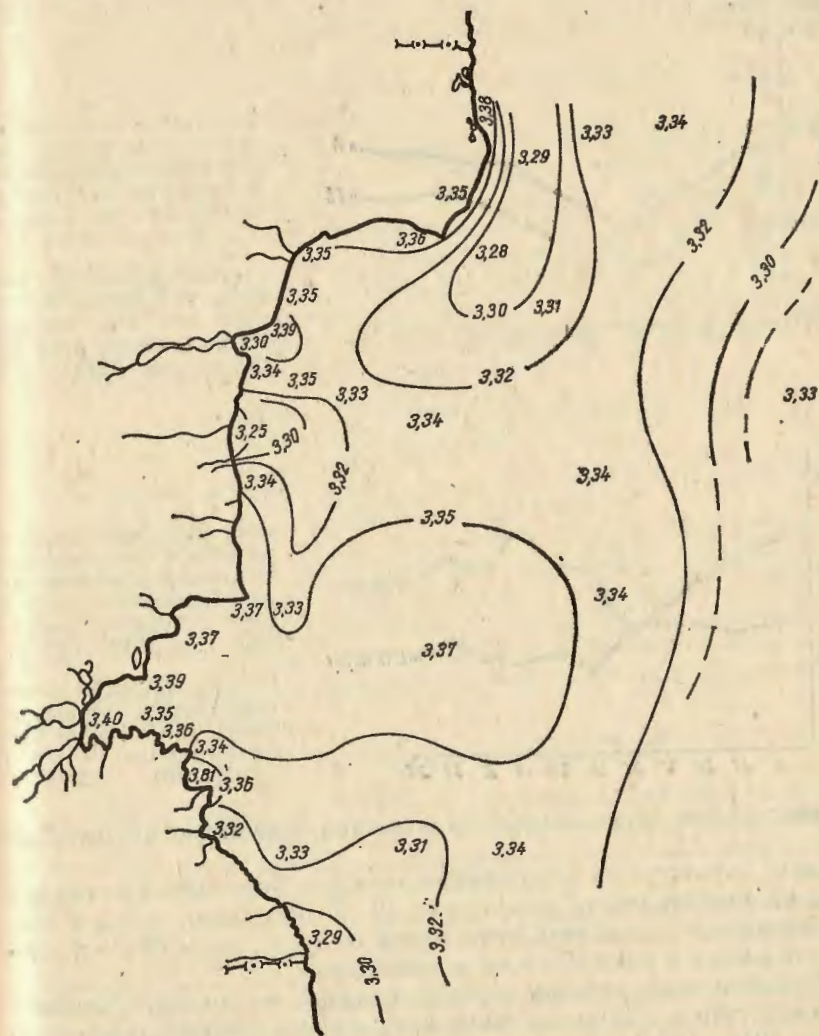
По-подробни изследвания ни позволиха да направим извод, че формирането на голямата алкалност на повърхностните черноморски води може да се обясни със значителна количествена точност, както към речния отток се включат още два съществени фактора — изпарението и вертикалният водообмен с дълбочинните сероводородни води при непълна обратимост на процесите на окислението на тези води. При това не всичкият сероводород се окислява до изходното количество сулфати, а има частична загуба в дънните тини като труднорастворими сулфиди на някои тежки метали, а също така като колоидална сяра и серни съединения в някои микроорганизми. В резултат на това постъпващата в горните кислородни слоеве дълбочинна вода има известен излишък на бикарбонати.

В крайбрежните части на морето, отдалечени от големите реки, често се отбелязва увеличение на алкалността под влияние на местния брегови отток (малки реки, езера и извори с голяма бикарбонатна минерализация на водата). По българското крайбрежие само р. Камчия и р. Велека (които същевременно са най-големи) имат средна годишна алкалност, малко по-малка от тази на повърхностните черноморски води, а останалите реки имат алкалност от около 7 до около 4 mg eqv/l (Рождественски, 1971).

