

УДК

© Е.Ф.Шнюков, Н.А.Маслаков, 2009

*Отделение морской геологии и осадочного рудообразования НАН Украины,
Киев*

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ОПАСНОСТЬ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНИЗМА ДЛЯ СУДОХОДСТВА

Рассматривается грязевый вулканизм как возможная причина аварий и катастроф судов в Азово-Черноморском бассейне.

Грязевый вулканизм – одно из интереснейших природных особенностей Азово-Черноморского бассейна. Детальное изучение грязевых вулканов активизировалось в последние годы. Нельзя сказать, что интерес к ним проявился только в наше время. Грязевый вулканизм как явление зафиксировали в прибрежных зонах Понта Эвксинского еще древние греки. Район развития грязевых вулканов на Тамани (по словам Гомера, это «печальная оголенная местность») считался входом в царство Плутона, и путь в него начинался с грязевых вулканов. В «Одиссее» (XII, 59-72) упоминается «бушующее губительное пламя» – предположительно в Боспоре Киммерийском, по маршруту движения «Арго» в Азовском море. Фактически речь идет о грязевых вулканах восточного берега Керченского пролива, систематически дающих взрывные извержения. Византийский император Константин Багрянородный, живший в V в. н.э., упоминает в своих трудах, что за городом Таматархой (современная Тамань) имеется много источников, извергающих нефть, иными словами, грязевых вулканов [15].

В течение многих лет их активно изучали в пределах суши, особенно в Крымско-Кавказском регионе [1, 15, 17]. Первые упоминания о грязевых вулканах в Азово-Черноморском бассейне после выхода России к его берегам принадлежат П.Палласу [11], описавшему возникновение грязевулканических островов в юго-восточной части Азовского моря у станицы Голубицкая близ Темрюка (1795, 1803 гг.). В последующие столетия неоднократно упоминались извержения азовских вулканов, описано несколько грязевых вулканов в Керченском проливе, в том числе три – в его южной, относительно глубоководной, части.

На основании материалов гидрографической съемки Черного моря, С.А.Ковалевский [5] предположил существование нескольких грязевых вулканов в Черном море по линии 38-го меридиана. Именно эта работа впервые привлекла внимание к изучению грязевого вулканизма в глубоководной части моря. Исследованиями геологов Московского университета и НПО «Южморгеология» обнаружены многочисленные диапировые структуры в прогибах Сорокина и Туапсинском [4, 6, 8]. В рамках международной программы ЮНЕСКО было открыто 9 подводных и 7 погребенных грязевых вулканов [19]. Десятки грязевых вулканов на прикавказском материковом склоне были обнаружены в Туапсинской впадине [2].

Параллельно с вышеуказанными исследованиями, Отделением морской геологии и осадочного рудообразования НАН Украины выполнялись работы по изучению грязевых вулканов с борта НИС «Киев», «Ихтиандр» и «Профессор Водяницкий» [18]. В западной части Черного моря выявлены новые грязевые вулканы и газовые факелы. Грязевулканические морфоструктуры найдены на материковом склоне при глубинах моря 690–750 м и у бровки шельфа. Всего в Черном море было выявлено до 50–60 грязевых вулканов (рис. 1).

