

А.К.Виноградов, Ю.И.Богатова, И.А.Синегуб

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины, г.Одесса

ПОДХОДНЫЕ КАНАЛЫ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ЭКОСИСТЕМ АКВАТОРИЙ МОРСКИХ ПОРТОВ

Рассматривается экологическая роль подходных каналов (ПК) морских портов (МП) Черноморско-Азовского бассейна. Общая их протяженность превышает 350 км, ширина между бровками достигает 180 – 200 м, глубины от 4 – 5 м до 18 – 20 м подводятся непосредственно в прибрежную зону, глубина выемки на дне может превышать 10 – 15 м. Большинство МП имеют один подходный канал. В Одесском МП три подходные канала и три прохода на акваторию. Чем шире ПК и чем их больше, тем ближе оказываются гидрологические и гидрохимические характеристики водных масс на акваториях МП и за их пределами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *морские порты, подходные каналы, гипоксия, аноксия, заморы.*

Под ПК подразумеваются искусственные углубления в дне водоемов, обеспечивающие заход в порты судов с большой осадкой. ПК к украинским МП Черноморско-Азовского бассейна являются не только их необходимым компонентом, как транспортных узлов, но и становятся неотъемлемой частью экосистем их акваторий. В связи с мелководностью украинского шельфа наиболее протяженные ПК связаны с северо-западной частью Черного моря (СЗЧМ), с Днестровским и Днепро-Бугским лиманами, Керченским проливом и Азовским морем. Ежегодный объем грунта, извлекаемого и перемещаемого при очистке и углублении ПК, составляет миллионы кубических метров [1].

В южных морях бывшего СССР самым длинным (свыше 100 км) является Волго-Каспийский ПК. Наиболее протяженный в Черноморско-Азовском бассейне – Бугско-Днепровско-Лиманский ПК (БДЛК) длиной 81,5 км, Херсонский канал имеет длину 39,5 км, ПК Мариупольского порта – 27,8 км, Керчь-Еникальский канал – 24,3 км, ПК Бердянского порта – 20,0 км, Днестровско-Лиманский канал вместе с Днестровским морским – 19,7 км. Подходные каналы к береговым МП (Одесса, Ильичевск, Южный и др.) имеют длину до 2,5 – 3,0 км. Из-за быстрого нарастания глубин только Ялтинский, Севастопольский и Рыбный порт в Камышевой бухте не нуждаются в специальных подходных каналах. Канал ведущий к Николаевскому МП имеет возраст более 100 лет. В таблице приведены размеры основных ПК Черноморско-Азовского бассейна.

На Черном и Азовском морях насущная необходимость в сооружении ПК к портам возникла в XVIII – XIX вв., когда осадка судов сравнялась и превысила глубины на подходах к МП и у причалов.

Морские судоходные каналы (от латинского *canalis* – труба, желоб) – это искусственные русла или искусственные прорези, выемки с безнапорным движением воды, устраиваемые в целине суши и донных грунтах водоемов

Т а б л и ц а . Морфометрические характеристики подходных каналов Черноморско-Азовского бассейна.

наименование канала	морфометрические показатели		
	длина, км	ширина, м	глубина, м
Бугско-Днепровско-Лиманский или Николаевский морской подходной канал	81,5	100	10,0
Херсонский канал (по Днепровскому лиману, реке Рвач, рукаву Ольховский Днепр и собственно Днепру)	39,5	100	8,0
судоходные каналы портов Варны	30,0	100	14,0
подходной канал Мариупольского порта	27,8	100	12,0
Керчь-Еникальский канал	24,3	120	10,0
подходной канал Бердянского порта	20,0	90	8,5
Днестровский морской и Днепровско-Лиманский каналы	19,7	60	4,5
подходной канал Таганрогского порта	19,0	90	5,0
Азово-Донской морской канал	15,0	70	4,5
Сулинский подходной канал	7,5	100	9,5
входной канал Березанского лимана	6,8	100	2,5
подходные каналы Одесского порта (3)	6,5	100	16,0
судоходный канал в Григорьевском лимане	6,5	170	16,0
подходной канал порта Хорлы	6,0	50	5,0
подходной канал порта Очаков	5,0	100	8,0
судоходный канал в Сухом лимане	5,0	170	13,0
подходной канал порта Южный	4,0	200	16,0
судовой ход Дунай – Черное море (рукав Быстрый)	3,2	170	8,0
подходной канал порта Констанца	2,9	170	18,0
Донузлавский входной канал	2,6	120	10,0
подходной канал Ильичевского порта	2,2	180	14,0
подходной канал Скадовского порта	2,2	50	8,0
подходной канал порта Ейск	2,2	70	4,5
подходной канал порта Темрюк	2,2	70	4,5
подходной канал порта Бургас	2,0	170	15,0
подходной канал порта Керчь	2,0	180	8,0
подходной канал Керченского рыбного порта	2,0	50	8,0
подходной канал порта Аршинцево	2,0	150	8,0
подходной канал порта Поти	1,4	100	10,0
канал Большая Севастопольская бухта – устье реки Черной	1,0	45	5,0
подходной канал Генического порта	1,0	60	4,5
подходной канал порта Туапсе	0,5	120	13,5
подходной канал порта Сочи	0,5	100	9,0

для безопасного и экономичного использования судов и МП. Как искусственное русло, канал может связывать два и более водных объекта. Среди судоходных каналов различают: соединяющие, углубленные (на мелководье), обводные, спрямляющие. Судоходные каналы представляют собой фарватеры (судовые ходы) безопасные в навигационном отношении проходы и водные пути по водному пространству, обозначенные буями, вехами, створными знаками и пр.

