

СИНОПТИЧЕСКИЕ ВИХРИ ОТКРЫТОГО МОРЯ В ЛЕТНИЙ СЕЗОН: ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА

А.А. Ерошко

Морской гидрофизический институт НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: oaoi@alpha.mhi.iuf.net

Исследуется пространственная структура синоптических вихрей открытого моря в летний сезон 1992 г. по результатам расчетов системы геострофических течений (СЧТ) в глубоководной части Черного моря, ограниченной 500-м изобатой. Приводятся характеристики гидрологических и динамических параметров в пространстве вихрей, оцениваются их размеры.

Введение. Синоптические вихри в глубоководной части Черного моря, как правило, зарождаются в вершинах меандров ОЧТ или в окрестностях геоморфологических неоднородностей свала глубин и затем продолжают автономное существование в общей системе круговоротов СЧТ. По результатам наблюдений вихри начали обнаруживаться с конца 60-х годов прошлого века [1].

С развитием измерительной техники создавались новые методы исследований. Стало возможным проводить последовательные гидрологические съемки движущихся вихрей, используя густую сеть станций. В результате были получены количественные оценки размеров вихрей, скорости орбитального потока и скорости их перемещения в пространстве. В отдельных случаях удалось проследить весь процесс от зарождения вихрей до их диссипации [2]. В [3] рассмотрен вопрос возможного энергоснабжения глубоководного антициклонического вихря. Перечисленные работы вызывают интерес к дальнейшему исследованию синоптических вихрей открытого моря.

Методика обнаружения и исследования вихрей. Обнаружение вихрей открытого моря по материалам экспериментальных наблюдений осуществляется в процессе геострофических расчетов крупномасштабных элементов СЧТ. Возможные координаты центров вихрей определяются по картам пространственного распределения динамических высот, построенных для многих горизонтов всей глубоководной акватории моря ($H_3 \geq 500$ м). Синоптиче-

ские вихри определяются по замкнутым изодинамам на этих картах.

Отметим, что замкнутые изодинамы не всегда свидетельствуют об обнаружении вихря, поскольку могут быть образованы в результате погрешностей измерений и погрешностей методов интерполяции. Для строгой идентификации вихря необходимо выполнить горизонтальные сечения изучаемого объема вод с достаточно мелким шагом, например 25 метров. Тогда расположенные на разных горизонтах друг под другом замкнутые горизонталы укажут на наличие в этом месте вихревого образования.

Для съемки Comsblack 92 с помощью этого метода идентифицированы антициклонические вихри, центры которых имеют следующие координаты:

1. 42.50 с.ш., 34.80 в.д., 2. 44.30 с.ш., 31.80 в.д.,
3. 43.50 с.ш., 30.20 в.д., 4. 41.80 с.ш., 40.40 в.д..

Три первых вихря – синоптические, четвертый – батумский антициклон относится к крупномасштабным динамическим образованиям СЧТ, подробно рассмотрен в [5]. Для исследования горизонтальной и вертикальной структуры каждого обнаруженного вихря создается его расчетная схема. Она представляет собой сеть станций, покрывающих акваторию вихря. Программным путем станции выбираются из общей схемы геострофических расчетов, созданной в [4]. Из станций, расположенных на одинаковой широте, также программным путем создаются информационные файлы для выполнения зональных разрезов через вихрь, а из станций, расположенных на одинаковой долготе – информационные файлы для выполнения меридиональных разрезов.

Обсуждение результатов. В связи с ограниченным объемом статьи кратко рассмотрен один из трех, перечисленных выше синоптических вихрей – w1 с координатами центра 42.50 с.ш., 34.80 в.д. Вихрь располагается в вершине антициклонического меандра южной струи ОЧТ.

Горизонтальная структура вихря исследуется по изменчивости динамических и гидрологических характеристик на различных горизонтах. В работе рассматривается горизонт 75 м. Для него рассчитаны и построены карты пространственного распределения динамической высоты, температуры воды, ее солёности и плотности. Карты показаны на рис. 1.

Динамический рельеф на горизонте 75 м (Рис.1а) представляет собой купол свободной

поверхности, вершина которого расположена в точке с координатами 42.50 с.ш., 34.80 в.д. Динамическая высота в центре купола составляет 35675 дин.см., а на периферии – 35650 дин.см. Шаг изодинам равен 5 дин.см. Разность динамической высоты между вершиной купола и последней замкнутой изодиной равна 25 дин.см., что соответствует средней интенсивности круговорота. Для батумского антициклона, например, эта разность равна 80 дин.см.

