

ИЗВЕСТИЯ

на Съюза на учените – Варна

Серия „Морски науки”
2018



UNION
OF SCIENTISTS
VARNA

ИЗВЕСТИЯ


НА СЪЮЗА НА УЧЕНИТЕ – ВАРНА 2018

СЪДЪРЖАНИЕ

	стр.
Димитър Трухчев, Радостин Найденов	
ВЕРТИКАЛНА СТРУКТУРА НА КЛИМАТИЧНИТЕ СЕЗОННИ ПОЛЕТА НА ТЕМПЕРАТУРАТА И СОЛЕНОСТТА НА МОРСКАТА ВОДА ПРЕД БЪЛГАРСКИЯ БРЯГ НА ЧЕРНО МОРЕ	3
Генчо Динев Георгиев	
ДОБИВ НА ПРИРОДЕН ГАЗ ОТ ЕСТЕСТВЕНИ ПЛИТКОВОДНИ ГАЗОИЗТОЧНИЦИ ПРЕД БРЕГА НА К.К. ЗЛАТНИ ПЯСЪЦИ	15
Генчо Динев Георгиев	
МЕТОД ЗА ПРЕДВАРИТЕЛНО ВРЯЗВАНЕ, НИВЕЛИРАНЕ НА ПЛАВАЩ КЕСОН ТИП ПНЕВМО-КОНСТРУКЦИЯ И НАПРЯГАНЕ НА ЗЕМНАТА ОСНОВА	19
Кристина Гърциянова	
ИЗТОЧНИЦИ НА ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ ПО БЪЛГАРСКОТО ЧЕРНОМОРСКО КРАЙБРЕЖИЕ	27
Антоанета Траянова	
МОРФОМЕТРИЧНИ, КОЛИЧЕСТВЕНИ И ПОПУЛАЦИОННИ ПАРАМЕТРИ НА CARANA VENOSA (VALENCIENNES, 1846) В АКВАТОРИЯТА ПРЕД МЕСТНОСТТА ПАША ДЕРЕ	33
Траян Траянов	
МАКРОСИНТЕТИЧНИ ОТПАДЪЦИ В ПОВЪРХНОСТНИТЕ ВОДИ НА ЧЕРНО МОРЕ И ЯВЛЕНИЕТО „PLASTIC CLOUD“	43

РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ проф.д.в.н. Боян Медникаров доц.д-р инж.Траян Траянов проф.д-р инж.Атанас Палазов доц.д-р Елица Петрова Павлова проф.д-р Даниела Клисарова	РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ НА БРОЯ проф.д.в.н. Боян Медникаров доц.д-р инж.Траян Траянов гл.ас.д-р Димитър Герджиков
--	---

Авторите носят солидарна отговорност за своите материали с редакционната колегия.

СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ – ВАРНА Гр. Варна 9026 Ул. Васил Друмев №73 Съюз на Учените – Варна тел: 052 / 55-22-77 www.su-varna.org	
--	---

**ВЕРТИКАЛНА СТРУКТУРА НА КЛИМАТИЧНИТЕ СЕЗОННИ ПОЛЕТА НА
ТЕМПЕРАТУРАТА И СОЛЕНОСТТА НА МОРСКАТА ВОДА ПРЕД БЪЛГАРСКИЯ
БРЯГ НА ЧЕРНО МОРЕ**

Димитър Трухчев, Радостин Найденов

**VERTICAL STRUCTURE OF SEASONAL CLIMATIC FIELDS OF THE SEA WATER
TEMPERATURE AND SALINITY IN FRONT OF THE BULGARIAN BLACK SEA COAST**

Dimitar Trukhchev, Radostin Naydenov

***Abstract:** Refined results from climatic seasonal averaging of data from multi-years in-situ measurements of fields of the water temperature T and salinity S are presented. The historical data set used consists of more than 21000 hydrological stations and is built on the base of information from SeaDataNet infrastructure. The vertical hydrological structure of the coastal, open shelf, continental slope, and deep-sea water in front of the Bulgarian coast stretching 32°E is described. As distinct from both the most complete of the present-day hydrological arrays prepared by V. Tuzhilkin and V. Belokopitov on a regular horizontally mesh for the entire Black sea basin, in this study the water area is divided into several regions according to their hydrodynamical and oceanographical characteristics. The layer's centers between next horizons: 0, 10, 20, 30, 50, 80, 120, 180, 250, 350, 500, 800, 1000, 1250, 1500, 2250 m are used describing the vertical peculiarities of T and S from the seasurface to the bottom. Principal features of the seasonal climatic variability of the thermohaline fields in the study water area are shown. The results obtained give possibility for assessments in wide range of fields relevant to external effects both from natural and anthropogenic character upon the marine environment.*

Keywords: temperature, salinity, climatic thermohaline structure, Western part of the Black Sea

1. Въведение

Черно море е полузатворен басейн с твърде ограничен водообмен със Световния океан, осъществяван през Босфора и Керченския пролив, и силно въздействие на реките от северозападната част. Оттук произтичат редица отличия от съседните морета в структурата на двете основни хидрологични полета – температурата T и солеността S , поради специфичната хидрология със силно развита вертикална стратификация Черно море е най-големият аноксичен басейн. Най-систематично и продължително хидрологични изследвания в рамките на целия басейн са провеждани в Русия, като по-активно постъпване на данни от корабни наблюдения започва от 50-те години на миналия век, а с това – и развитието на представите за T , S -структурата на водата на Черно море. Като резултат от натрупването на по-солиден масив от данни са и първите пространствени усреднявания на архивни наблюдения – появяват се месечните полета на повърхностната температура на водата, публикувани в хидрометеорологичния атлас [11], които са в добро съответствие със съвременните разбирания, а малко по-късно след анализа на около 10 000 станции – и монографията [12]. Излизането на атласа на Световния океан [14] дава нов тласък за обективен анализ на натрупаните данни и показва необходимостта от прилагането на експертни решения при възникващите при подобен процес проблеми. Съвременните климатични усреднявания датират от 80-те години на миналия век, всички те почиват на различни редакции на обединения масив от данните натрупани в Морския хидрофизичен институт в Севастопол и Катедрата по океанология към Географския факултет на Московския държавен университет „М. Ломоносов“, обикновено са с ограничен достъп и като правило са на по-едри пространствени мащаби. Разработени са основно от учени от Русия и Украйна; Турция и Румъния проявяват повече интерес към мезомасщабната изменчивост на хидрологичната структура на прилежащите им води, режимната информация за особеностите в близост до брега, за района на Босфора и делтата на Дунав е труднодостъпна. Представа за развитието през годините на изследванията на климатичните хидрологични полета, получени по данни от непосредствени измервания, дават работите [1 – 7, 13]. Обща тенденция е непрекъснатото увеличаване на броя на обработваните

данни и подобряване на пространственото разделение на представяните резултати. Чрез използването на различни техники: обективен анализ [3], сплайн-интерполация [4], хидродинамична адаптация [15], усреднените данни се пренасят върху равномерна мрежа, покриваща цялото море. На макро- и мезомащаби за целия басейн са показани основните белези на хоризонталната и вертикалната структура на T и S по целия воден стълб и на тяхната вътрешногодишна и междугодишна еволюция. Пространствените мащаби обаче все още са недостатъчни за по-детайлни оценки в западната част на морето, а в самите изходни масиви отсъстват надеждни резултати от измервания в крайбрежните и териториалните води от българския сектор на Черно море.

У нас режимните характеристики на посочените две физични полета за акваторията пред българския бряг досега не са били обобщавани независимо от наличието на няколко специализирани морски изследователски институции. Епизодични разработки касаят измененията на температурата и солеността на повърхностните води в непосредствена близост до брега за относително къс период от време (1975–1979 г.) [8] и особеностите на междугодишната изменчивост на крайбрежната температура при Шабла, Варна и Бургас между 2000 г. и 2015 г. [9]. А. Рождественски показва в своята монография [10] усреднени резултати за вертикалната структура на полето на солеността и основните особености на нейните пространствени, сезонни и междугодишни изменения – база за обобщението са дълговременните му измервания на солеността и хлорността по едни и същи зонални разреза в различни райони на западната част и в отделни заливни и езерни акватории. Това досега е единствения официален източник на режимни данни за S , специално подготвени за този регион. Сред причините за отсъствието на научен интерес към систематизирането и публикуването на данни за климатичната структура на T и S вероятно са ориентираността на океаноложките изследвания у нас основно към биотата и крайбрежните вълнови, литодинамични и инженерни приложения, както и че за дълъг период от време информацията от този род има специален ограничителен статут.

В условията на разколебаване на климатичната система на планетата и неустойчивото ѝ съвременно състояние оценките за отделните ѝ компоненти са особено актуални. Изготвянето на средни многогодишни разпределения е основата за по-нататъшни прогнози за тенденцията на техните изменения. Целта на настоящото изследване е да се съберат достъпните данни от директно измерване, да се анализират и се изготви средномногогодишна хидрологична характеристика на шелфовата и откритоморската дълбоководна част на Черно море пред българския бряг. Работата е продължение на проекта започнал преди няколко години в Института по океанология при БАН [16] и прекъснат поради незаинтересованост на институцията. По-долу са представени основни резултати от сезонното многогодишно усредняване на данните за T и S по подобрена и по-детайлна методика.

2. Същност на изследването

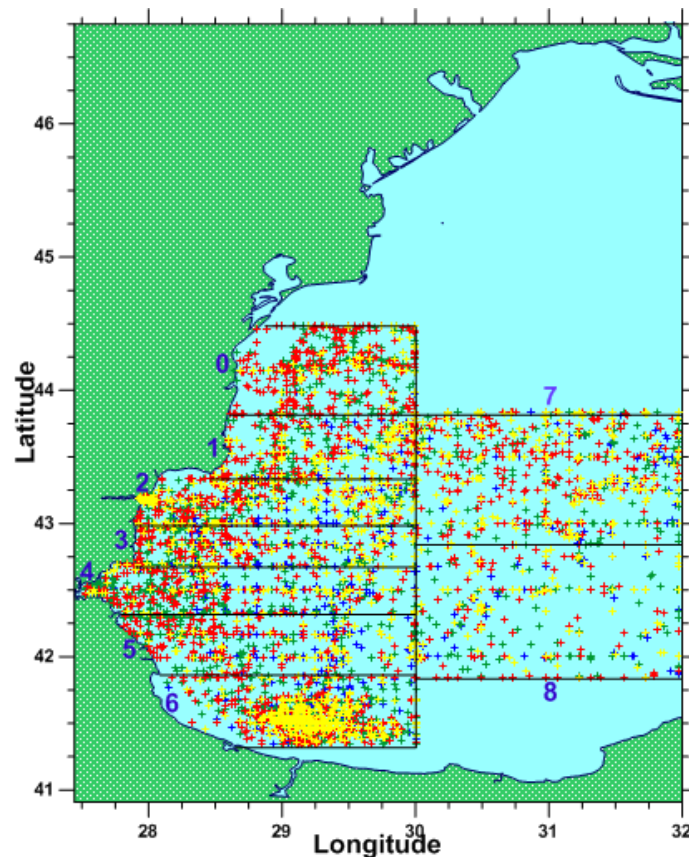
2.1. Район на изследване

Изучаваната акватория от западната част на Черно море пред българския бряг е разделена на 9 района (Фиг. 1) в зависимост от особеностите на техните хидродинамични характеристики. За онези райони, които граничат със сушата се предполага допълнително разделение по подрайони: *шелфов* (с дълбочини до 100 m), *континентален склон* (от 100 до 1000 m) и *дълбоководен* (абисален) – под 1000 m. От своя страна шелфовите акватории се разделят на *крайбрежни* (с дълбочини до 30 m) и *откритоморски* (с дълбочини между 30 и 100 m). Районите с номера от 1 до 5 включително са основни – те са разположени непосредствено пред българския бряг; тези с номера 0 и 6 обхващат акваториите на север и юг от граничните паралели на Р. България, а с номера 7 и 8 – дълбоководието на изток от основните райони, тези четири района дават представа за хидрологичния фон на останалите. Зоналните граници на отделните райони се определят от север на юг от паралелите, както

следва: 44°30' с.ш., 43°50' с.ш., 43°20' с.ш., 43°00', 42°42' с.ш., 42°20' с.ш., 41°53' с.ш. и 41°20' с.ш. На запад районите с номера от 0 до 6 граничат с бреговата ивица, а на изток – с меридиан 30°E; фоновите райони 7 и 8 се простират съответно между 30°E и 32°E, 43°50' с.ш., 42°51' с.ш. и 41°53' с.ш. (Фиг. 1).

Определянето на границите на различните райони не е произволно – освен геометрията на бреговата линия, орографията и топографията на морското дъно, взети са предвид основни особености на динамиката на морските течения, както и на количеството на наличната входна хидрологична информация. Определящ динамичен фактор е наличието на Основното черноморско течение (ОЧТ), което обхваща в единен циклонален кръг целия басейн, със силно изразена баротропна и бароклинна неустойчивост и процеси на генериране на вихри [13]. Районът източно от н. Калиакра се характеризира с най-интензивните движения в цялото море, породени от конвергенцията на двата потока – на ОЧТ и на стоковото течение, причинено от речния приток в северозападната част на басейна. Сред важните особености на динамиката пред българския бряг трябва да се посочи струята на ОЧТ, която следва изобатите в края на шелфа и над континенталния склон, както и двата района на зараждане и проявление на квазистационарни антициклонални вихри – съответно южно от н. Калиакра и източно от Бургаския залив.

За описване на вертикалните особености на T и S от повърхността до дъното на морето са избрани следните 16 хоризонта: 0, 10, 20, 30, 50, 80, 120, 180, 250, 350, 500, 800, 1000, 1250, 1500, 2250 м. В центъра на всеки един от получените слоеве (определен от средните координати и средния хоризонт на всички измервания) са изведени средносезонни хидрологични характеристики.



Фиг. 1. Разпределение на станциите по райони и сезони: зима (сини), пролет (зелени), лято (червени) и есен (жълти). С цифри са указани номерата на различните райони

2.1.1. Използвани данни

На настоящия начален етап от изследването основният източник на входна информация е европейската инфраструктура „Pan-European Infrastructure For Ocean & Marine Data Management“ (SeaDataNet), а поставената цел е данните да се усреднят по сезони. В последствие се предвижда полученият масив да бъде разширен и допълнен с данни от други източници, а усредняването да бъде по месеци. Показаните по-долу резултати са получени благодарение на информацията, предоставена чрез SeaDataNet от различни институти, които са изброени в края. Началният масив включва резултатите от експерименталните измервания на T и S от повече от 21 000 хидрологични станции. Данните покриват периода между 1882 и 2012 г. и са силно нерегулярни по пространството и времето: например до 1900 г. има общо 9 станции, 2 – от 1900 до 1910; 25 – от 1910 до 1920; 2 – от 1920 до 1930; 105 – от 1930 до 1940; между 1940 и 1950 г. данни отсъстват. Основният период на наблюдения е след 1980 г. За разпределението на всички измервания по райони и по сезони може да се съди по Фиг. 1.

2.3 Методика на изследването

За всяка от избраните девет области е проведен качествен контрол на данните, състоящ се от логически, визуални и експертни оценки. Предварителната обработка включва проверка за: а) местоположението на станцията; б) дълбочината на станцията; в) дълбочината на хоризонтите и дълбочината на станцията, при отсъстващи данни дълбочината се определя по карта; г) наличието на дублирани станции; д) наличието на дублирани хоризонти в рамките на една и съща станция; е) присъствието на нереални инверсии на плътността; ж) присъствието на груби грешки на измервателните прибори; з) наличието на съществени отличия от съществуващите оценки за целия басейн.

Същинската обработка преминава през следните основни етапи, при които се осъществяват различни процедури за обективен контрол и отхвърляне на ненужните и съмнителните значения, извършват се исканите усреднявания и се определят основни статистически, градиентни и океанографски характеристики:

- разпределяне на събраните данни по райони, подрайони и сезони – зимният сезон включва месеците януари – март, пролетния – април – юни и т.н.;
- в рамките на всяка една океанографска станция разделяне и усредняване на първичните данни за всеки от посочените в т. 2.1 хидрологични слоеве;
- усредняване на наличните данни за избраните слоеве по сезони за всеки един район и за отделните подрайони;
- определяне по райони и по сезони на 95-процентов доверителен интервал за всеки слой от повърхността на морето до дъното и отстраняване от общата извадка на данните, извън съответния доверителен интервал;
- извеждане на максималните и минималните за целия период на наблюдения измерени стойности за всеки слой, всеки сезон и всеки сезон;
- проверка за изпълнението на условието за устойчивост $\frac{\partial \rho}{\partial z} \geq 0$ и прилагане на филтрация на T и S с пълзящо средно в случаите, когато то не се изпълнява;
- построяване на сезонни климатични профили на T , S и плътността ρ на морската вода за всеки един район и подрайон, за всеки един от избраните слоеве от повърхността на морето до дъното. Изчисляване на средните координати по пространството (географска дължина, широчина и хоризонт) и времето (ден, месец и година) на всеки един от възлите със средни стойности на T и S , определяне на вертикалните градиенти на T и S .

На различните етапи от анализа на данните се построяват графики на вертикалните профили на T и S и се прилага визуален контрол върху обработваната информация. Данните от денонощни станции предварително се осредняват за точката на съответните наблюдения. По същия начин се постъпва, ако в рамките на един и същи месец на една и съща година има по няколко измервания в една и съща точка. В резултат на приложените процедури за контрол от първоначалния набор отпадат около 20 % от данните.

Отделно са проанализирани специфичните слоеве и образувания за Черно море: горен квазиеднороден слой, термоклин, студен междинен слой, постоянен халоклин и пикноклин. Получените характеристики се представят в графичен и табличен вид.

