

УДК 626.133(477)

ЗАНOSИМІСТЬ ПІДХІДНИХ КАНАЛІВ ПОРТІВ УКРАЇНИ

О.О. Плясунова

аспірант кафедри «Морські і річкові порти, водні шляхи
та їх технічна експлуатація»
elena.margo56@gmail.com

Одеський національний морський університет

Анотація. У даній статті розглянуті типи морських підхідних каналів України на Чорному морі, види вишукувань, що передують початку їх проектування і реконструкції, і основні методи захисту від заносимості. На підставі аналізу методів захисту морських підхідних каналів України визначено проблеми їх заносимості і наведені дані щодо обсягів ремонтних днопоглиблювальних робіт. На основі результатів проведених досліджень, визначені основні шляхи підвищення ефективності експлуатації морських підхідних каналів України.

Ключові слова: морський канал, підхідний канал, захист морського каналу, днопоглиблення, заносимість, морський порт, мелководдя, експлуатація морського підхідного каналу.

УДК 626.133(477)

ЗАНOSИМОСТЬ ПОДХОДНЫХ КАНАЛОВ ПОРТОВ УКРАИНЫ

Е.О. Плясунова

аспірант кафедри «Морские и речные порты, водные пути
и их техническая эксплуатация»
elena.margo56@gmail.com

Одесский национальный морской университет

Аннотация. В данной статье рассмотрены типы морских подходных каналов Украины на Черном море, виды изысканий, предшествующих началу их проектирования и реконструкции, и основные методы защиты от заносимости. На основании анализа методов защиты морских подходных каналов Украины определены проблемы их заносимости и приведены данные объемов ремонтных дноуглубительных работ. На основе результатов проведенных исследований, определены основные пути повышения эффективности эксплуатации морских подходных каналов Украины.

Ключевые слова: морской канал, подходной канал, защита морского канала, дноуглубление, заносимость, морской порт, мелководье, эксплуатация морского подходного канала.

© Плясунова О.О., 2019

UDC 626.133(477)

**SEDIMENTATION OF APPROACH CHANNELS
OF UKRAINE'S PORTS**

O.O. Pliasunova

post-graduate student PhD. of the Department «Marine and river ports,
waterways and its technical service»
elena.margo56@gmail.com

Odessa National Maritime University

***Abstract.** The rise of Ukraine's economy is also linked to the intensive development of maritime transport. Increasing the capacity of the maritime waterways of Ukraine is now an important task for the development of maritime transport, which is especially needed in the Black Sea basin, where ports are already operating today with significant overload, which leads to unreasonable significant costs for shipping. One of the effective ways to reduce shipping costs is the continuous improvement of sea approach channels based on the results of modern research, as without increase of their dimensions, the construction and reconstruction of port hydro-technical structures is impossible.*

This article discusses the types of sea approach channels of Ukraine on the Black Sea, the types of surveys that precede the beginning of their design and reconstruction, and the main methods of protection against sedimentation. Based on the analysis of the protection methods of the sea approach channels of Ukraine, the problems of their sedimentation are identified and the data on the volumes of dredging repair works are presented. On the basis of the results of the conducted research, the main ways of increasing the efficiency of the operation of the sea approach channels of Ukraine have been identified.

***Keywords:** sea channel, approach channel, sea channel protection, dredging, sedimentation, seaport, shallow water, operation of sea approach channel.*

Постановка проблеми. Підйом економіки України також пов'язаний з інтенсивним розвитком морського транспорту. За останнє десятиліття у світі значно зріс обсяг вантажоперевезень водними шляхами, що призвело до зростання габаритів і відповідно осадки суден, тож виникла необхідність у збільшенні глибин акваторій морських портів. Збільшення пропускної спроможності морських водних шляхів України в даний час є важливою задачею для розвитку морського транспорту, це особливо потрібне в Чорноморському басейні, де порти вже сьогодні функціонують із значним перевантаженням, що призводить до не виправданих значних витрат на морські перевезення.

Одним із ефективних напрямків зниження витрат на морські перевезення є постійне удосконалення морських підхідних каналів на

основі результатів сучасних досліджень, так як без збільшення їх габаритів неможливі будівництво і реконструкція портових гідротехнічних споруд. Проектування, будівництво та експлуатація морських підхідних каналів проводиться відповідно до вимог нормативних документів України. У діючих нормах рекомендується визначати технічні та транспортно-економічні характеристики підхідних каналів в залежності від гідрометеорологічних чинників району будівництва, габаритів розрахункового судна, категорії фарватеру з урахуванням перспективи збільшення суднообігу і розмірів суден, але не базуються на обґрунтованих уявленнях про процес заносимості, а спираються на застарілі моделі, які не відповідають сучасному рівню знань про гідро- та літодинаміку берегової зони. Заносимість є одним із основних факторів, що ускладнює експлуатацію каналів. Відповідно до існуючих на даний момент передумов, збільшення габаритів існуючих морських підхідних каналів призведе до збільшення їх заносимості та відповідно до збільшення об'ємів капітального та ремонтного днопоглиблень. Проблема заносимості підхідних каналів до морських портів України вивчалася приблизно до початку 90-х років XX століття. В останні п'ятнадцять років досліджень в області заносимості та захисту від заносимості морських підхідних каналів України взагалі не проводилося. Реалізація задачі щодо збільшення пропускної спроможності морських водних шляхів України неможлива, в першу чергу, без визначення шляхів підвищення ефективності експлуатації морських підхідних каналів України.

