

КУМУЛЯТИВНЫЕ ВЫБРОСЫ ОКЕАНСКОЙ ВОДЫ

Гришаев А.А.

*Институт метрологии времени и пространства, ГП
ВНИИФТРИ
141570 Московская обл., Менделеево*

Введение. В судовых журналах не так уж редки записи о том, что судно налетало на мель в открытом океане, где достоверно измеренная глубина составляет 2 км и более. Если после такого происшествия судно своим ходом добиралось до ближайшего порта, то можно считать, что ему крупно повезло. Ведь таинственные гидроудары – даже при полном штиле – способны опрокидывать или переламывать корабли, о чём имеется множество свидетельств тех, кто выжил в такого рода морских катастрофах. Официальная наука, бессильная объяснить происхождение этих гидроударов, их просто замалчивает – а корабли и подводные лодки продолжают от них гибнуть.

В настоящей статье описан природный механизм возникновения вертикального кумулятивного выброса океанской воды, а также рассмотрены некоторые следствия образования такого выброса – в частности, рождение цунами.

Подводные вулканы – гидро-пушки Океана. Кумулятивные выбросы воды происходят над срединно-океаническими хребтами, в зоне Тихоокеанского «горячего кольца», и т.п. – т.е. в тех районах океана, где дно сейсмически и вулканически активно.

Рассмотрим, что происходит после того, как свод подводного вулкана проплавается в достаточной степени и обрушивается. Вода устремляется в вулканическую каверну и, согласно уравнению Бернулли, это сопровождается динамическим падением давления в потоке. Установление новой картины давления в водной толще происходит с помощью возмущения, распространяющегося от области бывшего свода со скоростью звука. Пусть до того, как вода перестанет поступать в каверну, это возмущение успеет достигнуть поверхности океана не только в ближайшей точке, расположенной прямо над источником возмущения, но и в некотором круге с центром в этой точке. Тогда линии токов, начинающихся на поверхности океана, располагаются вдоль образующих у фигур вращения, которые имеют вид обращённых кверху растробов с общей вертикальной осью

симметрии. При этом градиенты давления, обусловленные его динамическим падением, направлены по нормальям к поверхностям этих раструбов, в сторону центральной оси. Таким образом, создаётся воронкообразная область, в которой на каждом уровне имеется понижение давления от периферии к центральной оси, причём такое распределение давления обусловлено течением воды в этой области. Поэтому, как только это течение воды прекращается, происходит выравнивание давления на уровнях – благодаря волне, которая схлопывается к центральной оси и порождает кумулятивный выброс.

Для грубой оценки высоты, на которую вздымается этот выброс над поверхностью океана, заметим, что эта задача эквивалентна следующей задаче о сообщающихся сосудах. В колена U-образной трубки, разделённой внизу перегородкой, залиты несмешивающиеся жидкости с различающимися плотностями, причём высота их столбов одинакова; требуется узнать, на какую высоту взметнётся уровень менее плотной жидкости после убирания перегородки. Для полной аналогии следует добавить, что динамическое падение давления в сливной струе можно формально рассматривать как результат статического понижения давления – из-за прямо пропорционального понижения плотности. Для оценки динамического падения давления с помощью уравнения Бернулли, требуется знать скорость потока v , которая на входе в «сливное отверстие» есть

$$v = k\mu(2gH)^{1/2}, \quad (1)$$

где g - ускорение свободного падения, H - глубина, на которой расположено «сливное отверстие», μ - коэффициент, зависящий от формы краёв «сливного отверстия» [1] и k - коэффициент, учитывающий, что слив происходит не в свободную атмосферу, а в каверну, где давление значительно выше. Тогда, решая задачу о сообщающихся сосудах при разности плотностей, пересчитанной, как оговорено выше, на основе динамического падения давления в сливной струе, мы получаем следующее выражение для искомой оценки высоты выброса Δh :

$$\Delta h = (k\mu)^2 H/2. \quad (2)$$

Так, при глубине расположения «сливного отверстия», равной 2.5 км, при $\mu=0.8$ и $k=0.5$, значение Δh , согласно (2), составляет 200 м – и это, по-видимому, не предел.

Может быть, скептики возразят, что никто никогда не видел таких опасных чудес в океане? Это не так: их видели неоднократно, особенно рыбаки из соответствующих регионов. Неспроста морские драконы являются неперенными персонажами в мифологиях, например, народов побережья Юго-Восточной Азии. Так, один швейцарский

дипломат писал из Японии: «Тац-Маки – ужас добрых людей. Это огромный дракон, большей частью скрывающийся в пещерах на дне морском; но иногда он поднимается на поверхность моря и вдруг взлетает в небо...» [2]. Для тех, кто не верит «этим народным сказкам», приведём свидетельство более просвещённого очевидца (цитируется по [3] – оговоримся, что мы не разделяем авторской интерпретации изложенных там фактов): «...мы шли в Индийском океане, из Одессы в Сингапур. Погода была нормальная, почти штилевая. Вдруг штурвальный «сыграл полундру». Выбежав на палубу, мы увидели, как впереди, прямо по курсу в нескольких километрах вздыбился океан. Образовался высоченный столб воды, а вокруг волны – выше парохода!.. Капитан дал команду изменить курс и обойти опасное место... Что это было – мы так и не поняли».

А было это, на наш взгляд, то, что является основным природным источником цунами.

