

Галин ПЕТРОВ

Великотърновски университет „Св. св. Кирил и Методий“, България

ВЕТРО-ВЪЛНОВО ВЪЗДЕЙСТВИЕ И УСЛОВИЯ ЗА ФОРМИРАНЕ НА ПЛАЗОВЕ МЕЖДУ НОС СИВРИБУРУН И НОС ЕМИНЕ

Galin PETROV

“St. Cyril and St. Methodius” University of Veliko Tarnovo, Bulgaria

WIND WAVE EFFECTS AND CONDITIONS FOR FORMATION OF BEACHES BETWEEN CAPE SIVRIBURUN AND CAPE EMINE

The article is an attempt for mathematical modeling of the process of influence of wind generated waves on the coastal zone. The orientation of many beaches is the outcome of the long term effects of waves arriving from various directions. These can be expressed as a resultant of wind generated waves, calculated from records of the frequency and strength of onshore winds (Beaufort Scale > 3 , that is more than 20 km/h). Typically beaches are modified by erosion and deposition until they become orientated at right angles to this onshore wind resultant. Wind resultants are formed by drawing vectors obtained by multiplying the frequency of winds in each Beaufort Scale (>3) category by the cube of the mean velocity of that category in a directional diagram. Onshore resultants are obtained by taking only the vectors of winds to which the coastline is exposed.

Keywords: Black Sea, mathematical modeling, wind generated waves, onshore wind resultant, formation of beaches.

За Черно море най-голяма роля имат ветровите вълни, предизвикани от ветровото въздействие върху водната повърхност. Приливните колебания са незначителни, щормовите нагони са редки, а вълните цунами са малко вероятни. Изследването на ветро-вълновите условия в българския участък на Черно море е важно от гледна точка на прогнозиране динамиката на бреговете процеси, изграждането на изкуствени плажове, проектирането и поддръжката на защитни съоръжения и пр. Редица автори предлагат различни подходи при изследване на ветро-вълновия режим по Българското крайбрежие чрез математическо моделиране и анализ на натурни и лабораторни данни – Белберов и др. (1992), Дымов и др. (1992), Чернева и др. (2003) и др.

Ветровият режим по нашето черноморско крайбрежие е детерминиран от преноса на въздушни маси в направление запад-изток, характерен за умерената зона на Северното полукълбо. Зимният сезон се характеризира с преобладаващи западни и северозападни ветрове, резултат от нарастващата

циклонална активност над Средиземноморието и формирането на антициклони над Източна Европа. Преходните сезони създават благоприятни условия за проявата на югоизточни и източни ветрове, като фактор за това са циклоните по полярния фронт на север от България. Най-слабо е вълнението през лятото, а най-силно през есента и зимата, което се определя от силните ветрове през тези сезони.

Акумулационните процеси в бреговата зона са в пряка връзка с надлъжно-бреговото и напречно-бреговото придвижване на наносите. В реални условия вълновите течения включват както надлъжна, така и напречна съставяща. В резултат на вълновото въздействие се изработва профил на равновесие за отделните участъци на бреговата зона. При разпространение на вълните под прав ъгъл спрямо бреговата линия акумулационните участъци са подложени на напречни движения. Настоящият доклад представя опит за математическо моделиране на ветро-вълновото въздействие върху брега от гледна точка на напречно-вълновото придвижване.

Използвана е методиката, предложена от Bird (Bird 2007: 166–167). Моделът предлага взаимовръзка между честотата на ветровете по посока и скорост и ветро-вълновото въздействие върху брега, а оттам и връзка с условията за формиране на плажове. Въздействието на вятъра се моделира като се вземат предвид само ветровете със скорост по-голяма от трета степен по Скалата на Бофорт, т.е. над 20 km/h или приблизително над 6 m/sec. Честотата на тези ветрове по категории се умножава по средната скорост за категорията, повдигната на трета степен. За онагледяване на използвания подход в табл. 1 и 2 са представени резултатите от изчисленията за ст. Шабла.

Табл. 1

Разпределение на ветровете по посока и честота за ст. Шабла

Категория по скорост (m/sec)	Честота по посока							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
6-10	29,7	21,2	6,2	11,3	11,5	18,3	12,3	53,3
11-15	4,7	3,7	0,3	1,2	1,5	1,9	1,7	7
16-20	1,6	1,5	0	0,2	0,3	0,4	0,4	3,7
>20	0,3	0	0	0	0	0	0	0,6

Табл. 2

Краини резултати за ветровото въздействие по посока за ст. Шабла

Категория по скорост (m/sec)	Средна скорост	Средната скорост на трета степен	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
6-10	8	512	15206,4	10854,4	3174,4	5785,6	5888	9369,6	6297,6	27289,6
11-15	13	2197	10325,9	8128,9	659,1	2636,4	3295,5	4174,3	3734,9	15379
16-20	18	5832	9331,2	8748	0	1166,4	1749,6	2332,8	2332,8	21578,4
>20	23	12167	3650,1	0	0	0	0	0	0	7300,2
Краен резултат			38513,6	27731,3	3833,5	9588,4	10933,1	15876,7	12365,3	71547,2

Получените в резултат на изчисленията данни се представят графично във вид на вектори. Дължината на всеки вектор отговаря на получената за съответната посока стойност. Чрез векторите се конструират графики на посоките (directional diagrams). Крайният резултат се представя чрез резултантния вектор, получен от сумата на векторите по посоки.