Огляд останніх досліджень та літератури. Вивченню основних факторів процесу переміщення наносів, видам руху потоку наносів, математичному та фізичному моделюванню заносимості окремих ділянок підхідних каналів присвячені праці українських та іноземних авторів [1; 2; 3; 4; 5]. Однак досліджень щодо удосконалення методів захисту морських підхідних каналів від заносимості не проводилося в Україні.

Мета статті. Основна мета – визначення шляхів підвищення ефективності експлуатації морських підхідних каналів України на підставі аналізу існуючих методів захисту від заносимості та огляду проблем заносимості морських підхідних каналів України, що перетинають зону мілководдя.

Матеріали дослідження. Порти України розташовані на мілководних ділянках узбережжя, лиманів і гирл річок, і пов'язані з відкритим морем штучними фарватерами - морськими каналами. Морські підхідні канали Чорного моря можна розділити на три типи: гирлові канали, морські канали мілководного узбережжя, морські канали глибоководного узбережжя [6]. До гирлових каналів відносять канали, що розташовані у гирлах річок та представляють собою штучне подовжене гирло. До каналів даного типу в західній частині Чорного моря відносяться Прорва-канал, що з'єднує відкрите море з гирлом річки Дунай, Сулинський канал, Дніпровсько-Бузький та Дністровський канали.

Так, наприклад, Дніпровсько-Бузький канал забезпечує прохід суден з Чорного моря до морських і річкових портів, суднобудівних і судоремонтних підприємств Миколаївської та Херсонської областей і ряду інших портів, розташованих уздовж траси каналу («Очаків», «Ольвія», Дніпро-Бузький морський торгівельний порт, спеціалізований морський порт «Ніка-Тера», Миколаївський порт «Нібулон»), а також частково до Херсонського морського каналу. До морських каналів мілководного узбережжя відносяться канали, які розташовані на підводному схилі з тангенціальним ухилом до 0,02. До каналів даного типу в регіоні західної частини Чорного моря відносяться підхідні канали до портів Усть-Дунайськ, Чорноморськ, Одеса, Южний, Хорли, Скадовськ. Морські підхідні канали України відчувають інтенсивну заносимість, адже знаходяться на шляху природнього вздовжберегового руху потоку наносів, і потребують корінної реконструкції стосовно до вимог сучасних суден. В окремих випадках необхідно створення нових морських каналів.

Достатньо об'єктивний матеріал натурних спостережень за рухом потоку наносів необхідно мати для визначення фактичної заносимості підхідного каналу, що проектується або реконструюється. До складу інженерних вишукувань, що передують початку проектування та реконструкції підхідних каналів, включають такі види робіт: визначення параметрів вітрового хвилювання, з урахуванням трансформації і рефракції хвиль від хвиленебезпечних напрямків, безпосередньо на трасі майбутнього підхідного каналу, а також на ділянках узбережжя, прилеглих до неї; вивчення гідрологічних режимів річок, що знаходяться поблизу; проведення топографічної зйомки морського дна на досліджуваній ділянці узбережжя; проведення топографічної зйомки пляжу вище урізу води на досліджуваній ділянці узбережжя; визначення гранулометричного складу поверхневого шару донного ґрунту і його походження на досліджуваній ділянці узбережжя; інженерно-геологічні умови та об'єм мігруючих наносів по трасі судноплавного каналу.

Як відомо, до заходів по боротьбі з заносимістю морських підхідних каналів відносяться: створення запасу глибини на заносимість шляхом днопоглиблення (періодичні ремонтні днопоглиблювальні роботи); створення наносовловлюючих пристроїв; створення наносозахисних споруд [7].

Основним методом захисту підхідних каналів від наносів є створення шляхом перепоглиблення прорізу запасу глибини на заносимість. У випадку з діючими каналами інженерною практикою вироблені осереднені запаси глибини на заносимість. Ці запаси визначають об'єм днопоглиблювальних робіт, виконуваних для досягнення і підтримки заданих габаритів каналу. Збільшення запасів на заносимість викликає підвищення експлуатаційних витрат, а недостатні запаси – втрату гарантованих глибин і, отже, недовантаження суден та економічні збитки. Проектом ремонтних днопоглиблювальних робіт

передбачаються допустимі перебори по глибині на чистоту вироблення профілю. Однак існуючі залежності для визначення запасу глибини на заносимість не завжди коректні через недостатню точність прогнозу метеорологічної ситуації в майбутньому.

Треба зазначити, що на деяких підхідних каналах в результаті неврахування деяких факторів при проектуванні постійно проводяться ремонтні роботи, значно ускладнюючі умови судноплавства, так як, в разі припинення днопоглиблення, зростання перемичок неминуче призводить до повного блокування траси каналу. До складу земкаравану, крім землесосів та черпалок, входять землевідвізні шаланди, бункеровщики, буксири та інші допоміжні судна. Тому в процесі виробництва днопоглиблювальних робіт на каналах, умови судноплавства ускладнюються, або навіть частково перериваються. Необхідно також відзначити, що значний об'єм днопоглиблювальних робіт пов'язаний з екологічними наслідками, зумовленими забрудненням ділянок прибережної зони.

