

Гранулометрический состав наносов береговой зоны бухты Коктебель (Крым)

К. И. Гуров

*Морской гидрофизический институт РАН, Севастополь, Россия
e-mail: gurovki@gmail.ru*

Аннотация

Цель работы – исследовать локальные особенности и факторы формирования фракционного состава наносов в береговой зоне бухты Коктебель. На основании данных натурных наблюдений и результатов исследования гранулометрического состава проб наносов из приурезовой полосы и пляжевой зоны бухты Коктебель установлено, что наносы пляжей на урезе в зоне заплеска представлены крупным гравием с включением среднего и мелкого гравия. Материал, отобранный в западной и центральной частях приурезовой полосы бухты, средне и плохо сортирован, а в восточной части – хорошо сортирован. По гранулометрическому составу материал пляжей в центральной и тыловой зонах различается. Наносы в центральной зоне пляжей представлены преимущественно фракциями крупного гравия (27 %) и крупного песка (26 %) с включениями мелкого гравия (18 %) и среднего песка (14 %). Материал гравийно-песчаных пляжей в восточной части исследуемой зоны и гравийных пляжей в западной ее части хорошо сортирован, а в центральной – материал пляжей плохо сортирован. В тыловой зоне пляжей материал плохо сортирован и состоит преимущественно из крупного гравия, доля которого от западной части к восточной уменьшается. В пробах наносов, отобранных в тыловой зоне пляжей, отмечается повышенная доля илистого материала (1–13 %). Особенности фракционного состава наносов пляжей определяются перехватом и удерживанием гравийного материала многочисленными сооружениями, расположенными непосредственно в приурезовой полосе, а также поступлением глинисто-песчаного материала в результате волновой абразии природных клифов и его накоплением в центральной зоне пляжей с увеличением их ширины.

Ключевые слова: Коктебель, береговая зона, наносы, пляж, гранулометрический состав, антропогенное воздействие

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ФИЦ МГИ по теме № FNNN-2021-0005 «Прибрежные исследования».

Для цитирования: Гуров К. И. Гранулометрический состав наносов береговой зоны бухты Коктебель (Крым) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2023. № 4. С. 34–45. EDN PYURTV.

© Гуров К. И., 2023



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License

Granulometric Composition of Sediments in the Coastal Zone of Koktebel Bay (Crimea)

K. I. Gurov

*Marine Hydrophysical Institute of RAS, Sevastopol, Russia
e-mail: gurovki@gmail.com*

Abstract

The paper aims to study the local features and factors of sediment fractional composition formation in the coastal zone of Koktebel Bay. The paper uses *in situ* data and the results of granulometric composition analysis of sediment samples from the swash and beach zones of Koktebel Bay to reveal that the beach sediments on the shoreline in the swash zone were represented by coarse gravel with the inclusion of medium and fine gravel. The material in the western and central parts of the coastal zone of the bay was moderately and poorly graded, while in the eastern part it was well graded. The granulometric composition of the beach material differed for the central and rear sections. The sediments in the central parts of the beaches were mainly represented by coarse gravel (27 %) and coarse sand (26 %) with inclusions of fine gravel (18 %) and medium sand (14 %). The material of gravel-sand beaches in the eastern part and the gravel beaches in the western part were well graded, while the beach material in the central study part was poorly graded. In the rear section of the beaches, the material was poorly graded and consisted mainly of coarse gravel, the portion of which decreases from the western part to the eastern one. In the samples from the rear part of the beaches, an increased proportion of silty material (1–13%) was noted. The features of the fractional composition of beach sediments are determined by the interception and retention of gravel material by numerous structures located directly in the shoreline, as well as by the supply of clay-sandy material as a result of wave abrasion of natural cliffs and its accumulation in the central section of the beaches as their width increases.

Keywords: Koktebel, coastal zone, sediments, beach, granulometric composition, anthropogenic impact

Acknowledgements: The work was carried out under state assignment on topic no. FNNN-2021-0005 “Coastal research”.

For citation: Gurov, K.I., 2023. Granulometric Composition of Sediments in the Coastal Zone of Koktebel Bay (Crimea). *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, (4), pp. 34–45.

Введение

Прибрежные районы Крыма являются зонами активной антропогенной нагрузки. Интенсификация антропогенной деятельности в береговой зоне за последние 30 лет стала причиной нарушения естественного хода гидро- и геодинамических процессов. Как результат, зарегулирование естественных водотоков (источник материала для наносов пляжей), добыча песка в прибрежной полосе и активное строительство в береговой зоне привели к разрушению объектов прибрежной инфраструктуры.