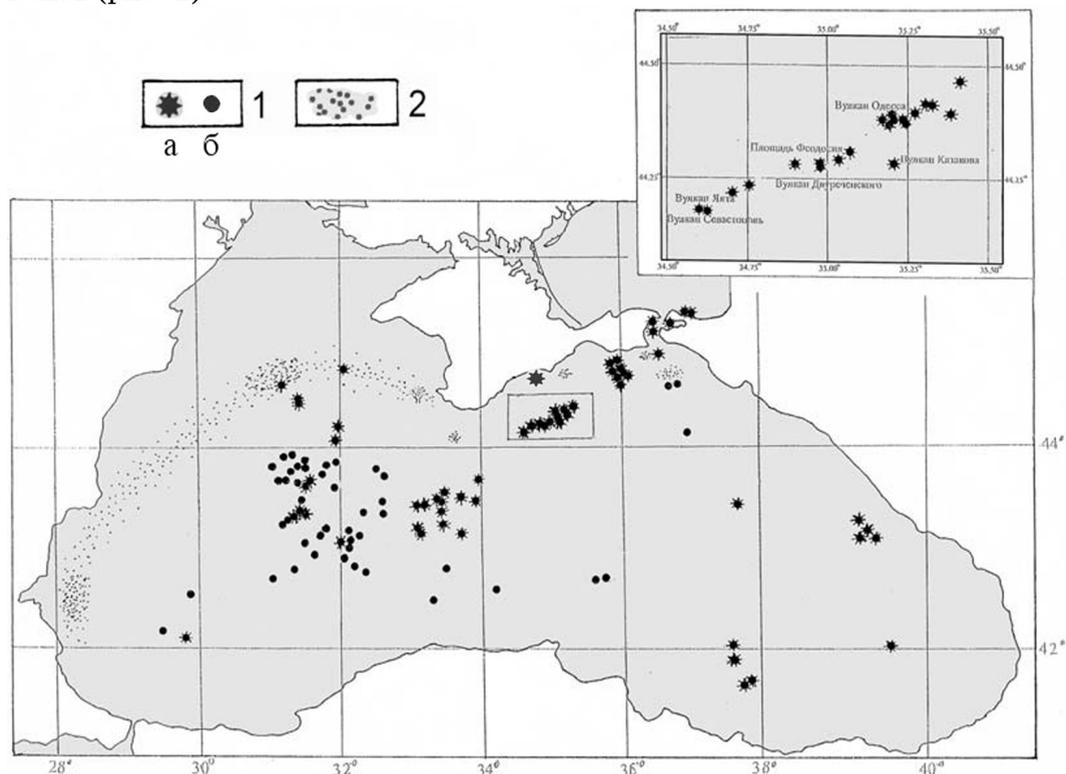


Рис. 1. Грязевые вулканы и газовые факелы в Черном море

Наряду с грязевыми вулканами на дне моря установлены многочисленные газовые факелы (сипы). Их деятельность приводит к насыщению осадка газами и способствует развитию подводных оползней. Последние представляют большую опасность для проложенных на дне коммуникаций (линии связи, нефте- и газопроводы и т.п.).

Пожалуй, одним из самых интересных является вулкан Двуреченского. Описанный А.Ф.Лимоновым, Е.В.Козловой, Л.Б. Мейснером и др. [7], этот вулкан изучался немецкой экспедицией на судне «Метеор» в начале 2002 г., а летом того же года и в 2003 г. – экспедициями Европейской и НАНУ на судне «Профессор Водяницкий».

В экспедиции летом 2002 г. удалось наблюдать два мощных газовых фонтана, приуроченных к кальдере грязевого вулкана. Диаметр каждого до 400 м, высота 850 м над уровнем дна при глубине моря около 2000 м. Ни один из исследователей, ранее изучавших вулкан Двуреченского, не сооб-

щает об этом явлении. Не исключено, что фонтаны возникли уже после немецкой экспедиции в начале 2002 г. Европейская экспедиция в мае 2003 г. (58-й рейс НИС «Профессор Водяницкий») не обнаружила фонтанов на грязевом вулкане Двуреченского. Экспедиция ОМГОР НАНУ в 59-м рейсе на НИС «Профессор Водяницкий» в июле 2003 г. вновь наблюдала мощный газовый фонтан высотой около 800 м, приуроченный к той же структуре, но несколько смещенный по отношению к точке выходов двух ранее наблюдавшихся фонтанов. Можно предположить, что грязевый вулкан Двуреченского относится к вулканам локбатанского типа [17] и пульсационно время от времени выбрасывает газовые фонтаны.

Причины интереса к грязевому вулканизму очевидны. В районах шельфа грязевые вулканы – это поисковый признак при разведке нефтяных и газовых месторождений, что в условиях дорогостоящего морского бурения весьма существенно.