Іншим заходом, що захищає канал від заносимості, є створення паралельних прорізів-пасток (рис. 1) [8]. Планове розташування і розміри прорізів визначаються об'ємом потоку наносів та проектною частотою проведення ремонтних днопоглиблювальних робіт на каналі. Залежно від переважаючого напрямку вітрів паралельні прорізи можуть розташовуватися як з двох, так з одного боку каналу. Ефект від використання прорізів-пасток полягає в тому, що якщо їх глибина більше забровочної каналу, то до входу в канал на них частково гаситься хвильова енергія і акумулюється частина зважених наносів.

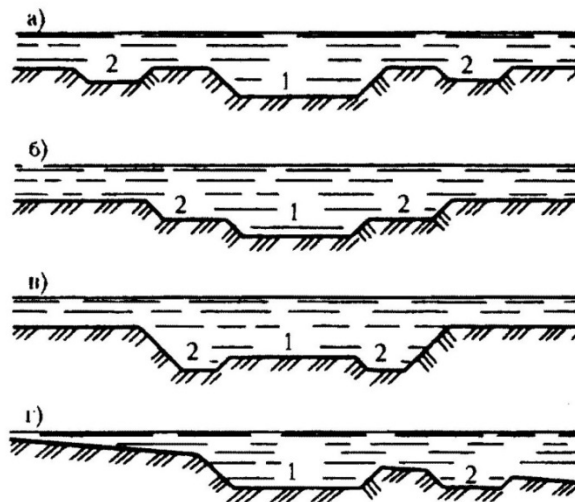


Рис. 1. Схеми розташування наносовловлюючих пристроїв:
1 – канал; 2 – проріз-пастка

В результаті знижується об'єм потоку наносів, що потрапляють в підхідні канали. Однак такий спосіб також не вирішує повністю цю проблему, якщо параметри прорізи-пастки не відповідають реальній ситуації. Тоді вони швидко заповнюються, що вимагає значних витрат по їх очищенню. Тому використання резервних прорізів-пасток, паралельних каналу, виправдано тільки в умовах помірної інтенсивності вздовж берегових потоків наносів. Найголовнішою перевагою такого способу є те, що значний об'єм днопоглиблювальних робіт проводиться без виходу на фарватер і, отже, без перешкод для судноплавства.

Наносозахисні споруди капітального характеру зазвичай представлені суцільними перешкодами, які захищають канал від наносів і хвилювання. Вони захищають канали з одного боку або з двох сторін і зазвичай спрямовані паралельно осі каналу. Одним з методів захисту каналів від заносимості також може служити спорудження підводних дамб, які не перетинають поверхні води на 1-1,5 м, і дамб, що перетинають поверхню води. Дамба може бути споруджена з фасонних масивів або з природнього кам'яного накиду різної крупності: всередині трапецеїдального профілю – дрібного каміння, по його поверхності – каміння більшого розміру. В умовах спорудження суцільних дамб, спрямованих поперек основного хвильового фронту, уздовж дамби створюється потік води: в кінцевій частині дамби ще продовжує діяти прийнятий напрямок, але потім, зливаючись з основним фронтом, потік води повертає в бік каналу, і в цьому місці каналу відбувається інтенсивне випадання наносів. У випадку переважання руху наносів з одного боку порту і каналу споруджуються розривні дамби (рис. 2), що направлені під деяким кутом до траси каналу [9].

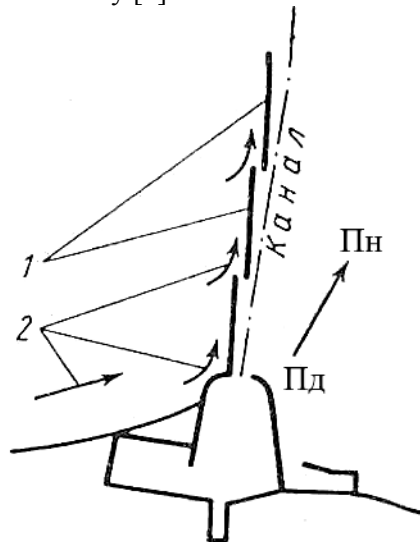


Рис. 2. Схема розташування розривних дамб від воріт порту вздовж каналу:

1 – дамби; 2 – напрямок вітру

При будівництві портів на мілководних узбережжях з переважальним рухом наносів в одну сторону захист порту і каналу здійснюють шляхом влаштування молів з висунуттям їх в море (зона мілководдя). Зведення молів є найбільш поширеним способом захисту підхідних каналів від заносимості. Класична схема такого компонування порту з симетричним розташуванням молів щодо каналу (рис. 3) реалізована для захисту підхідного каналу порту Вентспілс в Балтійському морі [10]. Особливістю такої схеми є значна заносимість підхідного каналу, характер якої визначається плановими розташуванням і розмірами огорожувальних молів і значно відрізняється від заносимості незахищеного каналу. До будівництва молів на ділянці прибережної зони спостерігалась динамічна рівновага – стабільність берегової лінії і безперешкодний знакозмінний транзит наносів.