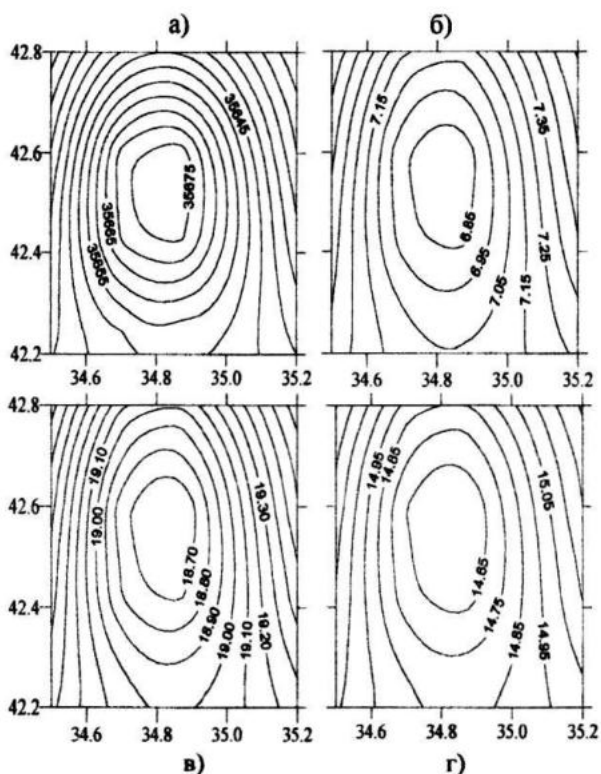


Рис.1 Пространственное распределение динамических и гидрологических элементов на горизонте 75 м вихря w1: а – динамическая высота (H_d , дин.см), б – температура морской воды (T , °C), в – соленость воды (S , ‰), г – плотность (P , усл. ед.).

Температура. Из рис.1б видно, что центр вихря занят водой холодного промежуточного слоя (ХПС) с температурой 6.85°C. Разность температур между центром вихря и последней замкнутой изотермой составляет 0.2°C.

Соленость. Характер изменчивости поля солености (Рис.1в) повторяет поля динамических высот и температуры. Центр антициклонического вихря занят водами с меньшей соленостью по сравнению с периферией. Соленость воды в центре равна 18.70‰, а на пери-

ферии 19.00‰. Контраст по солености составляет 0.3‰.

Плотность. Характер изменчивости изопикн (Рис.1г) повторяет ход изогалин. Плотность воды в центре вихря равна 14.65 усл.ед., а на периферии 14.85 усл.ед. Контраст по плотности составляет 0.2 усл.ед.

Вертикальная структура вихря исследуется путем анализа вертикальных широтных и меридиональных разрезов, выполненных через центр вихря и по его периферии. В статье анализируется только один меридиональный разрез через центр вихря (вдоль долготы 34.80 в.д.) в направлении с юга на север.

Температура. На рис. 2а показано изменение температуры на разрезе. 8°C изотерма, ограничивающая ХПС, имеет прогиб сверху и снизу. Нижняя 8°C изотерма в начале разреза залегает на глубине 108 м. В 35 – км от начала разреза она заглубляется до 120 м, а в конце разреза поднимается до глубины 80 м.

Величина прогиба изотерм на горизонте 75 м достигает 15 м. Толщина слоя холодной воды в центре вихря ~ 80 м. Температура воды в ядре ХПС 6.85°C. Начиная с горизонта 35 м замечен общий подъем изотерм в направлении с юга на север, составляющий на глубине 100 м примерно 30 м на длину разреза.

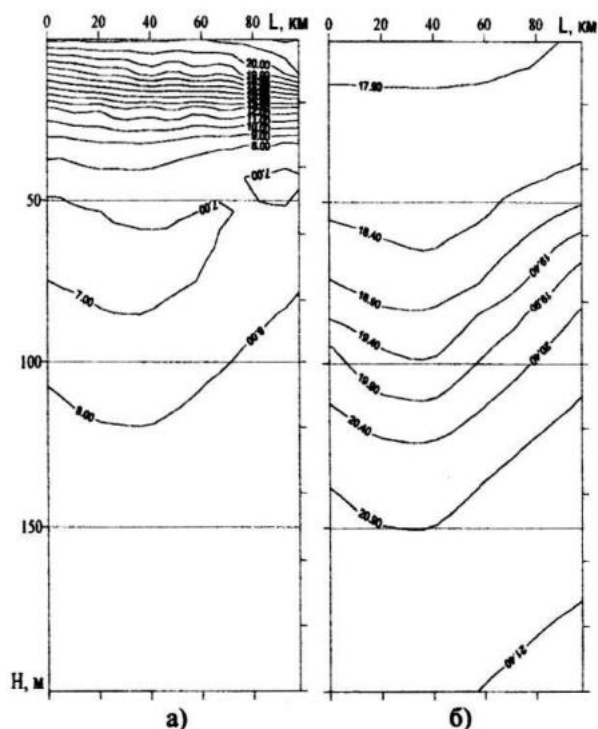


Рис.2 Вертикальный разрез через центр вихря: а – температура (T , °C), б – соленость (S , ‰)

Соленость. Разрез по солености представлен на рис.26. Прогиб изохалин начинается с 40 м. Величина прогиба на горизонте 75 м достигает 15 м. Отчетливо просматривается общий подъем изохалин в северном направлении разреза, достигающий на глубине 100 м примерно 30 м на длину разреза.

