

УДК 551.506.2:551.506.51(574)

ОСОБЕННОСТИ ВОЛНЕНИЯ В МЕЛКОВОДНОЙ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КАСПИЯ

Канд. геогр. наук Н.И. Ивкина
 Т.П. Строева

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом причин возникновения волновых процессов, происходящих в северной части Каспийского моря. Приведены конкретные примеры расчета максимальной высоты волн различной обеспеченности.

В последние годы во всем мире существенно возрастает активность в области реализации технических проектов на шельфе океана и морей. Эта активность касается как сооружения различных объектов на берегу, таких как терминалы по отгрузке нефтепродуктов, портовые сооружения или энергетические станции, так и строительства и эксплуатации объектов в море: буровых платформ, подводных трубопроводов и т.п.

Для качественной и эффективной реализации подобных проектов одним из важных направлений научных исследований является получение достоверной информации о характеристиках окружающей среды, знание которых необходимо при определении параметров технических сооружений для обеспечения их эффективного и безопасного функционирования.

Хозяйственная деятельность человека в открытых водах Каспийского моря и вдоль его побережий в значительной степени зависит от погоды и состояния поверхности моря, особенно от условий волнения, которые часто являются решающим фактором, приводящим к ограничению или полному прекращению работ на море. Поэтому особую значимость и актуальность приобретают исследования волнового режима водоема, который определяется главным образом распределением скорости и направления преобладающих ветров, позволяющие отслеживать межгодовую изменчивость волнения и многолетнее распределение высоты волн.

Уровень наших знаний о причинах изменений и высоте волнения зависит от полноты и надежности гидрометеорологических данных. Данные наблюдений должны обеспечивать достоверный и объективный анализ и прогноз гидрометеорологических процессов в глобальном, регио-

нальном и локальном масштабах. Недостаток информации существенно затрудняет возможность улавливания наблюдениями экстремальных значений в ходе тех или иных элементов режима моря [3]. Настоящая статья подготовлена на основании многолетних данных Республиканского фонда данных по гидрометеорологии и загрязнению окружающей среды РГП «Казгидромет».

Как было отмечено, основной причиной волнения является воздействие ветра на водную поверхность. Волновой режим водоема определяется главным образом распределением скорости и направления преобладающих ветров, позволяющим отслеживать межгодовую изменчивость волнения и многолетнее распределение высоты волн. Поэтому, перед исследованием режима волнения в северной части казахстанского сектора Каспийского моря необходимо было исследовать и режим ветра.

Исследование режима ветра в этом районе проводилось по натурным данным М Пешной, МГ Кулалы, остров, М Атырау и М Кульсары за период с 1986-2004 гг. и по литературным источникам [1]. Как показали исследования, в годовом разрезе преобладают ветры восточных румбов, но довольно высокая повторяемость и ветров западных направлений.

Наибольшие значения повторяемости ветров восточных румбов отмечаются в зимние месяцы, в период с максимальным развитием Сибирского антициклона, когда создаются условия для возникновения наибольших градиентов давления на его юго-восточной периферии. В летний период возрастает повторяемость ветров западных румбов, что связано с частым прохождением циклонов с Атлантики через Западный Казахстан и юг Урала.

Распределение среднегодовой скорости ветра по станциям данного региона приведено в табл. 1.

Таблица 1

Средняя годовая скорость ветра по станциям за 1986-2004 гг., м/сек

М Атырау	МГ Кулалы, остров	М Пешной
4,4	5,0	3,6

Как следует из табл. 1, среднегодовые скорости ветра в данном районе Каспийского моря составляют 4...5 м/с. Причем наименьшая среднегодовая скорость ветра наблюдается на М Пешной.

Увеличение средней месячной скорости ветра на всех станциях региона отмечается в холодный период года, с октября по март. Это объ-

ясняется опять же увеличением барических градиентов за счет усиления Сибирского антициклона. Минимальные значения скорости ветра прослеживаются в летние месяцы, с июня по август. В этот период существенное влияние на погоду средних широт оказывает отрог Азорского антициклона, в котором градиенты давления невелики.