Гранулометрический состав наносов и особенности их распределения в береговой зоне – ключевые параметры, используемые при математическом моделировании морфодинамики песчаных пляжей [1].

Актуальность исследования наносов береговой зоны на участке побережья Юго-Восточного Крыма в районе бухты Коктебель обусловлена в первую очередь отсутствием современных данных об их гранулометрическом составе (долевое содержание фракций, средний диаметр частиц, коэффициент сортировки), а также существенным увеличением темпов освоения рекреационного потенциала данного региона в связи с реализацией проектов строительства набережной и берегозащитных сооружений.

Цель работы – исследовать локальные особенности и факторы формирования фракционного состава наносов в береговой зоне бухты Коктебель. Ранее подобные работы проводились автором в отношении участков береговой зоны Каламитского залива в целом [2] и пересыпи оз. Сакского в частности [3]. Полученные данные натурных измерений восполняют недостаток информации о структуре и факторах формирования донных наносов на исследуемом участке и могут быть использованы в дальнейшем при планировании берегозащитных мер, направленных на рациональное использование ресурсов береговой зоны.

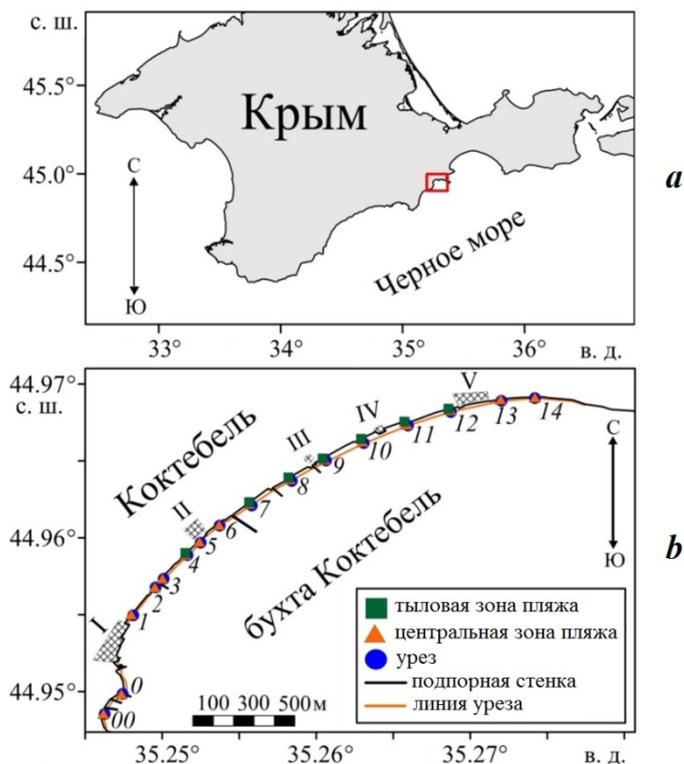
Характеристика района исследований

Бухта Коктебель – акватория Юго-Восточного Крыма, расположенная от м. Планерного на западе до м. Хамелеон на востоке (рис. 1). Длина береговой линии бухты – около 4000 м, максимальная глубина – 15–20 м [4–6].

Берег бухты абразионно-оползневой и абразионно-эрозионный, представлен в основном клифом однородного состава высотой 3–30 м с узкими галечно-валунными пляжами [4–6]. Клифы сложены четвертичными щебнистыми суглинками, средне- и верхнеюрскими глинами [6]. Скорость абразии берегов бухты Коктебель¹⁾ в среднем 0.2–0.5 м/год. Ширина пляжей составляет 5–10 м в западной, 30–40 м в центральной и 3–10 м в восточной частях бухты.

После зарегулирования мелких водотоков, являющихся источником материала для наносов, поступление глинисто-песчаного материала на исследуемом участке сократилось [4, 5]. В настоящее время пляжеобразующий материал поступает в результате разрушения клифов в западной и восточной частях береговой зоны бухты. На западном участке большая часть клифов активно застроена. Здесь расположен каскад берегозащитных сооружений в виде бетонных бун длиной 65 м и ряд причальных стенок длиной до 35 м, расположенных непосредственно на линии уреза. Эти бетонные конструкции нарушили механизм транспорта наносов, что привело к полному сокращению пляжей на этом участке. Наиболее существенной причиной деградации природных комплексов береговой зоны бухты Коктебель стало строительство набережной в конце 1960-х гг. и несанкционированное частное строительство на прилегающих участках в 1990-е гг., выполненное без необходимых для данного района оценок литодинамических процессов [4].

