

## **Особенности районов подводных гор Мирового океана**

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь  
e-mail: lka2@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрены некоторые особенности океанологических условий в районах подводных гор: вихреобразование, аномальность океанологических характеристик, повышенная биологическая продуктивность.

**Ключевые слова:** подводные горы, вихреобразование, топографические вихри, биологическая продуктивность.

### **Введение**

Подводные горы — это своеобразные окна в глубине Земли, помогающие разъяснить всевозможные глубинные процессы. Так, температурные и механические свойства океанической литосферы можно определить по изгибам океанической коры, обусловленным ростом подводных гор на ее поверхности. Цепочки подводных гор отмечают абсолютные движения тектонических плит, предоставляя ключевые сведения о взаимодействии перемещающихся плит и движущихся обломочных осадочных материалов. Те цепи подводных гор, которые ассоциируются с активными и историческими вулканами, рассматриваются как следы движения плит с увеличивающимся возрастом по отношению к стационарным долго живущим горячим точкам. Таким образом, они сообщают сведения о Земле в целом и мантийной конвекции.

Рост подводных гор связан с частичным плавлением глубинных мантийных источников, их изучение дает уникальную возможность взглянуть на химическое строение и неоднородность глубинных областей Земли.

Исследования подводных гор дают обширное количество дополнительных геохимических и геофизических сведений для того, чтобы продвинуться в наших знаниях о планете. Последние десятилетия принесли новые знания о глубинной структуре подводных гор, океанических островов и о подстилающей их литосфере.

Подводные горы и океанические острова являются на океанической коре образованиями высотой около 8 км и шириной около 100 км. Фланги, а порой и верхняя часть таких гор включают в себя вулканические породы. Кора, подстилающая эти вулканические сооружения, имеет скоростную структуру и мощность, типичную для нормальной океанической коры. Изверженные базальты, которые слагают подводные горы, оказывают существенные гравитационные нагрузки на поверхность океанической коры. Петрологию и геохимию подводных гор можно применить для оценки потенциальной температуры мантийных источников.

Исследователям еще предстоит определить: можно ли использовать геохимическую историю цепочек подводных гор для лучшего понимания плавления мантии и причин ее геохимической неоднородности.

Подводные горы не только вносят разнообразие в геологию и геоморфологию океанического дна, но и являются причиной возникновения аномалий в распределении океанологических характеристик (температуры, солёности, биогенных элементов), а также геострофических течений.

Основная цель данной статьи – рассмотреть особенности океанологических условий в районах подводных гор.

### **Результаты и обсуждение**

Районы подводных гор характеризуются несколькими особенностями.

#### **1. Вихреобразование.**

Исследования показали, что подводные горы способствуют образованию над своими вершинами или склонами сложных вихреобразных структур, оказывая при этом существенное влияние на квазистационарные течения. В результате взаимодействия геострофического потока с одиночной подводной горой при определенных условиях возникают трехмерные вихревые образования циклонического вращения в невозмущенном восточном потоке и антициклонического вращения в западном потоке (в Северном полушарии). Причем эти вихревые образования могут усиливаться от поверхности океана к вершине подводной горы. Однако это свойство нельзя назвать универсальным, так как наблюдалось некоторое увеличение скоростей в вихре и в верхних горизонтах [1].

Помимо одиночных вихрей, вращающихся над вершиной горы, у изолированных подводных гор могут образоваться два вихря разного знака, расположенных над противоположными склонами горы на различных глубинах. Наконец, могут формироваться и три вихря вокруг вершины, служащей общим центром вихревой системы, или же снесенных основным потоком на "подветренный" склон подводной горы. Интересной особенностью топографического вихреобразования является квазишахматная упаковка четырех геострофических вихрей вокруг вершин подводных пиков. Такие системы вихрей были зарегистрированы у изолированных гор подводных хребтов Эйкельберг и Геракл в Тихом океане. А при двухвершинной морфологической структуре подводных гор наблюдалось шесть вихрей, расположенных симметрично по три над вершиной, и более.

Развитие топографических вихрей колеблется в широком диапазоне глубин - от поверхности океана до подножья подводной горы.

Топографические вихри взаимодействуют между собой, с препятствиями (подводными горами), являющимися причиной их возникновения, и с квазистационарным течением, в потоке которого они могут уноситься после отрыва от вершины горы.

Хуппертом и Брайеном [2] доказано, что при относительно слабом по скорости набегающем потоке вихри взаимодействуют между собой вблизи препятствия, а при увеличении скорости набегающего потока один из вихрей (менее устойчивый) отрывается и уносится вниз по потоку.