За представяне на ветро-вълновото въздействие върху брега се вземат предвид само тези вектори, към чиито посоки е изложен брега, т.е. според експозицията на брега. Отчита се сумарният резултат, т.е. построява се сумарният вектор само за тези вектори.

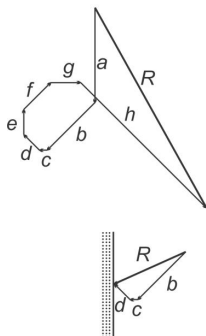
Теоретичният модел предвижда, че най-добри условия за формиране на плажове съществуват, когато резултантният вектор е ориентиран перпендикулярно на бреговата линия (Bird 2007: 166).

Дължината на вектора дава указания за големината на ветро-вълновото въздействие върху брега. При по-голяма дължина и при еднакви други условия напречното придвижване на наноси в бреговата зона ще бъде по-активно.

Тъй като плажовете се формират под комбинираното въздействие на надлъжно – и напречно-бреговия транспорт на наносите в бреговата зона, то по получените резултантни вектори може да съдим за условията за формиране на плажове в отделните участъци от Българското черноморско крайбрежие. Предложеният подход дава възможност за оценка на условията единствено от гледна точка на напречното придвижване на наноси. Абстрахираме се от останалите фактори като количеството и подхранването с наноси, техния гранулометричен състав, надлъжно-бреговите течения, конфигурацията на бреговата линия, трансформацията на вълните и пр.

В доклада са представени резултатите за пет станции по нашето крайбрежие – Шабла, Калиакра, Балчик, Варна и Обзор. За изчисленията са използвани публикувани метеорологични данни (Климатичен справочник 1982). Използвайки представените в справочника месечни данни за ветровете по честота и посока, са изчислени съответните годишни стойности, след което са приложени изчисленията за намиране на дължините на векторите.

На фиг. 1 са представени получените резултати като графики на посоките за ст. Шабла.

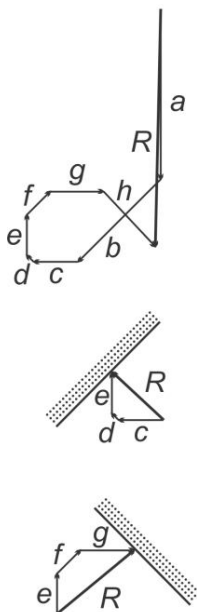


Фиг. 1 Шабла

В горната част на фигурата е представен резултатът, като са взети предвид всички посоки на вятъра, а в долната част – само тези вектори, към чиито посоки на въздействие е изложен брега. С латински букви от а до h са означени векторите по посоки на вятъра, съответно от северен до северозападен, а с R – резултантния вектор.

В този най-северен участък от крайбрежието се потвърждава валидността на модела. Резултатът показва, че най-добри условия за формиране на плажове има при експозиция на брега изток-североизток, защото в този случай бреговата линия се явява перпендикулярна на резултантния вектор. Такава е експозицията на Крапецкия плаж (дължина 1700 m) и Шабленския плаж (5620 m). Що се отнася до Граничарския плаж (2453 m) и Дуранкулашкия плаж (3700 m), от север на юг тяхната експозицията се променя от изток-югоизточна в най-северния участък през източна в средата до изток-североизточна в най-южната част. Това придава на тези два плажа характерна сърповидна форма. Ширината на плажовете е най-малка в северната им част и нараства на юг, където експозицията става изток-североизточна, което също може да се приеме като потвърждение на модела. По-голямата ширина е детерминирана и от по-активната акумулация на наноси именно в този участък от плажа, който се явява перпендикулярен на резултантния вектор.

На фиг. 2 са представени графиките за нос Калиакра. Означенията са както при предходната фигура.



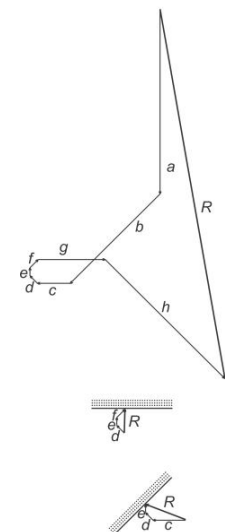
Фиг. 2 Нос Калиакра

Поради сложната конфигурация на бреговата линия в участъка на носа са представени две графики – една при югоизточна експозиция на брега и друга при югозападна.