Цунами: продольные волны, а не поперечные. Давно подмечена корреляция между выплёскивающимися на побережье водяными валами и подводными землетрясениями, которые этому предшествовали. Также давно подмечено, что грозная мощь этих водяных валов проявляется лишь непосредственно у побережья – в открытом море они практически незаметны. Исходя из первой названной особенности, полагают, что волны цунами являются поверхностными поперечными волнами, которые порождаются подвижками морского дна, а, исходя из второй названной особенности – что они имеют огромную длину волны (100 км и более) и малую амплитуду (порядка 0.5 м). Для скорости c_0 таких волн теория даёт выражение [4,5]

$$c_0 = (gD)^{1/2}, \quad (3)$$

где D – глубина моря; причём с этим выражением неплохо согласуются результаты измерений времён пробега волн цунами в открытом море. Но недоумение вызывает поведение этих «поверхностных волн» вблизи побережья, особенно при отсутствии широкого прибрежного мелководья. В таких условиях формирование водяного вала, готового обрушиться на берег, длится считанные секунды. Очевидно, что за эти секунды гребень должен успеть пройти расстояние в половину длины волны. При длине волны в 100 км это означает, что гребень должен двигаться со скоростью, в несколько раз превышающей третью космическую, что, конечно, совершенно не согласуется с выражением (3).

На наш взгляд, эту проблему можно легко разрешить в предположении, что волны цунами являются не поперечными, а продольными волнами повышения давления, которые возникают, в частности, при образовании водяного пика над поверхностью моря, о чём шла речь выше. Заметим, что подошва водяного пика непременно является источником волны повышения давления в водной толще. Действительно, по всем канонам гидростатики, это давление зависит лишь от высоты водяного столба, но не от количества воды, составляющей водяной столб – что эффектно демонстрирует знаменитый опыт Паскаля: полная бочка отлично держала воду, но в неё вставляли вертикальную трубку, длиною в несколько метров, и заполняли эту трубку (на что уходила всего одна кружка воды), и тогда вода начинала сочиться «изо всех щелей» бочки. Поскольку нет разницы, создан ли дополнительный столб воды с помощью трубки или без неё, то действие водяного пика совершенно аналогично действию воды в трубке, которую использовал Паскаль.

Теперь рассмотрим вопрос о скорости распространения волны повышения давления от подошвы водяного пика. Обычное выражение для скорости звука в воде здесь неприменимо, поскольку в нём используется коэффициент адиабатической сжимаемости, т.е. считается, что сжатия и разрежения в звуковой волне являются адиабатическими, тогда как наш случай – явно неадиабатический. В таком случае обычно используется Ньютонова скорость звука [6]:

$$c = (P/\rho)^{1/2}, \quad (4)$$

где P – давление в среде, ρ - плотность среды. Тогда, считая, что плотность водной среды ρ является константой, а давление в этой среде линейно зависит от глубины d , мы получаем:

$$c = [(P_{\text{атм}} + \rho g d)/\rho]^{1/2}, \quad (5)$$

где $P_{\text{атм}}$ - атмосферное давление на уровне моря.

Как следует из выражения (5), скорость волны повышения давления сильно зависит от глубины, на которой эта волна распространяется; придонный участок фронта этой волны движется быстрее всех остальных. Поэтому, на наш взгляд, именно скорость придонной волны играет роль скорости движения цунами; для глубины в 4 км эта скорость отличается от скорости c_0 (см.(3)) всего на 0.25%. При движении цунами от источника в океане к побережью, именно придонная волна первой достигает материкового склона и затем, поднявшись по этому склону, порождает выплеск, обрушивающийся на побережье.

С учётом вышеизложенного, становится понятно, что даже далёкий кумулятивный выброс воды смертельно опасен для

аквалангистов и подводных лодок, находящихся на своих предельных глубинах погружения. Морские обитатели, для которых чревато неприятностями быстрое повышение давления на лишние десятки атмосфер, давным-давно выработали защитные реакции. Например, подмечено, что перед приходом волны цунами обычно заметно усиливается флуоресценция моря, за которую ответственны морские микроорганизмы. Логично предположить, что эти микроорганизмы просто поднимаются поближе к поверхности, реагируя на звуковой предвестник повышения давления: хлопок от кумулирующей волны с последующими шумами, которые возникают при оседании водяного пика.

Заключение. В настоящей работе вкратце обрисован природный механизм образования кумулятивных выбросов океанской воды, которые представляют серьёзную опасность для кораблей и подводных лодок, а также для низколетящих самолётов и вертолётов. Хотелось бы верить, что эта статья проиницирует, наконец, систематическое изучение этого грозного стихийного явления. Добавим, что, в согласии с вышеизложенным, водяной пик, замеченный, например, со спутника, контролирующего поверхность океана, безошибочно свидетельствовал бы о рождении цунами.

Ссылки.

1. Х.Кухлинг. Справочник по физике. М., «Мир», 1982.
2. К сожалению, адрес сайта не был зафиксирован.
3. Е.Барковский. Морской сборник, 10 (2001) 31.
4. Н.И.Егоров. Физическая океанография. Л., «Гидрометеиздат», 1974.
5. Проблема цунами. Сборник статей. М., «Наука», 1968.
6. М.А.Исакович. Общая акустика. М., «Наука», 1973.

Источник: <http://newfiz.info>

Поступило на сайт: 28 февраля 2002.