¹⁾ Геология шельфа УССР. Среда. История и методика изучения. Киев : Наукова думка, 1982. 180 с.



Р и с.1. Положение исследуемого района (обозначен красным прямоугольником) (а); схема станций отбора проб грунта поверхности пляжа и уреза в зоне заплеска на участке береговой зоны бухты Коктебель, 2021 г. (арабскими цифрами обозначены номера станций; римскими цифрами – объекты: I – гостиничный комплекс «Белый грифон», II – Дом-музей М.А. Волошина, III – дельфинарий «Коктебель», IV – холм Юнге, V – эллинги «Жемчужина Коктебеля») (b)

Fig. 1. Location of the study area (the red rectangular) (a); a map of soil sampling from the beach surface and the shoreline in the swash zone on the Kokebelya Bay coast, 2021 (the Arabic numerals denote station numbers; the Roman numerals denote the following objects: I – Belyy Grifon Hotel Resort, II – M. A. Voloshin Memorial House, III – Kokebelya Dolphinarium, IV – Junge Hill, V – boat sheds Zhemchuzhina Kokebelya) (b)

Материалы и методы

Пробы наносов береговой зоны бухты Коктебель на участках вблизи уреза (в зоне заплеска), а также в центральной и тыловой зонах пляжей отбирались в ноябре 2021 г. Гранулометрический состав донных наносов определялся по массовому содержанию частиц различной крупности, выраженному в процентах по отношению к массе взятой для анализа сухой пробы грунта

(ГОСТ 12536-2014). Просеивание проб наносов проводилось с помощью набора сит с отверстиями 10; 7; 5; 2.5; 2; 1; 0.5; 0.25; 0.1; 0.05 мм. Точки отбора проб на поверхности пляжей и возле уреза воды выбирались таким образом, чтобы можно было оценить, как влияют берегозащитные сооружения на гранулометрический состав материала, перемещаемого вдоль берега.

Для визуализации данных гранулометрического анализа проб наносов, а также вычисления некоторых характерных коэффициентов использовались кумулятивные кривые.

Кумулятивные кривые представляют особую ценность для вычисления различных гранулометрических коэффициентов, в частности предложенных П. Траском [7] и В. Крумбейном [8] среднего, или медианного, диаметра частиц (M_d), коэффициента сортировки (S_o) и коэффициента асимметрии (S_k).

Средний, или медианный, диаметр (M_d), т. е. второй квартиль, или тот размер зерна, относительно которого половина зерен крупнее, а другая половина – мельче, определяют непосредственно по кумулятивной кривой: из точки кривой с ординатой 50 % опускают на ось абсцисс перпендикуляр и определяют искомый размер. Средний диаметр – важная характеристика гранулометрического состава пробы, поскольку он определяет, хотя часто грубо, ее гранулометрический тип²⁾.

Коэффициент сортировки определяется по формуле

$$S_o = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}},$$

где Q_3 и Q_1 – значение третьего и первого квартилей, т. е. размеры частиц, которым отвечают ординаты соответственно 25 и 75 %, когда от начала осей координат откладываются значения размера и доли наиболее крупных фракций.

В хорошо отсортированных песках и алевритах $S_o < 1.5$; в средне отсортированных $S_o = 1.5-2$ и плохо отсортированных $S_o > 2$.