Става ясно, че условията северно от носа, т.е. при югоизточна експозиция, са по-неблагоприятни. Резултантният вектор е перпендикулярен на бреговата линия, но е с малка дължина. Това се потвърждава и от реалността. Шестте плажа на КК „Русалка“ са изключително малки по площ и дължина. Дължините им са в диапазона от 13 до 98 m, а площите им – от 179 до 1228 m². Опитите за изкуствено подхранване с пясък на част от тях се оказаха неуспешни и с краткотраен ефект. При съпоставка на измерванията, извършени през 1997 г. при съставянето на актовете за държавна собственост и геодезическото измерване, извършено от МРРБ през октомври 2012 г. за изработката на специализирани карти и нови актове за държавна собственост, се установяват процеси на размиване и намаляване на площта за четири от тези плажове. Поуспешно се оказва подхранването на плажа Болата, но той е разположен в сравнително дълбок залив и допълнително е защитен от две буни. Въпреки това и там се установява намаляване на общата площ на плажа (Петров 2014).

Моделът предполага по-добри условия в участъка западно от носа (при югозападна експозиция на брега), но все пак по-неблагоприятни в сравнение с Шабленския участък. Въпреки това, тук не са формирани плажове. Брегът е праволинеен, клифов и липсват акумулационни участъци. Става ясно, че решаваща роля играят други фактори, а не напречно-бреговото придвижване на наноси. На подводния брегови склон тук се разкрива съвременна абразионна тераса на дълбочина до 2 m и с ширина до 50–100 m. Тя обаче е покрита с блокове, валуни и мидени черупки, а пясъците имат съвсем незначително площно разпространение (Пейчев 2004: 45).

На фиг. 3 са представени диаграмите за Балчик.



Фиг. 3 Балчик

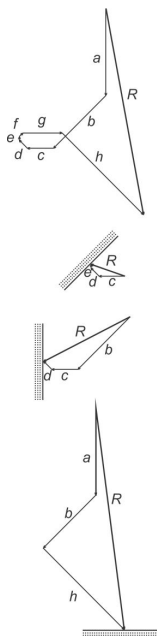
Моделът предполага много неблагоприятни условия за формиране на плажове. Резултантните вектори са почти перпендикулярни на бреговата линия,

но са с много малки дължини. Особено неблагоприятни са условията източно от Балчик, при южна експозиция на брега. Плажовете Тузлата и Робинзон 2 са тесни и с малки площи. Последният е подложен на размиване поради активни абразионни процеси. Между 1997 и 2012 година площта му е редуцирана с повече от 1000 m², т.е. с около една трета. При запазване на тази тенденция плажът е застрашен от пълна деградация и изчезване. Робинзон 1 представлява тясна ивица в основата на клифа и вече няма характер на истински плаж. Съществуващият доскоро плаж е разрушен от морската абразия, но все пак е регистриран като зона за къпане от РЗИ-Добрич.

Районът на самия град Балчик и западно от него (при югоизточна експозиция) също се оказва неблагоприятен от гледна точка на предлагания модел. Той предоставя възможно обяснение защо в пространството между изградените буни така и не се акумулираха по естествен път неспоени наслаги. Неособено успешни се оказаха и опитите за изкуствено изграждане на плажове. Нов плаж – Балчик е със силно редуцирана площ. Преди години дължината му е била значително по-голяма.

Централният плаж на Балчик е формиран от запълването на входящия тъгъл при построяване на пристанището на града. Балчик – Двореца е изкуствено създаден плаж. Там е прекусната естествената връзка с морето чрез изградената дамба. Тя е причина и Овчаровският плаж също вече да не съществува. Никъде пред дамбата не се наблюдава акумулация на неспоени наслаги. Представеният модел дава възможно обяснение за това.

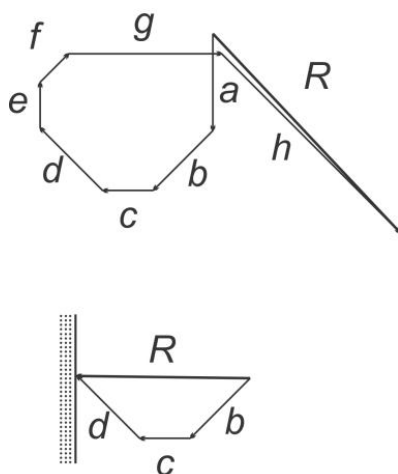
На фиг. 4 са представени резултатите за Варненския залив.



