

ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ ШТОРМОВОГО НАГОНУ В БЕРЕГОВІЙ ЗОНІ БЕРДЯНСЬКОЇ ЗАТОКИ 11 ЛИСТОПАДА 2007 РОКУ

Ключові слова: штормовий нагін, Бердянська затока, берегова зона.

Вступ. За останні двадцять п'ять років на земній поверхні значно збільшилась кількість катастрофічних природних явищ різноманітного генезису. Якщо виникнення катастроф ендегенного характеру, не можливо розглядати як наслідок антропогенної діяльності, то катастрофи синоптичної природи, в більшості випадків, представляють собою наслідки антропогенного впливу на навколишнє середовище.

Протягом останніх років на сторінках багатьох друкованих видань значне місце посідають матеріали, присвячені глобальному потеплінню, однією з небезпечних сторін цього явища є збільшення кількості катастрофічних явищ метеорологічної природи. Серед даних природних явищ найбільш відомими є урагани в Північній Америці, тайфуни в Південно-Східній Азії, циклони в Європі. Під час цих небезпечних природних явищ у береговій зоні Світового океану виникають штормові нагони, які призводять до значних руйнувань берегу та затоплення прибережних ділянок суходолу. З цього приводу слід згадати, насамперед, катастрофічні явища в Мексиканській затоці, штормові нагони у Бангладеш та Німеччині восени 2007 року. В межах берегової зони України лише у 2007 році було зафіксовано більше п'яти штормових нагонів різної амплітуди.

Фактичний матеріал та методи дослідження. В основу роботи була покладена інформація, яка отримана внаслідок досліджень особливостей берегової зони Азовського моря, які були проведені 2006-2008 роках. Під час експедиційних робіт застосувалися маршрутно-експедиційний, порівняльно-географічний, аналітичний, картографічний, морфологічний методи дослідження.

Поняття про штормові нагони та їх генезис. Штормовий нагін – це катастрофічне природне явище, що представляє собою швидкий підйом рівня моря в межах берегової зони, який виникає внаслідок одночасної дії на водну поверхню потужного вітру з моря та низького атмосферного тиску. Штормові нагони представляють собою неперіодичні явища, але протягом року в залежності від структури вітрового режиму, виникнення цих явищ в окремі сезони є більш ймовірним.

Слід також зауважити, що для берегових ділянок які розташовані в межах гирлових частин річок, значному підйому рівня моря, під час штормових нагонів, також сприяє річковий стік. Під час таких штормових нагонів потужний напір води з моря перешкоджає стоку річки, внаслідок чого виникає підпір річних вод морськими та як наслідок відбувається катастрофічний підйом рівня води в гирловий частині.

В листопаді 2007 року в Північному морі був зафіксований найпотужніший шторм за останні 50 років, він отримав назву «Тіло». Під час цього шторму в гирловий частині річки Ельба відбувся штормовий нагін, під час якого рівень моря здійнявся на висоту біля 2,5 м, що призвело до затоплення міста Гамбург, що у Німеччині. Цікаво, що це місто розташовано на відстані понад 60 км від узбережжя Північного моря, відповідно штормові нагони в гирлах річок є не лише вкрай небезпечним та не прогнозованим явищами, вони здатні проникати на значні відстані в межі суходолу. Подібні штормові нагони також неодноразово фіксувалися в межах багатьох гирлових частин річок світу, але найвідоміші серед них ті, що проявляються в гирлі Неви, в межах міста Санкт-Петербург.

Вкрай небезпечними є штормові нагони, які фіксуються в гирлах річок, що розвиваються за умов регулярного впливу припливно-відпливних явищ. Під час збігу сигізійних припливів та штормових нагонів, підйом рівня може перевищувати 10 м. Небезпечні катастрофічні явища, даного генезису, найчастіше проявляються в гирловій частині річки Ганг, в межах країни Бангладеш. Слід зауважити, що значна площа країни має абсолютну висоту, яка не перевищує 2 м, саме тому при катастрофічних підйомах рівня моря, ці площі затоплюються морськими водами. У цій країні подібні катастрофічні явища призводять, як правило, до великої кількості загиблих.