В последние годы на взморье Килийской дельты для прохода крупных судов в Дунай, минуя Сулинский рукав (Румыния), Украиной построен и продолжает совершенствоваться судовой ход Дунай – Черное море через рукав Быстрый. Морской канал имеет длину 3,2 км, проектная ширина по дну 170 м и глубина 8,0 м. С северной стороны канал, на протяжении 1,2 км от современного берега, прикрыт от наносов дамбой из рваного камня. По проекту такая же дамба должна быть построена с южной стороны канала.

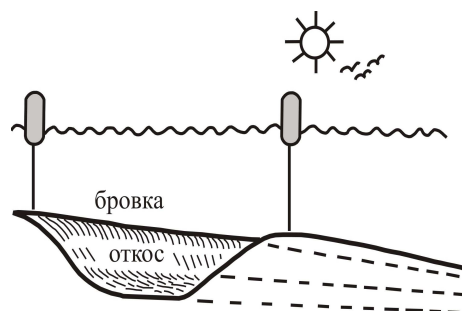
Представляя собой искусственные отрицательные формы рельефа дна, ПК к МП постоянно подвергаются действию различных природных факторов направленных на его выравнивание.

Все ПК в той или иной мере подвержены заносимости. Максимальными необходимыми глубинами в ПК к украинским МП в ближайшие десятилетия считаются глубины 20 – 21 м. При проектировании портов особенно важно предусмотреть положение входа в порт, т.е. места, в котором ПК оказывается на огражденной акватории МП. Если проход располагается навстречу вдольбереговому потоку наносов, заносимость ПК и акватории МП оказывается максимальной. В целях борьбы с заносимостью ПК производится дноуглубление. Оно может осуществляться с помощью ковшовых землечерпательных систем (черпаковых) или сосущих, т.е. путем рефулирования. Если дно углубляется впервые до проектной глубины, то дноуглубление считается капитальным. При периодической очистке и поддержании необходимых глубин дноуглубление называется ремонтным. При обоих методах разрушаются и частично изымаются донные биоценозы – как субстрат, так и гидробионты.

Всякий канал, как искусственное русло, отрывается в грунте, и поэтому очевидно, что основными строительными работами при создании каналов являются извлечение и удаление грунта из ложа канала. Работы в илистом, песчаном, глинистом, скальном грунте проводятся различными методами и сопровождаются различными экологическими последствиями. Негативное влияние может наблюдаться в местах свалки извлеченных грунтов.

Основным методом защиты ПК от заносимости считается переуглубление их прорезей (выемок) в дне, т.е. создание запаса глубин. Строятся также наносозащитные сооружения капитального характера в виде сплошных преград защищающих ПК от наносов и волнения. Обычно это сравнительно короткие до нескольких сотен метров прямые молы – шпоры (Ильичевский и Южный МП) и более протяженные дамбы (судовой ход Дунай – Черное море через рукав Быстрый).

Для защиты ПК предложены наносоулавливающие прорези (выемки). На песчаных грунтах вблизи выхода ПК из портовой акватории могут устраиваться прорези (выемки) – карманы для наносов, имеющие сечение в виде полутрапеции [2].



Р и с . 1 . Общая схема канала – выемки.

В поперечном разрезе судоходный канал (рис.1) обычно представляет перевернутую равнобедренную трапецию. Ширина канала по дну, как правило, меньше, чем по зеркалу воды. В канале различают ложе, т.е. дно, и боковые откосы или берега. Откосы каналов в различных типах грунтов имеют разный угол наклона. Каналы, как правило, имеют грунто-

вое ложе, т.е. не каменистое и не облицованное. В каналах, прокладываемых в скальных породах и коренных глинах угол откосов меньше, чем в каналах прорезающих песчаные или илистые грунты.

Абсолютное большинство судоходных каналов в Черноморско-Азовском бассейне, проложенных по дну тех или иных водоемов, представляют собой выемки в грунте, и имеют над собой тот или иной слой воды.

К числу соединительных каналов можно отнести прорези в пересыях: Черное море – Сухой лиман, Черное море – Григорьевский лиман, Черное море – озеро – лиман Донузлав.

В процессе выравнивания рельефа дна, нарушенного ПК, бровки откосов каналов, прокопанных в мягких и полужидких грунтах, оплывают, каналы постепенно становятся шире в своей верхней части, но мельче. Недостаточно продуманное вмешательство в природные динамические системы при строительстве гидротехнических сооружений портов и ПК к ним, может вызывать последствия, связанные с разрушением берегов, чрезмерной заносимостью каналов и акваторий, смывом песчаных или илито-песчаных грунтов в зонах, прилегающих к каналам, вплоть до коренных пород. В результате углубления в дельте Дуная в 70 – 80-х гг. XX в. канала Прорва заносимость его резко возросла. В итоге пришлось отказаться от планов использования его для судоходства.