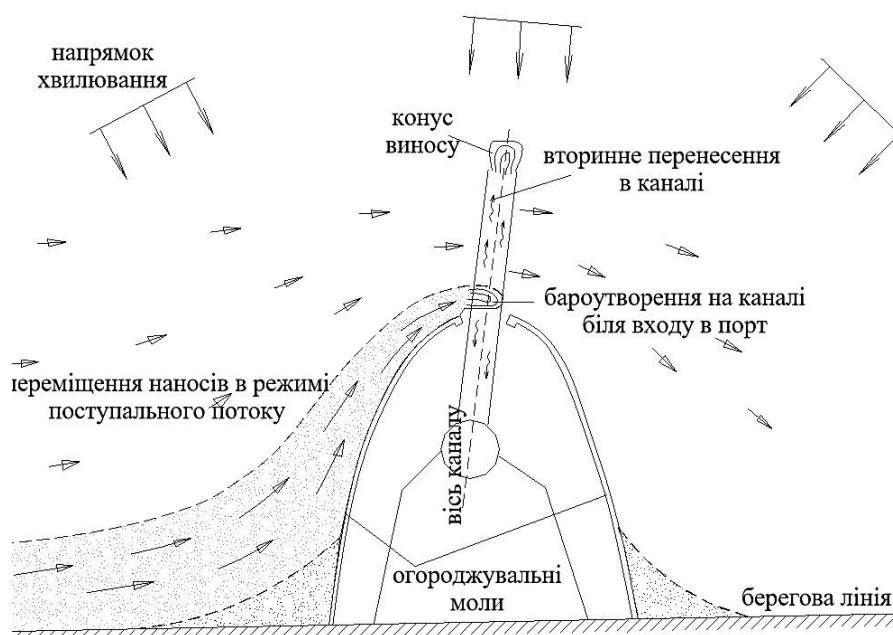


Рис. 3. Заносимість підхідного каналу при захисті огорожувальними молами

Зведення захисних споруд розділяє берегову зону на дві області з різною динамічною активністю. Це призводить до посилення порушення природного режиму хвилювання, течій і потоків наносів. В результаті відбувається повна перерва вздовжберегового потоку наносів, і швидко накопичення великих об'ємів донних відкладень у кореневій частині молів з навітряного боку і розмив з підвітряного боку (заповнення кута).

Відразу після завершення будівництва підхідних каналів і молів, останні в якості захисту від наносів призводять до очікуваного ефекту, і проведення днопоглиблювальних робіт обмежується лише періодичним

ремонтним черпанням на морській ділянці каналу. Однак в процесі експлуатації портів ефективність такого способу захисту знижується. Подальша перебудова підводного рельєфу призводить до обтікання наносами голови молу під дією течій. Наноси, що потрапляють при цьому в канал, формують біля входу в порт чітко виділену акумулятивну перемичку, що приводить до швидкого обміління каналу в цьому місці. Для того щоб захист від хвилювання в мілководній зоні не сприяв її заносимості, при наявності вздовжберегового переміщення наносів, споруджують хвилеломи, розташовуючи їх паралельно берегу. При такому розташуванні споруд і сприятливих напрямках вітрів не порушується вздовжбереговий рух наносів. Однак хвилеломи, розташовані паралельно берегу, можуть сприяти акумуляції зважених наносів в районі хвильової тіні за спорудою, де спостерігається ослаблення хвилювання і течії. Це призводить до необхідності проведення днопоглиблювальних робіт, хоча в цьому випадку роботи проводяться на захищеному від хвилювання просторі і не заважають судноплавству.

Однак проблема підтримання глибин на підхідних каналах не вирішується лише зведенням наносозахисних споруд, оскільки завжди має місце проникнення наносів на захищену ділянку каналу, у зв'язку з чим виникає необхідність поєднання методів підтримання глибин: засобами днопоглиблювального флоту та наносозахисними спорудами [11]. Будувати наносозахисні споруди доцільно на ділянках інтенсивної заносимості при значній глибині прорізу, так як зі збільшенням глибини прорізу в більшості випадків товщина шару наносів за рік зростає. Зі збільшенням природних глибин вартість огорожувальних споруд зростає, а кількість наносів, що затримуються спорудами, зменшується, що значно знижує ефективність капіталовкладень в їх будівництво. Будівництво наносозахисних споруд визнається доцільним при терміні окупності рівному або меншому нормативного (закладеного проектом).

В залежності від інтенсивності відкладення наносів в каналі великої протяжності ремонтні днопоглиблювальні роботи можуть здійснюватися на різних ділянках з різною частотою. При цьому частота днопоглиблювальних робіт залежить не тільки від інтенсивності заносимості, але також від запасу глибини. Однак слід прагнути до мінімальної частоти виробництва ремонтного днопоглиблення, оскільки це пов'язано з переміщенням земснарядів із порту в порт, що здорожує вартість робіт по підтриманню глибин. Безперерйне судноплавство по каналу не забезпечується, коли шар наносів, що відкладається на каналі за короткий проміжок часу, перевищує запас глибини на заносимість. Слід зазначити, що 90 % прибутку в морських перевезеннях створюється транспортним флотом. Тому удосконалення морських каналів повинно виконуватися сто-совно до вимог сучасних транспортних суден.

Основним методом захисту підхідних каналів в Україні від заносимості є перепоглиблення їх прорізів в дні, створення запасу на

глибину. Побудовано також наносозахисні споруди капітального характеру у вигляді суцільних перешкод, що захищають підхідні канали від наносів і хвилювання – порівняно короткі до декількох сотень метрів прямі моли-шпори (Чорноморськ і Южний) і більш протяжні дамби (судновий хід Дунай-Чорне море через рукав Бистрий) [12]. Акваторії портів України, що побудовані в гирлах або поблизу від гирла великих і малих річок, заносяться інтенсивніше, ніж портів, що не відчувають сильний вплив річкового стоку (морські порти Чорноморськ, Балаклава).