Вътрешногодишният режим на алкалността на повърхностните крайбрежни черноморски води показва обикновено минимум през май. Тогава е и минимумът на хлорността (респ. солеността). Това е във връзка най-вече с максимума на дунавския отток — разреждането на повърхностните морски води е най-голямо, а и минерализацията на дунавските води (главно съдържанието на бикарбонатите) е около минималните стойности. Отношението на алкалността към хлорността (т. нар. хлорен коефициент на алкалността — $A \cdot 1000/Cl$) в повърхностните черноморски води обаче тогава е максимално,

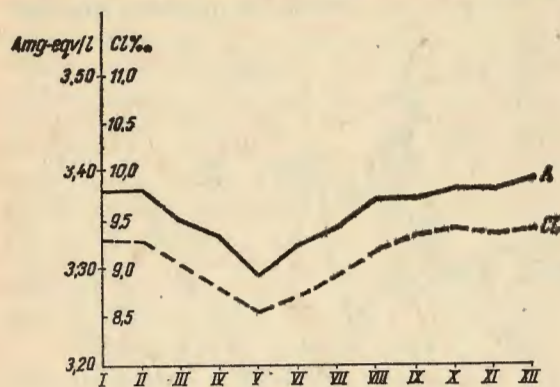
тъй като намалението на хлорността е по-значително от намалението на алкалността.

По протежение на българското крайбрежие има съществени локални различия на средната годишна алкалност на повърхностните черноморски води (фиг. 1). Режимът на сезонните промени показва



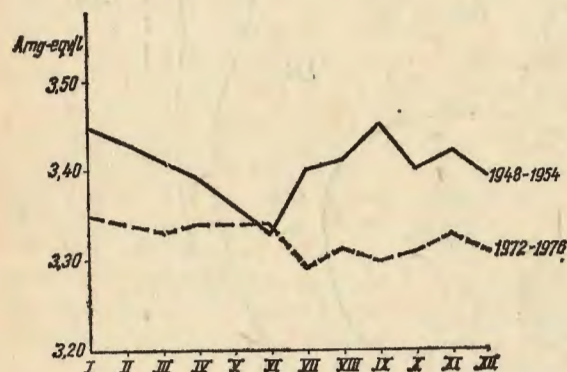
Фиг. 1. Средно разпределение на алкалността на повърхностните води в българския сектор на Черно море
Fig. 1. Alkalescence mean distribution of surface flow along the Bulgarian Black Sea coast

в повечето случаи минимума през пролетта и максимуми през зимата. В отделни случаи алкалността значително намалява във връзка с валежите и извънредно големите цъфтежи на фитопланктон, а чувствително се увеличава с влиянието на някои лиманни и речни



Фиг. 2. Режим на алкалността и хлорността на повърхностните води на Варненския залив (средни данни за периода 1948—1976 г.)

Fig. 2 Alkalinescence and chlorine regime of surface water in the bay of Varna (average data for the period 1948—1976)



Фиг. 3. Среден ход на промените на алкалността в повърхностните води на Варненския залив през периодите 1948—1954 г. и 1972—1976 г.

Fig. 3 Alkalinescence average changes of surface waters in the bay of Varna during the periods of 1948/1954, 1972/1976

води след силни летни изпарения и есенно промиване на засолени почви.

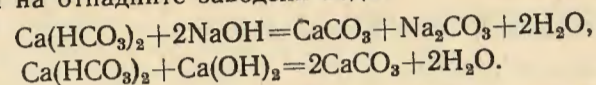
Доста характерна е режимната крива във Варненския залив въз основа на многогодишни данни (фиг. 2). В последните години обаче се забелязват съществени отклонения от този режим (фиг. 3). Общата тенденция е намаление на алкалността.

Сравнението на отделни периоди показва, че средната стойност на алкалността в повърхностните води на Варненския залив през периода 1948—1954 г. е 3,41 mg eqv/l, което е повече от средната стойност за повърхностните черноморски води. Абсолютните максимуми през някои години от този период надхвърлят в залива 3,80 mg eqv/l. Това лесно се обяснява с тогавашните качества на бреговия

отток главно от Варненското езеро, в което чрез Белославското езеро постъпват водите на р. Девня с алкалност през посочения период от 7,15 до 6,59 mg eqv/l.

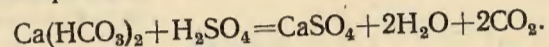
През периода 1955—1963 г. средната годишна алкалност на повърхностната вода в залива намалява до 3,37 mg eqv/l, през 1964—1971 г. тя е вече 3,33 mg eqv/l, а през 1972—1976 г. стига до 3,32 mg eqv/l, т. е. става по-малка от средната стойност на повърхностните води на Черно море.