Если молы и волноломы, главным образом, отклоняют движение наносов мористее, после заполнения ими неровностей берега, то ПК становятся ловушками для вдольбереговых потоков наносов по всей длине и вплоть до полного их заполнения. ПК прерывают движение части потока. В результате на тех или иных участках берега возникает определенный дефицит в наносах, и активизируются процессы разрушения низовыми размывами.

Являясь искусственными отрицательными формами рельефа дна, ПК нуждаются в регулярном поддержании рабочих глубин и играют важную роль в функционировании экосистем акваторий МП и прилегающих участков моря. Благодаря ПК имеет место постоянная взаимосвязь между экосистемами МП и экосистемами водоемов, по дну которых они проложены. По ПК заходят и выходят, или пассивно заносятся и выносятся с водными массами различные гидробионты. Через ПК осуществляются сгонно-нагонные процессы. При ветровом перемешивании поверхностного слоя воды часть водной массы, находящаяся в выемке канала, зачастую не участвует в этом процессе. Благодаря сгонно-нагонным явлениям в ПК формируются ком-

пенсационные течения и более важное значение, чем в поверхностном слое, приобретает горизонтальный перенос.

На всех глубинах ПК пересекаются вдольбереговым песчаным потоком. Установлено, что повышенная заносимость происходит только при вдольбереговых перемещениях наносов, захватывающих зону до глубин более 20 м. Наносы движутся, в основном, в тонком придонном слое. Экспериментальными и визуальными натурными наблюдениями показано, что движение песчинок по дну гораздо чаще происходит скачкообразно и реже в виде непосредственного качения по дну. В выемке канала откладывается обычно 5 – 10 % общего расхода потока наносов. Максимальный слой наносов накапливается в наиболее глубокой части выемки, хотя отложение происходит по всему ее профилю [3].

В ходе вдольберегового перемещения наносов в ПК происходит сортировка грунта, как по составу, так и по размерам частиц, что играет важную роль в формировании поселений тех или иных гидробионтов [4]. Накопление крупного песка и битой ракушки в ложе и на откосах ПК увеличивает шероховатость поверхности дна и способствует турбулизации придонных течений. Наличие микровихревых движений воды необходимо для выживания большинства бентосных организмов [5, 6].

При глубинах в ПК более 8 – 10 м в них появляются условия для образования собственного пикноклина, отсутствующего на соседних мелководьях. При скоростях течений до $5 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$ в ложе ПК происходит накопление легковзмучиваемого осадка, содержащего большое количество (до 25 – 30 %) органического вещества, при скоростях до $15 – 20 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$ идет миграция алевритовых и пелитовых частиц, при скоростях $20 – 30 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$ в движение приходят зерна песка величиной 0,1 – 1,0 мм.

Вместе с частицами грунта во вдольбереговой поток включаются и мелкие особи моллюсков. Перекатываясь по дну, они накапливаются на некоторых участках каналов, образуя там как скопления раковин, так и поселения (*Abra*, *Cerastoderma*, *Mya* и др.).

Большинство МП Украины построены в устьях или вблизи от устьев больших и малых рек. Акватории таких портов заносятся обычно интенсивнее, чем портов, не испытывающих сильного воздействия речного стока (МП Севастополь, Ялта, Черноморск, Балаклава). ПК, пересекающие предустьевые взморья рек, расположенные в них или рядом с ними заносятся с интенсивностью определяемой количественными показателями твердого стока той или иной реки [3]. Проблема заносимости фарватера резко уменьшается или отсутствует в тех МП, в которых навигационные пути расположены над подводными каньонами или рядом с ними, и там, где вблизи от берега начинаются большие глубины. Примерами могут служить МП Ялта и Батуми.

В мелководное Азовское море (до 12 – 13 м) впадают 28 рек, имеющих постоянное течение и несущих твердый сток на протяжении всего года [7], поэтому вдольбереговой поток наносов там очень большой.

На шельфе СЗЧМ расположены 10 ПК к МП. Как правило, они не только интенсифицируют размыв преимущественно западных участков берега, но и задерживают часть вдольберегового потока наносов. В случае с МП Ильичевск накопление наносов происходит западнее канала. Накопление

наносов в ПК к Ильичевскому порту составляет 35 – 40 м³ в год [8].

Рост судоходства сопровождается усилением заносимости каналов. Наблюдается эрозия склонов и обрушение берегов и откосов. Эти явления объясняются сильными потоками, воздействующими на дно и подводные и надводные откосы канала при движении судна. С целью уменьшения негативного воздействия судоходства на профиль канала, скорость движения судов в них ограничивается, либо движение обеспечивается мелкосидящими в воде буксирами – кантовщиками. С точки зрения эксплуатации наилучшими являются ПК, не имеющие колен.

Большая или меньшая заносимость свойственна всем судоходным каналам, так как в морях повсюду часть взвешенного вещества оседает на дно, в том числе, и в ложе каналов. Однако все-таки большую роль в накоплении осадков в них играет вдольбереговой поток наносов. Движение грунта происходит под влиянием, прежде всего, волн и течений. Волновое воздействие на осадки сравнительно быстро затухает с ростом глубин.