Штормові нагони в прибережних водах України. В межах берегової зони Чорного та Азовського морів, виникнення штормових нагонів виключно пов'язано з впливом вітру та атмосферного тиску. Класичним прикладом даного роду явищ, можуть бути штормові нагони в Джарилгацькій затоці. Так 6 жовтня 2003 року, в береговій зоні даної затоки відбувся штормовий нагін, під час якого рівень води здійнявся на 3,1 м. Це катастрофічне явище було зумовлено штормовим вітром зі швидкістю 33-35 м/с, з поривами до 37 м/с, та одночасним падінням тиску, над прибережним регіоном, до 733 мм рт.ст. Підняття рівня моря почалося біля 14 години, та тривало до 22 години, потім протягом однієї години рівень залишався незмінним, а близько першої години ночі він впав до нульової відмітки.

Слід зауважити, що під час даного нагону підйом рівня моря відбувся не лише в Джарилгацькій затоці, а також в межах північного узбережжя Каркінітської затоки. В регіоні висота підйому рівня знаходилась в межах від 1,35 до 1,75 м, відповідно збільшуючись із заходу на схід. Саме значне здіймання рівня призвело до затоплення прибережних ділянок суходолу в межах населених пунктів Залізний Порт, Більшовик та Лазурне. Підйом рівня моря також вплинув на акумулятивні форми, коси

Тендрівська та Джарилгач, вони здебільшого перехлюпувалися хвилями відкритого моря, а на деяких ділянках були повністю затоплені.

Цей штормовий нагін призвів не лише до затоплення прибережних ділянок суходолу, він активізував процеси абразії вздовж контуру берегової зони всього регіону. Саме під час цього нагону, в межах незахищених ділянок берегової зони смт Лазурного, була зафіксована катастрофічна швидкість абразії 8 – 10 м/ добу. При такій швидкості абразії руйнувалися не лише форми рельєфу та антропогенні об'єкти в береговій зоні, інтенсивно руйнувалися також території прилеглих до неї оздоровчих закладів.

Подібні процеси, але зі значно меншою швидкістю, були також зафіксовані вздовж берегової зони материкових берегів мілководних заток Дніпровсько-Каркінітської берегової області. Так, в межах західної частини Джарилгацької затоки, швидкість абразії на різних ділянках берегової зони, знаходилась в межах від 0,75 до 1,1 м/ добу. При цьому слід зауважити, що середньорічна швидкість руйнування кліфів, в даній частині затоки, не перевищує 0,35 – 0,4 м/рік. Ще більші швидкості руйнування були зафіксовані в береговій зоні півострова Гіркий Кут, при середньорічній швидкості руйнування 1,2 м, під час нагону було зруйновано біля 2,5 м абразійних ділянок.

В межах Азовського моря, також часто фіксуються класичні штормові нагони, які зумовлені сумісним впливом на водну поверхню вітру та атмосферного тиску. Але в межах Таганрозької затоки, яка представляє собою гирлову частину річки Дон, на висоту підняття рівня моря також впливає річковий стік.

В західній частині Азовського моря, в межах берегової зони Арабатської стрілки, також кожного року виникають штормові нагони різної амплітуди. Слід зауважити, що значна відносна висота берегового валу Арабатської Стрілки, найчастіше не дозволяє проникати нагоновим водам до затоки Сиваш, але внаслідок певних природних процесів або антропогенної діяльності, деякі ділянки берегової зони розташовані значно нижче ніж навколишні території.

В межах Арабатської Стрілки, що відноситься до території Херсонської області, до ділянок зі зниженим рівнем поверхні відносять район проток Тонкої та Верблюжачої, низьке місце між Генгоркой та Щасливцевим, та вузьке місце між Щасливцевим та Стрілковим. Причина виникнення цих знижень має насамперед природний характер, це місця сучасних або давніх прорв, скрізь які проходять або проходили значні за об'ємом потоки нагонових та згонових вод. Так територія навколо протоки Тонкої та Верблюжачої, щорічно під час потужних вітрів східного та північно-східного напрямку затоплюється морськими водами. В межах зниження між Генгоркой та Щасливцевим, відбувається часте перехлюпування морських хвиль крізь тіло берегового валу з подальшим розтіканням цих вод по поверхні Арабатської стрілки. В межах вузької частини, між Щасливцевим та Стрілковим, перехлюпування призводить до прямого потрапляння вод Азовського моря до затоки Сиваш. Слід зауважити, що подібні явища також є характерними для вузьких та низьких частин в межах Кримської частини Арабатської стрілки.