3. Океанографски резултати

Главната цел на настоящата работа е да бъдат изведени основните черти на вертикалната структура на хидрологичните полета пред българския бряг (Фиг. 2). Сезонната еволюция на термохалинните полета е по-подробно развита и графично илюстрирана на примера на централната част от изследваната акватория и по-конкретно за районите Седми (Фиг. 3) и Втори (Фиг. 4). Отличията в пространствените разпределения ще бъдат обект на отделно обобщение.

3.1. Водни маси

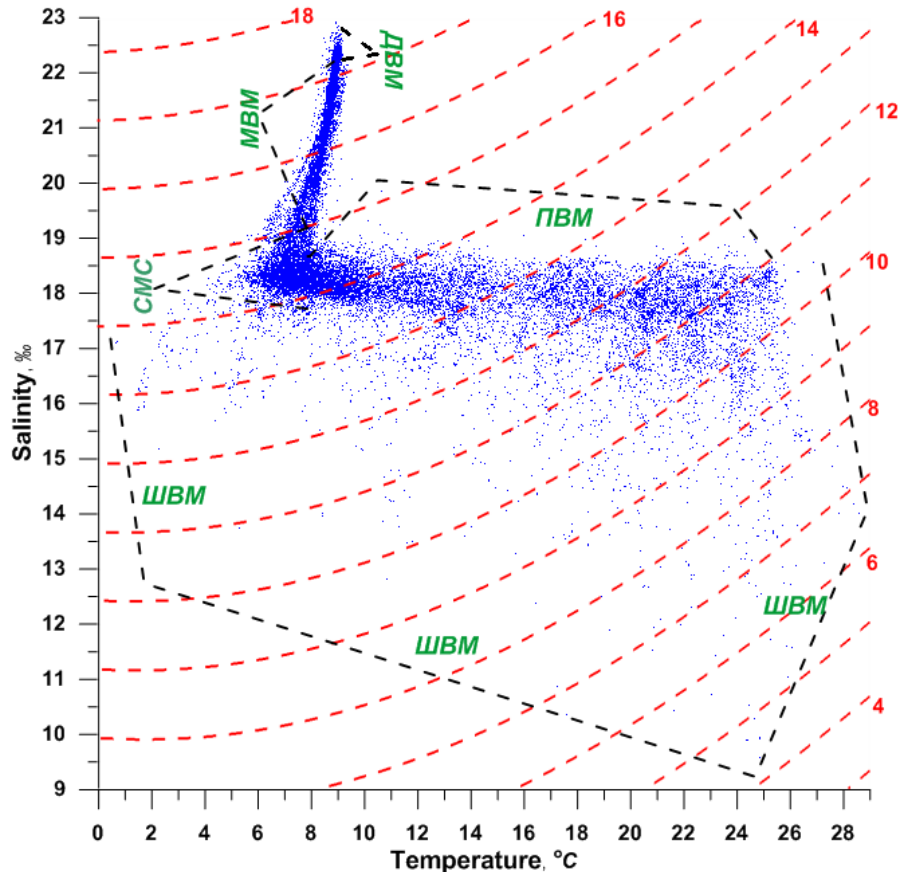
На Фиг. 2 са нанесени всички резултати от измерванията в деветте изучавани райони след пресяване и отстраняване на данните, които не отговарят на критериите за качествения контрол; с червен пунктир са показани изопикничните линии на условната плътност на водата σ_t . На построената T , S -диаграма присъстват основните характерни за Черно море водни маси, с изключение на мраморноморската и азовската поради отдалечеността на двата пролива. На графиката с черен пунктир условно са маркирани интервалите на *шелфовата (крайбрежна) водна маса* (ШВМ), *повърхностната* (ПВМ) водна маса, *студения междинен слой* (СМС), *междинната* (МВМ) и *дълбочинната* (ДВМ) водни маси.

Измерванията в ШВМ имат най-голяма амплитуда на годишните изменения, което е естествено поради по-голямата динамика на процесите в плитководието и по-бързата реакция на атмосферните въздействия. На графиката измерванията от ШВМ в долната част на облака от точки очевидно попадат под въздействието на речния приток от р. Дунав. В зоната на ПВМ солеността нараства до около 19 ‰, а температурата е по-голяма от 8 °C. СМС – слой на минималните подповърхностни температури, е следствие от зимната конвекция в района на шелфа, северозападния склон и в центровете на циклоналните вихрови образувания в централните области на басейна, както и на адвекцията от районите на генезис. Както стандартно се приема, границите на СМС са ограничени от изотерма 8 °C. В МВМ T нараства постепенно до 8.9 – 9 °C, а S се повишава до ~22.2 – 22.3 ‰; на дълбочина ~2000 m ПВМ се характеризира със средна температура в различните райони 9.08 – 9.09 °C и соленост 22.31 – 22.34 ‰.

3.2. Вертикална структура

Описаните по-горе водни маси дават обща представа за вертикалната термохалинна структура на морската вода. Други допълнителни подробности са видни на Фиг. 3, на която е представена средногодишната еволюция на температурата и солеността в горния 275-метров воден стълб на дълбоководието от Район 7. Както следва от графиките, това е слой, в който протичат основните сезонни промени на двете характеристики.

На профилите присъстват основните хидрологични образувания, характерни за басейна на Черно море. За температурата в горния активен слой на морето, който има дебелина около 130 – 140 m, това са:



Фиг. 2. Климатична T, S-диаграма на водата в западната част на Черно море.

С червен пунктир са показани кривите на условната плътност σ_t .

Водни маси: ШВМ – шелфова, ПВМ – повърхностна, СМС – студен междинен слой, МВМ – междинна, ДВМ – дълбочинна

- *горен квазиеднороден слой*, който е с минимална височина няколко метра (по-малка от 10 m) през пролетта, докато през зимата благодарение на конвекцията и активното вертикално смесване хомогенизацията обхваща горните 55 m. Разликата между средната температура на този хоризонт и тази на морската повърхност е ~ 0.6 °C;
- *сезонен термоклин*, който се характеризира се с наличието на съществени вертикални отличия за средната температура (до 14–15 °C) между морската повърхност и долната граница на термоклина. През лятото в различните зони между брега и централната част на морето се разпростира на дълбочини около и под 30 m, в дълбоководието долната му граница се разполага на хоризонт 48 – 50 m. В сезонния термоклин през лятото се отбелязва максималния вертикален градиент на T – средно около -0.6 °C/m в горната част на слоя на дълбочина между 20 – 21 m, над склона и над абисала тези стойности достигат до -0.7 – -0.71 °C/m в слоя 21 – 32 m;
- *студен междинен слой* на дълбочини между 30 и 120 m, в който се намира абсолютният минимум на температурата за целия слой под повърхността на морето до дъното. Дълбочината на този екстремум се свързва с оста на самия слой, под която температурата започва да се повишава. Това нарастване всъщност дефинира втори, *постоянен* (по аналогия със Световния океан) *термоклин*, в който $grad T >$

0 и който няма сезонна изменчивост. Разполага се на дълбочина между 85 и 105 m, а средният градиент е $+0.1 - +0.15$ °C/m. На подобни дълбочини е очевидно, че директно влияние върху постоянния термоклин оказва преди всичко динамиката на морските течения и особено – характера на вертикалните движения. Степента на понижение на температурата заедно с дебелината на слоя характеризират интензивността на процесите в СМС и степента на неговото развитие, а наличието на високо-градиентните повърхности отгоре (сезонния термоклин) и отдолу (постоянния халоклин) дефинират относителна консервативност на неговите хидрофизични и хидрохимични характеристики. Постоянното присъствие в откритите води на СМС през климатичните сезони очевидно е една от основните хидрологични особености на Черно море;

- *дълбочинен слой*, разположен под СМС. В него T нараства плавно до самото дъно където достига средна стойност ~ 9.09 °C. Характерна особеност на вертикалното разпределение слоя е наличието на *квази изотермичен стационарен подслой*, разположен между хоризонти 500 и 800 m, в който T е около ~ 8.90 °C, а относителните ѝ изменения са до $0.02 - 0.03$ °C.

На повърхността на морето средносезонната соленост варира между 13.79 ‰ (в крайбрежния район на Район 0) до 18.27 ‰, а в дълбочина нараства до самото дъно. Вертикалната халинна структура включва (Фиг. 3):

- *повърхностен* или *сезонен* (по аналогия с температурата) *халоклин*, появяващ се в повърхностния слой и достигащ при максимално развитие на дълбочини до около 20 – 30 m. По-добре изразен е през пролетта и лятото, когато се засилва въздействието на речния приток – през лятото средният градиент на S надхвърля на $0.02 - 0.03$ ‰/m, на север в плитководието и на шелфа на Район 1 може да достигне и $0.06 - 0.07$ ‰/m. През есента градиентът на солеността отслабва;
- *постоянен халоклин (пикноклин)*, разположен под хоризонт 50 m и достигащ на дълбочина докъм 120 – 130 m, максимумът на средния градиент се наблюдава в по-горната част на слоя – на дълбочини до 70 – 80 m: през лятото например стойността му във водния стълб между 52 и 85 m достига $0.033 - 0.034$ ‰/m над абисала в Район 2 и в Район 7. Това е слой с високи вертикални градиенти на солеността и плътността, разположен в контактната зона между горната (черноморска) и дълбочинната (мраморноморска) водни маси. Градиентите на плътността способстват за блокиране на процесите на вертикално смесване между тези два типа водни маси и поддържат устойчивостта на слоевете с O_2 и H_2S ;
- *дълбочинен слой* от ~ 200 m до дъното с относително еднородни пространствени характеристики, в който сезонните изменения много бързо затихват, а кривите на S са с незначителни вариации. Под 1000 m S се променя значително по-слабо и средните значения варират около ~ 22.3 ‰.

В слоя на постоянния халоклин и под него, като резултат от общия циклонален характер на движенията в Черно море, през всички сезони и солеността, и температурата над склона са по-ниски от тези на същата дълбочина над абисала.

На този етап от изследването не е провеждан по-детайлен анализ за поведението на T и S в дълбоководието и по-специално за наличието на придънен граничен слой. Освен необходимостта да се определи потенциалната температура, подобно проучване трябва да почива само върху данните от STD-сондирания предвид по-голямата точност на самите измервания. Такова разделяне на данните до момента не е извършено, но трябва да се има предвид и съществуването на определена тенденция през последните години да намалява броят на експерименталните измервания на големи дълбочини, обхващащи целия воден стълб.

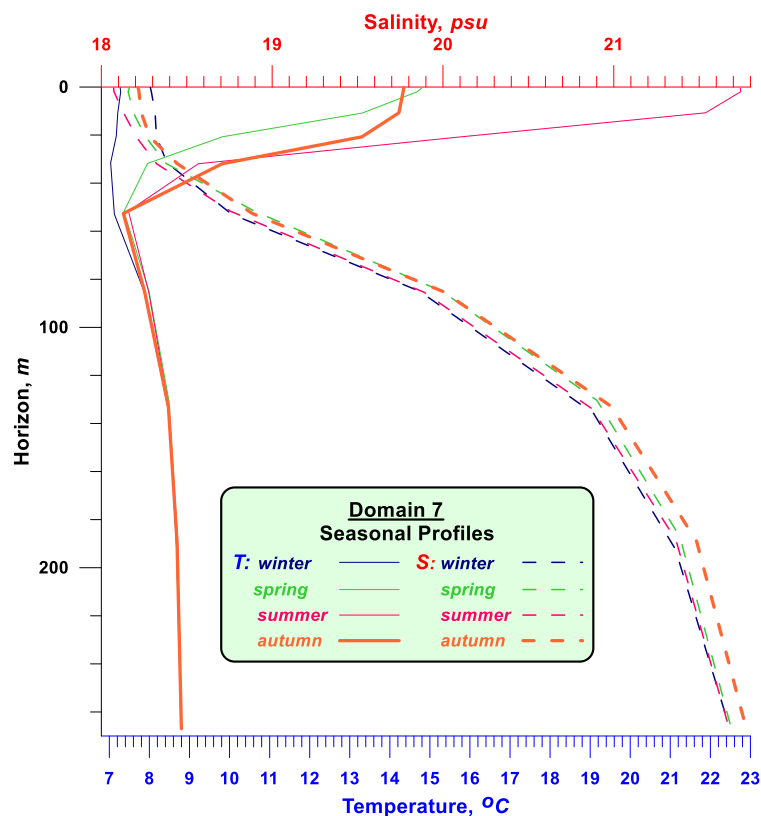
3.3. Сезонна изменчивост

Най-общите черти на сезонната изменчивост на хидрологичните полета е проследена с помощта на Хофмюлерови диаграми (фиг. 4). Еволюцията на температурата и солеността през климатичната година е показана на примера на акваторията над континенталния склон на Район 2.

През зимата интензивното конвективно смесване, предизвикано от отрицателния топлинен баланс между морето и атмосферата и подържано от активно ветрово въздействие, ввлича в дълбочина повърхностните води, (които, както е посочено по-горе, са с максимална за годишния цикъл соленост). В резултат горната граница на СМС е на самата морска повърхност, а слойт до около 60 m е хомогенен по отношение и на T ($6.9 - 7.0$ °C), и на S ($18.0 - 18.2$ ‰).

Не се забелязват белези от директно въздействие на речния вток от северозападната част на басейна – последният е активно включен в процесите на вертикален обмен на шелфа и не достига до склона и централните дълбоководни райони. Следователно студените и опреснени води се разпространяват до периферията на ОЧТ и адвекцията им е по посока успоредна на брега.

Измененията на T в дълбочина се запазват относително слаби и долната граница на СМС е на хоризонт 120 m. Горната граница на постоянния халоклин е разположена на 55 m, а височината на самия слой е около 75 m. В сравнение с пролетта изохалините са на по-голяма дълбочина поради интензивния характер на зимното ОЧТ и характерните за периферията му низходящи вертикални движения. По този признак може да се посочи, че започналото отслабване на скоростта на основния поток продължава и през лятото, а от есента настъпва обратния процес.

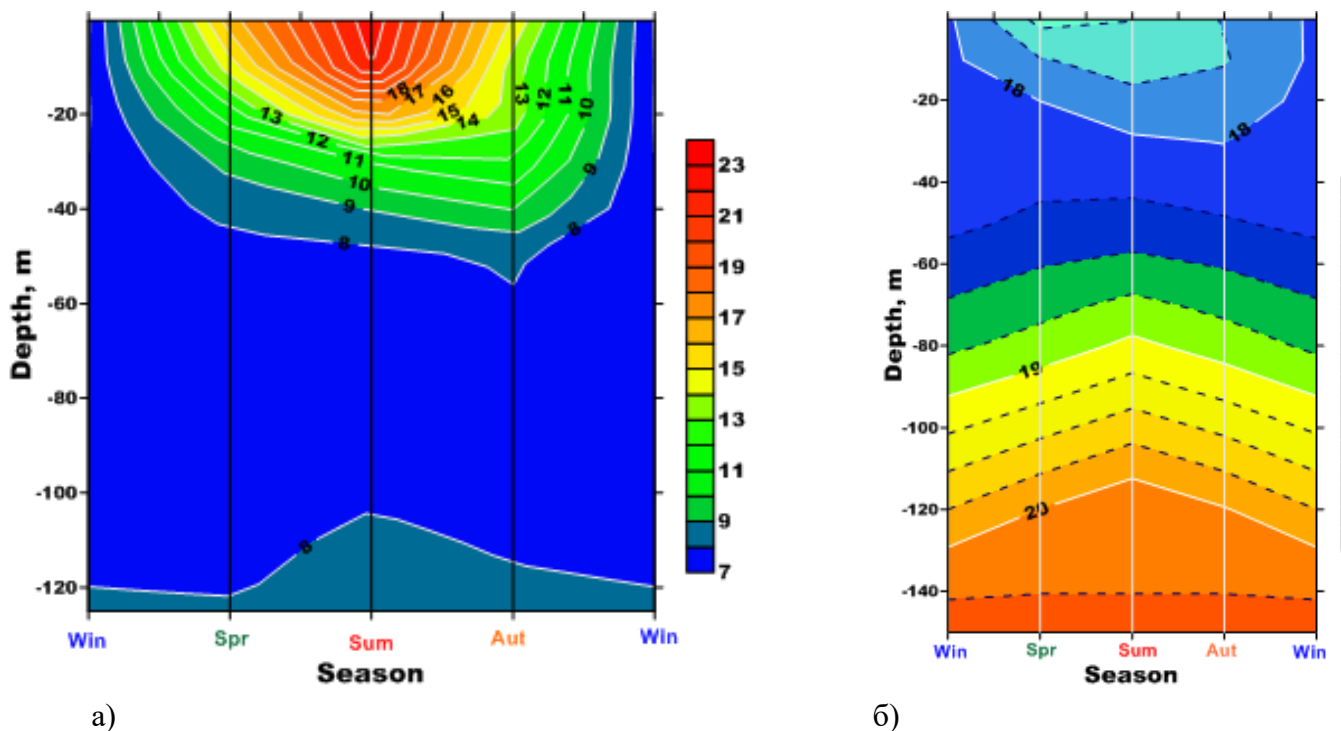


Фиг. 3. Еволюция на климатичните сезонни профили на T °C (плътни линии) и солеността S , ‰ (пунктир) в горния 275-метров слой на Район 7.

Сезони: зима (синьо), пролет (зелено), лято (червено), есен (кафяво)

През пролетта с усилване на затоплянето на повърхностния слой започва да се образува термоклинът. Този процес е придружен и от засилване на речения приток от северозападната част на морето – появява се сезонният халоклин и в резултат повърхностният 20-метров слой се заема от относително по-леки води. Обратно, на дълбочина под 50 m и до долната граница на пикноклина от вътрешността на морето постъпват по-солени води.