Коэффициент асимметрии (S_k) вычисляют по формуле

$$S_k = \frac{Q_1 \cdot Q_3}{M_d^2}.$$

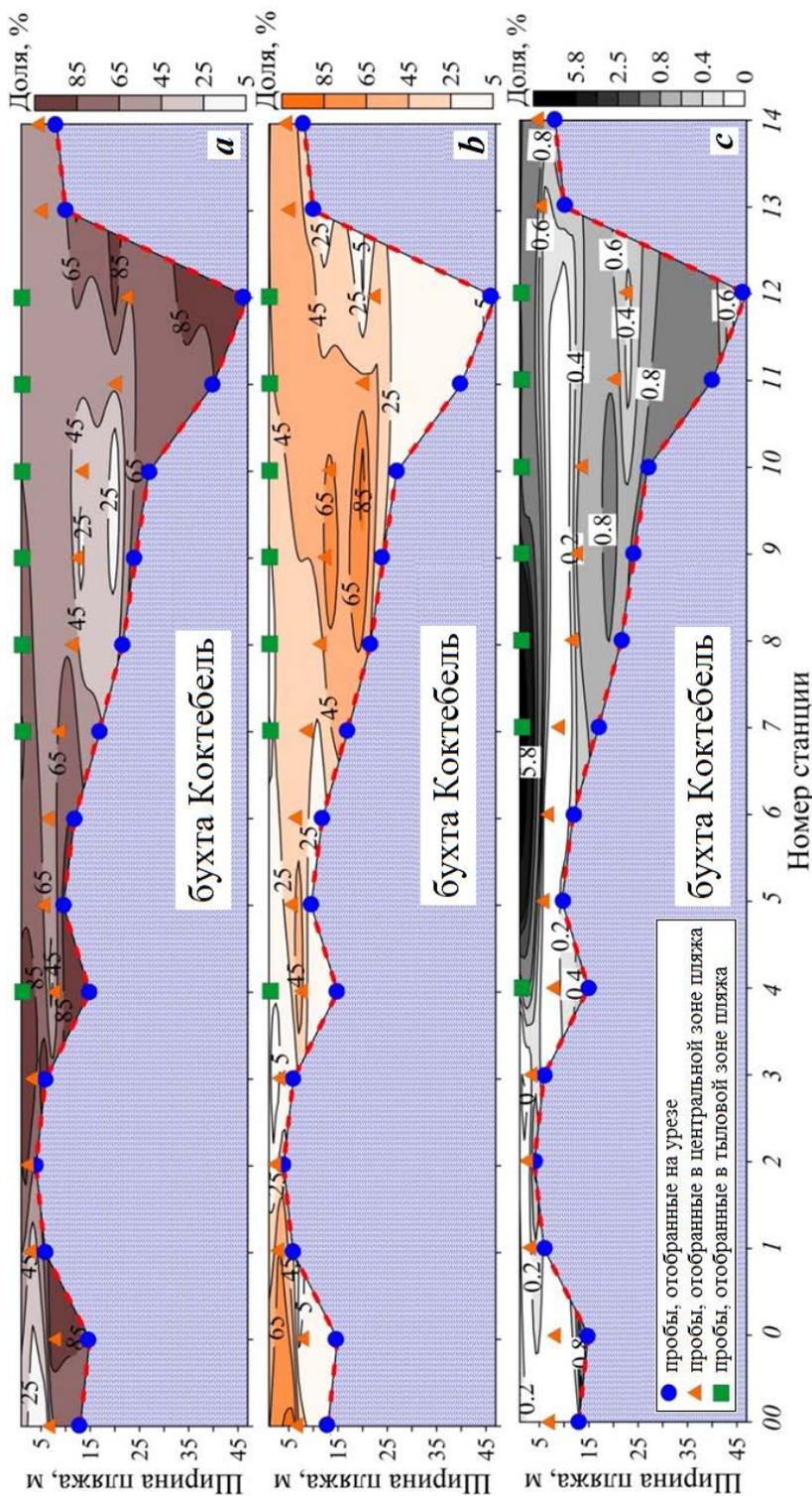
Если $S_k > 1$, то в осадке преобладает мелкая фракция, при $S_k < 1$ преобладающей будет крупная фракция.

Результаты и обсуждение

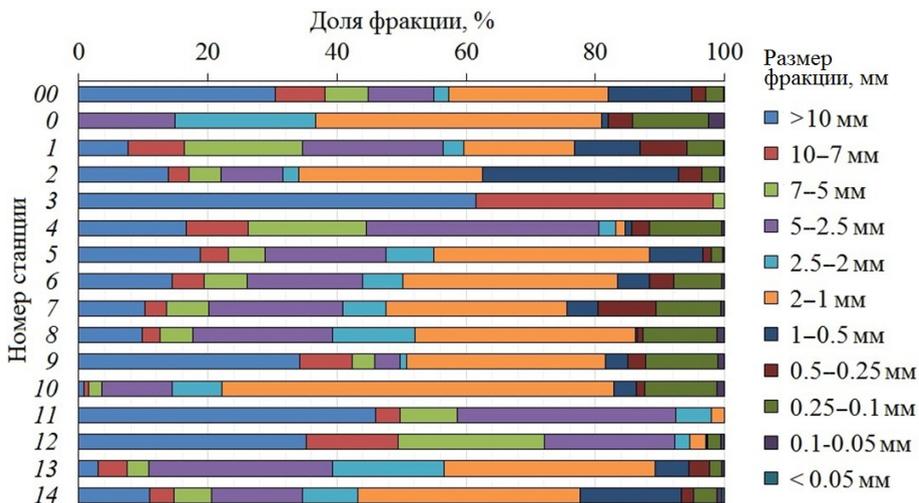
Особенности пространственного распределения гранулометрических фракций в береговой зоне бухты Коктебель показаны на рис. 2.