К наиболее важным особенностям топографического вихреобразования можно отнести следующие:

- районы подводных гор в океане являются квазистационарными вихревыми зонами;
- системы топографических бароклинических вихрей у изолированных гор могут включать от одного до шести вихрей, которые взаимодействуют между собой, что, в свою очередь, приводит к перемещению их относительно друг друга и подводной горы. Взаимодействуя между собой, с квазистационарным течением либо с мезомасштабными океаническими вихрями, они выносятся из районов своего образования.

Следует особо отметить, что над вершинами изолированных подводных гор может образоваться достаточно редко встречающееся в океане явление, получившее название вихрей или столбов Тейлора-Праудмана (по имени гидродинамиков, впервые открывших их существование), которые представляют собой двумерные вихри.

Двумерный вихрь - это вихревая циркуляция, независимая от вертикальной координаты. Окружающие воды обтекают такой вихрь или столб Тейлора как твердое тело. Но в то же время столб Тейлора-Праудмана очень чувствителен к изменению режима набегающего на подводное препятствие течения. При превышении некоторого критического значения числа Россби во внешней области столб, после того как он наклонится, может оторваться от препятствия и трансформируется в систему нескольких вихрей [3]. Характерно, что структура водных масс на формирование столбов Тейлора не влияет. Они могут существовать в водах различной стратификации - как в баротропной, так и в бароклинической жидкости. Эффект стратификации состоит лишь в ослаблении столба Тейлора в верхнем слое и вырождении его в "конус Тейлора" (или Тейлора-Хогга), образующийся внутри потока на некотором расстоянии от дна.

Вихрь Тейлора-Хогга не всегда может выходить на поверхность океана своей вершиной. Он может иметь сложную криволинейную форму наклонного конуса. При достаточном заглублении его вершины на поверхности океана возможно образование вихря противоположной направленности, совместное действие которого с глубинным вихрем может привести к формированию промежуточных вод с высокой биологической продуктивностью [3].

Форма возникающих вихревых образований в районах подводных гор зависит от скорости и направления набегающего потока, стратификации вод, формы и глубины залегания препятствия. В результате того, что в океане скорости набегающего на препятствие потока очень изменчивы, вихри Тейлора, да и вообще любые вихри, генерируемые в районах подводных гор, не могут существовать продолжительное время. При достаточно большой скорости потока они срываются и уносятся вниз по потоку.

Таким образом, в океане над подводными горами определенное время могут наблюдаться, хотя и очень редко, течения стоячего вихря, связанные с установлением над вершиной горы двумерных вихрей Тейлора-Праудмана, после срыва которых образуются обычные вихри, и течение стоячего вихря переходит в волноное течение;

## **2. Аномальность океанологических характеристик.**

Генерация вихрей над подводными препятствиями приводит к интенсивному вертикальному и горизонтальному обмену вод, нарушению структуры океанологических полей. Причем наиболее ярко такое нарушение проявляется в распределении растворенного кислорода и биогенных элементов. Чаще всего аномальное распределение океанологических характеристик отчетливо наблюдается до глубины 500-600 м. Их характерная особенность - значительные изменения абсолютных величин над вершинами подводных гор. Но следует отметить, что аномалии в различных слоях не всегда строго сохраняют положение над вершинами гор, однако явно тяготеют к ним. Гидрологические разрезы, пересекающие в широтном и меридиональном направлениях районы подводных препятствий,

показывают подъем изотерм над их вершинами, достигающие амплитуды 50-150 м. Возмущающее влияние поднятий сказывается также на положении термоклина и его характеристиках. В районах глубоководных поднятий и банок средней глубины термоклинов, как правило, заглубляется перед самым подводным препятствием со стороны набегающего потока и приподнимается за ним [4].

Аномальные параметры водных масс могут вызываться различными причинами, однако их локализация в районах подводных гор обязана прежде всего блокирующему эффекту вихрей Тейлора;

### **3. Повышенная биологическая продуктивность.**

С топографическими вихрями и, возникающими с ними, аномалиями океанографических характеристик тесно связана повышенная биологическая продуктивность, отмеченная в районах некоторых подводных гор. В этих районах или около них существуют промысловые скопления ценных пищевых рыб и беспозвоночных, представляющих сырьевую базу для промышленного рыболовства. Такие скопления были обнаружены в Атлантическом океане - над подводными горами Срединно-Атлантического хребта, на Азорских банках, Угловом поднятии, Китовом хребте; в Индийском океане - на Мадагаскарском и Западно-Индийском хребтах; в Тихом океане - на разломе Элтанин, хребтах Кюсю-Палау, Лорд-Хау, Эйкельберг, Норфолк, Наска, Геракл и ряде других.