През лятото процесът на затопляне на горния слой продължава – долната граница на термоклина е под 30 m, нараства и височината на опреснения повърхностен слой. С относителното (спрямо пролетта) повдигане на изохалините към повърхността на морето се премества и горната граница на халоклина, а следователно – и долната граница на СМС, затова височината по последния е минимална за климатическата година.



Фиг. 4. Вътрешногодишен ход на температурата [°C] (а) и солеността [‰] (б) съответно в горния 125 и 150-метров слой над континенталния склон на Район 2

През есента се наблюдава процес на постепенно размиване на градиентите в областта на сезонния термоклин и на сезонния халоклин, хомогенността на горния слой нараства, а топлинната вълна прониква на максимална дълбочина (~55 m). В сезонния халоклин максимумът на вертикалния градиент на солеността достига до дълбочина около 30 m, максимумът на вертикалния градиент в постоянния халоклин се разполага на 50 m.

Обобщено за годишния еволюция на горния активен слой на морето са налице следните закономерности:

а) над пикноклина сезонният ход на T е в противофаза с този на S . Минималната и максималната температура естествено са съответно през зимата и лятото, а на солеността – през лятото и зимата;

б) в самия халоклин обаче сезонните изменения на температурата и солеността имат еднакъв характер;

в) фигура 4б нагледно демонстрира устойчивостта на слоя на пикноклина – сезонните изменения обхващат само положението на горната и долната му граница, докато градиентите му практически не се променят.

4. Заключение

Качественият анализ на получените по описаната методика климатични разпределения показва, че са възпроизведени всички характерни за басейна на Черно море компоненти на вертикалната термохалинна структура на морската вода. В разглежданите райони от западната част на Черно море са налице значителни вертикални градиенти на температурата и солеността, които са разположени в два важни в хидрологично отношения слоя – на сезонния термоклин и на постоянния халоклин. Като резултат от съществуването на халоклина е разделението на водния стълб по вертикала на две основни несиметрични структури – на относително тънкия повърхностен слой от опреснени води и на другия, дебел слой с повишена соленост. Следователно през цялата година солеността играе лидираща роля при формирането на характерната плътностна стратификация. Изключение прави топлият сезон, когато в слоя на дълбочина до 50 m от морската повърхност нараства ролята на температурата заради оформянето на сезонния термоклин. СМС се разполага непосредствено над постоянния халоклин и присъства постоянно и през четирите сезона, под него температурата плавно нараства до самото дъно. В хода на анализа са проявени и дефинирани три хидрологични слоя: сезонен халоклин, постоянен термоклин и квази изотермичен стационарен слой на солеността, които вероятно в явен вид се споменават за първи път в българската океанографска литература.

За всеки сезон поотделно са изведени количествени оценки за разпределенията в отделните слоеве и в отделните подобласти. За всички изследвани акватории е налице добре изразен сезонен ход. В повърхностния слой стойностите на средната S нарастват от плитководието към откритоморската част на морето; максималната соленост е през зимния сезон. В крайбрежната и шелфовата акватория на централните и северните райони през пролетта (когато средната соленост е минимална) и лятото (когато дебелината на горния опреснен слой е максимална) стойностите на S в повърхностния слой са по-ниски, отколкото в другите два сезона, поради влиянието на речния приток в северозападната част на басейна. Качествено и количествено профилите на S от есента и зимата в горния активен слой на морето са по-близки помежду си в сравнение с тези от другите два сезона.

Благодарност към следните институти и организации от системата на SeaDataNet, осигурили информационната база за представеното изследване: Ukrainian scientific center of Ecology of Sea, Southern Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (Ukraine), Royal Netherlands Meteorological Institute (Netherlands), P.P. Shirshov Institute of Oceanology, RAS (Russian Federation), National Institute of Meteorology and Hydrology, BAS (Bulgaria), National Institute for Marine Research and Development "GrigoreAntipa" (Romania), Marine Hydrophysical Institute (Russia), Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University (Turkey), Institute of Fishery Resources (Bulgaria), Institute of Biology of the Southern Seas (Russia), IFREMER/IDM/SISMER (France), Bulgarian National Oceanographic Data Centre, All-Russia Research Institute of Hydro-meteorological Information (Russia), World Data Centre and National Oceanographic Data Centre (Russian Federation), The Institute of Biodiversity and Ecosystem Research (Bulgaria).

Литература

1. Альтман Э.Н., (ред.), 1987. Статистические характеристики термохалинной структуры вод Черного моря. – Севастополь, СО ГОИН. 302 с.
2. Альтман Э.Н., Гертман И.Ф., Голубева З.А., 1987. Климатические поля солёности и температуры воды Черного моря. – Севастополь, СО ГОИН. 110 с.
3. Белокопытов В.Н., 2003. Сезонная изменчивость термохалинной и гидролого-акустической структуры вод Черного моря. – Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. МГИ НАН Украины, Севастополь, 8, 15–26.
4. Блатов А.С. Булгаков Н.П., Иванов В.А., Косарев А.Н., Тужилкин В.С., 1984. Изменчивость гидрофизических полей Черного моря. – Л., Гидрометеиздат. 240 с.
5. Иванов В.А., Белокопытов В.Н., 2011. Океанография Черного моря. – НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», Севастополь. 212 с.
6. Симонов А.И., Альтмана Э.Н. (ред.), 1991. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР, т. IV, Чёрное море, Вып. 1, Гидрометеорологические условия. – Гидрометеиздат, Л., 430 с.
7. Косарев А.Н., Тужилкин В.С., Даниялова З.Х., Архипкин В.С., 2004. Гидрология и экология Черного и Каспийского морей. В: География, общество, окружающая среда. Т. 6. Динамика и взаимодействие атмосферы и гидросферы. – М., Изд. дом “Городец”, 218-264.
8. Лизима-Ривас Б., 1981. Температура и солёност на повърхностната вода по българското черноморско крайбрежие през периода 1975 – 1979 г. – Хидрология и метеорология, 5, БАН, 45-51.
9. Рачев Н., Крайчев П., 1917. Изследване измененията на температурата на морската вода в повърхностния слой край западния бряг на Черно море за периода 2000 – 2015 г. – Annual of Sofia Utinhenity „St. Kl. Ohridski”, Faculty of Physics, vol. 110, 1-18.
10. Рождественски А. В., 1986. Хидрохимия на българския сектор на Черно море. – БАН, С., 189 с.
11. Самойленко В.С., (ред.), 1956. Климатический и гидрологический атлас Черного и Азовского морей. – Гидрометеиздат, М., 103 с.
12. Филиппов Д.М., 1968. Циркуляция и структура вод Черного моря. – Наука, М., 136 с.
13. Kostianoy A., A. Kosarev (eds.), 2008. The Black Sea Environment, Vol. 5/Q. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 457 pp.
14. Levitus S., 1982. Climatological atlas of the World Ocean. – NOAA Prof. Paper N 13, Washington D.C.: U.S. Gov. Print. Office, 173 p.
15. Trukhchev D., Demin Yu., 1992. The Black Sea general circulation and climatic temperature and salinity fields. – Woods Hole Oceanog. Inst. Rept., WHOI-92-34, CRC-92-02. 132 pp.
16. Trukhchev D., Tomova, Z., 2014. Principal features of the seasonal climatic variability of the thermohaline fields in the Western part of The Black Sea in front of the cape Galata. In: Proceedings of XII International Conference on Marine Sciences and Technologies Black Sea’2014. – Varna, Bulgaria, 233-236.

За контакти:

Димитър Иванов Трухчев, проф., д.физ.н.,
Институт по металознание, съоръжения и
технологии с център по хидро- и аеродинамика
„Акад. Ангел Балевски“; 0887871851
trukhchev@yahoo.co.uk

Радостин Валентинов Найденов,
Институт по металознание, съоръжения и
технологии с център по хидро- и аеродинамика
„Акад. Ангел Балевски“

**ДОБИВ НА ПРИРОДЕН ГАЗ ОТ ЕСТЕСТВЕНИ ПЛИТКОВОДНИ ГАЗОИЗТОЧНИЦИ
ПРЕД БРЕГА НА К.К. ЗЛАТНИ ПЯСЪЦИ**

Генчо Динев Георгиев

**NATURAL GAS EXTRACTION FROM SHALLOW WATER SOURCES OF GAS IN FRONT
OF THE BEACH OF GOLDEN SANDS RESORT COMPLEX**

Gencho Dinev Georgiev

Резюме: В бреговата зона и шелфа на Черно море са известни многобройни подводни извори на природен газ придружаван от сладка вода. Специални изследвания върху състава и произхода на природния газ са проведени върху газовите проявления “Зеленка” и “Зл. пясъци”. Подводните газови извори се разглеждат като нискодебитни източници за добив на природен газ и за изграждане на геодинамични полигони за ранно оповестяване на сеизмична активност.

Ключови думи: хидротехническо строителство, плаващ кесон, пневмо-конструкция газови източници, добив на газ

Abstract: There are numerous submarine springs of natural gas accompanied by fresh water in the Black Sea shelf. Special studies on the composition and origin of natural gas were carried out on the gas manifestations “Zelenka” and “Golden Sands”. Underwater gas springs are considered as low-yield sources for natural gas extraction and for the construction of geodynamic polygons for early notification of seismic activity.

Key words: Hydrotechnical Construction, Floating Caisson, Air Pressure Gas sources, Gas extraction

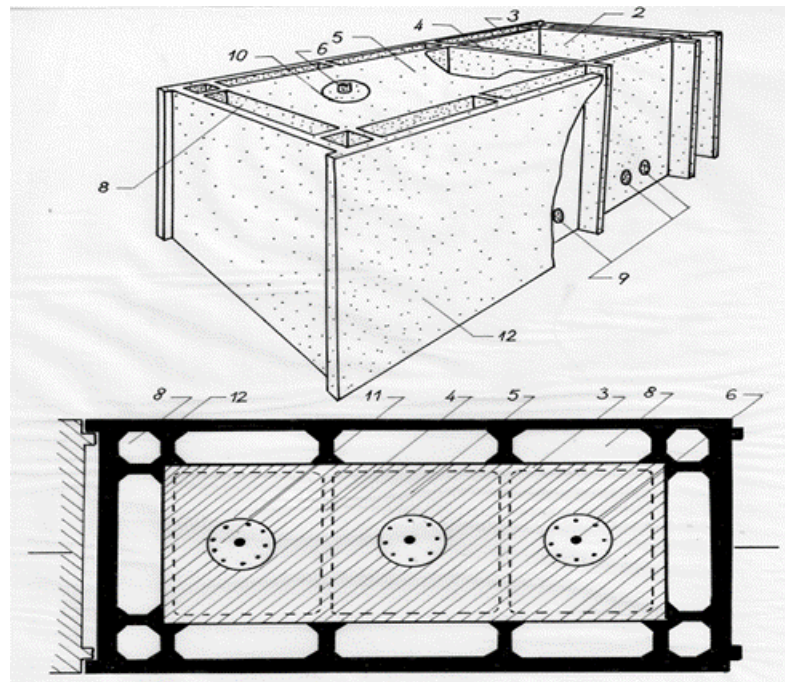
Районът на активно газоотделяне пред КК “Златни пясъци” е разположен на около 1000-1200 m източно от брега и представлява ивица с ширина 50-200 m проследена на 1300 m в север – североизточно направление. Общата площ на газоотделяне е около 1 km². Дебитите на газоизточниците варират в широки граници – от 1,5 до 15 литра/минута на 1 m² [1, 5].

Изследвания върху веществения състав на газа показват 92-96 % - метан, 0,1-0,17 % - етан, 0,1-0,39 % - CO₂, 3,93-5,16 % - азот и 0,32-1,66 % кислород. Метанът е газ без цвят и мирис, който е по-лек от въздуха. Излизайки на повърхността, излита в горните слоеве на атмосферата и участва в „парниковия ефект“. Линейният характер на газоотделяне, както и характерът на газа показват, че той идва по разломи и излиза вероятно от олигоценски седименти заедно с прясна вода в местата на газоотделяне, за което свидетелства понижената соленост в придънния слой.

Улавянето и отвеждането на природния газ до бреговата зона на к.к. Златни пясъци може да се реши със създадената в Институт по океанология – БАН, гр. Варна и патентована (единственият патент на института) плаваща кесонна конструкция от нов тип, приложима в хидротехническото строителство за изграждане на съоръжения, подложени на големи натоварвания във водна среда, практически на всякакъв вид земна основа в плитководни и дълбоководни акватории [2, 3, 4, 5].

Кесонът има призматична (Фиг. 1) или цилиндрична форма (Фиг. 2) и е без дъно [6, 7]. Разделен е от напречни и надлъжни вътрешни стени на странични и средни камери. Страничните камери са отворени отгоре и отдолу за увеличаване на инерционния момент на сечението от водното огледало и използването на присъединената маса вода при колебания по

време на плаване. Средните камери са затворени отгоре със стоманобетонна плоча или инвентарен стоманен или стоманобетонен капак



Фиг. 1. Призматичен кесон тип пневмо-конструкция

и обезпечават подезната плавателна сила. Снабдени са с изравнителни клапани, посредством които се създава и коригира газовото налягане в средните камери. Вътрешните стени са снабдени с отвори на разстояние от основата, съобразено с размерите на кесона и обема на средните камери, което не позволява намаляването на метациентричната височина под критичната по време на плаване и неговото принудително изплаване в работно състояние. Всичко това допринася предлаганата конструкция да бъде теоретически непотопяема при транспортиране, а практически да допуска крен и диферент до 45 градуса.

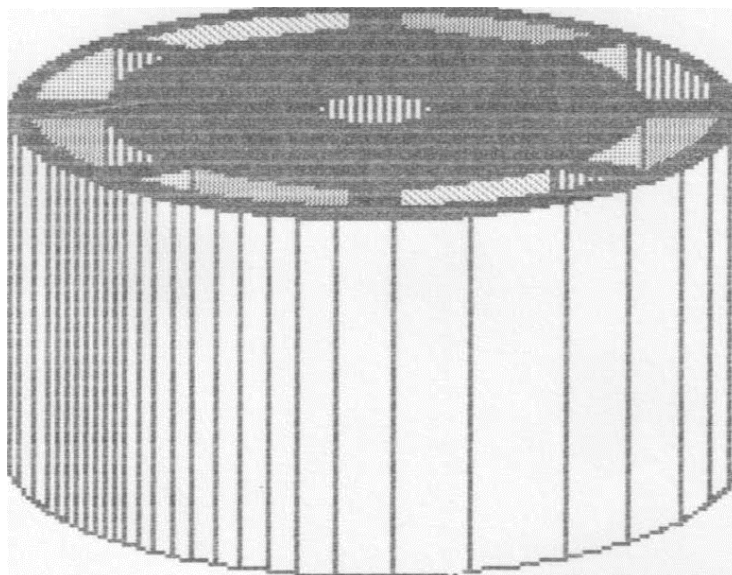
В района на "Аладжа банка" пред к.к. Златни пясъци учените са изчислили, че на квадратен метър има от 12 до 30 единични газови извора. Ако вземем среден брой изворчета на 1 кв. м равен на 20, ще получим 5 л/мин./кв. м. (Фиг. 3)

Сметките показват, че от съоръжение с площ 300 кв. м (един кесон), чийто среден дебит е 5 л/мин/кв. м. , се получават 3 000 л газ в мин., 180 000 л за час, или 4 320 000 литра газ за денонощие или 768 960 кг за денонощие. Умножено по цената на метан за кг. гориво се получават фантастични суми за приходите от находището само за едно каптажно съоръжение.

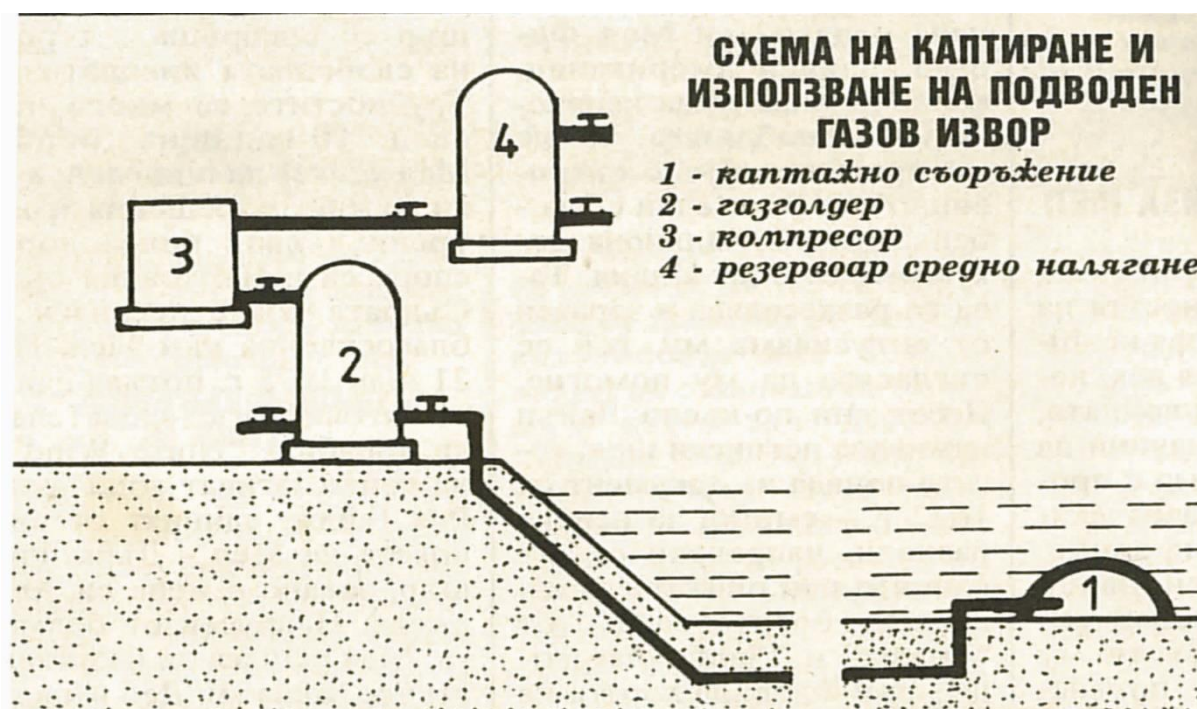
Приложението е широкоспектърно - метанът може да се използва за отопление на басейни в хотелите, за парно, за оранжерии и за зареждане на автомобили като екогориво.