Установлено, что по гранулометрическому составу наносы на участке береговой зоны бухты Коктебель достаточно разнообразны. Отмечено, что в приурезовой полосе преобладает крупнозернистый галечно-гравийный материал,

²⁾ Пармузина Л. В. Гранулометрический анализ песчано-алевритовых пород: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Литология природных резервуаров нефти и газа» для специальности 130304 – «Геология нефти и газа». Ухта : УГТУ, 2011. 23 с.



Р и с. 2. Пространственное распределение фракций гранулометрического состава: гравийной (а); песчаной (б); илистой (с) – в наносах береговой зоны бухты Коктебель. Пунктиром показана линия уреза воды
 F i g. 2. Spatial distribution of the gravel (a), sand (b), and silt (c) fractions in the sediments of the Koktebel Bay shoreline.
 The dashed curve denotes the shoreline



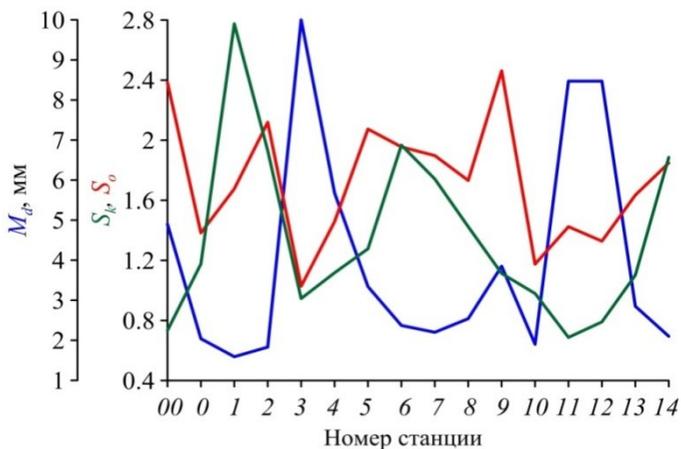
Р и с. 3. Пространственное распределение фракций донных наносов в приурезовой полосе береговой зоны бухты Коктебель

Fig. 3. Spatial distribution of the bottom sediment fractions at the shoreline in the swash zone of Koktebel Bay coast

доля которого в среднем составляет 84 % и возрастает в пределах исследуемого района с запада на восток. Доля песчаного материала в приурезовой полосе незначительна (в среднем 15 %) и представлена крупно- и мелкозернистыми фракциями. Доля мелкозернистой фракции не превышает 1 %. Анализ особенностей пространственного распределения материала наносов по крупности в приурезовой полосе позволил выделить несколько характерных участков (рис. 3).

Для первого участка (ст. 00–2) характерна плотная антропогенная застройка, включающая каскад берегозащитных сооружений (бун), а также жилые дома и рекреационные объекты, расположенные вплотную к линии уреза. Она привела к ограничению потока наносов, поступающих в результате абразии берегов в западной части бухты, и уменьшению доли гравийного материала на этом участке. Буна на участке между ст. 2 и 3, по-видимому, препятствует потоку наносов с востока на запад. Для этого участка отмечается максимальная доля песчаной фракции в наносах приурезовой полосы (в среднем 24 %), что отражается в повышенных значениях S_k (рис. 4).

Второй участок (ст. 3–11) характеризуется материалом, неоднородным по своему гранулометрическому составу, что отражается в значениях коэффициента сортировки: на участке между ст. 4 и 9 – в среднем 1.9 (рис. 4). На отрезке береговой линии между ст. 3 и 7 наблюдается уменьшение как доли гравийного материала, так и его крупности. Это объясняется подсыпкой пляжей на этом участке, а также расположением гидротехнических сооружений, перехватывающих материал наносов, перемещающихся вдоль линии уреза. Кроме того, увеличение ширины пляжей с запада на восток приводит к поступлению в приурезовую зону песчаного материала. Таким образом, количество



Р и с. 4. Пространственное распределение гранулометрических коэффициентов для проб, отобранных на урзе

F i g. 4. Spatial distribution of granulometric coefficients for the samples taken at the shoreline in the swash zone

крупнозернистого материала, перемещающегося с запада на восток, уменьшается, а доля песчаного материала, поступающего с пляжа в полосу уреза, увеличивается.