Глубина размыва дна в значительной степени зависит от высоты и крутизны волны [9]. Глубина воздействия волновой энергии на дно моря, т.е. зону, где частицы грунта, лежащие на дне, выходят из состояния покоя, при каждой высоте волны своя. Для шельфа СЗЧМ она составляет 8 – 10 высот волн и проходит в среднем по пятиметровой изобате, а в случае штормового волнения – по двенадцатиметровой. Самые сильные волны способны возмутить поверхность дна на глубине до 30 м [10, 11]. Все судоходные каналы Черноморско-Азовского бассейна находятся в зоне достаточно сильного волнового воздействия на донные осадки. Судоходные каналы по всей длине имеют одинаковую глубину, а сила волнового воздействия на ложе и откосы меняется в зависимости от глубины выемки по мере приближения к берегу. Катастрофические шторма вносят существенные изменения в обычное движения потока наносов и могут вовлекать в него значительные дополнительные массы влекаемого материала.

Установлено, что при расчете заносимости ПК в Черноморско-Азовском бассейне для отмелых побережий, сложенных рыхлыми грунтами (ил, песок) необходимо учитывать скорость ветра не менее чем 10 м·с⁻¹, а для приглубых берегов скорость ветра, берущаяся во внимание, повышается до 15 м·с⁻¹. При этом особое внимание следует обращать на маловероятные направления жестоких штормов [9].

Неспокойным Черное море бывает чаще зимой, когда повторяемость высот волн 2 м и более почти повсеместно достигает 30 %. Летом повторяемость высот волн 2 м и более составляет 5 – 13 %, весной и осенью 15 – 17 %. В целом, в Черном море преобладают волны высотой менее 2 м. Повторяемость высот волн менее 1 м летом 50 – 70 %, в остальное время года 27 – 45 %. При особо сильных штормах высота волны может достигать 4,5 – 5 м [11].

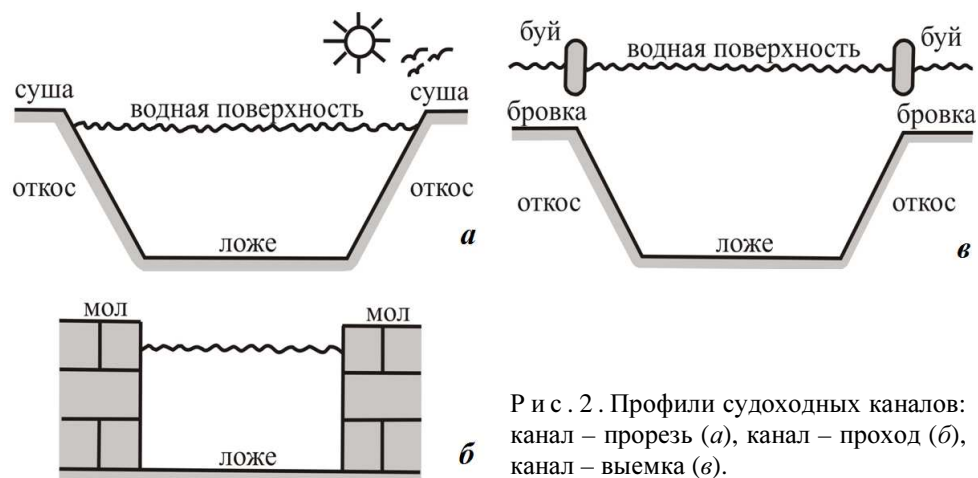
Вдоль всего побережья Черного и Азовского морей, в большинстве заливов и бухт, имеют место круговые течения, направленные по движению часовой стрелки. Характер течений береговой зоны существенно различен для нормального и косого подхода волн к берегу. Во время циркуляций при нормальном подходе волн к берегу скорость вдольбереговых течений составляет 20 – 30 см·с⁻¹. В потоках разрывного течения скорости могут превышать 1 –

$2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ [3]. В полужамкнутых акваториях МП скорости течений в поверхностном слое обычно составляют от 1 до 5 – 10 $\text{см} \cdot \text{с}^{-1}$, а у дна значительно меньше. Из-за малых скоростей течений в МП осаждение даже мелких частиц взвеси происходит быстрее. Только частицы, скорость погружения которых в спокойной воде менее 1 м в день, могут непрерывно находиться во взвеси.

Донные осадки состоят из минеральных и органических частиц различных размеров и происхождения. Находящиеся на дне органические частицы имеют плотность около $1 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$, а минеральные – в два – три раза большую, и поэтому величина волн и сила течений, при которых они отрываются от дна и переходят в толщу воды, различна, как и скорость гравитационного осаждения после прекращения волнения. Установлено, что большая часть песчинок в донных наносах перемещается влечением или в пределах подвижного слоя грунта, а не взвеси. Крупные и более тяжелые частицы, не будучи взвешены волнением, увлекаются придонным потоком, находясь практически в непрерывном контакте с дном, как бы подскакивают и перекатываются через ложе канала. При падении скорости течения в выемке канала наиболее тяжелые частицы на участках с наиболее крутыми откосами задерживаются. Часть донных наносов, находящихся во взвешенном состоянии (преимущественно органические частицы и наиболее мелкие минеральные частицы), участвуют в процессе адвективно-турбулентного переноса и могут легко преодолевать выемки каналов. Таким образом, в процессе движения вдоль берега частицы различной величины и плотности приспособляются к гидродинамическим условиям и уклону дна конкретного участка моря и ПК. Судходные каналы, являясь новыми элементами рельефа, оказывают определенное влияние на дифференциацию осадков.