Грязевые вулканы Азово-Черноморского бассейна представляют уже доказанную угрозу судоходству на мелководных участках, в первую очередь в Азовском море и в Керченском проливе. Опасно не все Азовское море, а только его юго-восточная часть, где установлено несколько крупных грязевых вулканов.

В пределах Темрюкской антиклинали располагается подводный грязевый вулкан Темрюкский, иначе банка Казбек, или грязевый вулкан Пересыпский. Он расположен в 5 км к северу от берега и обозначен бумом. В «Лоции Азовского моря» обращено внимание мореплавателей на изменение глубин и возникновение островов в этом районе.

Грязевый вулкан Голубицкий, находящийся в пределах расположенной южнее антиклинальной зоны Цимбалы, неоднократно описывался разными авторами как в период активизации, так и в моменты относительного покоя: извержения Голубицкого вулкана фиксировались различными авторами в 1814, 1862, 1880, 1906, 1924 гг. После Второй Мировой войны взрывы происходят довольно часто. Особо отмечают извержения 1981, 1988, 1989 гг. Катастрофические извержения Голубицкого подводного вулкана происходили и в 1994, 2000, 2002 гг. Все они сопровождались появлением острова. Извержение 2000 г. одному из отдыхавших в пансионате на берегу в станице Голубицкой удалось заснять на видеопленку (рис. 2).



Рис.2. Извержение Голубицкого подводного вулкана в 2000 г. Кадр из видеофильма

Еще большую опасность представляет собой грязевый вулканизм в Керченском проливе, где ежегодно проходит до 10 тысяч морских судов. Это второй по значению после Босфора пролив Черного моря.

Небольшая акватория пролива скрывает много непознанных геологических загадок. Среди них одна из самых интересных — грязевые вулканы (рис. 3). Так, на северном выходе от Керченского пролива есть несколько ок-