Для третьего участка (ст. 12–14) отмечается увеличение содержания песчаного (от 2 до 21 %) и илистого (0.4 до 1.2 %) материала, с одной стороны, и уменьшение доли гравийного материала (от 97 до 78 %) – с другой. Повышение доли песчаной и илистой фракций на этом участке определяется структурой клифов, образованных глинисто-песчаным материалом. Поскольку клифы в восточной части береговой зоны бухты Коктебель не застроены, глинисто-песчаный материал, поступающий в береговую зону в результате волновой абразии, – основной источник терригенного вещества для наносов пляжей. Это также отражается в увеличении коэффициента S_k (рис. 4).

Пробы, отобранные на урзе, характеризовались различной степенью сортировки. Материал на первом и втором участках средне и плохо сортирован, а на третьем – хорошо сортирован (рис. 4). Получена достаточно слабая, но явная корреляционная зависимость коэффициента сортировки от крупности материала. Корреляция S_0 с гравийной фракцией составила -0.5 , а с песчаной 0.5 . Другая, более явная зависимость была получена при сравнении значений M_d и доли песчаного и гравийного материала. Установлено, что корреляция M_d с гравийной фракцией составила 0.8 , а с песчаной -0.8 .

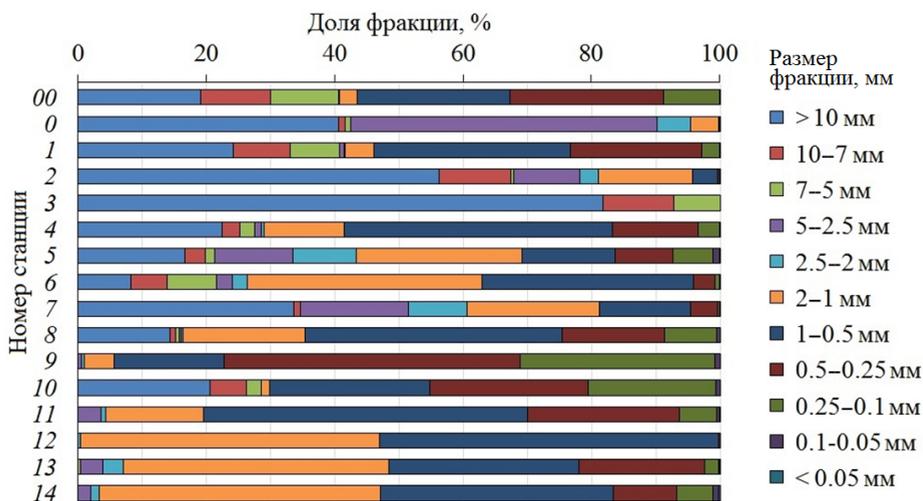
Поскольку ширина пляжей береговой зоны бухты Коктебель значительно различается, гранулометрический состав наносов в центральной и тыловой зонах пляжей достаточно разнообразен.

Установлено, что наносы в центральной зоне пляжей представлены преимущественно фракциями крупного гравия (27 %) и крупного песка (26 %) с включениями мелкого гравия (18 %) и среднего песка (14 %). Доля крупнозернистого гравия максимальна в наносах пляжей в западной части

исследуемой зоны, что объясняется его накоплением в межбунном пространстве. По мере продвижения с запада на восток доля крупно- и среднезернистого гравия сокращается, а мелкозернистого возрастает. Доли фракций крупного (1–0.5 мм) и среднего (0.5–0.25 мм) песка, наоборот, увеличиваются от западной части зоны к восточной. Особенности пространственного распределения гравийного и песчаного материала в центральной зоне пляжей определяются морфометрическими параметрами самих пляжей (ширина, угол наклона), характером застройки в береговой зоне, а также типом пород, слагающих клифы на участках, не подверженных антропогенному воздействию.

Неоднородность пространственного распределения фракций гранулометрического состава в наносах пляжей позволила выделить несколько характерных участков (рис. 5).