На севере региона (М Атырау и М Пешной) минимальные скорости ветра составляют 2,4 и 3,8 м/с, а максимальные - 4,7 и 5,2 м/с. По направлению к югу, в сторону моря, скорость ветра возрастает. На МГ Кулалы, остров максимальная величина скорости ветра достигают 5,6 м/с, а минимальные - не отмечаются ниже 4,2 м/с.

Наибольшую повторяемость в прибрежных районах Северного Каспия имеет ветер восточных румбов со скоростью от 1 до 5 м/с, а для района МГ Кулалы, остров также со скоростью 6–10 м/с. Это лишний раз подтверждает вывод, приведенный выше, об увеличении скорости ветра над акваторией моря. Максимальные скорости имеют ветры восточных румбов в холодный период года.

Усиление ветра на море до 10...15 м/с может привести к продолжительности рейсов судов, прекращению погрузочно-разгрузочных работ. Ветер такой силы обычно вызывает сильное волнение, которое может привести к возникновению аварийных ситуаций при проведении работ на море. В табл. 2 приводятся характеристики повторяемости сильных ветров по данным МГ Кулалы, остров, отражающие ветровой режим морской части северо-восточного Каспия.

Таблица 2

Средняя месячная повторяемость ветров со скоростью 10 м/с и более на МГ Кулалы, остров, %

Месяц											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8,3	9,4	11,9	12,4	8,2	6,2	4,0	5,9	6,1	8,3	10,7	8,6

Как следует из данной таблицы, к концу года скорость ветра возрастает, достигая максимальных значений в ноябре, а затем уменьшается в течение зимы до февраля. В марте-апреле наблюдается незначительное увеличение скорости, а затем вновь понижение до наступления летнего минимума.

Наибольшая скорость ветра, равная 34 м/с, зарегистрирована при восточном направлении, а 28 м/с – при северо-западном направлении.

Условия для наиболее продолжительных и сильных ветров восточного направления создаются под влиянием Сибирского отрога антициклона. При вторжении холодного воздуха в тыл циклона формируются условия для возникновения штормов северо-западного и северного направления ветров. При таких условиях шторм чаще бывает непродолжительным, но не менее сильным. В зимний период года он может сопровождаться метелями, обледенением и подвижкой ледяного покрова. Все эти особенности оказывают существенное влияние на волнение в различных частях Северного Каспия.

Как показал анализ ветрового режима, в этом районе штиль наблюдается довольно редко и, следовательно, волны бывают на море почти всегда. Очень редко наблюдается «мертвый штиль» - совершенно гладкая вода. Типичными, появляющимися на море почти ежедневно, являются ветровые волны и зыбь. Волны обоих этих типов производятся ветром, но чисто ветровые волны существуют лишь в зоне шторма, где действует ветер, а зыбь - это ветровая волна, которая выходит за пределы штормовой зоны и распространяется в зоне безветрия, часто проходя сотни километров до того берега, где мы ее наблюдаем.

Основные характеристики морских волн - их высота, равная расстоянию по вертикали между гребнем и подошвой волны (рис. 1), длина волны - расстояние по горизонтали между двумя смежными вершинами или подошвами волн, скорость перемещения формы волны, или фазовая скорость, период волны [5]. Период ветровых морских волн не превосходит 30 секунд.

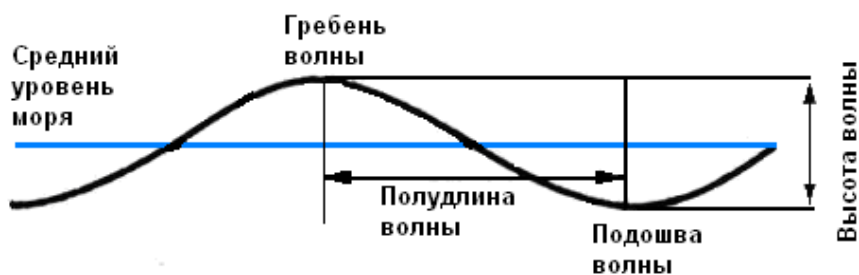


Рис..1. Схема волны

Развитие ветровых волн начинается с образования ряби, являющейся капиллярными волнами. Возрастая, капиллярные волны превращаются в гравитационные, которые постепенно увеличиваются по длине и высоте. В начальной стадии развития волны бегут параллельными рядами, которые затем распадаются на обособленные гребни (трёхмерное волнение). Взволнованная ветром поверхность воды приобретает весьма сложный рельеф, непрерывно изменяющийся во времени. Когда волны набегают на мелководье, где глубины менее половины длины волн, что весьма характерно для Северного Каспия, волнение претерпевает значительное изменение. Мелководье не влияет на период волн, но это единственная характеристика, которая остается неизменной. Изменяется форма и уменьшаются длина и скорость волны. Гребни становятся круче и уже, а ложбины плосче. В результате на поверхности воды видны изолированные волны, а не следующие друг за другом волновые системы.