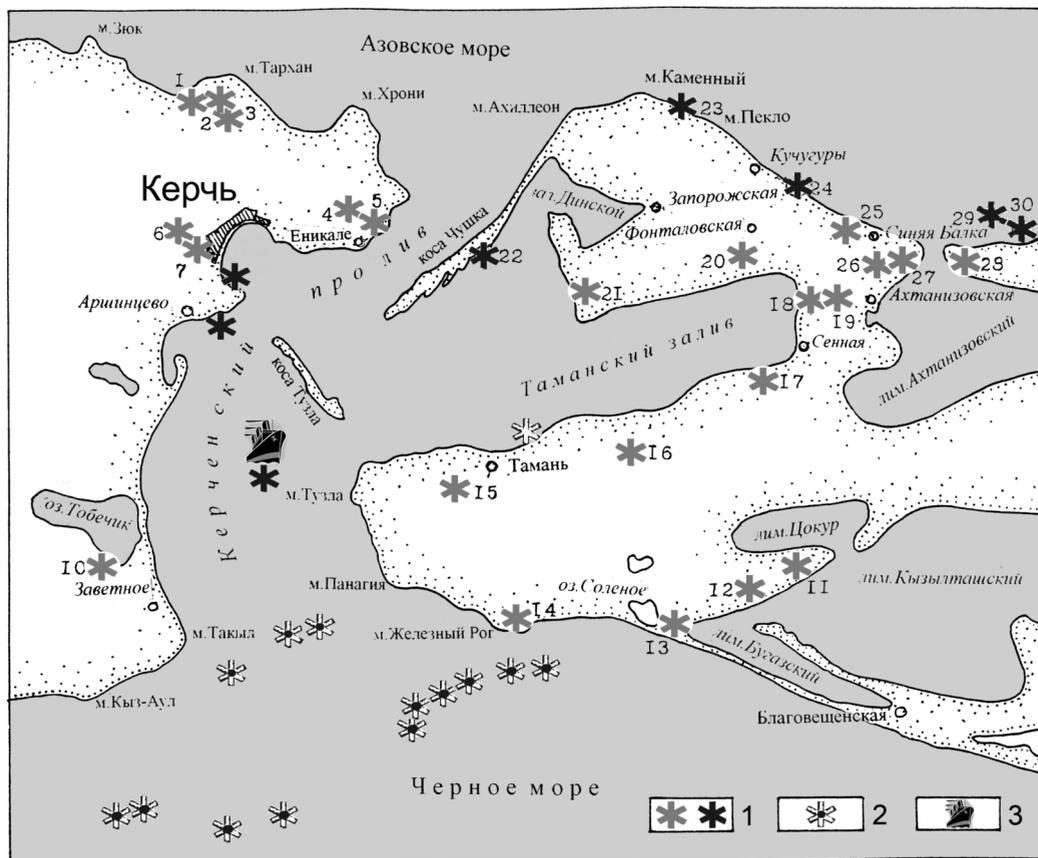


Рис.3. Грязевые вулканы Керченского пролива.

1 – действующие грязевые вулканы сухопутные и морские; 2 – предполагаемые грязевые вулканы на дне моря; 3 – место посадки на мель парохода «Цезарь»

руглых отмелей, природа которых непонятна. Возможно, это грязевые вулканы. Автор одного из первых краеведческих очерков о г. Керчь Х.Х. Зенкович [3] описал в 1884 г. возникший в Керченской бухте в 1880 г. небольшой островок, размытый через две недели. Точное местонахождение его неизвестно; происхождение его еще в те годы связывали с «вулканическими силами».

Западнее мыса Тузла располагается грязевый вулкан, впервые описанный С.А. Шепелем [14]. По его данным, в 1914 г. в проливе сел на мель пароход «Цезарь». Оказалось, что в зоне девятиметровых глубин неожиданно возникла конусообразная четырехметровая отмель, пробы грунта которой были представлены сопочной брекчией. Небезынтересно, что последующие геологические исследования [15] показали постоянное наличие

в районе предполагаемого расположения этой размытой отмели тех или иных литологических и минералогических аномалий и гипсометрического подъема подошвы новоэвксинских, древнечерноморских и новочерноморских отложений. Создается впечатление существования грязевулканического очага минимум от посткарангатского отрезка времени доныне, т.е. десятки тысяч лет.

П.И. Науменко [9] наблюдал грязевые вулканы в оз. Тобечик. Геологи объединения «Южморгео» обнаружили грязевый вулкан на таманском подводном склоне к юго-востоку от пролива. Он локализован на вершине крупной антиклинали [15]. По сведениям рыбаков, грязевый вулкан известен в Черном море юго-западнее мыса Такил на Керченском полуострове.

Масштабы грязевулканической деятельности огромны и в глубоководной части Черного моря. Уже установлены многие десятки грязевых вулканов, ежегодно открываются новые. Масштабные единовременные выбросы газов грязевыми вулканами могут представлять реальную опасность для судоходства. Выходящий на поверхность воды огромный пузырь газа может вызвать резкий крен и переворачивание судна. Еще большую опасность представляют взрывы и воспламенение газов.

Описанные в литературе одноактные выбросы газов грязевыми вулканами могут достигать 250 млн. м³! Такого рода данные приводятся Р.Р.Рахмановым со ссылкой на Ф.Г.Дадашева для Азербайджана [12]. По данным А.М.Плотникова, одноактные выбросы грязевых вулканов Керченского полуострова – Джау-Тепе и Джарджава – достигают соответственно 88,2 · 10⁶ м³ и 66, 2 · 10⁶ м³ за одно извержение. Можно ожидать подобные выбросы и у подводных грязевых вулканов Черного моря. Наблюдавшиеся в Черном море во впадине Сорокина выбросы газов вулкана Двуреченского соизмеримы с этими проявлениями.