Первый участок (ст. 00–4) отличается наибольшей неоднородностью пляжевого материала, чередующимися между собой зонами накопления гравийной и песчаной фракций. В первую очередь это обусловлено минимальной шириной пляжей и максимальным уровнем антропогенной нагрузки на участок береговой зоны в этом районе. Зоны накопления гравийного материала (ст. 0, 2, 3) располагаются между берегозащитными сооружениями (бунами) и на участках с минимальной шириной пляжа (до 5 м), в местах построек, расположенных вплотную к линии уреза. Максимальная концентрация песчаного материала на ст. 00 объясняется его поступлением в результате абразии природного клифа. Пространственная неоднородность материала отразилась на значениях параметра M_d , которые изменяются в широком диапазоне от 0.7 для средне- и крупнозернистых песчаных наносов до 10 для крупнозернистых гравийных наносов. Максимальные значения параметра M_d на ст. 2, 3 объясняются минимальной шириной пляжей и поступлением крупнозернистого гравийного материала из приурезовой полосы.



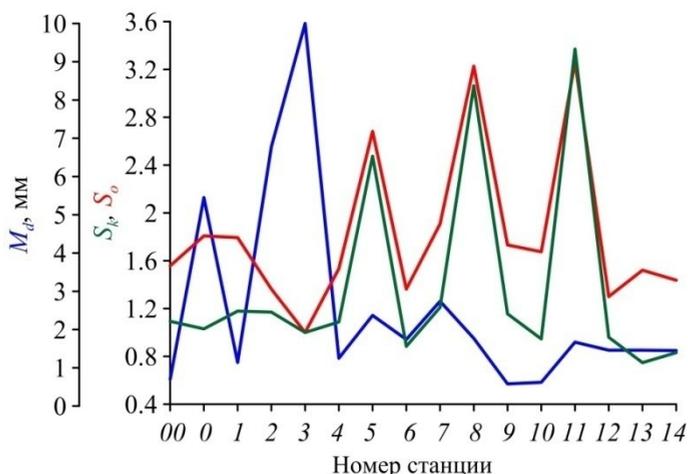
Р и с. 5. Пространственное распределение фракций донных наносов в центральной зоне пляжей

Fig. 5. Spatial distribution of bottom sediment fractions in the central section of the beaches

На втором участке (ст. 5–10) наблюдается уменьшение доли гравийного материала с запада на восток (от 77 до 2 %) и увеличение доли песчаного материала (от 22 до 97 %). Повышенная доля крупнозернистой фракции (62–78 %) в начале этого участка (ст. 5–7) объясняется тем, что здесь вплотную к урезу расположены два пирса с пристройками, а ширина пляжей не превышает 15 м. Во второй половине этого участка (ст. 9–10) увеличение ширины пляжей (до 40 м) и отсутствие сооружений вблизи уреза, по-видимому, приводят к тому, что песчаный материал в центральной зоне пляжей не участвует во вдольбереговом потоке наносов и накапливается. На этом участке отмечаются максимальная доля мелкозернистой песчаной фракции (27 %) и минимальное для всей исследуемой береговой зоны значение M_d , равное 0.6.

Третий участок (ст. 11–14) характеризуется плавным уменьшением ширины пляжей от 43 до 5 м. В результате количество песчаного материала убывает, а гравийного увеличивается. Незначительный рост доли илистого материала объясняется его поступлением с клифов в тыловой зоне пляжа, сложенных глинисто-песчаными наносами.

В целом материал в центральной зоне пляжей средне сортирован (1.8). Хорошо сортирован материал гравийно-песчаных пляжей в восточной части этой зоны и гравийных пляжей в западной ее части, а в центральной – материал пляжей плохо сортирован (рис. 6). На ст. 5, 8, 11 бикомпонентная структура наносов, образованных как крупнозернистым гравием, так и крупно- и среднезернистым песком, приводит к тому, что на этих станциях материал наносов максимально не сортирован (S_o равен 2.7; 3.2 и 3.3 соответственно). Средний медианный диаметр составил 2.6, что значительно превышает значения, полученные в работе [9].



Р и с. 6. Пространственное распределение гранулометрических коэффициентов для проб, отобранных в центральной зоне пляжей

Fig. 6. Spatial distribution of granulometric coefficients for the samples taken in the central section of the beaches

Дополнительно отобранный материал в тыловой зоне пляжей на ст. 4, 7–12 показал, что наносы сложены преимущественно крупным гравием (в среднем 60 %). Соотношение гравийного и песчаного материала на этих станциях диаметрально отличается от состава наносов в центральной зоне пляжей. На некоторых участках наносы сверху присыпаны 5–12-сантиметровым слоем, состоящим из мелкой гальки и крупного гравия, далее расположены смешанные гравийно-песчаные наносы с включением детрита и растительных остатков. По-видимому, это объясняется поступлением крупнозернистого гравийного материала в тыловую зону пляжа во время сильных штормов и его накоплением там. Повышенная доля илистого материала (до 13 %) в наносах тыловой зоны пляжей ввиду отсутствия природных клифов и тотальной застройки береговой зоны, по-видимому, объясняется поступлением этих наносов с ливневым стоком с близлежащих участков.