Пологие волны могут проходить мелководье без обрушения, но при достижении максимальной крутизны гребни будут опрокидываться. Широко известно, что по обрушению волн можно судить о наличии мелководий, которые не обязательно возвышаются над поверхностью воды. [4]. Для Каспийского моря характерно такое явление как забурунивание. Им называют частичное разрушение волны на мелководье путем опрокидывания верхней части ее гребня на расположенную впереди ложбину. По теории В. Манка глубина опрокидывания одиночных волн равна 1,28 их высоты. В отличие от прибоя, в котором опрокидывание гребней происходит у берега, буруны наблюдаются над мелями (банками), удаленными от берега. В Каспийском море забурунивание ветровых волн и зыби хорошо наблюдается на отмеле северо-восточном берегу [1].

Указанные изменения высот волн имеют большое значение для судоходства. Волны переносят большие массы воды, и при их концентрации около препятствия (такого, как берег) скапливаются излишки воды. Эти излишки уносят течения, идущие от района с более высокими волнами к районам с более низкими волнами.

Для исследования волнового режима моря в районе Северного Каспия использовались материалы стационарных наблюдений на МГ Кулалы, остров за период с 2001 по 2004 гг. На других казахстанских станциях и постах, расположенных в данном секторе моря наблюдения за волнением не проводятся или носят эпизодический характер. Анализ имеющихся материалов позволил выделить наибольшие высоты волн, преобла-

дающее направление волнения и ветровые условия, приводящие к возникновению значительного волнения. На основе этого составлен каталог максимального волнения, в котором, помимо наибольшей высоты волны, приведены ветровые характеристики, вызывающие такое волнение. Анализ каталога показал, что высота волны в данном секторе может достигать 3,0 м. Значительное и сильное волнение, как правило, вызывает ветер западного и северного направлений, причем не всегда его можно отнести к категории «сильный». Даже умеренный ветер, имеющий устойчивое направление более суток, может вызвать сильное волнение. В этом секторе моря преобладает волнение западного направления, повторяемость которого за исследуемый период составила 52 % (рис. 2). Из остальных направлений волнения следует отметить северное и северо-восточное, повторяемость которого составила 15 и 11 % соответственно.

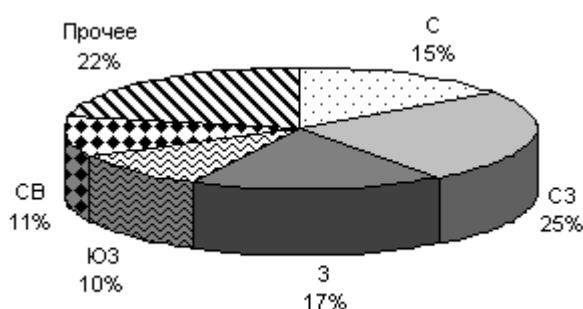


Рис. 2. Преобладающее направление волнения с высотой волны 1 м и более по МГ Кулалы, остров

Значительное волнение наблюдается в течение всего года. Как видно на рис.3, волны с высотой 2,0 м зафиксированы в каждом месяце. Сильное же волнение характерно в основном для весеннего (март-апрель) и осеннего (ноябрь) периода.

Наибольших интерес представляют высоты волн редкой повторяемости. Поэтому, путем статистического анализа, на основе применения биномиальной асимметричной кривой обеспеченности или кривой распределения Пирсона III типа были рассчитаны координаты сглаженной теоретической кривой в необходимых пределах обеспеченности. Параметры кривых обеспеченности приведены в табл. 3. Было установлено, что коэффициент асимметрии C_s не равен $2C_v$, где C_v - коэффициент вариации, поэтому для расчета модульного коэффициента заданной обеспеченности

k_p использовалось уравнение биномиальной кривой распределения, проинтегрированное А. Фостером.