Во время Крымского землетрясения 1927 г., газовые выбросы фиксировались к юго-западу от мыса Херсонес, к югу от южного берега Крыма, западнее Евпатории. Эти выбросы газов сопровождалась местами огневыми явлениями и могли представлять опасность для каботажного судоходства и судов, следующих в крымские порты. Особую опасность представляли взрывы газов к западу и юго-западу от Севастополя. Здесь масштабы выбросов газов были просто грандиозными (рис. 4).

11 сентября 1927 г. в 22 часа 15 минут, сразу после 8-балльного крымского землетрясения, гидрографический пост на мысе Лукулл зарегистрировал столб пламени продолжительностью 5 сек. С маяка Евпатории в 2 часа 48 мин наблюдалась вспышка огня белого цвета. Служба маяка Севастополя (Константиновский равелин) установила по пеленгу 255° в 3 часа 31 мин. вспышку огня высотой 500 м, шириной полторы мили.

Эти взрывы были непосредственно в момент землетрясения. Они же продолжались и после землетрясения почти два месяца. 14 октября 1927 г. наблюдался столб газов в 7 км к югу от Алупки. В октябре же из Евпатории зафиксировали в море горящие облака с трех часов ночи в течение часа. 2, 3, 4 октября горящие фонтаны газа отмечены в 30 км от Феодосии в направлении Анапы. В те же дни из Судака в направлении Алушты в море были видны дым и огонь. 4 октября в 23.30 час. в 20–25 км к западу и юго-

западу от Судака против пос. Приветное возникла белесая полоса, дважды вспыхивавшая ярким факелом [10].

Впрочем, это был не единственный случай такого рода. Осенью 63 г. до н.э. землетрясение двумя толчками силой 9 баллов разрушило столицу Боспорского царства город Пантикапей (современная Керчь) и прилегающие территории. Дворец царя Митридата треснул и был наполовину разрушен, из трещин вырвались струи «удушливого сернистого газа». По словам историков, «море горело и вздыгалось, обрушившись великими волнами на побитые города и поля». От ударов разрушились прибрежные скалы, из глубин извергались сероводород и метановые факелы. От себя добавим, что это многочисленные грязевые вулканы Керченского пролива прореагировали на сейсмическое событие.¹

Сопоставление местонахождения подводных грязевых вулканов и рекомендованных трасс движения судов показывает, что многие из последних пролегают через районы развития грязевого вулканизма. В наши дни в Черном море ежегодно погибает до 10 судов. Как правило, причины аварий выясняются специальными комиссиями. Большинство случаев их гибели тщательно расследуется и причина аварии выясняется. Тем не менее, в последние годы имели место по меньшей мере две катастрофы, объяснение которых затруднено, и причины аварии непонятны.

Исчезновение крупного грузового судна «Амира-1» заслуживает внимательного рассмотрения, так как оно произошло в районе развития активного грязевого вулканизма. Если исключить маловероятную криминальную версию, связанную со страхованием судна, в ней много непонятного.

Теплоход «Амира-1» водоизмещением 10182 т с грузом угля 9180,5 т, имея на борту экипаж в 24 человека, вышел из порта Мариуполь 5.01.2003 г. в 12-10 с оформлением всех необходимых документов, направляясь в турецкий порт Герзе. Возраст судна – почтенный. Оно построено в 1975 г., флаг Туниса, судовладелец – турецкая компания. 6.01.2003 г. в 13-25 судно прошло Керченский пролив, и в 14-10 на траверзе мыса Такиль теплоход был снят с радиолокационного наблюдения Керченского центра регулирования движения судов.