Кесонът може да бъде изграден в края на дълбоководен канал 1, след което неговата основа от пясък се подмива и той се довежда до плаващо състояние. С помощта на буксир се придвижва до мястото на полагане, където с помощта на налягане и противоналягане в отделните камери се полага и нивелира на дъното. Предвидено е няколко каптажни кесона да се свържат в общ изходен тръбопровод.

Потопените кесони пред брега на к.к. Златни пясъци могат да се използват и като основа за изграждане на изкуствени острови.



Фиг. 2. Цилиндричен кесон тип пневмо-конструкция



Фиг. 3. Схема за добив на природен газ

Литература

1. Траянов, Т. Метод и устройство за измерване на дебити на естествени подводни газови извори. Морски Научен Форум. т.1, 2001, 319-324.
2. Trayanov, T. Method and construction for capturing and utilization of natural underwater gas springs. Comptes rendus de l'Academie Bulgare des Sciences. t.51, num. 12, 1998, 21-24.
3. Траянов, Т. Устройство за каптиране на подводни газови извори. Патент за изобретение BG 62499 B1.

4. Траянов, Т. Метод за монтиране на устройства за каптиране на подводни газови извори. Патент за изобретение BG 61880 B1.
5. Петко Димитров, Евгени Шнюков, Димитър Димитров, Перспективи за подводен добив на нетрадиционни енергийни ресурси на дъното на Черно море. X Jubilee National Conference with International Participation of The Open and Underwater Mining of Minerals 07 – 11 June 2009, Varna;
6. Георгиев Г.Д. Изобретение рег. N 70992, 08.07.1985 г./ Georgiev G.D. Invention Reg. No 70992, 08.07.1985.
7. Георгиев Г.Д. Изобретение рег. N 91624, 1990 г./ Georgiev G.D. Invention Reg. No 91624, 1990.

За контакти:**Генчо Динев Георгиев**

докторант на Институт по океанология - БАН,

гр. Варна- 9000, п. к. 152,

тел. 0889706920

e-mail: bgports@abv.bg

МЕТОД ЗА ПРЕДВАРИТЕЛНО ВРЯЗВАНЕ, НИВЕЛИРАНЕ НА ПЛАВАЩ КЕСОН ТИП ПНЕВМО-КОНСТРУКЦИЯ И НАПРЯГАНЕ НА ЗЕМНАТА ОСНОВА

Генчо Динев Георгиев

METHOD FOR PRELIMINARY CROSSING, NIVELING OF FLOWERING CAISSON TYPE PNEUMO-STRUCTURE AND PRESSURE OF THE EARTH BASIS

Gencho Dinev Georgiev

Резюме: Прогнозирането на величината на връзване на ножовете на контурни хидротехнически съоръжения от типа на потъващи кладенци не се решава еднозначно в хидротехническата наука, а нейното предварително фиксиране е невъзможно без допълнително, скъпо струваща обработка на дъното, което довежда до ограничено използване на по-съвременните и икономични конструкции като пилоти с голям диаметър, плаващ кесон без дъно и други гравитационни хидротехнически конструкции с контурно взаимодействие с дъното.

Същността на проблема е да се създаде метод за проектно връзване на основния контур на плаващ кесон от нов тип, нивелиране на съоръжение изградено от един или повече кесони, продължителна консолидация във времето на земната основа под основния контур на кесона, предварително налягане на земната основа под основния контур на кесона с натоварвания по-големи от експлоатационните при необходимост от последващо запълване с друг запълнител посредством издигане на воден стълб над средно водно ниво в работните камери на кесона след полагането му на дъното, задържане на издигнатия воден обем над средно водно ниво до проектна кота, преразпределяне теглото на издигнатия и задържан воден обем като гравитационен запълнител в експлоатационни условия.

Ключови думи: хидротехническо строителство, плаващ кесон, пневмо-конструкция

Abstract: The prediction of the cutting force of the knives of contouring hydraulic structures of the sinking type (caisson) is not solved unambiguously in hydrotechnical science, and its pre-fixation is impossible without additional, costly bottom processing, which leads to limited use of contemporary and economical conversions such as large-diameter pilots, floating bottomless moorings and other gravitational hydraulic constructions with contour interactions with the bottom.

The essence of the problem is to create a method of designing the basic contour of a new type of floating caisson, leveling a gear made up of one or more caissons, a continuous consolidation of the earth's foundation under the main caisson contour, pre-stressing of the ground foundation the main caisson contour with loads greater than operational in case of necessity of subsequent filling with another contractor by raising a water column above the average water level in the caissons working chambers after laying on the bottom, keeping the raised water volume above the average water level to the project elevation, redistributing the weight of the raised and retained water volume as a gravity fill in operating conditions.

Key words: Hydraulic Construction, Floating Caisson, Air Pressure

1. Предпоставки за решаването на проблема

Особеност при пилотите с голям диаметър и плаващите кесони от нов тип, работещи като гравитационни съоръжения е отсъствието на монолитно дъно. Това довежда до създаване по контура на основата, под ножа, на значителни напрежения, често превишаващи допустимите съпротивления на земната основа. Възникващите при това неравномерни слягания могат да бъдат лимитиращи при определяне на размерите на конструкцията и дебелините на носещите стени.

Осреднените слягания на пилотите с голям диаметър при натурни измервания са по-големи от сляганията изчислявани при предложение за работа на пилота като щампа на линейно-деформируема основа. Това се обяснява основно с наличието на местни деформации на основата под опорния контур на пилота. Тези деформации се предизвикват от неравномерни слягания на съоръженията и се определят от степента на връзване на основата на пилотите в земната основа. Частта на тези допълнителни слягания, характерни за тънкостенните конструкции без дъно съставлява около 30% от общите слягания [1, 2].

2. Решение на проблема

Предлаганият метод [3, 4] се състои в следното: с помощта на противоналягане /вакуум/ в избрани или всички работни затворени само отгоре и контактни със земната основа средни камери 1 (Фиг. 1.) на кесона след полагането му на шатно място се издига воден стълб 3 над средно водно ниво; след затваряне на изравнителните кранове 6 на работните камери 1 на кесона се задържат издигнатите водни обеми 3 до проектни или пределни котли; в експлоатационни условия на големи външни натоварвания теглото $V = \sum V_i$ на издигнатите и задържани (i на брой) водни обеми 3 като гравитационен запълнител се преразпределя в работните камери 1 на кесона за осигуряване на обща устойчивост на кесона и представлява свръх тегло, въздействащо на земната основа под опорния контур на съоръжението допълнително, освен теглото на самия кесон G_w с отчитане на частта му намираща се под вода или:

$$RI = V + G_w . \quad (3.1.)$$

С помощта на разпределения издигнат воден обем 3 над средно водно ниво, основният контур на кесона 4 се връзва до проектна или пределна величина в земната основа; с баланс и продължително във времето действие на издигнатия и задържан воден обем 3 се консолидира земната основа под основния контур на кесона 4; с вертикални натоварвания значително превишаващи експлоатационните се напруга предварително земната основа под основния контур 4 на кесона при необходимост от последващо запълване с друг запълнител. След постигане на желания ефект противоналягането 2 в средните работни камери 1 постепенно се изравнява, като издигнатия воден 3 обем се освобождава през компенсационните отвори 5 на кесона. Тази последователност може да се изпълнява многократно с различни натоварвания във всички или избрани работни камери 1 на кесона до постигане на пределно или необходимо връзване, нивелиране на кесона, консолидиране и предварително напругане на земната основа под основния му контур 4.

3. Теоретични основи на метода

Теоретичното обяснение на метода произлиза от разглеждането на основното уравнение на хидростатиката:

$$Z_1 + \frac{P_{1p}}{\gamma} = Z_2 + \frac{P_{2p}}{\gamma} = Z_a + \frac{P_a}{\gamma} = H = \text{const.}, \quad (4.1.)$$

където:

P_{1p} и P_{2p} - са пълните (абсолютни) налягания;

P_a - налягане върху повърхността на течността;

$$P_p = P_a + Z_a \cdot \gamma \quad (4.2.)$$

Разглеждаме сечения I-I и II-II, (Фиг. 2.). За тези сечения от у-ние 4.1 можем да запишем:

$$Z_a + \frac{P_a}{\gamma} = (Z_a + h) + \frac{P_o}{\gamma} \quad (4.3.)$$

Уравнение 4.3 е написано при условие, че течността в работните затворени камери се намира в покой. Развиваме уравнението:

$$Z_a \cdot \gamma + P_a = Z_a \cdot \gamma + h \cdot \gamma + P_o$$

$$P_o = P_a - h \cdot \gamma \quad (4.4.)$$

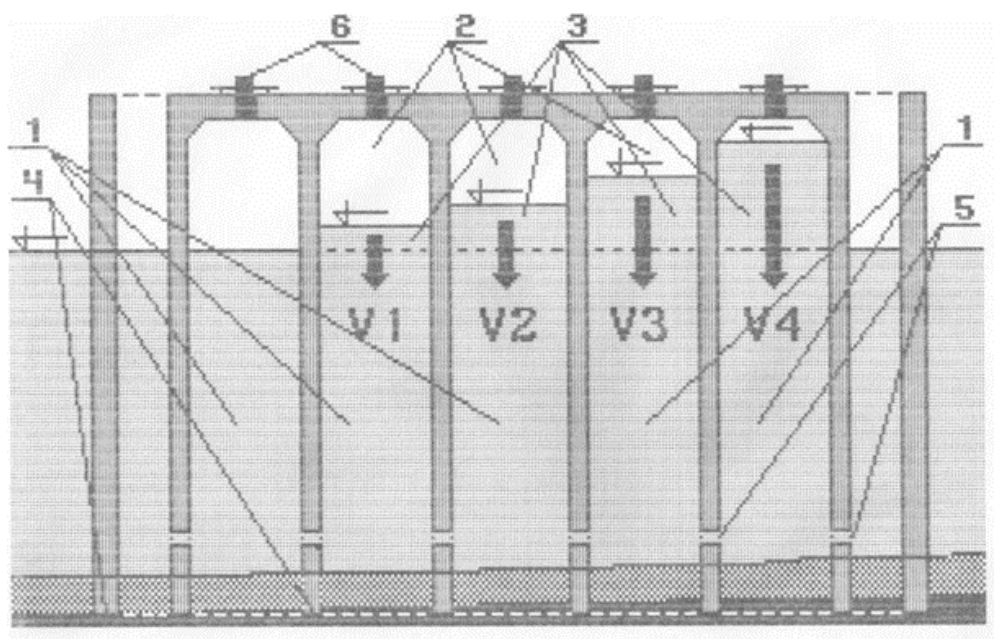
или

$$P_o < P_a, \quad (4.5.)$$

което означава, че в пространството под горния капак се създава вакуум, където:

P_o - абсолютен вакуум;

$-h \cdot \gamma$ - отрицателно манометрично налягане.



Фиг. 1. Нивелиране на кесона. 1-средни работни камери; 2-вакуум; 3—издигнат воден стълб; 4-основен контур; 5- компенсационни отвори; 6- изравнителни кранове.

Вече доказахме, че налягането в т. 1 е равно (γ —ние 4.4):

$$P_1 = P_o = P_a - h \cdot \gamma \quad (4.6.)$$

В т. 2, при $h = 0$ налягането ще бъде:

$$P_2 = P_a - 0 \cdot \gamma$$

или

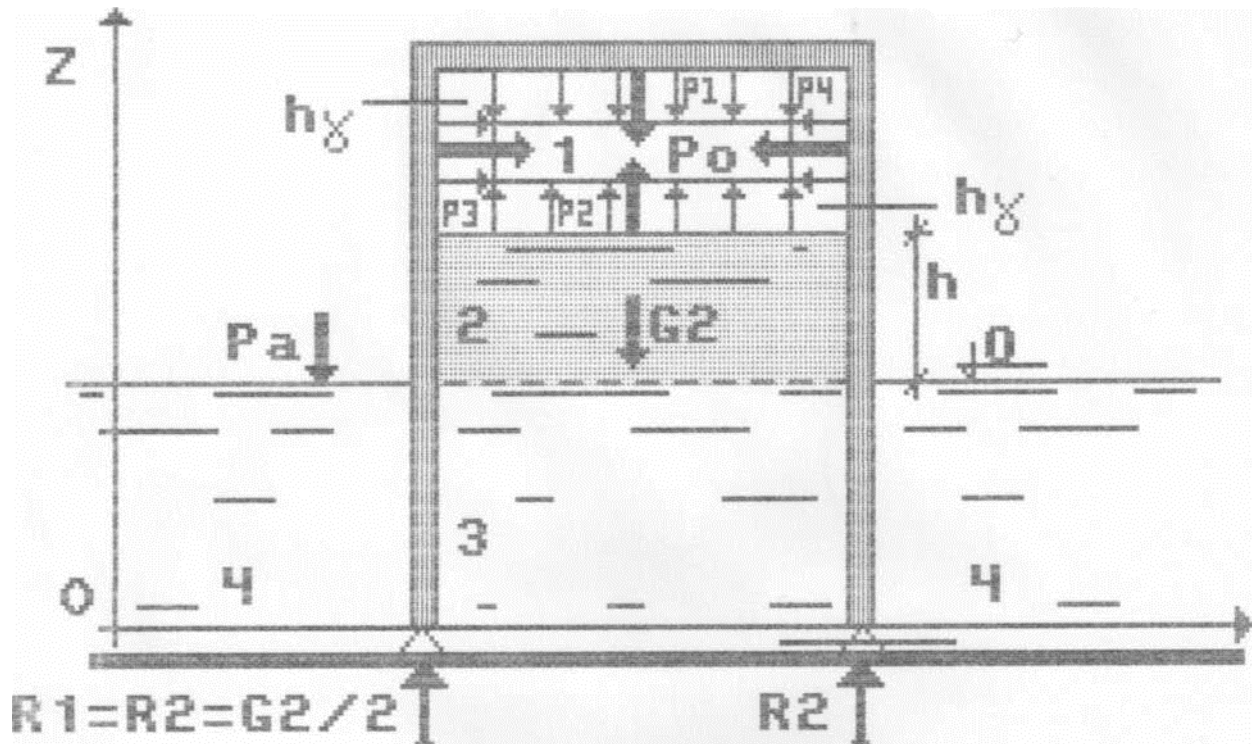
$$P_2 = P_a - \text{равно на атмосферното.} \quad (4.7.)$$

В т. 3 абсолютното налягане ще бъде равно:

$$P_3 = P_a + Z_a \cdot \gamma, \quad (4.8.)$$

а манометричното:

$$P_3 = Z_a \cdot \gamma \quad (4.9.)$$



Фиг. 2. Издигнат воден стълб в средните работни камери.

Не се нуждае от доказателство и това, че абсолютното налягане в т. 4 ще бъде същото, както в т. 3 или:

$$P_3 = P_4 = P_a + Z_a \cdot \gamma. \quad (4.10.)$$

В областта 1 (фиг. 3) съществува вакуум с величина (от 4.4):

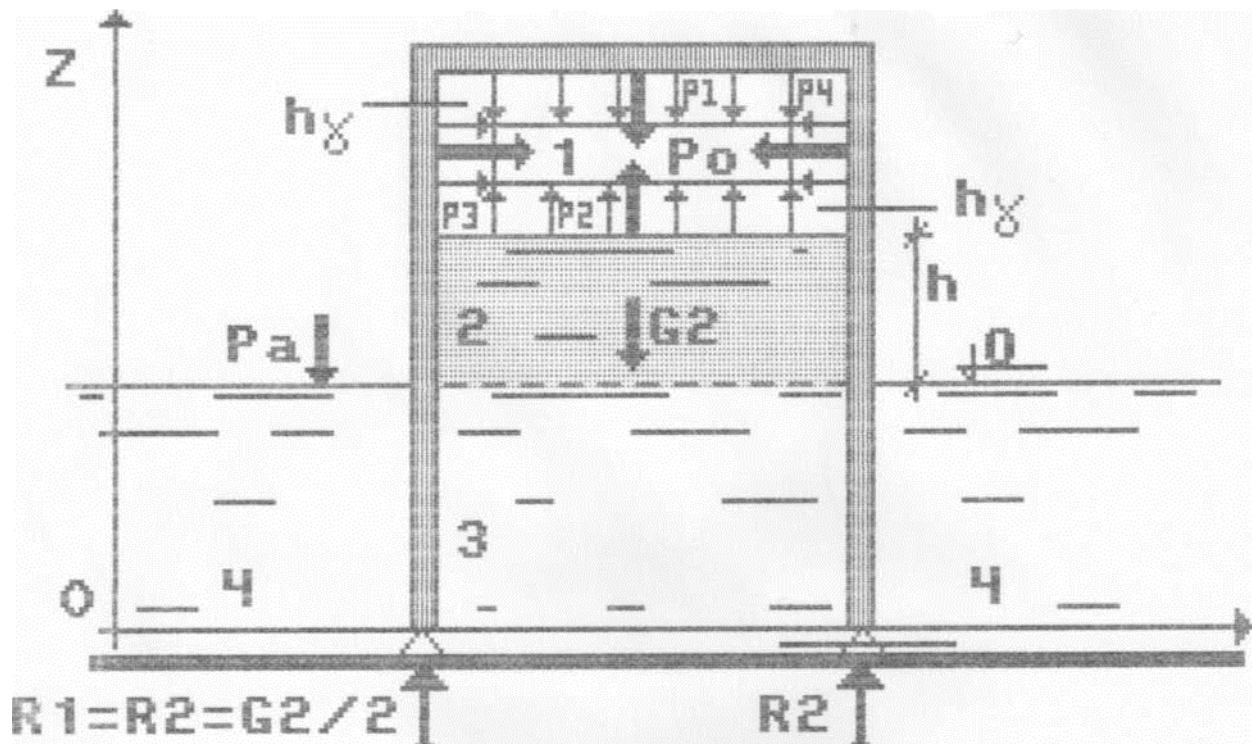
$$P_0 = P_a - h \cdot \gamma.$$

Това означава, че в състояние на покой върху стените на конструкцията и водната повърхност в област 1 действат равномерно разпределено налягане с интензивност $p = h \cdot \gamma$ и с нормално към стените (Фиг. 3.) направление.