Съпоставянето на промените на алкалността във Варненското и Белославското езеро дава основание да се смята, че основната причина за това намаление е в качествата на отпадните води на химическите заводи в Девня. Преди 1955 г. средната алкалност на водата в Белославското езеро е 5,70 mg eqv/l под влияние главно на водите на карстовите девненски извори — основен компонент в подхранването на р. Девня и езерото. След 1955 г., когато започват работата содовите цехове, изпускащи отпадните си води в р. Девня, алкалността на езерната вода спада средно до 3,22 mg eqv/l, т. е. става по-малка от морската, поради утаяване на карбонати от силните основи на отпадните заводски води:



Понеже в отпадните води се съдържа предимно калциева основа (гасена вар), то преобладава вторият процес.

С увеличаването на производството през периода 1964—1966 г. алкалността спада още повече, стигайки среден резултат 2,59 mg eqv/l. През последните години спадането продължава, защото след намаляването на бикарбонатното съдържание по посочените горе реакции настъпва още едно намаление от киселите води на цеховете за производство на сярна киселина и на торовете, постъпващи направо в езерото:



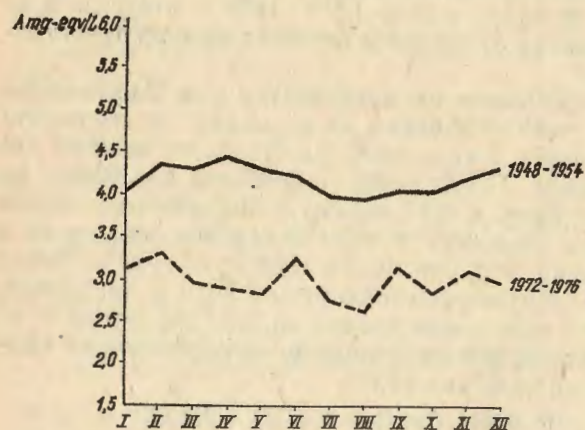
През периода 1972—1976 г. средната алкалност на белославската вода е 2,34 mg eqv/l, като в някои месеци тя се движи около 1 mg eqv/l, а локално (в района на заустването на киселите води) в редица случаи алкалността е 0.

Доста показателни са средните вътрешногодишни криви на промените на алкалността за началния период на наблюденията ни и за периода 1972—1976 г. (фиг. 4).

Във връзка с този индустриален отток водите на Белославското езеро оказват значително влияние върху водите на Варненското езеро, алкалността на които в повърхностните слоеве от първоначалната стойност 4,18 mg eqv/l през последните години спадна средно до 2,98 mg eqv/l. Вливайки се във Варненския залив, водите на

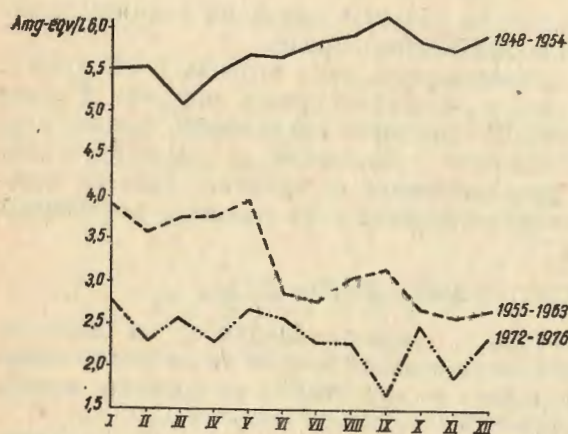
Варненското езеро сега не увеличават, а намаляват алкалността на водите му.

Има и други антропогенни фактори, които, макар и в по-слаба степен, благоприятствуват намалението на алкалността във Вар-



Фиг. 4. Среден ход на промените на алкалността на повърхностните води на Варненското езеро през различни периоди

Fig. 4 Alkalinity average changes of surface waters in the lake of Varna during certain periods



Фиг. 5. Среден ход на промените на алкалността в Белославското езеро през различни периоди

Fig. 5 Alkalinity average changes in the lake of Beloslav during certain periods

ненския залив. Това са: преместването на заустването на градския канал от залива във Варненското езеро, големите цъфтежи на фитопланктон като процес на самопречистване на замърсените крайбрежни води, включването на редица малки зауствания в общия канал, намаляването на алкалността на градските водопроводни води от постъпването на камчийска вода, вливането в залива на слабо-минерализираните води от дълбоки сондажи и пр.