Суммарное содержание взвешенных наносов в придонном слое в послештормовой период в СЗЧМ резко падает (в 12 раз) между изобатами 6 – 7 м. Полное выпадение взвеси после шторма происходит спустя двое суток, что ведет к осветлению воды и увеличению ее прозрачности. В эксперименте за весь осенне-зимне-весенний сезон во взвесеуловителях на глубинах 10 – 15 м отложился слой наносов толщиной 27 см. На глубине 25 – 30 м процесс волнового перемещения песчаного материала затухает, и начинается процесс осаждения илистого материала. При более слабом волнении глубины осаждения илистых частиц уменьшаются. Сильное волнение затрагивает и переоткладывает грунты на большую глубину. Меченый песок на внешней части береговой зоны при 4-х бальном шторме (высота волны до 2 м) проникал в осадок на 90 см, т. е. этот слой участвовал в движении [10]. Все эти процессы оказывают свое влияние на условия обитания гидробионтов на откосах и в ложе судходных каналов. Слабые течения, приводя в подвижное состояние органическую взвесь, способствуют ее накоплению в наиболее глубоких частях каналов, что может ухудшать некоторые гидрохимические показатели.

Ширина откосов судходных каналов от бровки до ложа может составлять десятки и даже сотни метров, а перепад глубин превышать 10 м. На этом пространстве возникают условия, появляющиеся обычно при удалении от берега. На откосах ПК вблизи портов, по сути дела, искусственно моделируются условия приглубого берега (рис.2).



Р и с . 2 . Профили судоходных каналов: канал – прорезь (а), канал – проход (б), канал – выемка (в).

В ПК – выемках наибольшая глубина врезки в дно наблюдается вблизи берега, где глубина моря меньше. Здесь же формируются наиболее широкие откосы, обеспечивающие большую устойчивость профиля канала во времени. По мере удаления от берега толщина слоя воды над бровками откосов канала возрастает, ширина самих откосов, как и глубина врезки, уменьшается. Толщина же слоя воды над ложем канала, т.е. глубина канала, по всей длине поддерживается более или менее одинаковой. Таким образом, большие глубины каналом подводятся непосредственно к порту. По мере удаления от порта выемка ПК в рельефе дна становится менее выраженной, пока не исчезает полностью.

Очевидно, что наибольшие изменения в миграции наносов и в условиях обитания гидробионтов происходят в верхней и средней частях каналов, где высота откосов относительно велика, а выемка глубокая.

При малых выемках каналов на больших глубинах, где у дна волновое движение значительно слабее, чем в прибрежной, корневой части каналов, откосы становятся пологими быстрее, чем в средней или корневой части, где выемка имеет значительную глубину [9].

Различные судоходные каналы могут вызывать разнообразные по проявлениям и масштабам экологические последствия. В изолированном от моря состоянии в Сухом и Григорьевском лиманах соленость воды в летние месяцы могла значительно превышать таковую в море. После появления соединительных каналов произошло выравнивание солености с морем, гидрохимические условия стали более стабильными. Биота Сухого и Григорьевского лиманов обогатилась десятками новых для их экосистем видов [4, 12, 13]. В Сухом и Григорьевском лиманах стала формироваться устойчивая двухслойная структура водных масс. После строительства канала Черное море – Донузлав в нем также произошла вертикальная стратификация водных масс. В придонном слое сохранилась гиперсолёная вода с соленостью более 90 ‰, а в поверхностном слое соленость воды стала соответствовать черноморской.

После сооружения в сильно опресненном Днестровском лимане ПК к Белгород-Днестровскому МП солёная морская вода вместе с морскими гидробионтами в придонном слое стала глубоко проникать на акваторию лимана

на. По наблюдениям сотрудников ОФ ИнБЮМ НАН Украины, при отметках глубин в канале Дунай – Черное море 7 – 9 м, несмотря на один из наибольших за всю историю наблюдений объемов стока дунайской воды в 2010 г., соленые воды в придонном слое поднимались на расстояние 1 км от входа в гирло рукава Быстрый. Здесь соленость воды в канале на глубине 6 м составила 6,3 ‰. Строительство ПК к МП через устья рек и их углубление всегда способствует заходу морской воды в придонном слое вверх по течению, что может иногда даже угрожать водозаборам водопроводов населенных пунктов.

Соединительные судоходные каналы и каналы в устьях рек приводят к перестройкам в водных экосистемах, и к изменениям качественного состава и количественных показателей биологических компонентов [2].

Температура, соленость, величина рН, содержание кислорода и биогенных веществ в приповерхностном слое воды над судоходными каналами, представляющими собой выемки в дне водоемов, и в прилегающих к каналам участках моря, как правило, не имеют отличий. Заметные различия в океанологических и гидрохимических показателях возникают в придонном слое воды под пикноклином, формирующемся в каналах глубиной 8 – 18 м. На дне в верхней и средней частях таких каналов может образовываться сероводород, и при некоторых ситуациях возможен подъем редоксклина в толщу воды, т.к. откосы глубоких каналов на подходах к портам могут затруднять перемешивание вод в горизонтальном направлении, а пикноклин – в вертикальном [13, 14].