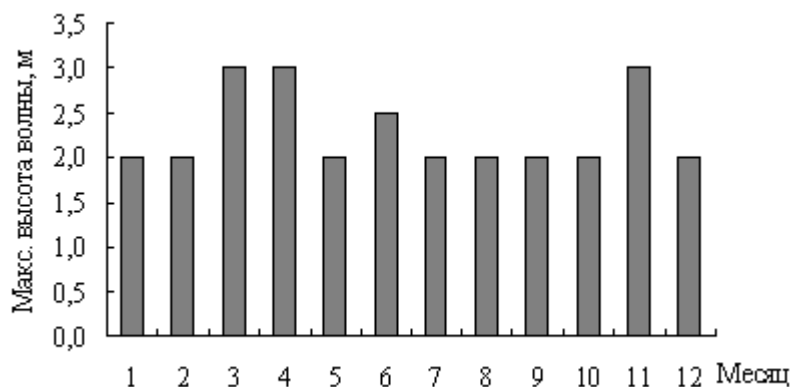


Рис. 3. Изменчивость максимального волнения по месяцам по МГ Кулалы, остров за период с 2001 по 2004 гг.

Таблица 1

Вычисление ординат эмпирической кривой обеспеченности высоты волнения по МГ Кулалы, остров за период 2001-2004 гг.

$P, \%$	0,01	0,1	2	4	10	25	50	80	99
$h_0 = 0,8 \text{ м}, C_v = 0,65, C_s = 1,43$									
Φ_p	8,42	5,73	2,73	2,13	1,28	0,46	0,22	0,80	1,40
$\Phi_p C_v$	5,47	3,72	1,77	1,38	0,83	0,30	0,14	0,52	0,91
$k_p = \Phi_p C_v + 1$	6,47	4,72	2,77	2,38	1,83	1,30	0,86	0,48	0,09
$h_p = h_0 \times k_p$	5,0	3,70	2,20	1,80	1,40	1,00	0,70	0,40	0,10

Нормированные отклонения от среднего значения логарифмически нормальной кривой обеспеченности (Φ_p) взяты из соответствующих таблиц с учетом коэффициента асимметрии или соответствующего ему коэф-

фициента скошенности $S = f(C_s)$. Высота волны заданной обеспеченности (h_p) определялась как произведение k_p на среднюю скорость ветра [2]. Как следует из этой таблицы, высота волны редкой 0,01% и 0,1% обеспеченности может достигать в данном районе моря 5,00 и 3,70 м соответственно. В соответствии со шкалой степени волнения, полученные характеристики можно отнести к категории – сильное волнение. Следовательно, характеристики волнения в этом районе необходимо учитывать в практической деятельности, что позволит производить обоснованный выбор мероприятий по защите хозяйствующих объектов на Каспийском море и рационально использовать его потенциал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей, том VI. Каспийское море, вып.1. Гидрометеорологические условия. – СПб.: Гидрометеоздат, 1992. – С.222 - 253.
2. Клибашев К.П., Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. - Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1970.- 460 с.
3. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. - Вып.3, ч. 1. - Л: Гидрометеоздат, 1985. – 298 с.
4. Руководство по морским гидрологическим прогнозам. – СПб.: Гидрометеоздат, 1994. – 525 с.
5. Чугаев Р.Р. Гидравлика. - М.: Энергия, 1971. – С. .500-509.

Научно-производственный Гидрометцентр РГП «Казгидромет»

КАСПИЙДІҢ ТАЯЗ СУЛЫ СОЛГІСТІК БҒЛІГІНДЕ ТОЛСЫНДАНУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Геогр. Ғылымд. канд.

Н.И. Ивкина

Т.П. Строева

Мајалада Каспий теҰізініҢ солгІстік бҒлігінде болатын толҗындану процесстерініҢ пайда болу ерекшеліктерін талдаумен байланысқан страјтар жарастырылған. ...ртІрлі жамтамасыздықтаҒы толҗындардыҢ максималды биіктігін есептеудіҢ најты мысалдары келтірілген.