9.01.2003 г. в 04-21 пролетавший над Черным морем американский пассажирский самолет «Боинг-747» принял сигнал аварийного радиобуя в точке с координатами 43°41' N, 33°02' E и передал его на станцию спутникового слежения КОСПАС-САРСАТ (Москва). Оттуда сигнал был передан в

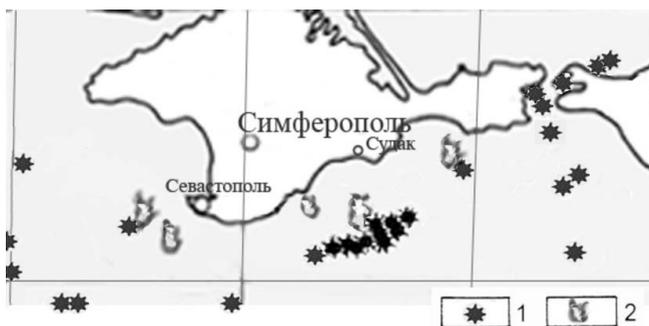


Рис. 4. Вспышки газов после Крымского землетрясения 1927 г.

1 – подводные грязевые вулканы; 2 – вспышки газов, отмеченные во время Крымского землетрясения

¹ С. Петров. Митридатово Царство. Секретные материалы, № 5, март 2009 г.

Одессу в государственный спасательно-координационный центр Министерства транспорта Украины. В тот же день в 06-15 всем судам в море, находившимся в районе бедствия, было отправлено навигационное предупреждение о бедствии и начата спасательная операция. В ней приняли участие российский самолет и украинский вертолет, а 14-15.01.2003 г. поиск осуществляли турецкие самолеты (рис. 5).

В ходе поисков были обнаружены аварийный буй теплохода «Амира-1», спасательный круг, пятно нефти длиной 2 км и шириной 100 м (координаты 43°39',88 N, 33°45',11 E); доска белого цвета с надписью «Amira-1», четыре спасательных жилета, канистра с растворителем и пакет с пиротехникой (координаты 43°40',8 N, 33°32',3 E), два спасательных плота, весло. Эксперты пришли к выводу, что судно или опрокинулось, или медленно погружалось. Судя по всему, аварийные средства были в порядке. Почему никто не спасся – вопрос. Тела людей найдены не были.

Как уже говорилось, судно несло флаг Туниса. Из 24 человек команды трое – капитан и два матроса – граждане Турции, трое – граждане Азербайджана, остальная команда – граждане Туниса. 11 января 2003 г. в Киев прибыла ответственная делегация Туниса, которая посетила Мариуполь и Се-