Штормові нагони цієї частини Азовського моря характеризуються не лише значною площею затоплення, їм притаманна висока енергія хвильової переробки затоплених територій. Саме тому під час значних за висотою нагонів, енергія хвилювання настільки потужна, що здатна зруйнувати не лише природні утворення, а навіть масивні антропогенні споруди. Так під час катастрофічного штормового нагону, восени 1967 року, Арабатська стрілка на значній площі була затоплена та представляла собою систему островів роз'єднаних між собою прорвами. Сила хвилювання під час нагону була настільки великою, що була зруйнована залізнична колія, яка з'єднувала між собою місто Генічеськ та родовища ракушняку, яке було розташовано на 53 км

аккумулятивної форми. Слід зауважити, що під час аналізу матеріалів місцевих літературних джерел, був виявлений той факт, що деякі залишки залізничного полотна була знайдені навіть у межах затоки Сиваш.

Тобто цей факт свідчить про силу даного штормового нагону, до того ж залізнична колія була зруйнована настільки сильно, що кошти для її відновлення майже дорівнювали будівництву нової колії. Важливим є також той факт, що при будівництві цієї колії, використовувалися будівельні матеріали, які видобувалися в тілі даної аккумулятивної форми, відповідно це призвело до зниження її абсолютною висоти, та підвищення ризику її затоплення під час штормових нагонів. Саме тому цей факт, був немаловажним аргументом проти відновлення даної антропогенної споруди.

Аналізуючи вплив штормових нагонів, слід зауважити, що сучасне антропогенне перетворення поверхні Арабатської Стрілки, також може викликати у недалекому майбутньому повторення катастрофічної ситуації. Цьому, на наш погляд, сприяє будівництво на поверхні аккумулятивної форми багатопверхових будинків та розпланування поверхні берегового валу, яке супроводжується зниженням загальної висоти та засипання лагунної частини (рис 1.)

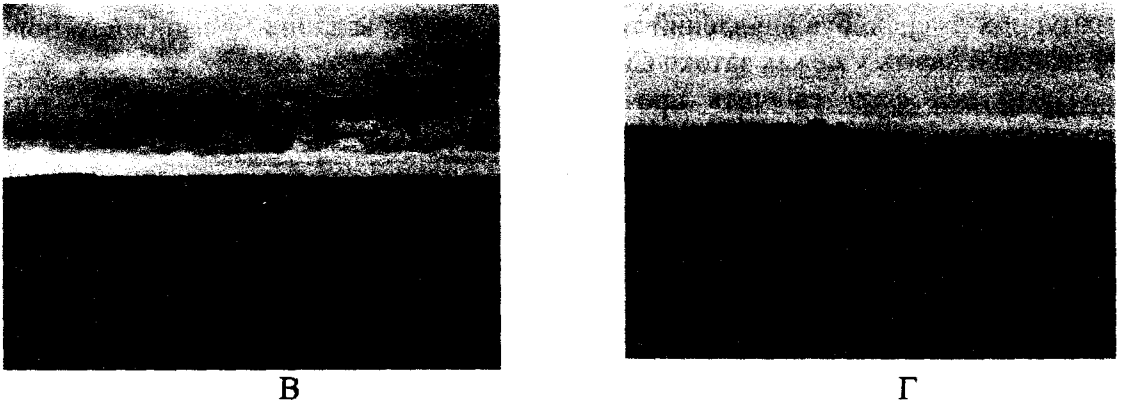
Штормові нагони також є домінуючим фактором розвитку і в межах інших частин берегової зони Азовського моря, але характер впливу цих явищ у берегові зони має деякі специфічні особливості. Ці особливості пов'язані з тим, що вздовж берегової зони даного моря поширені достатньо специфічні аккумулятивні форми, які отримали назву «Коси Азовського типу», вони відокремлюють від акваторії моря відповідні затоки, але при цьому зв'язок між морем та затоками достатньо істотний. Саме істотний зв'язок і є однією з причин виникнення потужного підйому води в затоках під час штормових нагонів. Важливою причиною, яка впливає на амплітуду штормових нагонів, в даному регіоні, є наявність у прибережних акваторіях аккумулятивних форм, які мають значну висоту поверхні, тим самим вони створюють природний бар'єр, який сприяє утриманню нагонових вод у межах даних акваторій.



А



Б



В

Г

Рис. 1. Зниження абсолютної висоти та перетворення морфологічних особливостей поверхні Арабатської Стрілки: А) зменшення висоти поверхні на 0,6м; Б) перепланування морської частини; В) засипання лагунної частини; Г) зменшення висоти акумулятивної форми внаслідок засипання її лагунної частини.