Фиг. 4 Варна

Моделът предполага най-добри условия за южната част на залива, т.е. при северна експозиция на брега. Това обаче се разминава с реалността. В този участък липсват плажове. От друга страна моделът демонстрира неблагоприятни условия в северната и западната част на залива. Става ясно, че формирането на плажовете там е детерминирано от сравнително мощните надлъжно брегови течения и брегозащитните съоръжения, които се явяват преграда за тях. Това се потвърждава във всички схеми за надлъжно-бреговите потоци по българската брегова зона (Пейчев 2004: 141–145). Западната част на Варненския залив се явява зона на конвергенция на двата наносни потока – Евксиноградския от север и Аспаруховския от юг.

На фиг. 5 са представени резултатите за ст. Обзор:



Фиг. 5 Обзор

Брегът е с източна експозиция. Моделът предполага сравнително добри условия за формиране на плажове. Резултантният вектор е перпендикулярен на бреговата линия. В този участък са формирани плажовете на Бяла и Обзор и големия плаж Иракли с площ 53 000 m² и дължина 1985 m.

В заключение може да се посочи, че в повечето от случаите се наблюдава съответствие между представения модел и реалността. Най-голямо разминаване се получава в участъка западно от нос Калиакра и за района на Варненския залив. В първия случай обяснението трябва да се търси в дефицита на наноси, а във втория – в решаващата роля на мощните надлъжно-брегови наносни потоци.

Подобно изследване би могло да се допълни със сезонните изменения на вълновия режим, обусловени от сезонните различия на ветровете по посока. Интерес би представлявало и установяването на евентуални изменения на вълновия режим свързани със съвременните климатични вариации и по-конкретно с промените в циркулацията над Европа и Средиземно море.

ЛИТЕРАТУРА/BIBLIOGRAPHY

Белберов и др. 1992: Белберов, Здр., И. Давидам, Д. Костикова, И. Лавренов, Л. Лопатухин, Живелина Ив. Чернева. Основные принципы создания нового Ветро-волнового атласа Болгарского сектора Черного моря. // *Трудове на Института по океанология*, том 1. Варна: БАН [**Belberov et al. 1992:** Belberov, Zdr., I. Davidam, D. Kostikova, I. Lavrenov, L. Lopatuhin, Zhivelina Iv. Cherneva. Osnovnyue printsipi sozdaniya novogo Vetro-volnovogo atlasa Bolgarskogo sektora Chernogo morya. // *Trudove na Instituta po okeanologiya*, tom 1. Varna: BAN].

Дымов и др. 1992: Дымов, Вл., Добрина Р. Костичкова, И. Лавренов. Математическое моделирование ветрового волнения в болгарском секторе Черного моря. // *Трудове на Института по океанология*, том 1. Варна: БАН [**Dymov et al 1992:** Matematicheskoe modelirovanie vetrovogo volneniya v bolgarskom sektore Chernogo morya. // *Trudove na Instituta po okeanologiya*, tom 1. Varna: BAN].

Климатичен справочник 1982: *Климатичен справочник на България*, том 4 – Вятър. София: Наука и изкуство [**Klimatichen spravochnik 1982:** *Klimatichen spravochnik na Balgariya*, tom 4 – Vyatar. Sofia: Nauka i izkustvo].

Пейчев 2004: Пейчев, В. *Морфодинамични и литодинамични процеси в бреговата зона*. Варна: Славена [**Peuchev 2004:** Peuchev, V. *Morfodinamichni i litodinamichni protsesi v bregovata zona*. Varna: Slavena].

Петров 2014: Петров, Г. Оценка на плажовете в община Каварна като природен туристически ресурс. // *Научна конференция „География и регионалистика“ в чест на проф. д-р И. Батаклиев – Пазарджик, 30-31. X. 2014, 177–182* [**Petrov 2014:** Petrov, G. Otsenka na plazhovete v obshtina Kavarna kato prirodan turisticheski resurs. // *Nauchna konferentsiya „Geografiya i regionalistika“ v chest na prof. d-r I. Batakliiev – Pazardzhik, 30-31. X. 2014, 177-182*].

Чернева и др. 2003: Чернева, Ж., Н. Вълчев, П. Петрова, Н. Андреева, Н. Вълчева. Разпределение на дълбоководните ветро-вълнови характеристики в българския сектор на Черно море. // *Трудове на Института по океанология*, том 4. Варна: БАН [**Cherneva et al. 2003:** Cherneva, Zh., N. Valchev, P. Petrova, N. Andreeva, N. Valcheva. Razpredelenie na dalbokovodnite vetro-valnovi harakteristiki v balgarskiya sektor na Chernomore. // *Trudove na Instituta po okeanologiya*, tom 4. Varna: BAN].

Bird 2007: Bird, E. *Coastal geomorphology: an introduction*. Chichester: Wiley.