Морський порт Южний розташований в північно-західній частині Чорного моря в Аджалицькому лимані (рис. 4, а). Частина каналу, що примикає до воріт порту, огорожена паралельними молами [13]. Довжина східного молу – 545 м, західного – 654 м. Відносно сучасної лінії берегу східний мол виступає на 164 м, західний – на 362 м. Заносимість під-хідного каналу Южний складає 100 тис. м³.

При будівництві на Чорному морі порту Чорноморськ раціонально було вирішено питання захисту морського каналу (рис. 4, б). За допомогою огорожувальних шпор каналу була вирішена комплексна задача – захист від хвилювання та наносів, а також прилеглих берегів від розмиву. Підхідний канал порту Чорноморськ захищений двома паралельними шпорами, що мають протяжність від входу в порт з південної сторони 465 м і з північної – 402,5 м. В міру висування огорожувальних шпор під час спорудження заносимість поступово зменшувалася і склала 3 % при проектній довжині, саме накопичення наносів відбувається на захід від каналу. Накопичення наносів в підхідному каналі до Чорноморського порту становить 35-40 тис. м³ на рік.

Для руху суден в Білгород-Дністровський морський торговельний порт побудований підхідний канал Дністровсько-Цареградського гирла, а також Дністровсько-Лиманський канал [14]. Як показав досвід, розмір заносимості каналу становить від 60 до 80 тис.м³ на рік. Стале планове розташування каналу зумовило сталість стокової течії з лиману в море [15]. Струмінь течії є природним гасителем хвильової енергії, і тому з підвітряного південного боку від Цареградського гирла сформувалися умови «хвильової тіні». Це сприяло деякому накопиченню наносів і в результаті призвело до збільшення південної частини Дністровського пересипу. У той же час на північ від Цареградського гирла наноси, що рухаються, не зустрічають на своєму шляху перешкод і безперешкодно надходять в канал.

Порт Бердянськ розташований на північно-західному узбережжі Азовського моря [16]. При русі води зі сходу на захід, завдяки затримці наносів із західної сторони Широкого молу, зі східної сторони порту вийшов дефіцит наносів, що викликав розмив берегу. Також значний вплив на рух та відповідно затримку наносів має хвилелом, споруджений для захисту акваторій Бердянського морського торговельного порту від

хвилювання. Заносимість підхідного каналу до порту становить 26 тис. м³ на рік.

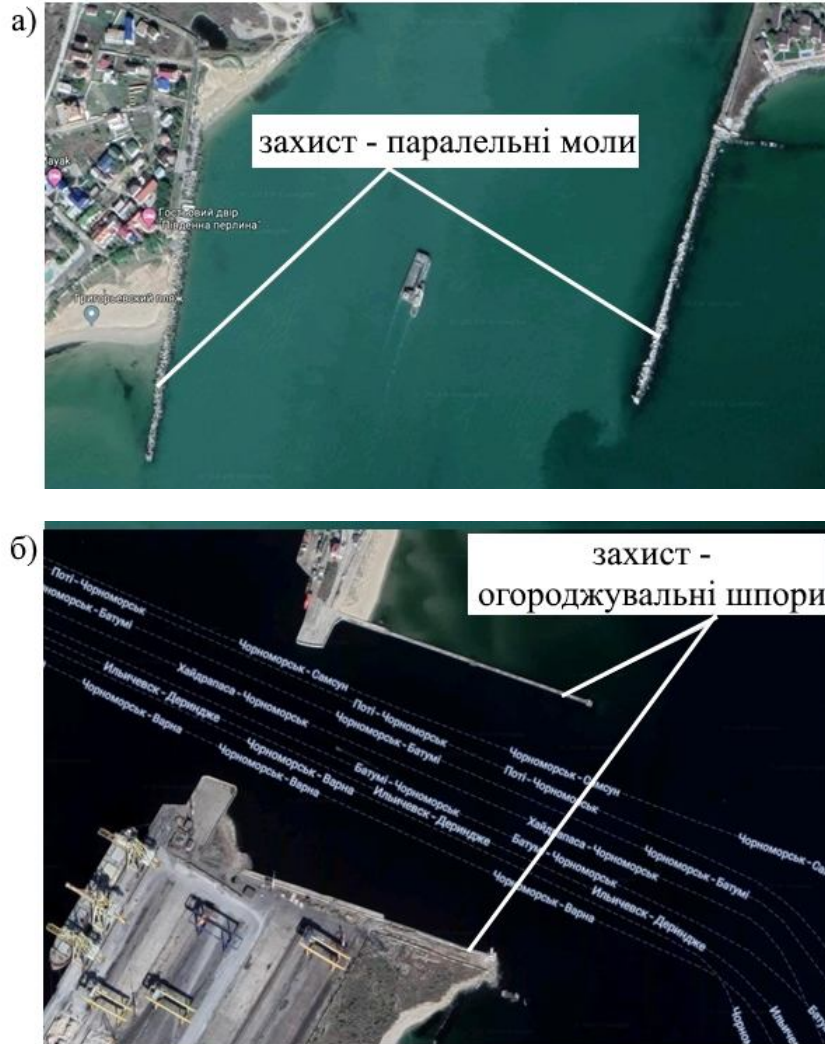


Рис. 4. Захист від заносимості підхідного каналу:
а – морського порту «Южний»; б – Чорноморського морського порту

Об'єми заносимості підхідних каналів інших портів України на рік такі: Одеса – 75 тис. м³, Прорва – 427 тис. м³, Скадовськ – 3 тис. м³, Хорли – 2 тис. м³.