Серед усіх акваторій Азовського моря, вкрай небезпечні штормові нагони виникають у межах Бердянської затоки (Рис. 2). Значному підйому рівня моря в Бердянській затоці сприяє той факт, що ця затока розташована в центральній частині північного узбережжя Азовського моря прямо навпроти Керченської протоки. Відповідно, під час потужних південних вітрів, штормові хвилі поширюючись від Керченської протоки на північ, перетинаючи усе Азовське море, наганяють до Бердянської затоки значні об'єми вод, тим самим сприяючи підняттю рівня.

11 листопада 2007 року в Бердянській затоці відбувся потужний штормовий нагін, під час якого, була затоплена значна частина міста Бердянськ, а також широка частина Бердянської коси, при цьому вузька частина коси перехлюпувалася штормовими хвилями. Головною причиною даного штормового нагону був надпотужний вітер південного напрямку, зі швидкістю 32 – 34 м/с, до того ж велике значення мало також падіння атмосферного тиску над прибережною акваторією до 737 мм/рт.ст.

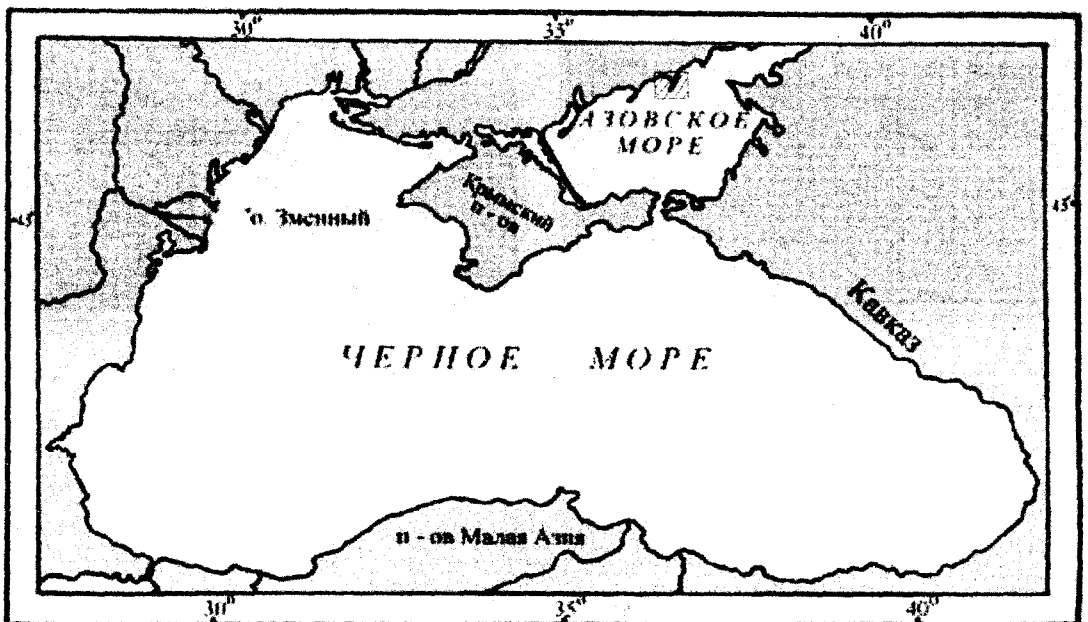


Рис. 2. Схема географічного положення території що вивчається на північному узбережжі Азовського моря.

Цей штормовий нагін мав декілька специфічних особливостей. Насамперед специфічність нагону полягала у великій швидкості підняття рівня води. Взагалі вважається, що нагін це дуже енергоємний процес тому його тривалість завжди достатньо істотна, а його виникнення виключно пов'язано з дією тривалих вітрів. Проаналізувавши дані гідрометеорологічного пункту Бердянського морського порту та матеріали опитування місцевого населення, ми дійшли висновку, що даний штормовий нагін, має специфічні хронологічні характеристики.