До сега разглеждахме скаларното поле на налягането (P/γ), при което величината $P/\gamma = f(x, y)$ се явява потенциална функция на векторното поле на градиентите на налягането. Освен в него, разглежданият обем течност се намира и във векторното поле на силата на тежестта, описвано с потенциалната функция Z .

Областта 2 представлява издигнатия обем течност над средно водно ниво 0, намиращ се в покой и задържан от вакуума в областта 1 с тегло $G_2 = V_2 \cdot \gamma$.

Вече показахме, че областта 3 се намира в статическо равновесие и разпределянето на хидростатичното налягане не се отличава от това в областта 4.



Фиг. 3. Сили и въздействия.

Представяме разпределеното натоварване в област 1 с концентрирани резултантни сили P , две по две еднакви по величини и симетрично противоположни по направление:

$$P_1 = P_2 ; P_3 = P_4 . \quad (4.11.)$$

Разпределеното натоварване в област 1 е с интензивност $p = h \cdot \gamma$. То се разпределя по цялата гранична площ между областите 1 и 2. Резултантната сила P_2 може да се изрази:

$$P_2 = S_1 \cdot p = S_2 \cdot h \cdot \gamma = V_2 \cdot \gamma = G_2 \quad (4.12.)$$

От това следва, че силата P_2 е равна по големина и симетрично противоположна ($S_1 = S_2$) на силата R_2 . Тя е силата, която задържа обема V_2 над водното ниво 0.

Освен тези сили на конструкцията действа още и архимедовата сила A , която можем да пренебрегнем при доказателството.

Определяме опорните реакции на системата:

$$\Sigma H = P_4 - P_3 = 0 \quad (S_3 = S_4) \quad (4.13.)$$

$$\Sigma V = P_1 - P_2 + G_2 = G_2 \quad (4.14.)$$

или

$$R_1 = R_2 = V_2 \cdot \gamma / 2 = G_2 / 2 . \quad (4.15.)$$

С това се доказва, че теглото G_2 на издигнатия и задържан воден обем се разпределя под основният връзвач се контур на кесона и представлява свръх тегло, въздействащо

допълнително освен теглото на самия кесон с отчитане на частта му, намираща се под вода.

4. Предимства и област на приложение

Предимствата на предлагания метод се състоят в следното:

- методът се използва за гравитационни съоръжения от кесони, положени на дъното и имащи горна кота над средно водно ниво;
- позволява продължително гравитационно въздействие върху земната основа при еднократно издигане и задържане на воден обем над средно водно ниво;
- изобретението се прилага при всякакъв вид земна основа с изключение на скално дъно;
- при запълване на свободното пространство над водно ниво на средните, затворени отгоре работни камери на кесона и преразпределяне масата на издигнатия и задържан воден обем, съоръжението от един или група кесони работи гравитационно и достига обща устойчивост при големи експлоатационни натоварвания;
- възможно е точно определяне и прилагане на силата с която се въздейства на кесона, с което се избягва преоразмеряването му;
- при използване на метода за връзване на кесона в земната основа не се използва циркулация на водната среда под основния му контур, което води до нарушаване на дънната структура и опасност от слягания в експлоатационни условия;
- въздействието върху земната основа само гравитационно, с натоварвания, които могат да превишават експлоатационните, подобрява структурата на слабите почви и изключва по-нататъшната им консолидация по време на експлоатация;
- методът позволява с малки натоварвания и мощност на вакуумните помпи да се издигне воден обем с много голямо собствено тегло;
- позволява предварително връзване на основния контур на кесон без дъно до пределна или предварително зададена величина в земната основа, преди запълването му;
- допринася за нивелиране на конструкцията без допълнителна обработка за заздравяване и изравняване на дъното;
- довежда до най-благоприятния режим на работа в експлоатационни условия на кесон без дъно (при запълване на основния контур до здрава земна основа);
- благодарение на предварителното налягане на земната основа под основния контур на кесона се свежда до минимум по-нататъшното експлоатационно слягане на съоръжението;
- не изисква допълнителни устройства и механизация;
- може да се изпълнява циклично и многократно.

Методът предоставя възможност за експлоатационна работа на единични или група от кесони без дъно като гравитационни съоръжения с което могат да се спестят строителни материали и работни операции. Позволява многократното използване на едни и същи модули при различни местоположения. Той позволява точно и бързо достигане на проектното връзване при слаба основа на разнообразни пристанищни и брегоукрепителни съоръжения, изкуствени острови, гравитационни модули в нефтопроучвателни, нефтодобивни и газоулавящи съоръжения, бентове, основи за мостови опори и др.

Предлаганият метод позволява при занижени разходи достигане на прецизност, точност и качество при строителството.

Методът за предварително връзване на кесон без дъно и налягане на земната основа е новост в хидротехническото строителство и такъв метод не е известен в световната хидротехническа теория и практика.

Литература

1. Смирнов Г.Н., Горюнов Б.Ф., Курилович Е.В., Левачев С.Н., Сидорова А.Г., Порты и портовые сооружения, Национальный Исследовательский Московский Государственный Строительный Университет (НИУ МГСУ),. Стройиздат 1978 г./ Smirnov G.N., Gorjunov B.F., Kurilovich E.V., Levachov S.N., Sidorova A.G. Ports and Port Facilities. NIU MGBU, Stroiiizdat 1978 (Ru);
2. Левачев С.Н., НИУ МГСУ, Оболочки в гидротехническом строительстве. Стройиздат 1978 г./ Levachov S.N., Shells in hydraulic engineering construction. NIU MGBU, Stroiiizdat 1978 (Ru);
3. Георгиев Г.Д. Изобретение рег. N 70992, 08.07.1985 г./ Georgiev G.D. Invention Reg. No 70992, 08.07.1985.
4. Георгиев Г.Д. Изобретение рег. N 91624, 1990 г./ Georgiev G.D. Invention Reg. No 91624, 1990.

За контакти:**Генчо Динев Георгиев**

докторант на Институт по океанология - БАН,

гр. Варна- 9000, п. к. 152,

тел. 0889706920

e-mail: bgports@abv.bg

ИЗТОЧНИЦИ НА ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ ПО БЪЛГАРСКОТО
ЧЕРНОМОРСКО КРАЙБРЕЖИЕ

Кристина Гърциянова

SOURCES OF GROUNDWATER POLLUTION IN BULGARIAN BLACK SEA COAST

Kristina Gartsyanova

Резюме: Подземните води са съществена част от водните ресурси на страната. Те се намират във връзка с повърхностните води и формират с тях единна хидродинамична и хидрохимична система. В условията на съвременно интензивно взаимодействие на системата природа-общество „устойчивото“ използване и управление на подземните водни ресурси и тяхното опазване от замърсяване е въпрос с изключителна важност и актуалност. Качеството на подземните води в значителна степен се обуславя от замърсяването на природната среда като цяло – повърхностни води, почви, атмосфера и свързаните с нея валежи. В статията се разглеждат източниците на замърсяване на подземните води по българското черноморско крайбрежие, което се характеризира с развитие на разнообразна стопанска дейност.

Ключови думи: подземни води, източници на замърсяване, българско черноморско крайбрежие

Abstract: Groundwater is an essential part of the country's water resources. They are related to surface water and form a single hydrodynamic and hydrochemical system. In the context of the contemporary intensive interaction of the nature-society system the "sustainable" use and management of groundwater resources and their protection against pollution is a matter of extreme importance and up-to-date. The quality of groundwater is largely determined by the pollution of the natural environment as a whole - surface water, soils, atmosphere and precipitation. The article reviews the sources of pollution of the groundwater on the Bulgarian Black Sea coast, which is characterized by the development of various economic activities.

Keywords: groundwater, sources of pollution, Bulgarian Black Sea coast

Въведение

Българското черноморско крайбрежие е обект на стопанско усвояване още от древността и има изключително важно значение за развитието на икономиката на страната. Регионът се характеризира с добре развита промишленост – химическа, машиностроене, енергетика, хранително-вкусова и др. В Бургаския и Варненския залив са построени големи пристанищни съоръжения. Чрез тях се реализира по-голямата част от превоза на товари. Туризмът и почивната дейност имат съществено значение за региона. Те са едни от най-интензивно представените икономически дейности по черноморското крайбрежие. Селското стопанство по Черноморското крайбрежие е свързано с отглеждането на разнообразни култури. Развити са също така лозарството, зеленчукопроизводството, овощарството и др. Застъпено е и животновъдството. Използването на природната среда, включително и на водите по черноморското крайбрежие води до някои негативни в екологично отношение последици. Подземните и повърхностните водни системи са неделим и жизненоважен ресурс, чието устойчиво ползване се базира на прилагането на басейновия принцип за управление на водите.

Българското черноморско крайбрежие е район богат на всички видове – грунтови, карстови, артезиански (напорни) и минерални подземни води. Грунтовите води са акумулирани под горния водопронируем пласт на Бургаската низина, Лонгоза, Варненско-Белославското понижение, Балтата и в речните тераси. Карстовите са характерни за районите с широко разпространение на варовици. Артезианските са акумулирани на по-голяма дълбочина във водопронируемите пластове (Варненски артезиански басейн, Бургаска низина и Лонгоза). Минерални води има в района на градовете Варна, Бургас и в района на Старо Оряхово-Шкорпиловци [1].

Различните типове подземни води намират широко приложение в стопанската дейност – за питейно-битово и промишлено водоснабдяване и напояване, туризъм, балнеоложки цели и топлоснабдяване. Интензивното стопанско развитие на черноморския район предизвиква замърсяване и влошаване на подземните водни системи, които се характеризират с голяма уязвимост от попадане на замърсяващи вещества с различен произход в тях. „Замърсяване“ на подземните води се установява при такова влошаване на качествата им спрямо определени законови норми, което ги прави негодни за използване [2]. Източници на замърсяване са всички съществуващи обекти (точкови и дифузни), които е възможно да емитират замърсяващи вещества към подземните водни системи.

Основна цел на настоящата статия е определяне на източниците на замърсяване – точкови и дифузни на подземните води по българското черноморско крайбрежие.

Фактори влияещи на замърсяването на подземните води

В регионален план подземните води в много райони на страната включително и българското черноморско крайбрежие са замърсени с нитрати, хлориди, сулфати, някои тежки метали и други замърсяващи вещества. „Замърсяването“ е физико-химично взаимодействие между замърсените и природните водни системи от една страна и почвените частици от друга, и се влияе от комплекс от фактори – механични, геоложки, географски, химични, антропогенни и др. Към първата група се отнасят: вида на замърсителите, скоростта на движение на водата, продължителност и площ на контакта между източниците на замърсяване и подземните води и др. Сред факторите от втората група са геолого-литоложкия състав на скалите, типа на водоносния хоризонт, хидрогеоложките условия и т.н. Към географските фактори се причисляват влиянието на почвените разтвори, които при инфилтрация на атмосферни и повърхностни води проникват в зоната на аерация и достигайки до хоризонта на формиране на подземните води, пренасят в него различни химични елементи и органични вещества, които в определен момент могат да предизвикат замърсяване. Климатът от своя страна определя динамиката на почвените и подпочвените разтвори близо до земната повърхност. Сред тази група фактори се причисляват още релефът, с който са свързани солевия и водния режим на почвите и растителността, чрез която се транспират големи количества влага. Химичните свойства на почвата и замърсяващите вещества, самопречиствателните процеси, въздействията на микроорганизмите са част от четвъртата група фактори, оказващи влияние върху качествените характеристики на подземните водни системи [3]. Човешката дейност оказва многостранно най-често негативно въздействие върху изменението на качеството на подземните води и може да бъде дълготрайно. Възможно е замърсявания от преди няколко десетилетия, независимо дали са причинени от селското стопанство, промишлеността или друга антропогенна намеса все още да влошават качеството на подземните води. При редица дейности особено при проучването и добива на нефт и газ ключови предпоставки за замърсяване на подземните водни ресурси са: непознаване или несъобразяване с хидрогеоложката обстановка при проектиране и провеждане на сондажните работи, пропуски в технологията и изпълнението на сондажните дейности, неликвидирани сондажи след завършване на работите по проучване и експлоатация, технически аварии в площадки при проучване и добив [4].

В тясна връзка с горе споменатите фактори се установява комплекс от критерии – геоструктурни, литоложки, хидрогеоложки и геоморфоложки, чрез които се определя генетичната връзка между типа и източниците на замърсяване [3].

Основни източници на замърсяване на подземните води

Днес антропогенното въздействие върху качеството на подземните води по българското черноморско крайбрежие е многообразно и значително както в количествено така и в

качествено отношение. В съвременното развитие на стопанството проблемът с опазването на водните ресурси, включително подземните придобива все по-голямо значение, а натискът се осъществява пряко и индиректно. В резултат от промяната на тяхното качествено състояние в един конкретен времеви момент хидроекологичните проблеми могат да разширят своя териториален обхват и от локални да прераснат в регионални.

Замърсяването на подземните водни системи може да има физичен, химичен или биологичен характер, а в зависимост от начина на постъпване на замърсяващите вещества в тях, източниците биват точкови и дифузни (промишлени, битови, селскостопански, други инсталации и дейности и др.) [5].

Точкови източници на замърсяване на подземните води

Съгласно чл. 2 от Рамковата Директива за Водите (РДВ) “Директно заустване в подземни води” е заустване на замърсители в подземни води без тяхното филтриране през почва или подлежащ слой [6]. Точковите източници на замърсяване са по-подробно изучени поради факта, че тяхното въздействие е по-бързо и лесно установимо. Според Плана за управление на речните басейни в Черноморски район за басейново управление на водите (ПУРБ-ЧР, 2016-2021 г.) [7] към тях се отнасят:

- *Градските пречиствателни станции за отпадъчни води (ГПСОВ) и канализациите* - заустваните отпадъчни води от тях обикновено съдържат широк набор от замърсители (хранителни и органични вещества, амоняк, фекални, патогенни и токсични вещества с промишлен или битов произход) и др. Възможното влошаване на качеството на подземните води чрез инфилтрация през почвените пластове или при взаимодействие с повърхностните води се осъществява при наличие на: заустване на отпадъчни води в канализацията, заустване на отпадъчни води над проектния капацитет или неефективна дейност на пречиствателните станции за отпадъчни води (ПСОВ), аварии по канализационните системи, на инфилтрация на обилни валежи. Възможните емитирани вещества към подземните води са – азот, фосфор, кадмий, никел, хром, цианиди, феноли, нефтопродукти. Според ПУРБ-ЧР установените замърсители в подземните води са амониев йони, предимно в кватернерните отложения в терасата на р. Врана и в разкритите части на горнокредния хотрив - барем водоносен хоризонт и са с вероятен произход от инфилтрация от заустване на недостатъчно или непречистени отпадъчни води от градски, курортни и промишлени ПСОВ и канализации на населени места в повърхностни водоприемници. Заустваните отпадъчни води е възможно да съдържат широк набор от замърсители като:

амоняк, органични, фекални, токсични и патогени вещества (от промишлени отпадъчни води, битови химикали и др.). Замърсяването на водите с непречистени или недостатъчно пречистени отпадъчни води е основен проблем, който се разглежда при превенция на човешкото здраве. То може да причини токсично въздействие върху екосистемите и да доведе до намаляване на съдържанието на кислород във водите. Предизвиканото възможно замърсяване на подземните води се осъществява чрез инфилтрация през повърхностните почвени пластове или при взаимодействие с повърхностните води.

- *Депата за отпадъци* – на територията на Басейнова дирекция черноморски район (БДЧР) съществуват два вида депа: • депа изградени според европейските изисквания с водооплътна основа, за които има утвърдени комплексни разрешителни, планове за провеждане на собствен мониторинг и изградени пунктове за наблюдение • нерегламентирани депа, които предстои да бъдат закрити или рекултивирани. За тези депа липсва информация относно тяхното въздействие върху качеството на подземните води. Регистрираните замърсяващи вещества с вероятен произход от инфилтрация от депата са - амониев йони, нитрати, фосфати и сулфати.

- *Замърсяванията от преустановени дейности* – по черноморското крайбрежие това са: депото за твърди отпадъци в кв. Долно Езеро, Бургас, първо окислително езеро и пристанищния терминал на „Лукойл Нефтохим Бургас“ – АД. В подземните води е установено повишено съдържание на хлориди, сулфати, фосфати, амониеви йони, нитрити, нефтопродукти, желязо, мед, манган, цинк и хром.