У 2018 році були проведені днопоглиблювальні роботи в 6 портах і на 4 підхідних каналах України [17]. При цьому було завершено два важливих етапи капітального днопоглиблення в портах Чорноморськ і Южний. Капітальне днопоглиблення здійснювалося в рамках реалізації проектів державно-приватного партнерства, спрямованих на розвиток

портової інфраструктури та збільшення потужностей українських портів. Експлуатаційне днопоглиблення в 2018 році здійснювалося власним флотом АМПУ. За підсумками 2018 р. власний флот АМПУ збільшив об'єми робіт в 3,5 рази в порівнянні з 2016 роком. Проведення днопоглиблення на каналах Дунай-Чорне море, Бузько-Дніпровсько-Лиманському, Хер-сонському морському та Дністровсько-лиманському дозволило забезпечити безпеку судноплавства і роботу приватних і державних стивідорних компаній в морських портах України. У морському порту Чорноморськ вперше за останні 20 років завершені роботи з реконструкції підхідного каналу [18], так як збільшилася кількість заходів у порт Чорноморськ великотоннажних суден з осадкою понад 14,0 м. Тому від реалізації про-ектів реконструкції підхідного каналу та 1-го ковша Сухого лиману залежить майбутній розвиток порту. По завершенню цих проектів державні і приватні стивідорні компанії, які працюють в порту зможуть приймати великотоннажні судна з осадкою до 14,5 м типу Panamax і post-Panamax. В результаті проведених днопоглиблювальних робіт були збільшені параметри підхідного каналу морського порту Чорноморськ: довжина – до 1600 м, ширина – до 160 м, глибина – до 16 м. Також триває капітальне днопоглиблення в порту Южний. У перспективі збільшення глибин до 21 м зробить його одним з найглибших портів Чорного моря.

У 2019 році заплановано здійснити експлуатаційне днопоглиблення у 7 морських портах: Маріуполь, Бердянськ, Ізмаїл, Чорноморськ, Миколаїв, Одеса, Херсон; та на 4 каналах: Дунай-Чорне море, Бузько-Дніпровсько-Лиманський, Дністровсько-Лиманський, Херсонський морський [19]. На початку лютого 2019 у порту Ізмаїл було завершено роботи з експлуатаційного днопоглиблення. Об'єм виконаних днопоглиблювальних робіт склав 185 521,8 м³ [20]. Це найбільший проект з експлуатаційного днопоглиблення, реалізований у порту Ізмаїл за останні 11 років. Також розпочато експлуатаційне днопоглиблення підхідного каналу Миколаївського морського порту [21]. В процесі днопоглиблення передбачається, в першу чергу, доведення глибин підхідного каналу порту Миколаїв до паспортних значень – 11,2 м. Орієнтовний об'єм робіт на цій ділянці становить 125 тис. м³.

Результати дослідження. Натурними спостереженнями встановлено, що заносимість підхідних каналів в Україні обумовлюється наступними причинами: на великих глибинах в каналі, у порівнянні зі природними глибинами, відбувається зміна динамічного стану потоку наносів, тобто зменшення параметрів хвиль та орбітальних швидкостей течій, що викликає зміну його ємності та випадання частини наносів в проріз каналу; турбулентне перемішування в морську потоці викликає взмивання наносів і опускання їх на дно (при випаданні наносів на дно прорізу не всі вони будуть взмиті знову, завдяки більшій глибині в каналі, у порівнянні з природними глибинами, що обумовлює накопичення наносів в проріз каналу); зменшення турбулентного перемішування або

повне його припинення викликає випадання наносів з морського потоку на дно моря та прорізу; обпливанням укосів прорізу каналу; зміною профілю каналу після днопоглиблювальних робіт. Тож осадження наносів в проріз каналу відбувається як наслідок турбулентного руху морського потоку, так і зміни його турбулентності.

Боротьба з заносимістю морських підхідних каналів України є дуже важливою народногосподарською проблемою, так як загальний об'єм землечерпальних робіт в морських підхідних каналах складає 8265800 м³ [22]. Таким чином, існуючі методи по боротьбі з заносимістю не забезпечують повний захист підхідних каналів від потрапляння в нього наносів. Рішення проблеми заносимості підхідних каналів вимагає подальших досліджень.