Плотность. На рис.3 представлены вертикальные разрезы по плотности (а) и по зональной компоненте скорости геострофического течения (б). Изопикническая впадина, глубина которой на горизонте 75 м составляет 15 м, заполнена водами ХПС. Она отчетливо просматривается начиная с глубины 50 м. С этой же глубины просматривается общий подъем изопикн в направлении с юга на север, достигающий 30 м на длину разреза, что по видимому можно объяснить стоком имеющих здесь рек и малой шириной шельфа.

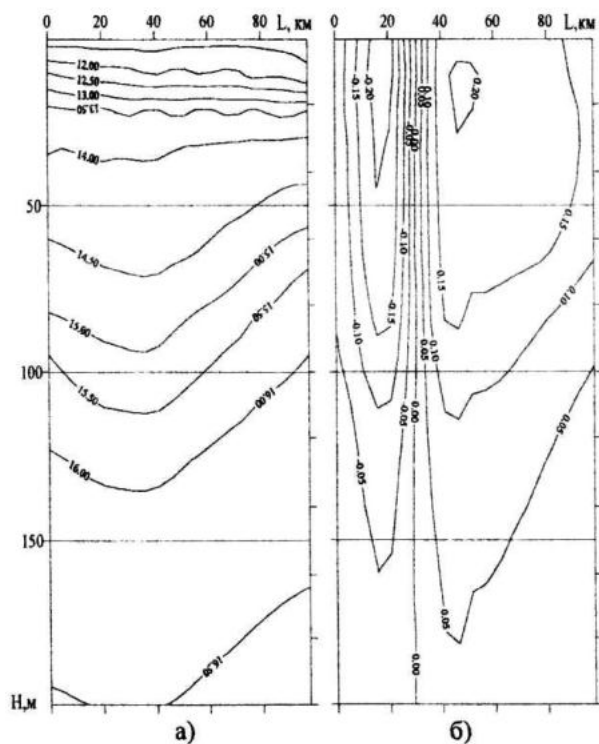


Рис.3 Вертикальный разрез через центр вихря: а – плотность (ρ , усл.ед.), б – зональная компонента скорости геострофического течения (V_e , см/сек)

Зональная компонента скорости геострофического течения показана на рис.3б. Стрежень кольцевого потока залегает в поверхностном слое на глубине 15 – 20 м. Ширина южного потока ~30 км, северного ~60 км. Максимум скорости зональной компоненты в стрежне равен 0.2 м/с, а модуль скорости

кольцевого потока в стрежне составляет 0.162 м/с. По изотахе 0.05 м/с вихрь прослеживается до глубины 180 м. По изотахе 0.02 м/с – до 350 м.

Выводы. 1. Летом 1992 г. наблюдалось сильное меандрирование ОЧТ, что способствовало зарождению в вершинах и в подошвах меандров антициклонических синоптических вихрей с размерами в поперечнике 50 – 90 км. По изотахе 0.02 м/с вихри прослеживались до глубин 350 – 400 м.

2. Всего на акватории моря, ограниченной 500 – м изобатой по данным летней съемки Comsblack92 идентифицировано 4 антициклонических вихря, включая Батумский антициклон. Под сезонным термоклином динамический рельеф свободной поверхности представляется в виде куполов, а центральная часть вихрей заполнена водами ХПС с температурой в ядре $\leq 7^\circ\text{C}$. Толщина слоя холодных вод достигает 100 м.

3. По рельефу полей температуры, солености и плотности, также как по рельефу динамических высот, можно оценить размеры вихрей и их интенсивность.

4. Представляет интерес продолжить аналогичные исследования по гидрологическим съемкам других сезонов и лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новицкий В.П. Вертикальное строение водной толщи и общие черты циркуляции вод Черного моря. – Тр. Азчерниро, 1964, вып.25, С.3-21.
2. Латун В.С. Антициклонические вихри в Черном море летом 1984 года. // МГФЖ. №3 V-VI, 1989. –160с.
3. Латун В.С. Энергоснабжение глубоких антициклонических вихрей Черного моря. // Комплексные океанографические исследования Черного моря. –Севастополь. МГИ АНУССР, С.10-21.
4. Ерошко А.А. Об одном способе расчета горизонтальной и вертикальной структуры геострофических течений в Черном море по базам экспериментальных данных. // Системы контроля окружающей среды 2000. – Севастополь 2001. –С.212-222.
5. Ерошко А.А. Батумский антициклонический круговорот в летне-осенний сезон: пространственная структура, изменчивость. // Системы контроля окружающей среды 2001. – Севастополь, 2002. –С.454 - 462.