Друг източник на замърсяване от минала дейност е предприятието „Провадсол“ – Провадия. При подземното излужване прилагано в процеса на експлоатация на находище „Мирово“ при добива на каменна сол е установено замърсяване на кватернерния водоносен хоризонт на р. Провадийска. Замърсяването се осъществява и от инфилтрация на атмосферни води през силно замърсените с нафта площи от повърхностния слой.

- *Лагуните* - животинските отпадъци от функциониращите свинеферми, птицеферми и кравеферми се акумулират във водонепроницаеми земнонаситни или бетонни лагуни. Въпреки че от собствениците на подобни животновъдни комплекси се изисква да оползотворяват торовата маса, те са източник на замърсяване на подземните води основно с фосфати, амониев азот, сяра, калций и магнезий.

- *Хвостохранилищата, кариерите, мините и рудниците* – първите са предимно изкуствено създадени басейни за депониране на отпадъци от преработката и обогатяването на руди добивани в мини "Росен", "Зидарово", "Върли бряг", „Малко Търново“ и кариери „Дебелт“ и „Горно Езеро“. По своята същност добивът на инертни материали и рудодобива представляват риск за подземните води. При тези дейности е възможно замърсяване с масла, горива и хидравлични течности, тежки метали, пестициди и хранителни вещества.

- „Б-Б“ *кубовете* – това са херметично затворени стомано-бетонни контейнери, които съхраняват силно отровните пестициди и други химични вещества използвани в селското стопанство. „Б-Б“- кубовете се складира на открито на специализирани „площадки“. На територията на БДЧР- потенциалното въздействие на кубовете е предимно в кватернерния водоносен хоризонт и в разкритите части на неогения, горно и долнокредния - хотрив-барем водоносни хоризонти.

Дифузни източници на замърсяване на подземните води

Замърсяващите вещества с дифузен характер нямат точно определено място на постъпване в подземните води. Обикновено дифузният товар постъпващ в подземните водни системи е трудно определим защото е неорганизиран и неконтролируем. Дифузни източници на замърсяване на подземните водни ресурси по българското черноморско крайбрежие са:

- *Интензивното земеделие* с използване на неорганични азотни и фосфорни торове, пестициди и други средства за растителна защита може да доведе до замърсяване на подземните води. Внасянето на по-големи количества торове както и неправилното им съхранение и употреба причинява замърсяване основно с нитрати и фосфати, а също така с хлориди и сулфати. С потенциално негативно въздействие върху качеството на подземните водни системи са обработваемите и смесените земеделски земи.

- *Населените места без канализация* - възможните замърсители от този източник към подземните води са: амониеви йони, нитрати, нитрити, фосфати.

- *Инфраструктурата и транспортните средства* - оказват косвено въздействие върху качеството на подземните води. Голяма част от дъждовните води в градските райони попадат върху пътища, тротоари, алеи, паркинги и др., които често са третирани с различни вещества особено през зимния период след което постепенно проникват през почвата и попадат в подземните води. Потенциалните замърсители в случая са нефтопродукти, органични замърсители, горива, масла, перилни препарати, соли и др.

- *Отпадъчните продукти и отпадъчните води от животновъдството* – към тази група източници се отнасят твърдият и течният тор, които се депонират край животновъдните

комплекси. По този начин чрез просмукване през почвите подземните водни ресурси се замърсяват с нитрати, нитрити, амониеви йони, патогенни микроорганизми и др.

- *Замърсените подземни води и почви* – подземните води влошават своите качества когато влязат в контакт с налични замърсени води от по-дълбоки или по-плитки водоносни хоризонти. Подземните водни системи се замърсяват при подземно погребване на отпадъчни води или продукти в дълбокозалягащите водоносни пластове. На територията на БДЧР е установено превишение на допустимата концентрация на манган, което понякога силно влошава качеството на питейните води и ги прави непригодни и опасни за човешка употреба. Основни причини за това е разтварянето на вторично утаен манган, съществуващите нерегламентирани сметища както и смесеното природно и антропогенно замърсяване.

По черноморското крайбрежие са регистрирани почви със съдържание на никел, олово и хром над допустимата норма в землищата на селата Цонево, Садово, Люляково, Проход, Слънчево, Климентово, Подвис, Овчага, Смолник, Сърнево, Неофит Рилски и град Карнобат [7].

Възможни мерки относно управлението и използването на подземните води по българското черноморско крайбрежие

Подземните води са основен източник за питейно-битово водоснабдяване. Те са ценен природен ресурс и трябва да бъдат опазени от влошаване на качествено и количествено им състояние. В съответствие с това се налага провеждането на редица превантивни, оперативни и контролни политики и изготвянето и изпълнението на комплекс от мерки за устойчиво използване и опазване на подземните водни системи. Понастоящем в областта на управлението на подземните води е необходимо:

- Продължаване на наблюденията на подземните води и увеличаване на броя на мониторинговите пунктове в националната мрежа за наблюдение.
- Осъществяване на проучвания с цел определяне на обхвата на замърсяването в подземните води.
- Разработване на политики на взаимодействие с други ведомства, които имат отношение към опазването на подземните води.
- Координиране на участието на страната в международното сътрудничество по опазване на чистотата на подземните води.
- Изготвяне и изпълнение на проекти свързани с подобряването на състоянието на подземните води замърсени с манган и установяване на неговия произход.
- Актуализация на териториалния обхват и определяне на тенденцията в съдържанието на нитрати.
- Провеждане на по-стриктен контрол върху извършвания от водоползвателите собствен мониторинг.
- Изпълнение на програмата за отстраняване на нанесените екологични щети от минали дейности.

Изводи

Източниците на замърсяване и тяхното въздействие върху подземните води по българското черноморско крайбрежие е изключително разнообразно. Много от тях оказват влияние върху различни категории водни системи – повърхностни и подземни, които непрекъснато си взаимодействат. Основно предизвикателство днес е разбирането за комплексния ефект на антропогенния натиск върху подземните водни ресурси и е отправна

точка при реализирането на правилните действия с цел опазване и подобряване на качествено им състояние.

Литература

1. <http://www.geoznanie.com> – последно посетен на 29.12.2018 г.
2. Петров, П., Е. Стоева, Т. Мирчев. Опазване на подземните води от замърсяване и изтощаване. С., 1976.
3. Стоева, Е., Б. Райкова. Опазване на подземните води от замърсяване вследствие химизацията и интензификацията на селското стопанство. С., 1981.
4. Стоянов Н., П. Гергинов, А. Бендерев и др. Оценка и прогнозиране на възможното замърсяване на подземните води при проучване и добив на нефт и газ. Сп. На БГД, год. 76, кн. 2–3, 2015.
5. План за управление на речните басейни в Черноморски район за басейново управление на водите (ПУРБ-ЧР, 2010-2015 г.).
6. Директива 2000/60/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 23 окт. 2000 г., ОВ L 327, 22. 12. 2000 г.
7. План за управление на речните басейни в Черноморски район за басейново управление на водите (ПУРБ-ЧР, 2016-2021 г.)

За контакти:

гл. ас. д-р Кристина Гърциянова

Национален институт по геофизика,
геодезия и география – БАН

Тел: 02/ 973 39 43

e-mail: krisimar1979@gmail.com

**МОРФОМЕТРИЧНИ, КОЛИЧЕСТВЕНИ И ПОПУЛАЦИОННИ ПАРАМЕТРИ НА
RAPANA VENOSA (VALENCIENNES, 1846) В АКВАТОРИЯТА ПРЕД МЕСТНОСТТА
ПАША ДЕРЕ**

Антоанета Траянова

**MORPHOMETRIC, QUANTITATIVE AND POPULATION CHARACTERISTICS OF
RAPANA VENOSA (VALENCIENNES, 1846) IN FRONT OF PASHA DERE**

Antoaneta Trayanova

Abstract: A total of 468 individuals of the rapa whelk (*Rapana venosa*) were studied in terms of size, weight and sex in the sea area in front of Pasha dere (south of Varna Bay, Black Sea) in the summer of 2016. Sampling was performed by bottom trawling on three transects at different depths (from 9.0 m to 24.5 m) and different type of substrate (sand, sandy silt and silt). In the present study the average length was 6.36 cm and the absolute shell length ranged from a minimum of 3.24 cm to a maximum of 9.68 cm. The established average total weight was 47.31 g, its absolute value ranging from 9.98 g to 135.02 g. The average values of the shell length and total weight of the rapa whelk were the lowest on shallow sandy bottom (6.01 cm and 41.94 g, respectively) and the highest at 21 m depth on silty sediments (6.84 cm and 55.13 g, respectively). The size-weight relationship between all individuals was described by the formula $W = 0.248L^{2.797}$ ($R^2 = 0.937$), with the allometric coefficient (b) ranging from 2.817 to 3.066. On the sandy sediment, the male: female ratio was 2:1; in sandy silt, the percentages of male and female specimens were 55% and 45% respectively, and in silty sediment the sex ratio was 1:1. The male specimens were characterized by higher values of all morphometric parameters compared to the females. In the size distribution of sexes, the highest was the frequency of the males in size class of 6-7 cm, and the females with 5-6 cm shell length. In the weight distribution of the males, the individuals with total weight in the range 30-40 g dominated, while the prevailing female individuals weighed between 20 g and 30 g.

Ключови думи: invasive species, *Rapana venosa*, size-weight distribution, population characteristics, Black sea

Въведение

Естественният ареал на разпространение на *Rapana venosa* са умерените азиатски води: Японско море, Жълто море, Бохайски залив и Източнокитайско море (Mann & Harding, 2003; Saglam & Duzgunes 2007). Понастоящем съществуват пет географски региона, в които са установени възпроизвеждащи се популации на вида, които са различни от местната (азиатска) популация (ICES, 2004). Това са Черно море, Адриатическо море, Егейско море, залива Чесапийк в северозападната част на Атлантическия океан, устието на Рио де ла Плата в югозападния Атлантически океан и бреговете на Бретан във Франция в североизточната част на Атлантическия океан (ICES, 2004). Единични екземпляри са намерени по тихоокеанското крайбрежие на Канада и в Willapa Bay, Вашингтон, САЩ, където този вид не се счита за установен (Mann & Harding, 2003).

За Черно море *Rapana venosa* е инвазивен вид, установен за първи път през 1946 г. в Новоросийския залив (Drapkin, 1963). Първата му находка по българските брегове е направена от Канева-Абаджиева през 1956 г. във Варненския залив край нос Галата на дълбочина 4-5 м на скално дъно (Kaneva-Abadjieva, 1958). Оригиналният вектор за навлизането на *Rapana venosa* в Черно море е неизвестен като има няколко вероятни начина:

- като съпътстващ вид при вноса на стридите *Crassostrea gigas* от Япония. Това е най-вероятният вектор, тъй като по време на Втората световна война плаването на корабите е

затруднено (ICES, 2004). Вероятността се подкрепя от молекулярни изследвания, които показват, че се открива само един хаплотип в популациите на средите-реципиенти и той е характерен само за две местни популации в Япония и Корея, което показва, че един от тях би трябвало да бъде източник на популацията в Черно море (Chandler *et al.*, 2008);

- транспортиране на планктонните ларвни стадии посредством баластните води на кораби (Gomoiu *et al.*, 2002);

- обрастване на корпусите на кораби с яйчни пашкули (Uyan & Aral, 2003).

Понастоящем видът е разпространен по цялото Българско Черноморско крайбрежие като обитава различни дълбочини, но най-висока плътност показва на твърд субстрат (камъни, скали, рифове), уплътнен пясък до 30 м дълбочина и мидените полета на тинесто дъно. Охлювът се придвижва от един биотоп в друг при търсенето на налична храна.

Rapana venosa е голям хищен охлюв, който активно преследва жертвата си и се храни предимно с мекотели. Малките охлюви се хранят чрез пробиване черупката на мекотелите, докато големите охлюви директно атакуват и консумират мидите (Harding *et al.*, 2007a). Заравят се активно в седиментите като на повърхността остава да стърчи само сифона (Harding & Mann, 1999). Установяването и разпространението му в Черно море се улеснява от липсата на конкуренция за източника на храна, липсата на пряко хищничество върху *Rapana* и изобилието на потенциални видове плячка (Zolotarev, 1996; ICES, 2004).

През първата година от своя живот рапана в Черно море нараства до между 20 и 40 мм, средният размер на черупката за втората година е 65 мм, и 92 мм за шестата година. Може да достигне продължителност на живота до 12-18 години. Рапанът достига полова зрялост при размер на черупката около 50-70 мм, което съответства на възраст 1-3 години (Savini *et al.*, 2004). В естествения си ареал *Rapana venosa* се размножава между юни и август (Yang *et al.*, 2008). Сходен период на размножаване - от май до септември, е наблюдаван в районите на интродуциране (ICES 2004, Harding *et al.*, 2007b). Яйцата се депозират в характерни продълговати яйчни пашкули с височина 30-40 мм и ширина 2-4 мм, стеснени на върха, всеки от които съдържа 200-1000 яйца (Mann & Harding, 2000; Pastorino *et al.*, 2000; ICES, 2004; Saglam & Duzgunes, 2007). Яйчните капсули обикновено формират клъстери от 50-500 капсули (ICES, 2004). Размерът на яйчните капсули и броят на яйцата се увеличава паралелно с увеличаване на размера на женския рапан (Harding *et al.*, 2007b; Saglam & Duzgunes, 2007). Яйчните капсули променят цвета си с развитието на ембрионите от бледожълт до почти черен (Harding & Mann, 1999). Яйцата, които не са започнали да се делят са с диаметър около 150 до 275 микрона (Uyan & Aral, 2003; Saglam & Duzgunes, 2007). Велигерите се излюпват от капсулата на яйцето след около 17 (ICES, 2004) до 25 дни (Uyan & Aral, 2003). Преминават през стадий на планктонни ларви, който е с продължителност от 14 дни до около един месец (Mann & Harding, 2000; Yang *et al.*, 2008), рядко до 80 дни (Savini *et al.*, 2004). При излюпването си велигерите са с дължина около 0.4 мм и имат двуделен велум. След 6-9 дни имат 4-делен велум, а размерът на черупката се увеличава до 1.2 мм на 24-я ден (Harding, 2006).

Високата екологична пластичност на вида, дължаща се на неговата висока плодовитост, ранна полова зрялост (Chung *et al.*, 2002; Saglam & Duzgunes, 2007), дълголетие, бърз темп на растеж (Chukhchin, 1961; Harding & Mann, 1999), широка толерантност към измененията на солеността и температурата, замърсяването на водата и недостига на кислород (Zolotarev, 1996; Mann & Harding, 2003) и начин на хранене (Harding & Mann, 1999; Savini *et al.*, 2004), го характеризират като успешен нашественик.

Rapana venosa е смятан за един от най-нежеланите инвазивни видове в света (Mann 2006, цитиран в Sewell *et al.*, 2008). Отговорен е за намаляването на популациите на местните видове миди като стриди, пектени и черни миди (Mann & Harding, 2003). Намаляването на запасите на епибентосните структурообразуващи видове миди, като *Mytilus galloprovincialis*, причинено от повишената хищническа преса на рапана, може да доведе до локално намаляване

на наличността на това местообитание, което от своя страна да редуцира убежищата за ювенилните ракообразни и други организми (ICES, 2004).

Материал и методи

Изследването е проведено на юг от Варненски залив срещу местността Паша дере. Осъществено е пробонабиране посредством тралиране на три трансекта на различни дълбочини и три различни субстрата (пясък, пясъчлива тиня и тиня) през лятото на 2016 година. Дълбочината варира от 9.0 м до 24.5 м (Табл. 1).

Таблица 1. Трансект, дълбочина, тип седимент и координати на пробонабирането.

Трансект	Дълбочина (m)	Седимент	Северна ширина	Източна дължина
ПД1	9	пясък	43°06.21'	27°55.30'
ПД2	24.5	пясъчлива тиня	43°06.20'	27°56.27'
ПД3	21	тиня	43°06.19'	27°57.11'

Изследвани са общо 468 индивида от вида *R. venosa* по отношение на техния размер, тегло и пол. В лабораторни условия всеки екземпляр е оразмерен като са снети дължината и ширината на черупката посредством електронен шублер с точност 0.01 мм. Индивидуалното тегло е измерено с и без черупка посредством аналитична везна с точност 0.001 г. Определен е полът на индивидите според цвета на гонадата и присъствието/отсъствието на пенис.

Съотношението дължина - тегло е определено чрез уравнението $W = a L^b$ (Le Cren, 1951; Pauly, 1980; Erkoуncu, 1995). Връзката между дължината и теглото е установена посредством линеен регресионен анализ.

Резултати и дискусия

Морфометрични и количествени параметри

В Черно море се наблюдава значително намаляване на средната дължина на уловените индивиди във времето (Daskalov & Rätz, 2011). Средната дължина, регистрирана през 1986 г. е 11.0 см (Ünsal, 1989), през 1991 г. – 6.7 см., през 1992 г. – 6.5 см (Düzgüneş *et al.*, 1992), през 1999 г. – 5.4 см (Emiral, 2003), през 2003 г. – 4.5 см. (Zengin, 2006) и през 2004 г. – 4.46 см. (Şahin *et al.*, 2005). Възможните причини за намаляване на средната дължина, според Daskalov and Rätz, 2011 г. са: (1) прекомерната експлоатация на по-голямразмерните индивиди поради голямото пазарно търсене и износ; (2) намаляване на естествените хранителни източници в резултат на интензивното хищничество на рапана водещо до неговото непълноценно хранене.

В настоящото изследване установената средна дължина е 6.36 см (Табл. 2), близка по стойност до тази, установена през 1992 г. от Düzgüneş *et al.* Най-ниска е средната стойност на пясъчен седимент (6.01 см), а най-висока на тинест седимент (6.84 см).