Выводы

Значительная антропогенная нагрузка на береговую зону бухты Коктебель (бетонирование береговой линии, строительство молов, пирсов, жилых, рекреационных и технических построек, расположенных вплотную к урезу) привели к нарушению естественных процессов поступления материала наносов и их транспорта. В результате гранулометрический состав наносов в приурезовой полосе (в зоне заплеска) и в центральной и тыловой зонах пляжей значительно различается.

Наносы на урезе представлены гравийным материалом различной крупности. Доля песчаного материала в наносах приурезовой полосы составила в среднем 15 %, а илистого менее 1 %. Степень сортировки материала – средняя с минимальными значениями в восточной части береговой зоны и максимальными – в центральной. Особенности фракционного состава наносов на урезе определяются двумя факторами: 1) перехватом и удерживанием крупно- и среднегравийного материала многочисленными сооружениями, расположенными непосредственно в приурезовой полосе и 2) увеличением ширины пляжа и поступлением песчаного материала.

По гранулометрическому составу материал пляжей в центральной и тыловой зонах различается. Для центральной зоны пляжей характерны наносы, состоящие из крупно- и мелкозернистого гравия с включением крупно- и среднезернистого песка. Медианный диаметр наносов пляжей уменьшается от западной части береговой зоны к восточной, а степень сортировки увеличивается от периферии к центральной части береговой зоны. Наносы в тыловой зоне пляжей плохо сортированы и образованы крупным гравием с включениями илистого материала, который поступает с ливневым стоком с близлежащих участков и накапливается в отсутствие динамики материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гуров К. И., Фомин В. В.* Влияние штормовых условий на изменение гранулометрического состава донных отложений в прибрежной зоне Западного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2021. № 2. С. 30–46. EDN OSABJC. doi:10.22449/2413-5577-2021-2-30-46
2. *Гуров К. И.* Результаты мониторинга гранулометрического состава наносов береговой зоны Каламитского залива // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. Вып. 3. С. 56–63. EDN YLLQNH. doi:10.22449/2413-5577-2018-3-56-63
3. *Гуров К. И.* Результаты мониторинга динамики береговой зоны и гранулометрического состава наносов пляжей в центральной части Каламитского залива // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2020. № 1. С. 36–46. EDN MPCDSC. doi:10.22449/2413-5577-2020-1-36-46
4. Современное состояние береговой зоны Крыма / Под ред. Ю. Н. Горячкина. Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2015. 252 с. EDN URTTZY.
5. *Горячкин Ю. Н., Долотов В. В.* Морские берега Крыма. Севастополь : ООО «Колорит», 2019. 256 с. URL: <http://coast-crimea.ru/index.php/research/monograph> (дата обращения: 10.11.2023). EDN ARVKTY.
6. Курорт Коктебель / А. А. Вронский [и др.]. Киев : Наукова думка, 1997. 134 с.
7. *Trask P. D.* Origin and environment of source sediments of petroleum. Houston, USA : Gulfpublishing Co., 1932. 323 p.
8. *Krumbein W. C.* Application of logarithmic moments to size-frequency distribution of sediments // Journal of Sedimentary Research. 1936. Vol. 6, no. 1. P. 35–47. <https://doi.org/10.1306/D4268F59-2B26-11D7-8648000102C1865D>
9. *Братусь О. С.* О гранулометрическом составе песчаных пляжных отложений Крыма // Доклады Академии наук СССР. 1965. Т. 163, № 2. С. 431–434.

Поступила 26.05.2023 г.; одобрена после рецензирования 20.06.2023 г.; принята к публикации 11.10.2023 г.; опубликована 20.12.2023 г.

Об авторе:

Гуров Константин Игоревич, младший научный сотрудник, отдел биогеохимии моря, ФГБУН ФИЦ МГИ (299011, Россия, Севастополь, ул. Капитанская, 2), **ORCID ID: 0000-0003-3460-9650, ResearcherID: L-7895-2017, gurovki@gmail.com**