В то же время было выяснено, что на многих других подводных поднятиях, расположенных, главным образом, в тропической части океанов, повышенной биологической продуктивности не наблюдается.

Скопления промысловых объектов были отмечены над подводными поднятиями разной глубины (глубина над вершинами от 30 до 1000 м) и формы (от плосковершинных банок и гайотов до остроконечных гор). Морские организмы, обитающие как над одиночными, так и крупномасштабными подводными топографическими структурами, относятся к разным систематическим и экологическим группам. Среди них есть оседло живущие донные обитатели (лангусты, беспузирные окуни) и очень подвижные пелагические формы (тунцы, кальмары и другие). Но наиболее массовую группу составляют бентопелагические рыбы (красноглазка, эпигонус, рыба-сабля и другие). Многие из рыб характерны только для подводных гор и поднятий и достаточно редки или вовсе отсутствуют в других районах Мирового океана.

Повышенная биологическая продуктивность некоторых подводных поднятий Мирового океана является бесспорным фактом. Это тем более важно, что многие такие промысловые районы расположены за пределами 200-мильных экономических зон, и скопления рыб в них успешно облавливаются промысловыми судами различных стран.

## **Выводы**

Все сказанное выше дает возможность утверждать, что подводные горы представляют собой пример частного гидролого-биологического комплекса Мирового океана, внутри которого можно выделить подкомплексы более низкого ранга - акваландшафты:

- с сильным влиянием подводных гор на гидрофизические и биологические условия. Такой акваландшафт формируется, когда в одноградусном квадрате океана находится 3-4 подводных горы, воздействие рельефа проявляется в течении всего года и носит стационарный характер. Они характеризуются аномалиями гидрофизических (температуры, солености, плотности) и гидрохимических (насыщением вод кислородом, биогенными элементами) полей, а также высокой биологической продуктивностью;

- слабого влияния на гидрофизические и биологические условия: в одноградусном квадрате 1-2 горы, а воздействие рельефа носит сезонный характер. Аномалии океанологических полей и повышенная биологическая продуктивность формируются только в определенные сезоны года.

Беспорядочное развитие таких акваландшафтов в океане, присутствие их во всех природных зонах, формирование в них своеобразных экосистем дают возможность классифицировать их как азональные аквакомплексы или акваландшафты, существенно отличающиеся своими параметрами от внутризональных характеристик.

Азональные акваландшафты подводных гор могут быть различного уровня иерархии. Акватории с сильным влиянием подводных гор на океанологические поля определены нами как азональные акваландшафты регионального уровня. Акватории со слабым влиянием подводных гор на океанологические поля - как азональные акваландшафты локального уровня.

Таким образом, все подводные горы Мирового океана можно разделить на два крупных гидролого-биологических подкомплекса:

- азональный квазистационарный регионального уровня с сильным влиянием на океанологические поля и высокой биопродуктивностью;

- азональный сезонный локального уровня со слабым влиянием рельефа на океанологические поля и периодическим повышением биопродуктивности.

## Литература

1. Козлов В. Ф. Стационарные движения стратифицированной жидкости над неровным дном (геострофическое приближение на  $\beta$ -плоскости) / В.Ф. Козлов, М.А. Соколовский // Океанология. – 1978. – Т.18, Вып.4. – С.581-586.
2. Huppert H. E. Topographically generated eddies / H.E.Huppert, K. Brayn // Deep Sea Res. – 1979, vol.26, NGA. – P. 601-621.
3. Зырянов В. Н. Особенности морских течений в районах подводных гор и изолированных поднятий дна океана. Вихри Тейлора / В. Н. Зырянов // Условия среды и биопродуктивность моря. – М.: ВНИРО, 1982. – С.98-109.
4. Грезе В. Н. Биоокеанографическая структура вод в районах подводных возвышенностей / В. Н. Грезе, Ж. М. Арциховская, В. А. Головки. – Киев : Наукова думка, 1988. – 208 с.

**Анотація.** О. А. Кудрянь **Особливості районів підводних гір Світового океану.** Розглянуті деякі особливості океанологічних умов у районах підводних гір: вихроутворення, аномальність океанологічних характеристик, підвищена біологічна продуктивність.

**Ключові слова:** підводні гори, вихроутворення, топографічні вихри, біологічна продуктивність.

**Abstract.** E. A. Kudryan' **Features seamounts oceans.** Some features of oceanographic conditions seamounts: vortex formation, abnormal oceanographic characteristics, increased biological productivity.

**Keywords:** seamounts, vortex formation, topographic eddies, biological productivity.

Поступила в редакцію 17.02.2014 г.