Абсолютната дължина на черупката варира от минимум 3.24 см на пясъчен седимент до максимум 9.68 см на пясъчлива тиня (Табл. 2). По-големи размерни диапазони са докладвани за Северния Атлантик-САЩ (10.3-14.9 см.) (Harding & Mann, 1999), за Адриатическо море (10.1-10.6 см) (Savini *et al.*, 2004), за Аржентина-Уругвай (2.8-12.0 см) (Giberto *et al.*, 2006) и за Корея (3.88-14.06 см) (Choi & Ryu, 2009), отколкото за екземплярите в Черно море (3.5-8.0 см)

(Bondarev, 2014). Резултатите от настоящото проучване попадат в диапазона, установен от Saglam & Düzgünesh през 2014 г. за югоизточната част на Черно море (1.4-9.6 см).

Средната стойност на ширината на черупката е 4.87 см като най-ниска е на тинест седимент и най-висока на пясъчлива тиня (Табл. 2). Минималната ширина на черупката е 2.80 см регистрирана на пясък (ПД1), а максималната – 7.41 см на пясъчлива тиня (ПД2).

Установеното средно общо тегло е 47.31 гр. като с най-ниско средно тегло се характеризират индивидите обитаващи пясъчните седименти (ПД1), а с най-високо – обитаващите тинята (ПД3). Най-лекият и най-тежкият индивиди с тегла съответно 9.98 гр. и 135.02 гр. са регистрирани на пясъчлива тиня (Табл. 2).

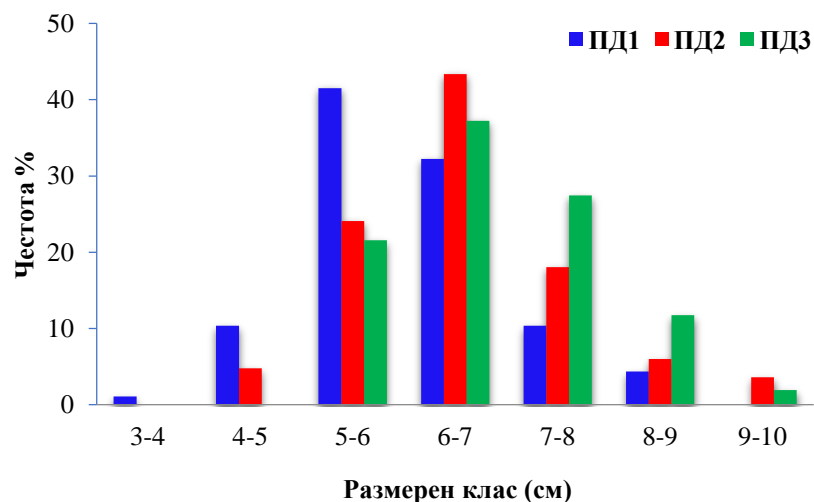
Средното телесно тегло е 17.50 гр. с минимална стойност на пясъчни седименти (ПД1) и максимална стойност на тинести седименти (ПД3). Индивидът с най-малко телесно тегло 2.39 гр. е установен на пясъчно дъно, а този с най-голямо 58.86 гр. – на пясъчлива тиня (Табл. 2).

Таблица 2. Стойности на морфометричните параметри по трансекти и общо – минимум-максимум (средно).

Параметър	ПД1 (пясък)	ПД2 (пясъчлива тиня)	ПД3 (тиня)	Общо
Дължина (см)	3.24-8.57 (6.01)	4.24-9.68 (6.56)	5.19-9.67 (6.84)	3.24-9.68 (6.36)
Ширина (см)	2.80-7.00 (4.65)	2.89-7.41 (4.95)	3.54-7.07 (5.22)	2.80-7.41 (4.87)
Общо тегло (гр)	10.87-119.44 (41.94)	9.98-135.02 (49.51)	20.31-127.28 (55.13)	9.98-135.02 (47.31)
Телесно тегло (гр)	2.39-48.76 (15.20)	2.90-58.86 (19.15)	5.83-56.12 (20.29)	2.39-58.86 (17.50)

Размерно разпределение

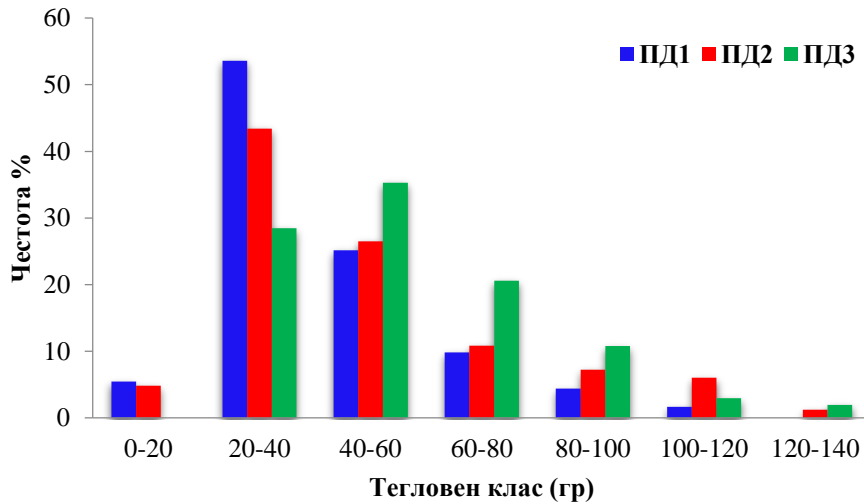
Честотата на размерното разпределение показва, че популацията на рапана, обитаваща пясъчлива тиня (ПД2) и тиня (ПД3) се доминира от индивиди с дължина на черупката 6-7 см - 43.4 % и 37.3 % съответно, докато в тази на пясъчно дъно (ПД1) преобладават екземплярите с размери 5-6 см (41.5 %), следвани от размерен клас 6-7 см (32.2 %) (Фиг. 1).



Фиг. 1. Размерното разпределение по трансекти.

Тегловно разпределение

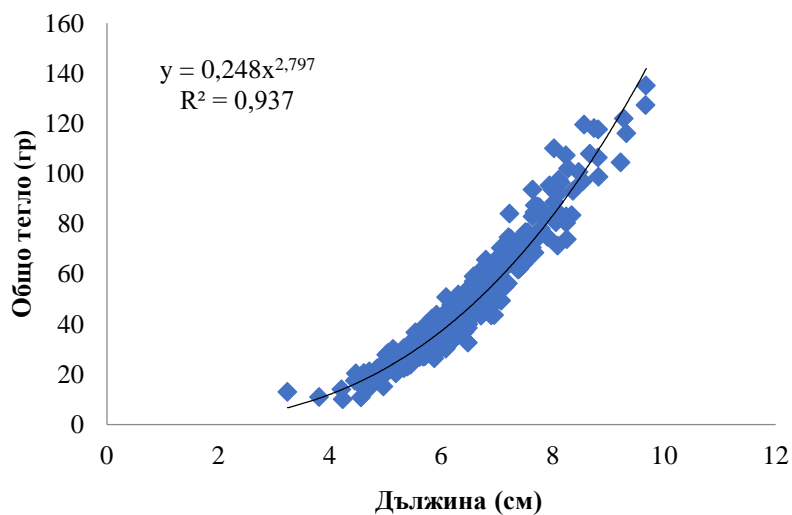
Тегловното разпределение на индивидите е дадено на Фигура 2. От нея е видно, че и в трите трансекта преобладават индивиди с тегло в диапазона 20-60 гр., като на тинестите седименти (ПД3) най-многобройни са екземплярите с тегло 40-60 гр. (35.3 %), а на пясъчните и пясъчливата тиня тези, попадащи в тегловния диапазон 20-40 гр. с процентни дялове 53.6 % (ПД1) и 43.4 % (ПД2) съответно.



Фиг. 2. Тегловно разпределение по трансекти.

Взаимовръзка размер-тегло

Взаимовръзката размер-тегло между всички индивиди се описва с формулата $W=0.248L^{2.797}$ ($R^2=0.937$) (Фиг. 3), като коефициента на алометрия (b) в трите трансекта варира от 2.817 до 3.066 (Табл. 3).



Фиг. 3. Взаимовръзка размер-тегло между индивидите.

Полова структура

Половата принадлежност на индивидите показва, че процентните дялове на мъжките и женските индивиди са съответно 58 % и 42 %. На пясъчния седимент преобладават мъжките

Таблица 3. Стойности на коефициентите на взаимовръзката размер-тегло (a, b и R²) по трансекти.

Параметър	ПД1 (пясък)	ПД2 (песъчлива тиня)	ПД3 (тиня)
a	0.250	0.141	0.210
b	2.817	3.066	2.868
R ²	0.941	0.944	0.950

индивиди в съотношение към женските 2:1. На песъчливата тиня процентите на мъжките и женските екземпляри са съответно 55% и 45%, а на тинестия седимент съотношението между двата пола е 1:1.

Мъжките индивиди са по-големи и по-тежки от женските – средната дължина на черупката им е 6.66 см с минимум на абсолютната стойност 4.47 см и максимум 9.68 см, а средното им общо тегло е 33.11 гр. като варира от 9.05 гр. до 81.68 гр. Женските индивиди се характеризират с по-ниски стойности на дължината на черупката – средна дължина 5.95 см, минимум 3.24 см и максимум 9.22 см. Средното им общо тегло е 24.57 гр. с обхват на изменение от 6.88 гр. до 66.22 гр.

От таблица 4 се вижда, че средните стойности на всички морфометрични параметри и на мъжките, и на женските индивиди са най-ниски на пясъчен седимент (ПД1) и нарастват с промяна на седимента в песъчливо тинест (ПД2) и тинест (ПД3).

Таблица 4. Средни стойности на морфометричните параметри на мъжките и женските индивиди по трансекти.

Трансект	Дължина (см)		Ширина (см)		Общо тегло (гр)		Телесно тегло (гр)	
	Мъжки	Женски	Мъжки	Женски	Мъжки	Женски	Мъжки	Женски
ПД1	6.27	5.56	4.88	4.24	47.07	33.08	17.46	11.30
ПД2	6.81	6.24	5.14	4.72	53.77	44.21	21.37	16.38
ПД3	7.42	6.26	5.71	4.74	68.51	41.76	25.73	16.85

Размерната структура според дължината на черупката се различава значително при мъжките и женските индивиди. Женските индивиди с дължина 5-6 см се характеризират с най-висока честота (42.6 %), докато мъжките са доминирани от екземплярите с дължина 6-7 см (38.5 %) (Фиг. 4).

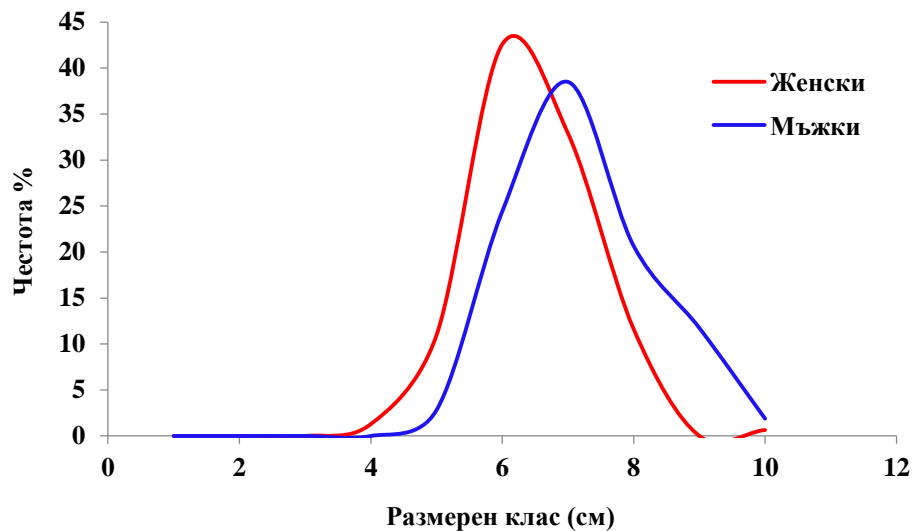
В тегловната структура на мъжките преобладават индивидите с тегло в диапазона 30-40 гр. (38.5 %), а женските са доминирани от индивиди с тегло между 20 гр. и 30 гр. (38.5 %) (Фиг. 5).

Изводи

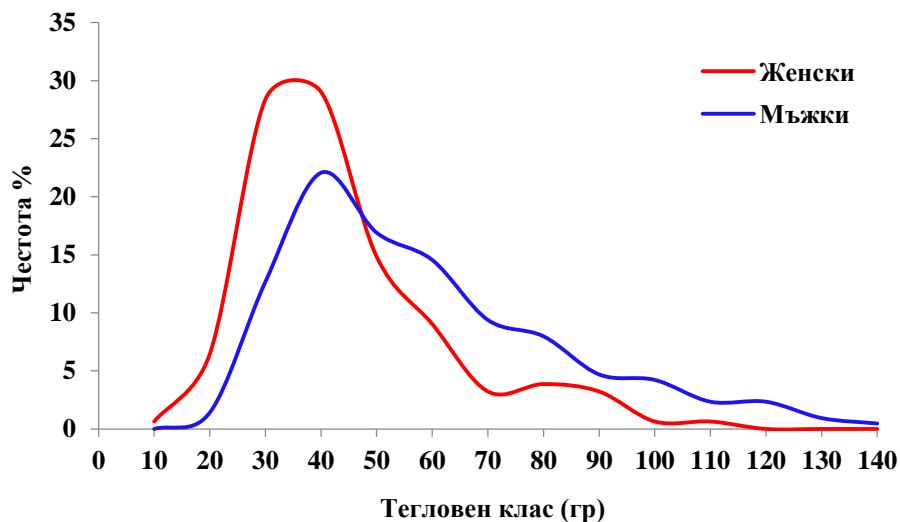
Максималните средни стойности на всички измерени морфометрични параметри на популацията на *Rapana venosa* са установени на тинести седименти, а минималните – на пясъчни седименти.

Взаимовръзката размер-тегло между всички индивиди се описва с формулата $W=0.248L^{2.797}$ ($R^2=0.937$), като коефициента на алометрия (b) варира от 2.817 до 3.066.

На пясъчния седимент съотношението мъжки : женски индивиди е 2:1, на пясъчливата тиня процентите на мъжките и женските екземпляри са съответно 55% и 45%, а на тинестия седимент съотношението между двата пола е 1:1.



Фиг. 4. Размерно разпределение според дължината на черупката по полове.



Фиг. 5. Тегловно разпределение според общото тегло по полове.

Средните стойности на всички морфометрични параметри и на мъжките, и на женските индивиди са най-ниски на пясъчен седимент и нарастват с промяна на седимента в пясъчливо тинест и тинест.

Мъжките екземпляри се характеризират с по-високи стойности на всички морфомертични параметри в сравнение с женските, като в размерната структура на мъжките преобладава размерен клас 6-7 см., а на женските – 5-6 см. В теловната структура на мъжките доминират индивидите с тегло в диапазона 30-40 гр., а на женските - индивиди с тегло между 20 гр. и 30 гр.

Благодарности

Изследването е проведено в рамките на дейностите на проект „Подобряване на "Подобряване на Информационната система към НСМБР (IBBIS)", финансиран по ФМ на Европейското икономическо пространство 2009-2014.