ЛИТЕРАТУРА

- Бруевич, С. В., 1953. Химия и биологическая продуктивность Черного моря, Труды Инст. океанологии, VII, 12—56.
- Данильченко, П. Т., Н. И. Чигирин, 1926. К вопросу о происхождении сероводорода в Черном море, Труды особ. зоол. лабор. и Севастоп. биол. ст., серия II, № 10, 141—191.
- Водяницкий, В. А., 1948. Основной водообмен и история формирования солёности Черного моря, Труды Севастоп. биол. ст., VI, 386—432.
- Караогланов, З., М. Д. Хаджиев, 1926. Химически изследвания върху състава на черноморската вода и някои от езерата ни покрай Черно море, Год. Соф. у-т, XXII, кн. 2, 133—220.
- Рождественски, А. В., 1953. Ролята на Дунав за формирането на черноморската солёност, Трудове на Морската биол. ст. Варна, 18, 1—20.
- Рождественски, А. В., 1960. Режим щелочности поверхностной черноморской воды и его зависимость от режима щелочности Дуная и некоторых других факторов. Доклады БАН, 13, № 2, 179—182.
- Рождественски, А. В., 1964. Сравнителни данни за йонния състав на водата и някои други хидрохимически показатели в Черно, Мраморно и Средиземно море. Известия на Инст. по рибовъдство и риболов, Варна, IV, 105—124.
- Рождественски, А. В., 1966. Химия на откритите черноморски води пред българския бряг. Известия на Инст. за рибно стоп. и океанография, Варна, VII, 5—28.
- Рождественски, А. В., 1971. Езерните и речните води на българското черноморие, Рибно стопанство, XVIII, 1; 1—4.
- Рождественски, А. В., 1972. Компоненти щелочного резерва вод Черного моря, Доклады БАН, 25, № 6, 783—786.
- Рождественски, А. В., 1973. Върху произхода и компонентите на алкалния резерв в Черно море, Известия на Инст. по океанография и риб. стоп. Варна, XII, 5—16.
- Рождественски, А. В., 1977. Промени на химизма, замърсеността и хидрологията на Белославското езеро, Океанология, 2, 5—17.
- Rojdestvensky, A. V., 1968. Über den Chemismus der Unteren Donau, Archiv für Hydrobiologie, Suppl. XXIV, Stuttgart, 115—124.
- Rojdestvensky, A. V., 1969. Quelques indices hydrochimiques des eaux de l'océan et de la Méditerranée. Monaco, Rapports et procès verbaux, CIESM XIX, 4; 697—700.

REGIME OF ALKALESCENCE IN THE BLACK SEA WATERS
AND ITS ANTHROPOGENIC CHANGES IN THE BAY OF VARNA

A. Rozhdestvenski

(S u m m a r y)

Alkalescence of natural waters implies the dominance of strong bases over strong acids. In fact alkalescence is predetermined by biocarbonate and carbonate content in the water. In depth the Black Sea waters contain hydrosulphides as well. The salts of weak acids are in very small quantities.

The Black Sea waters have high alkalescence, obviously prevailing over that of the other seas and oceans. The average alkalescence of the Black Sea surface waters is above 3.3 mg eqv/l while in depth it is even more than 4 mg eqv/l. Three are the main reasons having caused this high alkalescence: river run-off, evaporation and vertical water mixture with the sulphuretted hydrogenic waters below under the circumstances of partly reversible processes of restoring the former content after oxidizing the sulphuretted hydrogen.

Alkalescence of the surface sea waters throughout a year has quite often min values in May and max at the end of autumn or during the first winter months, due considerably to the Danube flow.

In the Bay of Varna the alkalescence average value of surface waters is 3.41 mg eqv/l. Sometimes its absolute max is over 3.80 mg eqv/l, influenced by the lake current. Recently it has been dropping more and more as follows: 1955—1963 the average alkalescence value was 3.37 mg eqv/l, 1964—1971, 3.33 mg eqv/l 1972—1976, 3.32 mg eqv/l.

Some anthropogenic factors such as the algae flowering which is a source for polluted water self-purification and the running of waters with low alkalescence through the town's water supply system, diminish the sea water alkalescence in the Bay of Varna. In the lake of Beloslav its average value is 5,70 mg eqv/l which in the last few years went down.