Висновки. Шляхи підвищення ефективності експлуатації підхідних каналів України визначаються наступними головними напрямками:

- 1) проектною оптимізацією габаритів штучних прорізів;
- 2) розробкою раціонального методу для захисту каналів від заносимості, що дозволить максимально збільшити терміни міжремонтних днопоглиблювальних робіт;
- 3) удосконаленням методів і засобів підтримання навігаційних габаритів та раціональним використанням створюваних глибин;
- 4) збільшенням пропускної спроможності;
- 5) вдосконаленням нормативної бази України з проектування морських підхідних каналів;
- 6) дотриманням вимог охорони навколишнього середовища.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Leo C. van Rijn. Channel slopes of mud, silt and sand [Електронний ресурс] / Leo C. van Rijn. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.leovanrijn-sediment.com/papers/Channelslopesbrief2018.pdf>.*
2. *Arcadis. Hydromorfodynamische studie of deepening Maatwerkchannel (in Dutch). – Wielingen, Westerschelde, 2016.*
3. *Barabasi A.L. The physics of sand castles; maximum angle of stability in wet and dry granular materials / Albert R., Schiffer, P. // Physica. – A: 266, 1999. – P. 366-371.*
4. *Иванов В.А. Прогноз наносов в прибрежной зоне моря [Текст] / А.Е. Михинов // Практические рекомендации и примеры расчетов. – Севастополь: Изд. Мор. гидрофиз. инст., 1991. – 50 с.*
5. *Математическое и физическое моделирование заносимости морского подходного канала на баровом участке судоходного рукава Килийской дельты Дуная [Електронний ресурс] / В.В. Яковлев, Б.Н. Островерх, В.А. Ткаченко та ін. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.researchgate.net/publication/>*

- 258352071 *Mathematical and physical modeling sedimentation sea access channel to the bars navigable section branch Kiliya Danube Delta.*
6. Бертман Д.Я. Заносимость каналов западной части Черного моря [Текст] // Проблемы эксплуатации морских каналов: сборник научных трудов / Под общ. ред. С.А. Андреева. – М.: ЦРИА «Морфлот», 1982. – С. 70-75.
 7. Леонтьев О.К. Основы геоморфологии морских берегов / О.К. Леонтьев. – М.: МГУ, 1961. – 420 с.
 8. Отчет о НИР по теме «Исследование заносимости подходного канала порта Темрюк». – М.: МГСУ, 2001.
 9. Смирнов Г.Н. Порты и портовые сооружения / Г.Н. Смирнов. – М.: АСВ, 2003. – 464 с.
 10. Вентспилский свободный порт [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%81%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D1%81%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D0%B2%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82.
 11. Мирошниченко В.Г. Оптимизация методов поддержания глубин на морских каналах [Текст] / В.Б. Дроздов // Проблемы эксплуатации морских каналов: сборник научных трудов / Под общ. ред. С.А. Андреева. – М.: ЦРИА «Морфлот», 1982. – С. 24-32.
 12. Виноградов А.К. Подходные каналы и их значение в функционировании экосистем акваторий морских портов [Текст] / Ю.И. Богатова, И.А. Синегуб // Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу. Вип. 26. Т. 1. – Севастополь, 2012. – С. 34-47.
 13. Гудзовский С.В. Влияние гидрометеорологических факторов на условия эксплуатации подходного канала порта Южный [Текст] // Проблемы эксплуатации морских каналов: Сб. научн. трудов / Под общ. ред. С.А. Андреева. – М.: ЦРИА «Морфлот», 1982. – С. 18-24.
 14. Паспорт подходного канала к Белгород-Днестровскому морскому торговому порту (морская часть) / За заг. ред. А.В. Земский. – Одесса, 2011. – 58 с.
 15. Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья. Географические основы хозяйственного освоения / Географическое общество СССР [Текст] / За заг. ред. Г.И. Швобс. – Ленинград: Наука, ЛО, 1988. – 303 с.
 16. Заносимость подходного канала к порту Бердянск [Текст] / За заг. ред. А.Е. Чебурахин. – Ростов-Дон, 1958. – 59 с.

17. В 2018 году АМПУ провела дноуглубления в 10 портах и каналах [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.uspa.gov.ua/ru/press-tsentr/novosti/novosti-ampu/16768-v-2018-godu-ampu-provela-dnouglubleniya-v-10-portakh-i-kanalakh>.
18. АМПУ завершила реконструкцию подходного морского канала в порту Черноморск [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.uspa.gov.ua/ru/press-tsentr/novosti/novosti-ampu/16740-ampu-zavershila-rekonstruktsiyu-podkhodno-go-morskogo-kanala-v-portu-chernomorsk>.
19. АМПУ представила приоритетные инфраструктурные проекты в портах на 2019 год [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.uspa.gov.ua/ru/press-tsentr/novosti/novosti-ampu/16786-ampu-predstavila-prioritetnye-infra-strukturnye-proekty-v-portakh-na-2019-god>.
20. АМПУ завершила крупнейший за последние 11 лет проект по дноуглублению в порту Измаил [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.uspa.gov.ua/ru/press-tsentr/novosti/novosti-ampu/16795-ampu-zavershila-krupnejshij-za-poslednie-11-let-proekto-dnouglubleniyu-v-portu-izmail>.
21. В Николаевском морском порту началось дноуглубление подходного канала [Электронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.uspa.gov.ua/ru/press-tsentr/novosti/novosti-ampu/16791-v-nikolaevskom-morskoy-portu-nachalos-dnouglublenie-podkhodnogo-kanala>.
22. Експлуатаційне днопоглиблення. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.uspa.gov.ua/ekspluatatsijne-dnopolgublennya>.