ПК для одних гидробионтов являются постоянным специфическим биотопом, другие находят в них временные укрытия. Во многих ПК в наиболее жаркие месяцы формируются сапробиотические условия, отмечаются гипоксия и аноксия. В ПК обычным явлением оказываются различные по продолжительности и масштабам заморы донной фауны. Так, в ПК Одесского МП в июле – сентябре при пониженной гидродинамике наблюдается накопление продуктов разложения органического вещества (сероводород, меркаптаны, метан и др.). При сгонах с компенсационными течениями эти, имеющие неприятный запах, токсические вещества попадают на акваторию МП и в результате дальнейшего апвеллинга поступают в атмосферу.

В Днепро-Бугском лимане гипоксия развивается в судоходном канале и приводит к формированию устойчивой зоны сероводородного заражения, где гибель гидробионтов отмечается почти ежегодно. Чаще всего заморные явления бывают в августе (в 27 % случаев) и в июле (в 19 % случаев), реже всего – с октября по март (0 – 8 % случаев) [15].

Наиболее часто заморные явления отмечаются в судоходных каналах ведущих к МП Николаев и Херсон. В районе Кинбурского пролива заморы проявляются редко, что может быть объяснено большой проточностью и гидродинамической активностью [15].

За исключением ПК, расположенных в низовьях рек, и каналов – прорезей в суше, скорости течений в судоходных каналах сравнительно низкие и мало отличаются от таковых в примыкающих к ним участках.

Течения в поверхностном и придонном слоях воды в каналах могут быть разнонаправленными, а при сгонных ветрах – противоположными. Во

входных каналах и в проходах на акватории МП отмечаются такие явления как толчея, тягуны, различные циркуляции, связанные с морфометрическими особенностями МП, метеорологическими и гидрологическими ситуациями, возникающими в районе расположения каждого из них. Благодаря течениям, по судоходным каналам на акватории МП попадают донные осадки, формирующие песчаные банки вблизи молов и волноломов. Песчаные аккумулятивные образования вокруг защитных гидротехнических сооружений портов повышают в них биотопическое разнообразие. ПК к МП участвуют в механизме дифференциации осадочных материалов не только во вдольбереговом потоке наносов, обходящих их защитные сооружения, но и в потоках наносов, заходящих в виде языков в акватории. Крупные и тяжелые минеральные фракции накапливаются в каналах при сильных течениях. При слабых – в них идет накопление органической взвеси.

На откосах каналов, на различном расстоянии от бровки до дна ложа, возникают различные условия для осаждения частиц осадка, что ведет не только к их дифференциации по размерам и плотности, но и по содержанию в осадке ОВ. Если в песке его менее 1 %, то в иле – 5 % и более [3]. Поселения тех или иных массовых донных гидробионтов в различных частях откосов каналов напрямую зависит от локальных особенностей осадкообразования, являющегося интегральным показателем активности гидродинамических процессов, определяющих и гидрохимические условия. Именно с этим связана мозаичность их распределения.

Излюбленным местообитанием фильтраторов является область расположенная ниже глубины максимума мутности воды [16].

В периоды пониженной гидродинамической активности, наблюдаемой обычно в летние месяцы, в ПК идет накопление легко взмучиваемого осадка, и его толстый слой может становиться препятствием для тяжелых ползающих гидробионтов вроде крабов, раков – отшельников, брюхоногих моллюсков рапан, нассы и др.

Именно по судоходным каналам на акватории портов заходят стаи массовых пелагических рыб: шпрота *Sprattus sprattus*, хамсы *Engraulis encrasicolus*, мерланга *Merlangius merlangus* и др., а также дельфинов. Благодаря этому, часть продуцируемого на акваториях МП ОВ выводится из их экосистем.

Как уже отмечалось, во многих судоходных каналах правилами судоходства и судовождения предусматривается, что осадка судов должна быть меньше глубины в каналах всего на 20 – 50 см. При движении судов по каналам возникают различные токи воды, что способствует ее перемешиванию, нарушению стратификации водных масс и обогащению толщи кислородом.

Водообмен акваторий МП с прилегающими участками моря происходит исключительно через ПК. В большинстве МП Черноморско-Азовского бассейна имеется один проход. В нем, как правило, в приповерхностном и придонном слоях формируются противоположные по направлению течения. Интенсивность водообмена во многом зависит от объема воды на акватории и площади поперечного сечения канала, и еще целого ряда условий, в числе которых важнейшими являются скорость ветра, его направление и продолжительность. При сильных сгонах поток более холодной и более соленой морской воды по судоходным каналам в придонном слое заполняет аквато-

рии МП. В ходе этого процесса большее или меньшее количество легко взмучиваемого и накапливающегося в верхней и средней части каналов органического вещества, попадает в экосистему акватории МП. Они в такие периоды функционируют как своеобразные “насосы”, увеличивающие количество биогенных веществ. Из-за наличия ПК при сгонных процессах, благодаря компенсационным течениям, на акваториях МП возникает явление апвеллинга. Из придонного слоя в толщу воды и даже в поверхностный слой попадают не только биогенные вещества, но и сероводород, и другие газы (метан, аммиак, меркаптаны др.), образующиеся при разложении органического вещества в условиях аноксии и гипоксии, особенно в жаркие летние месяцы.