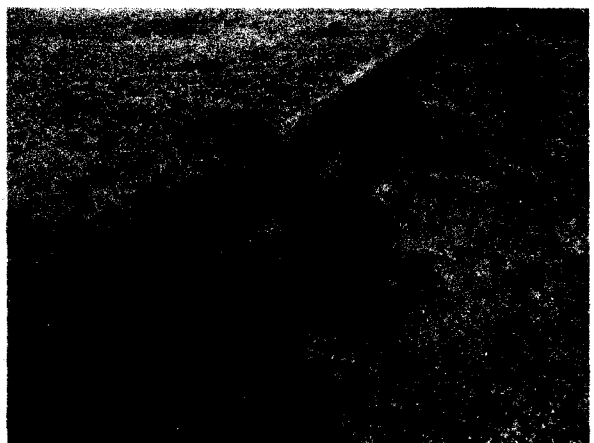
Підйом рівня моря відбувся в середині дня, деь приблизно біля 14.30, цей підйом характеризувався дуже високою швидкістю, що дорівнювала 0,075 м/хв., загальний час підйому рівня не перевищував 20 – 25 хвилин, але за цей час рівень в затоці в межах центральної набережної здійнявся на висоту біля одного метра, в межах акваторії порту на 0,83 м, а на території середньої частини Бердянської коси досяг 1,35 – 1,45 м. Загальна тривалість стабільного положення рівня, під час нагону знаходиться в межах від 25 до 30 хвилин, а потім дуже раптово в межах Бердянської коси та значно повільніше в межах міста, рівень води в затоці знизився.

Особливої уваги заслуговує той факт, що підняття рівня моря супроводжувалося дуже сильним хвилюванням, за даними місцевої гідрометеорологічної станції висота хвиль перевищувала 2,5 м. Слід зауважити, що під час руйнування цих хвиль об залізобетонні конструкції берегозахистного комплексу, утворювався сплеск, висота якого перевищувала 8 м. Внаслідок підйому рівня затоки та інтенсивного хвилювання, через берегозахистний комплекс до території міста Бердянськ потрапили великі об'єми нагонових вод, внаслідок чого прилегла до берегової зони території міста, а особливо Приморський бульвар, були затоплені (рис.3).

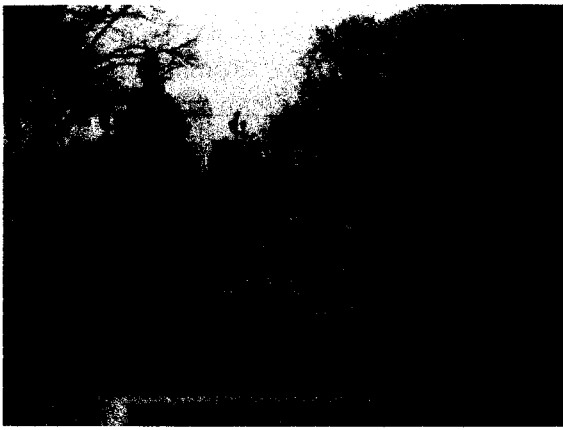
При аналізі фотоматеріалів місцевих друкованих видань та співставлення їх з морфометричними особливостями рельєфу міста, ми отримали наступні результати. Води штормового нагону проникли в межі міста на відстань більше ніж 800 м, але при цьому слід зауважити, що значні об'єми вод потрапляли до міста не лише через зниження в берегозахисному комплексі та при перехлюпованні, велика кількість вод потрапила до міста через систему дренажних каналів, гирлові частини яких розташовані в межах берегової зони (рис.3). Висота рівня води в межах міста дорівнювала майже 0,5 м, що призвело до затоплення біля 600 домівок місцевих жителів, деякі з тих, що побудовані з саману, внаслідок розмокання фундаменту були зруйновані.



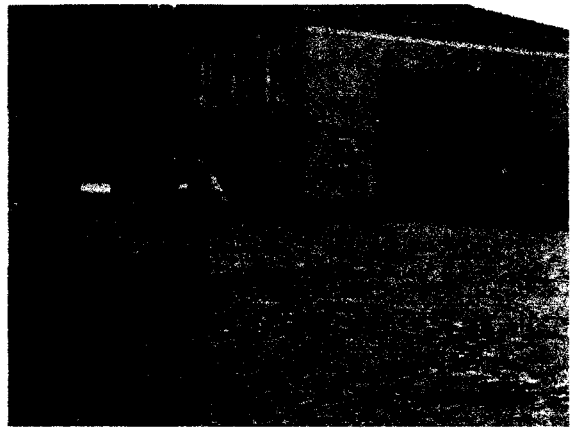
А



Б



В



Г

Рис.3. Штормовий нагін в місті Бердянськ 11 листопада 2007 року: А) висота сплеску в береговій зоні під час нагону; Б) гирла дренажних каналів в межах берегової зони міста Бердянськ; В) рівень води під час нагону в межах Приморського бульвару; Г) рівень води в центральній частині міста біля кінотеатру «Космос» (використано фотоматеріал газети «Бердянськ діловий»).