Литература

- Bondarev I.P., 2014. Dynamics of *Rapana venosa* (Valenciennes. 1846) (Gastropoda: Muricidae) population in the Black Sea. *International Journal of Marine Science*, Vol. 4. № 03: 42-56.
- Chandler E. A., McDowell J. R., Graves J. E., 2008. Genetically monomorphic invasive populations of the rapa whelk, *Rapana venosa*. *Molecular Ecology*, 17: 4079-4091.
- Choi J.D., Ryu DK., 2009. Age and growth purple whelk. *Rapana venosa* (Gastropoda: Muricidae) in the West Sea of Korea. *Korean J Malacol.*, 25(3): 189-196.
- Chukhchin V.D., 1961. Development of *Rapana* (*Rapana bezoar* L) in the Black Sea. *Tr Sevastopol Biol St.*, № 14: 163-168.
- Chung E.Y., Kim S.Y., Park K.H., Parl G.M., 2002. Sexual maturation. spawning and deposition of the egg capsules of the female purple shell. *Rapana venosa* (Gastopoda: Muricidae). *Malacologia*, № 9:1-15.
- Daskalov G., Rätz H.J., 2011. Assessment of Black Sea Stocks. *JRC Scientific Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF)*, Italy. 216 pp.
- Drapkin E., 1963. Effect of *Rapana bezoar* Linne (Mollusca. Muricidae) on the Black Sea fauna. *Doklady Akademii Nauk SSR*, 151(3):700-703.
- Düzgünes E., Ünsal S., Feyzioglu M., 1992. Stock Assessment of veined whelk *Rapana thomasiana* (Gross, 1861) in Eastern Black Sea. Project number. DEBAG 143/G. p.55, Karadeniz Technical University, Sürmene Marine Sciences Faculty.
- Emiral H., 2003. Bio-ecology of Rapa Whelk (*Rapana thomasiana*) in the Black sea. PhD Thesis. Karadeniz Technical University Institute of Science, 88 pp.
- Erkoyuncu I., 1995. Fisheries Biology and Population Dynamics. Ondokuz Mayıs University publication, 265 pp.
- Giberto D.A., Bemec C., Schejter L., Schiariti A., Mianzán H.W., Acha E.M., 2006. The invasive Rapa whelk *Rapana venosa* (Valenciennes 1846): status and potential ecological impacts in the Rio de la Plata estuary, Argentina-Uruguay. *J Shellfish Res*, 25(3): 919-924.
- Gomoiu M., Alexandrov B., Shadrin N., Zaitsev Y., 2002. Black Sea – a recipient, donor and transit area for alien species. p 341-350. In: *Invasive aquatic species of Europe. Distribution, impacts and management*. Leppakoski E., Olenin S (Eds). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Harding J. M., Kingsley-Smith P., Savini D., Mann R., 2007a. Comparison of predation signatures by Atlantic oyster drills (*Urosalpinx cinerea* Say, Muricidae) and veined rapa

- whelks (*Rapana venosa* Valenciennes, Muricidae) in bivalve prey. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 352: 1-11.
- Harding J. M., Mann R. and Kilduff C. W., 2007b. The effects of female size on fecundity in a large marine gastropod *Rapana venosa* (Muricidae). *Journal of Shellfish Research*, 26(1): 33-42.
- Harding J.M., 2006. Growth and development of veined rapa whelk *Rapana venosa* veligers. *Journal of Shellfish Research*, 25(3): 941-946.
- Harding J.M., Mann R., 1999. Observations on the biology of the veined Rapa whelk. *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) in the Chesapeake Bay. *Journal of Shellfish Research*, 18(1): 9-17.
- ICES, 2004. Alien Species Alert: *Rapana venosa* (veined whelk). Edited by Roger Mann, Anna Occhipinti, and Juliana M. Harding. ICES Cooperative Research Report No. 264, 14 pp.
- Kaneva-Abadjieva V., 1958. A new harmful snail along the Bulgarian Black Sea coast. *Priroda*, 3: 89-91.
- Le Cren E.D., 1951. The length-weight relationships and seasonal cycle in gonad weight and condition in perch (*Perca fluviatilis*), *Journal of Animal Ecology*, 20, 210-219.
- Mann R., Harding J.M., 2000. Invasion of the North American Atlantic coast by a large predatory Asian mollusc. *Biological Invasions*, 2: 7-22.
- Mann R., Harding J.M., 2003. Salinity tolerance of larval *Rapana venosa*: implications for dispersal and establishment of an invading predatory gastropod on the North American Atlantic coast. *Biol. Bull.*, № 204: 96-103.
- Pastorino G., Penchaszadeh P. E., Schejter L., Bremec C., 2000. *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Mollusca: Muricidae): A new gastropod in South Atlantic waters. *Journal of Shellfish Research*, 19(2): 897-899.
- Pauly D., 1980. A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FOA Fish Circular. No. 729. Rome. 54 pp.
- Saglam H., Duzgunes E., 2007. Deposition of egg capsule and larval development of *Rapana venosa* (Gastropoda: Muricidae) from the south-eastern Black Sea. *J. Mar.Biol. Ass. U.K.*, 87, 953-957.
- Saglam H., Düzgünes E., 2014. Biological parameters and feeding behaviour of invasive whelk *Rapana venosa* Valenciennes, 1846 in the south-eastern Black Sea of Turkey. *Journal of Coastal Life Medicine*, 2(6): 442-446.
- Sahin C., Düzgünes E., Engin S., Mutlu C., Hacimurtazaoglu N., 2005. Analysis of Age and Growth Parameters of Rapa Whelk (*Rapana thomasiana*), Turkish Journal of Aquatic Life, 4, 34-38.
- Savini D., Castellazzi M., Favruzza M., Occhipinti-Ambrogi A., 2004. The alien mollusc *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846; Gastropoda, Muricidae) in the Northern Adriatic Sea: Population structure and shell morphology. *Chemistry and Ecology*, 20, Suppl. 1: 411-424.
- Sewell J., Pearce S., Bishop J., Evans J. L., 2008. Investigations to determine the potential risk for certain non-native species to be introduced to North Wales with mussel seed dredged from wild seed beds. CCW Policy Research Report No. 06/3. pp 82.
- Ünsal S., 1989. Doğu Karadeniz de *Rapana thomasiana* (Gross)'nın Biyolojik Özellikleri, Besin Değeri ve Beslenme-Değerlendirilmeleri Üzerine Araştırmalar. KTU Sürmene Deniz Bil. Yük. Ok. 86. 101. 010. 2 Nolu Proje Raporu 47 s.
- Uyan O., Aral O., 2003. The larval development stages of the Japanese snail, *Rapana thomasiana*, Gross [sic] 1861, in the egg capsule. *Turk Journal of Zoology*, 27: 331-337.
- Yang J., Li Q., Kong L., Zheng X., Wang R., 2008. Genetic structure of the veined rapa whelk (*Rapana venosa*) populations along the coast of China. *Biochemical Genetics*, 46: 539-548.

- Zengin M., 2006. Effects of the Trawl and Snail Fisheries on the Resources of Benthic Macro Fauna in the Middle Black Sea Coast, Samsun, Turkey. 1st Biannual Scientific Conference. Black Sea Ecosystem 2005 and Beyond 1st Biannual Scientific Conference BSERP/BSC, 8-10 May 2006 Istanbul, Turkey.
- Zolotarev V., 1996. The Black Sea ecosystem changes related to the introduction of new mollusc species. *Marine Ecology*, 17 (1-3): 227-236.

За контакти:

доц. д-р Антоанета Траянова

Висше военноморско училище

гр. Варна 9026. ул. „Васил Друмев“ №73

e-mail: anttrayanova@gmail.com

**МАКРОСИНТЕТИЧНИ ОТПАДЪЦИ В ПОВЪРХНОСТНИТЕ ВОДИ НА ЧЕРНО МОРЕ
И ЯВЛЕНИЕТО „PLASTIC CLOUD“**

Траян Траянов

**MACROSYNTHETIC PLASTIC WASTE IN THE BLACK SEA SURFACE WATERS AND
THE PHENOMENON „PLASTIC CLOUD“**

Trayan Trayanov

Abstract: The goal of this paper setting the rice growth the pollution of the Black Sea surface waters with macro synthetic plastic waste. Plastics accounted the major item of marine solid wastes which pollute the sea surface, sealed and beaches. The phenomenon „plastic cloud“ is also analysed.

Key words: Sea ecology, hydrology, pollution, macro synthetic waste, phenomenon „plastic cloud“, the Black Sea, Varna Bay.

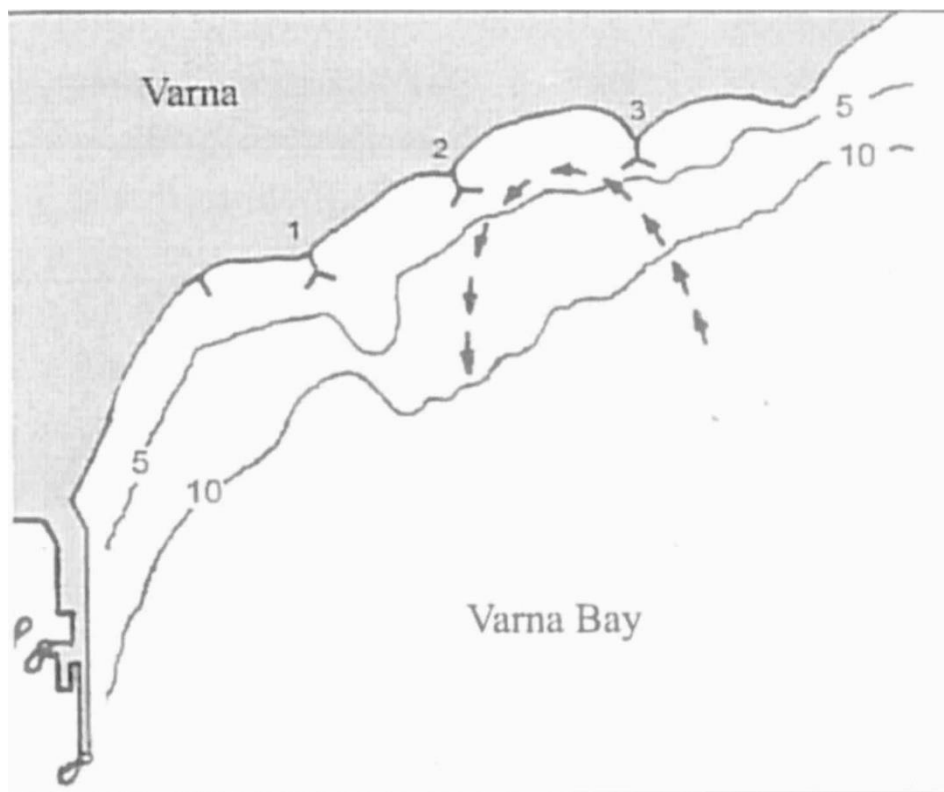
Въведение

През 1997 г. американският океанолог Чарлс Мур открива в Тихия океан така нареченото „Голямо Тихоокеанско бунище“ („The Great Pacific Garbage Patch“). Това са две гигантски петна – западно (достигащо почти до Япония) и другото - източно от Хавайте и достигащо 500 мили от Калифорния. Площта на двете петна са съизмерими с площта на континента Северна Америка. Те представляват „безкрайна супа от пластмаса“. Около една пета от този боклук, според откривателя, се изхвърля от кораби и петролни или газови добивни платформи, а другото количество постъпва (при прилив и отлив) от сушата. Тези петна се задържат на това място повече от 30 години там благодарение на специфичните за Тихия океан повърхностни течения, стратификацията на водните слоеве и малкото специфично тегло под водата на синтетичните пластмаси, което не им позволява да потънат под слоя на скока на температурата, респ. скока на плътността.

До скоро се смяташе, че боклуците изхвърлени в морето се разграждат след известно време, но съвременните изследвания показват, че отпадъците от пластмаса са толкова издържливи, че се „реят“ във водата повече от половин век и няма изгледи да се разградят скоро. Установено е например, че пластмасовите бутилки се разлагат за над 400 години, полиетиленовите пликосе за 35-60 години, докато хартиени опаковки се разлагат за четири седмици.

Застрашено ли е Черно море?

Както е известно от Анекс 5 от „Правилата за опазване на морската среда от замърсяване с твърди отпадъци от кораби“ (МАРПОЛ, 1973) [6], за „особени райони“ са обявени Средиземно море, Балтийско море, Червено море, Северно море, заливите, арктическите райони, Карибския басейн и Черно море.



Фиг.1. Районът във Варненския залив, където е регистриран поток от отпадъци.



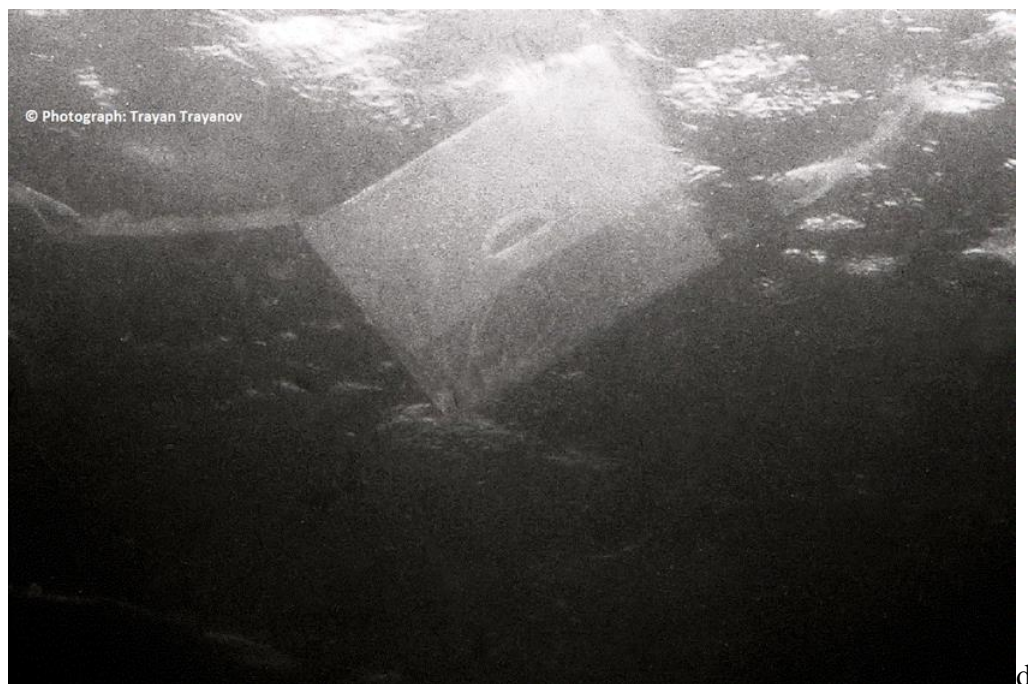
Фиг.2А. „Ръкавицата на чудовището“ – разкъсана листова пластмаса с площ около 2 m^2 .



Фиг. 2В. Макросинтетичен отпадък оприличаван на „леляца птица“ (Варненски залив).



Фиг.2С. Чувал от тъкана пластмаса с разкъсан край (Варненски залив, Черно море).



Фиг.2D. Найлонов прегънат плик (Варненски залив, Черно море).



Фиг.2E. Струпване от макросинтетични отпадъци оприличавано на “супа от пластмаса”

През август 1998 г. във Варненският залив е регистриран [4], [7] безкраен поток от макросинтетични отпадъци (Фиг.1) въртящи се в посока обратна на часовниковата стрелка. Направена е серия от 16 подводни снимки с камера „ Nikonos –II“, 11 от които с добро качество. Според заложените параметри – скорост и бленда на подводния фотоапарат е определена скоростта на придвижване на потока от макросинтетични отпадъци – около 0,8 m/s. Плътноста на потока от чували, торбички, пликове, разкъсани парчета с причудливи форми бе впечатляваща. На Фиг. 2А, наречена от



Фиг.3. Илюстрация на явлението „plastic cloud“ (03.03.2018 г. Индийския океан).

автора „ръкавицата на чудовището“ („the monsters glove“) се вижда разкъсана листовата пластмаса с площ около 2 m^2 . Единият край едва докосва водната повърхност, а „пръстите“ достигат до дълбочина $1,5 \text{ m}$. Тежко и горко ако „ръкавицата“ се заплете в краката на нищо неподозиращ плувец. На Фиг. 2В се вижда макросинтетичен отпадък оприличаван на „летяща птица“ имаща площ около $1,5 \text{ m}^2$. Чувал от тъкана пластмаса с размери $850 \times 550 \text{ mm}$, с разкъсан край е показан на Фиг. 2С, а на Фиг. 2D – найлонов плик с размери $450 \times 350 \text{ mm}$. На Фиг. 2Е се вижда струпване на макросинтетични отпадъци, оприличавани като „супа от пластмаса“ („plastic soup“). Явлението „plastic cloud“, показано на Фиг. 3 е регистрирано на 03.03.2018 г. около остров Нуса Пенида (регион Бали) от английския подводен плувец Рич Хорнър и е идентично с показаното струпване на Фиг. 2Е с тази разлика, че под водата присъства още един оператор. За подводният плувец, който се „промъква“ под струпването от пластмасови отпадъци - това над него е оприличавано на облак („plastic cloud“).

Хипотеза

Като се има предвид скоростта и посоката на повърхностните течения в Черно море, основното черноморско течение обикалящо басейна с посока обратна на часовниковата стрелка, южното му направление пред българския черноморски бряг и циклоналните (кръгови) вихри в заливите (виж Фиг. 1) от една страна, а от друга огромните количества макросинтетични отпадъци, които постъпват в Черно море от речния вток (Дунав, Днестър, Днепър, Южен Буг) [3], както и че обичайният трафик [2] в Черно море на кораби оборудвани с АИС транспондери е 2500 (с РК под 24 m , яхти и други плавателни средства-броят им е многократно по-голям) и наличните добивните и проучвателни платформи може да се предположи, че северозападната част на Черно море (както и в югоизточната му част) съществуват струпвания („бунища“) на макросинтетична пластмаса, подобни на тези в Тихия океан.

Изводи и препоръки

- Освен другите негативни въздействия [4], [7] струпванията на макросинтетични отпадъци („бунища“) стационарни в определени зони в морето или плаващи в под повърхността с повърхностните течения, оказват пряко въздействие върху първичната продуктивност на фитопланктона [1], [3], нарушавайки тъй наречената еуфотична зона, в която величината на чистата фотосинтеза е положителна.

- Изучаването на движението на макросинтетичните отпадъци в Черно море ще доведе до нови познания за акустичните ефекти свързани със струпвания от типа „plastic soup“ и „plastic cloud“, както и за посоката и скоростта на повърхностните течения с приложения във военното дело, хидрографията, екологията, търсенето и спасяването на бедстващи на море, с водното спасяване и туризма.

Литература

1. Бигон, М., Дж.Харкер, К.Таунсенд.1989. Екология, особи, популации и общества. Изд.“Мир“, 181-182.
2. Димитров, Н. И колектив, 2018. Функционално зонирание на националните морски пространства за създаване на информационна система за управление на крайбрежната зона (Монография под печат), 142.
3. Пейчев, В., Д.Димитров. 2013. Океанология, Изд. „Онгъл“ Варна, 357 -358.
4. Траянов, Т. 2009. Замърсяване на морето със синтетични пластмаси. Известия на Съюза на учените Варна, Серия „Медицина и екология“, Том XIV,1/2009, 45-47.
5. Clean Sea 2013-2015 „За чиста европейска морска среда чрез научни доказателства, иновативни решения и добро управление“. Проект по FP7/2007-2013.
6. MARPOL, 1973. International Convention for Prevention of Pollution from Ships. Annex V: Prevention of pollution by garbage from ships. Entry into force: 31 December 1988.
7. Trayanov, T. and D. Gerdzhikov. 2013. A whirlpool of plastic wastes in Varna Bay. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 19 (Supplement1), 48-50.

За контакти:

Доц.д-р инж.Траян Константинов Траянов

E-mail: ttrayanov@mail.bg