Процесс обмеления акваторий разных МП в большей или меньшей мере растянут во времени (годы, десятилетия, столетия). Однако существуют явления, приводящие к быстрому изменению глубин в ПК у различных берегов Черного моря на 0,5 – 2,0 м. Прежде всего, это сгонно-нагонные процессы и сейшевые колебания уровня воды. Определенную опасность представляют катастрофические землетрясения и их последствия. Но они происходят редко и их нельзя прогнозировать.

В Азовском море [17], наибольшие сгонно-нагонные колебания его уровня, влияющие на глубины в ПК и в МП, наблюдаются осенью и зимой, несколько реже – весной, что связано активной циклонической деятельностью.

В районе МП Таганрог известны случаи, когда при сгонах вода отступала от береговой линии на 5,5 – 6,0 км. При нагонах иногда затоплялись причалы порта, высота которых над средним уровнем моря около 2,0 м. Под водой оказывалась и прилегающая к причалам территория. Наиболее значительные сгоны и нагоны воды наблюдались в Таганрогском заливе и в западной части моря. Максимальная величина сгонно-нагонных колебаний уровня воды в районе порта Таганрог – 6 м, портов Бердянск, Керчь, Геничск – 4 м. Период времени, в течение которого при нагонах уровень удерживается выше опасной отметки, а при сгонах – ниже ее, в большинстве случаев не превышает 12 ч. Только в Геничске он длится более 2 сут.

В районе Одесского МП спады уровня моря при сгонных ветрах могут достигать 1,75 м, а подъемы воды при нагонных – 1,0 м. Изменения уровня моря могут происходить достаточно быстро, достигая $20 - 25 \text{ см} \cdot \text{ч}^{-1}$. Сейшевые колебания уровня моря в акваториях Одесского, Ильичевского и Южного МП редко превышают 40 см. У южного, восточного и западного побережий Черного моря при ураганных ветрах и большом разгоне волны колебания уровня больше, чем в северо-западной части, и могут превышать 2,0 – 2,5 м [11, 14, 18, 19].

В отличие от Черного моря, при сгонных явлениях, достигающих в Азовском море из-за его мелководности у разных берегов 2 – 3 м, иногда возникают ситуации, когда прибрежные участки дна на несколько километров от берега полностью обнажаются, вплоть до бровок откосов каналов, и вода остается только в выемках. В такие периоды в них на десятки часов находят убежище не только постоянные обитатели каналов, но и подвижные беспозвоночные животные и рыбы с примыкающих участков дна.

В отличие от каналов – выемок в дне водоемов, в каналах – прорезях в суше бровки откосов выступают над водой, и образуют биотопы для лито-

ральных комплексов организмов. Для укрепления откосов каналов – прорезей в той или иной мере используется искусственный твердый субстрат. Таковы, например, молы – шпоры ограждающие входы в Сухой и Григорьевский лиманы. В каналах – прорезях на отдельных участках откосы укрепляются камнем, бетонными плитами, шпунтовыми сваями и пр. Искусственно размещаемый в судоходных каналах твердый субстрат создает условия для формирования перифитона. В каналах – выемках искусственный твердый субстрат присутствует в виде навигационных буев. В целом, разнообразие биотопов в каналах – прорезях выше, чем в каналах – выемках. Каналы – выемки в Черноморско-Азовском бассейне проложены преимущественно в рыхлых и мягких грунтах. В них, за исключением фактора глубин, имеются близкие условия для обитания гидробионтов. Каналы – прорези и каналы – выемки проходят, главным образом, через песчаные, илисто-песчаные и илистые грунты и лишь на отдельных участках – через плотные глины и скальные породы.

Преобладание в судоходных каналах рыхлых и мягких грунтов (песок, ил), дифференцированных по размерам, плотности и составу, создает предпосылки для развития на откосах и в ложе, в зонах с более высоким содержанием крупных фракций песка и обломков раковин, представителей онфауны и эпифауны (организмов живущих на поверхности грунта), а на участках с заиленным песком или илом – инфауны (организмов живущих в грунте).

В каналах, имеющих участки с искусственным твердым субстратом, получают возможность развиваться представители прикрепленной и не прикрепленной эпифауны. Целым рядом особых свойств обладают участки входных каналов – проходов на акватории МП между двумя молами. Откосы у них от дна до поверхности обычно расположены вертикально или под небольшим углом. Благодаря высокой гидродинамической активности здесь создаются условия для наиболее интенсивного развития перифитона.

ПК по всей длине и ширине, включая и откосы, являются динамичными искусственными образованиями, с которыми естественные экосистемы водоемов ведут непрерывную борьбу, направленную на выравнивание рельефа дна. В то же время, для обеспечения судоходства проводятся работы по поддержанию глубин в каналах, их углублению и строительству новых. Углубление каналов неминуемо приводит к увеличению их длины.

В целом в ПК МП отмечается более высокая гидродинамика, чем в гаванях и у причалов. В ПК накапливаются более крупные фракции донных осадков, и имеется довольно широкий спектр участков с различной степенью заиленности. В ПК к Карантинной гавани Одесского МП в составе макрозообентоса обнаружены 23 таксона. Большее количество таксонов (28) было найдено на отмелях, примыкающих к Старому волнолому и вблизи от него на глубинах 3,0 – 12,5 м. В макрозообентосе Одесского МП наиболее высокие средние показатели численности (3418 ± 771 экз. \cdot м⁻²) и биомассы ($34,94 \pm 7,00$ г \cdot м⁻²) приурочены к ПК.