Руйнування берегозахистного комплексу, в межах центральної частини міста, було зумовлено не лише потужним натиском штормових хвиль та високою енергією нагонових вод, велике значення також мала енергія стокових вод, яка була зумовлена насамперед гравітаційними процесами, що виникли після падіння рівня води в затоці.

В берегозахисному комплексі міста Бердянськ були зруйновані не лише вертикальні хвилевідбійні стінки та бордюри, в межах самого комплексу та прилеглої набережної, були утворенні негативні форми рельєфу, які свідчать про значну абразійну діяльність нагонових вод (рис.4). Достатньо специфічні руйнування були зафіксовані у межах берегозахисного комплексу, який представляє собою залізобетонну ступінчасту берму. В більшості випадків ці руйнування були зумовлені енергією згонових вод, які не здатні були механічно зруйнувати конструкцію, але вони спромоглися її підмити.



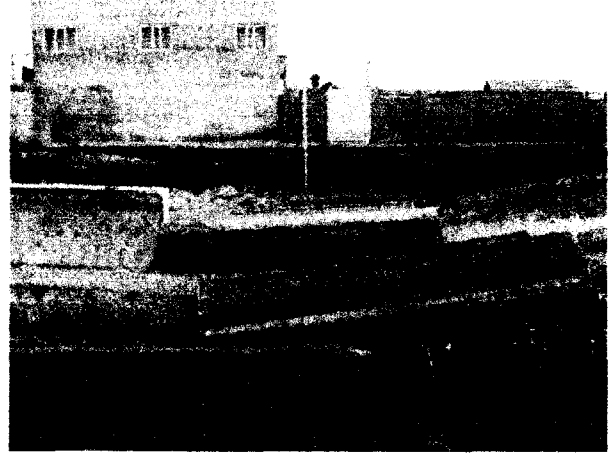
А



Б



В



Г

Рис.4. Наслідки впливу штормового нагону на берегозахистний комплекс в береговій зоні міста Бердянськ: А) руйнування верхньої частини бордюру; Б) утворення в межах комплексу улоговини стоку нагонових вод; В) підмив та руйнування ступінчастої берми; Г) утворення вертикальної стінки кліфу.

Нагонові води шукаючи вихід із суходолу до моря, проникали у мікрощілини, за рахунок своєї енергії вони виконували значну ерозійну діяльність, розширювали та поглиблювали ці щілини. Слід зауважити, що для цього процесу, була характерна велика швидкість руйнування, яка призвела до утворення під даною бермою значних за глибиною котловин, що призвело до обвалення даної споруди (рис.4). На наш погляд процес підмивання комплексу відбувався як під час нагону, так і під час згону. Про цей факт свідчить утворення в межах комплексу вертикальної стінки кліфу (рис.4), що можливо лише під час хвилювального впливу.

Висновки. Слід зазначити, що проблема захисту берегів від впливу штормових нагонів є актуальною для сьогодення, але для вирішення цієї проблеми потрібний пошук альтернативних ідей для будівництва берегозахистних споруд. Це пов'язано з тим, що берега, які розвивається під домінуючим впливом штормових нагонів, мають значну кількість специфічних умов, серед яких геологічні, геоморфологічні та гідрологічні.

Дані риси значно відрізняють ці берега від берегів регулярного розвитку, саме тому будь-які технології берегозахисту, що використовуються на берегах регулярного хвилювального розвитку, майже не придатні для використання на берегах з вітровою присухою.

Список літератури:

1. Аксенов А.А. Морфология и динамика северного берега Азовского моря. – М.: Труды ГОИН. – Вып. 29(41). – 1955.
2. Зенкович В.П. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. – Т. 2. – Москва: Изд-во АН СССР, 1960. – 216 с.
3. Зенкович В.П. Берега Черного и Азовского морей. – Москва: Географгиз, 1958. – 316 с.
4. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. – Москва: Изд-во АН СССР, 1962. – 710 с.
5. Хрусталёв Ю.П., Щербаков Ф.А. Позднечетвертичные отложения Азовского моря и условия их накопления. – Издательство Ростовского университета, 1974. – 152 с.
6. Шуйський Ю.Д., Вихованець Г.В. Вплив антропогенного фактору на піщані коси в береговій зоні морів // Укр. географ. журнал. – 1995. - №4. – С. 32-34.
7. Шуйский Ю.Д., Выхованец Г.В. Экзогенные процессы развития аккумулятивных форм в северо-западной части Черного моря. – М.: Недра. – 1989. – 198 с.