REFERENCES

1. Van Rijn, L.C. (2018). Channel slopes of mud, silt and sand. Retrieved from <https://www.leovanrijn-sediment.com/papers/Channelslopesbrief2018.pdf>
2. Arcadis. (2016). Hydromorfodynamic study of deepening Maatwerk-channel (in Dutch), Wielingen, Westerschelde
3. Barabasi, A.L., Albert, R. & Schiffer, P. (1999). The physics of sand castles; maximum angle of stability in wet and dry granular materials. *Physica A*, 266, 366-371
4. Yvanov, V.A. & Mykhynov A.E. (1991). Prohnoz nanosov v prybrezhnoi zone moria. *Praktycheskiye rekomendatsyy u prymeri raschetov*. Sevastopol: Yzd. Mor. hydrofyz. Ynst (in Russian).
5. Yakovlev, V.V., Ostroverkh, B.N. & Tkachenko, V.A. *ta in*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/258352071>

- Mathematical and physical modeling sedimentation sea access channel to the bars navigable section branch Kiliya Dan ube Delta (in Russian).*
6. Bertman, D.Ya. (1982). Zanosymost kanalov zapadnoi chasty Chernoho moria. Problemy ekspluatatsyy morskyykh kanalov: sbornyk nauchnykh trudov, 70-75 (in Russian).
 7. Leontev, O.K. (1961). Osnovy heomorfolohyy morskyykh berehov. Moskva: MHU (in Russian).
 8. Otchet o NYR po teme «Yssledovanye zanosymosty podkhodnoho kanala porta Temriuk». (2001). Moskva: MHSU (in Russian).
 9. Smyrnov, H.N. (2003). Porty i portovye sooruzheniya. Moskva: ASV (in Russian).
 10. Ventspylsskiy svobodnyi port. Retrieved from https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%81%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D1%81%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D0%B2%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82 (in Russian).
 11. Myroshnychenko, V.H. & Drozdov, V.B. (1982). Optymyzatsiya metodov podderzhaniya hlubyn na morskyykh kanalakh. Problemy ekspluatatsyy morskyykh kanalov: sbornyk nauchnykh trudov. – M.: TsRYA «Morflot», 24-32 (in Russian).
 12. Vynogradov, A.K., Bohatova, Yu.Y. & Synehub, Y.A. (2012). Podkhodnye kanaly y ykh znachenye v funktsyonyrovanyy ekosystem akvatoryi morskyykh portov. Ekolohichna bezpeka pryberezhnoi ta shelfovoi zon ta kompleksne vykorystannia resursiv shelfu, 26 (1), 34-47 (in Russian).
 13. Hudzovskiy, S.V. (1982). Vlyaniye hydrometeorolohycheskyykh faktorov na usloviya ekspluatatsyy podkhodnoho kanala porta Yuzhnyi. Problemy ekspluatatsyy morskyykh kanalov: sbornyk nauchnykh trudov. – M.: TsRYA «Morflot», 18-24 (in Russian).
 14. Pasport podkhodnoho kanala k Belhorod-Dnestrovskomu morskomu torhovomu portu (morskaia chast). (2011). Odessa (in Russian).
 15. Lymanno - ustevye komplekсы Prychernomoria. Heorafycheskye osnovy khoziaistvennoho osvoeniya. (1988). Lenynhrad: Nauka, LO (in Russian).
 16. Zanosymost podkhodnoho kanala k portu Berdiansk. (1958). Rostov-Don (in Russian).
 17. V 2018 hodu AMPU provela dnouhlubleniya v 10 portakh y kanalakh. Retrieved from <http://www.uspa.gov.ua/ru/press-tsentr/novosti/novosti-ampu/16768-v-2018-godu-ampu-provela-dnougluble-niya-v-10-portakh-i-kanalakh> (in Russian).
 18. AMPU zavershyla rekonstruktsiyu podkhodnoho morskoho kanala v portu Chernomorsk. Retrieved from <http://www.uspa.gov.ua/ru/>

- press-tsentr/novosti/novosti-ampu/16740-ampu-zavershila-rekonstruktsiyu-podkhodnogo-morskogo-kanala-v-portu-chernomorsk (in Russian).*
19. *AMPU predstavyla pryorytetnye ynfrakturnye proekty v portakh na 2019 hod. Retrieved from <http://www.uspa.gov.ua/ru/press-tsentr/novosti/novosti-ampu/16786-ampu-predstavila-priorityetnye-infrakturnye-proekty-v-portakh-na-2019-god> (in Russian).*
 20. *AMPU zavershyla krupneishyi za poslednye 11 let proekt po dnouhluhleniyu v portu Izmayl. Retrieved from <http://www.uspa.gov.ua/ru/press-tsentr/novosti/novosti-ampu/16795-ampu-zavershila-krupnejshij-za-poslednie-11-let-proekt-po-dnouhluhleniyu-v-portu-izmail> (in Russian).*
 21. *V Nikolaevskom morskome portu nachalos dnouhluhlenye podkhodnogo kanala. Retrieved from <http://www.uspa.gov.ua/ru/press-tsentr/novosti/novosti-ampu/16791-v-nikolaevskom-morskome-portu-nachalos-dnouhluhlenie-podkhodnogo-kanala> (in Russian).*
 22. *Ekspluatatsiine dnopohlyblennia. Retrieved from <http://www.uspa.gov.ua/ekspluatatsijne-dnopogliblennya> (in Ukrainian).*

Стаття надійшла до редакції 17.12.2018

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор, віце-президент Асоціації українського сейсмостійкого будівництва **К.В. Єгупов**

доктор технічних наук, професор, професор кафедри «Морські і річкові порти, водні шляхи та їх технічна експлуатація» Одеського національного морського університету **С.І. Рогачко**