ПК морских портов являются специфическими комплексами биотопов и требуют специального изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Адобовский В.В.* Негативное воздействие дноуглубления на морские экосистемы // II Всесоюз. конф. по биологии шельфа.– Киев: Наукова думка, 1978.– ч.1.– С.13-14.
2. *Морская геоморфология. Терминологический справочник. Береговая зона: процессы, понятия, определения /* Науч. ред. В.П. Зенковича и Б.А. Попова.– М.: Мысль, 1980.– 280 с.
3. *Сафьянов Г.А.* Береговая зона океана в XX веке.– М.: Мысль, 1978.– 263 с.
4. *Селин Н.И.* Влияние грунта на оседание личинок мидии Грайяна // I Всесоюз. конф. по морской биологии (Владивосток, 26 – 29 сент. 1977 г.).– Владивосток, 1977.– С.122-123.
5. *Морское обрастание и борьба с ним.*– М.: Воен. изд-во Минобороны СССР, 1957.– 502 с.
6. *Моценко А.В.* Роль микромасштабной турбулентности в распределении и изменчивости бентосных животных.– Владивосток: Дальнаука, 2006.– 320 с.
7. *Симов В.Г., Дьяков Н.Н., Шевела Л.А.* Проток речных вод в Азовское море // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010.– вып.23.– С.145-152.
8. *Астафурова С.А., Копилов С.А., Крижановська І.М., Свєртілов О.О., Черєдніченко О.П.* Взаємодія екосистем з оточуючим середовищем і вплив на них інженерно-господарчої діяльності // Екологічні проблеми Чорного моря.– Одеса: ІНВАЦ, 2008.– С.19-23.
9. *Башкиров Г.С.* Задачи гидравлики мелководного штормового моря. Учебное пособие.– М.: Рекламбюро ММФ, 1971.– 46 с.
10. *Черєдніченко А.П., Копылов С.А., Сучков И.А., Астафурова С.А., Гончаров И.О., Шапран С.Д.* Взаимосвязи гидродинамических факторов, динамики наносов и формирования поля осадков морской части береговой зоны и шельфа северозападной части Черного моря // Екологічні проблеми Чорного моря. – Одеса: ЦНТЕП, 2004.– С.531-535.
11. *Черное море.* Сборник.– Л.: Гидрометеиздат, 1983.– 405 с.
12. *Северо-западная часть Черного моря: биология и экология /* Отв. ред. Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Миничева Г.Г.– Киев: Наукова думка, 2006.– 701 с.
13. *Экосистема Григорьевского (Малого Аджалыкского) лимана /* Научн. ред. Винogradов А.К.– Одесса: Астропринт, 2008.– 263 с.
14. *Базовые биологические исследования Одесского морского порта (август – декабрь 2001 г.):* Итоговый отчет. Серия монографий Одесского демонстрационного центра программы Глобалласт.– Одесса, 2004.– вып.7.– 171 с.
15. *Миньковская Р.Я.* Локальные экологические катастрофы в Днепро-Бугской устьевой области // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010.– вып.23.– С.166-170.
16. *Свирская М.А., Мельничук Е.П.* Предварительные данные о составе обрастания в некоторых портах Черного моря // Материалы Всесоюз. симп. по изученности Черного и Средиземного морей, использованию и охране их ресурсов (Севастополь, окт. 1973 г.).– Киев: Наукова думка, 1973.– ч.4.– С.107-108.
17. *Географический энциклопедический словарь /* Глав. ред. Трешников А.Ф.– М.: Советская энциклопедия, 1983.– 528 с.

18. *Зенкович В.П.* Динамика и морфология морских берегов.– М.– Л.: Морской транспорт, 1946.– ч.1.– 496 с.
19. *Лоция* Черного моря.– М.: Изд-во Министерства обороны СССР, 1976.– 507 с.

Материал поступил в редакцию 05.03.2012 г.

АНОТАЦІЯ. Підхідні канали збільшують гетерогенність водного середовища і так чи інакше впливають як на екосистеми акваторій морських портів, так і на екосистеми водойм, по дну яких вони прокладені і які вони часто поєднують. Завдяки диференціації ґрунтів на відкосах та на дні підхідних каналів, там формуються умови для появи поселень різних донних організмів. По підхідним каналам відбуваються міграції гідробіонтів, які активно переміщуються, та пасивний обмін пелагічними та донними організмами, які знаходяться на різних етапах онтогенезу. Підхідні канали являють собою комплекси специфічних біотопів і потребують спеціального дослідження.

ABSTRACT. Approach channels increase the heterogeneity of the aquatic environment and influence the ecosystems of the harborage of marine ports as well as the ecosystems of the water basins where they are carved and that they frequently connect. Due to the sediments' differential settling on the slopes and on the bed of approach channels, approach channel offer conditions that favor the settlement of various bottom organisms. Both the migration of actively moving hydrobionts and the passive exchange of pelagic and bottom organisms at various stages of ontogenesis take place through the approach channels that present complexes of specific biotopes and therefore require special studies.