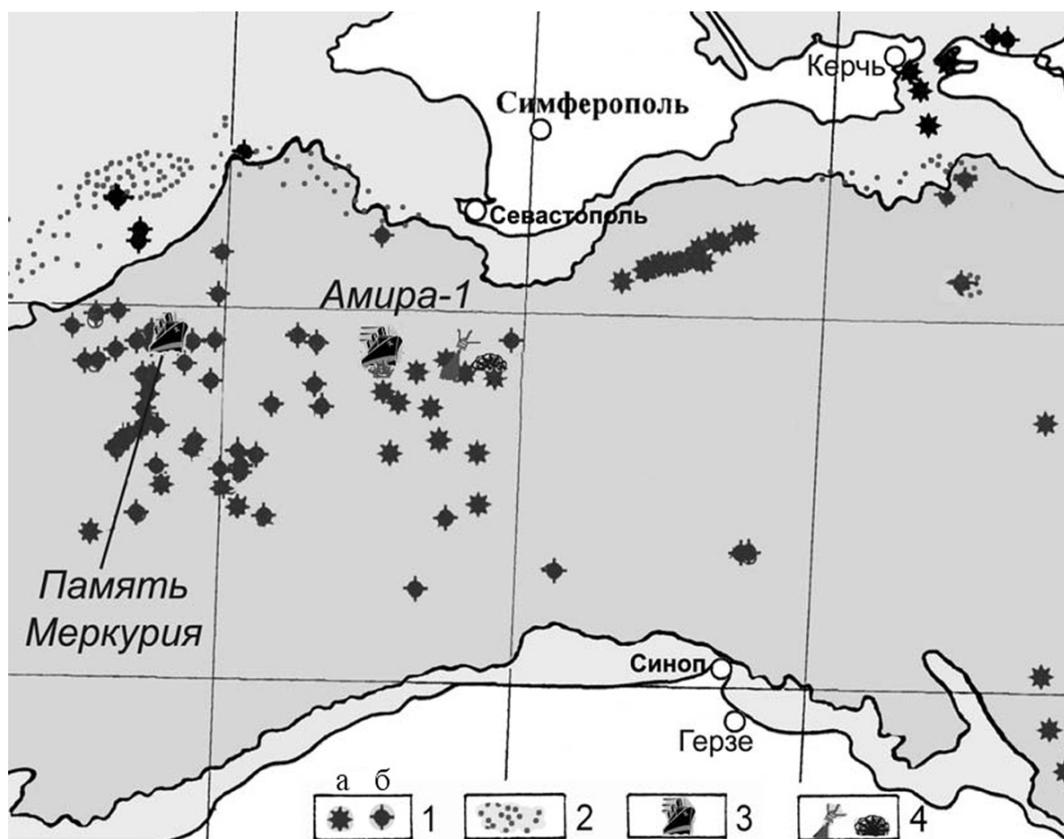


Рис. 5. Места гибели судов «Память Меркурия» и «Амира-1».

1 – подводные грязевые вулканы; 2 – газовые сипы; 3 – места гибели судов; 5- место находки аварийного буя и других предметов с судна «Амира-1»

востополь². Было отмечено, что перед выходом из порта Мариуполь капитан-инспектор А.Данильченко сделал замечание капитану теплохода «Амира-1» по поводу перегрузки судна, создающей угрозу безопасности мореплавания и добился выгрузки лишних 255 тонн угля, для чего отход судна был задержан.

То обстоятельство, что в момент кораблекрушения или перед ним не было подано никаких радиосигналов, позволяет предполагать, что катастрофа была внезапной. Скорее всего, судно опрокинулось. Это при тех условиях, что уголь традиционно считается оптимальным грузом с точки зрения сохранения остойчивости судна³.

Данных о точном местоположении судна в момент аварии, разумеется, нет, но ориентировочно, судя по находкам буя, катастрофа произошла в районе развития интенсивного грязевого вулканизма, в 50 милях к югу от мыса Сарыч. Здесь расположено несколько довольно активных грязевых вулканов – МГУ, Южморгеология, Корнева и др. (рис. 5) и вероятно открытие новых грязевулканических морфоструктур.

Этот факт – нахождение буя в 50 милях к югу от мыса Сарыч – совершенно непонятен. Порт назначения – Герзе – расположен на турецком берегу к югу от Синопа, и трасса следования судна такого водоизмещения должна была проходить гораздо восточнее. Перенос буя в западном направлении маловероятен, по результатам поисков его вообще несло на восток (первый сигнал из точки 43°41' N, 33°02' E, поднят в точке 43°27' N, 33°43' E).

Если предполагать следование судна вдоль крымского берега и последующий курс прямо на юг, то вероятно движение его над впадиной Сорокина, где известно около 30 грязевых вулканов и некоторые из них – как, например, уже упомянутый вулкан Двуреченского, дают катастрофические выбросы.

Недалеко от того же района, где были найдены буи теплохода «Амира-1», несколько лет назад погиб теплоход «Память Меркурия». Катастрофа произошла 26 января 2001 г. в точке с координатами 43°47',0 N, 31°43',0 E. Судно курсировало на постоянной линии Стамбул—Евпатория; перед аварией судно вышло из Стамбула перегруженным: вместо предельно допустимого груза в 250 тонн было погружено 327 т, в т.ч. на палубе 237 т (при допустимом максимуме 25 т). Волнение достигало 2 баллов, юго-восточный ветер 6 баллов. Из-за перегрузки судно имело малую остойчивость. Капитан Л.Пономаренко обращал внимание судовладельца на это обстоятельство. На судне находилось 52 человека – членов экипажа и пассажиров. Район плавания судна был ограничен 20–26 милями от берега; в то же время судно пересекало Черное море по прямой линии от Стамбула до Евпатории.

Беда наступила в 18-52, судно перевернулось за несколько минут. По мнению рассматривавшей дело комиссии, катастрофа произошла в условиях плохой погоды из-за смещения грузов. Но «плохая погода» оказалась всего-навсего волнением в 2 балла. Меньшее волнение на Черном море бы-

² Акт работы комиссии по выявлению обстоятельств гибели т/х «Амира-1» (Тунис).

³ Проблемы морского транспорта. Транспресс, № 3-4, январь, 2003. Морская катастрофа у берегов Украины и проблемы морского флота Украины.

вает довольно редко. Капитан Л. Пономаренко – очень опытный судоводитель, ходивший в Антарктиду на судах такого же класса, вряд ли мог допустить неправильное размещение груза. Некоторые из спасшихся членов команды слышали перед появлением крена громкий хлопок. Может быть – взрыв газового пузыря?

Появление крупного газового пузыря может являться причиной опрокидывания судна. Разгрузку фрагментов грязевого вулкана – карманов с газом в осадочной толще – могут стимулировать даже слабые землетрясения.

В этой связи был изучен каталог возможных землетрясений, зафиксированных Крымским отделением Института геофизики в моменты гибели «Амира-1» и «Память Меркурия». По данным каталога землетрясений, издаваемого Институтом геофизики НАН Украины, небольшое землетрясение имело место накануне катастрофы судна «Амира-1» 5 января 2003 г. Газовый выброс мог быть запоздалой реакцией на это землетрясение.

Широко известна печальная слава «Бермудского треугольника» в Атлантике (рис. 6). Считается, что только в прошлом веке этот зловещий «треугольник» погубил около тысячи человек, 50 судов и 20 самолётов. Причины этих бед объяснялись по-разному – ураганами, течениями, водоворотами, магнитными аномалиями, выделениями газов, внезапными помрачениями сознания экипажей судов, пришельцами из космоса, влиянием затонувшей Атлантиды и т.п.

Австралийские математики Дж. Монаган и Д. Мей из Университета Мельбурна, на основании серии экспериментов с применением компьютерного моделирования, утверждают, что гибель судов и самолётов произошла в результате выбросов огромных масс метана, возникших за счет разложения газогидрата метана [20].

Возможное развитие событий восстанавливалось двумя путями. Во-первых, их ход воссоздавался на компьютерной модели с учетом принципов гидродинамики, давления, плотности и скорости движения водных масс и газа. Наблюдения проводились на дисплее в двумерной проекции.

Другим путем было изучение возможности потопления модели корабля в реальной емкости с водой, куда запускался газовый пузырь.

Выяснилось, что для потопления модели в бассейне размер пузыря должен быть сравним с размерами модели или превышать их. При этом пузырь в стороне от судна или рядом с ним катастрофой не угрожает. Угроза возникает при нахождении модели между центром пузыря и его краем (рис. 7). Пузырь приводит к вспучиванию воды, модель скатывается с этого водного «холма» и попадает в воронку лопающегося пузыря. Гибель самолётов ещё эффективней. Метан из пузыря контактирует с горячим двигателем и взрывается.



Роза возникает при нахождении модели между центром пузыря и его краем (рис. 7). Пузырь приводит к вспучиванию воды, модель скатывается с этого водного «холма» и попадает в воронку лопающегося пузыря. Гибель самолётов ещё эффективней. Метан из пузыря контактирует с горячим двигателем и взрывается.

Рис. 6. Бермудский треугольник в Атлантическом океане

Ученые даже нашли реальное подтверждение своим опытам. В 2000 году одна из экспедиций обнаружила в именуемом Ведьминой дырой районе Северного моря, к востоку от Шотландии лежащий на дне, в кальдере вулкана рыболовный траулер. Кратер возник, пишет автор, в процессе крупного выброса метана, т.е. это грязевый вулкан. Длина траулера 22 метра, он был построен в период с 1890 по 1930 годы и лежит на дне горизонтально. Дж. Монаган и Д. Мей высказывают мысль о существовании похожих явлений во многих районах Мирового океана.

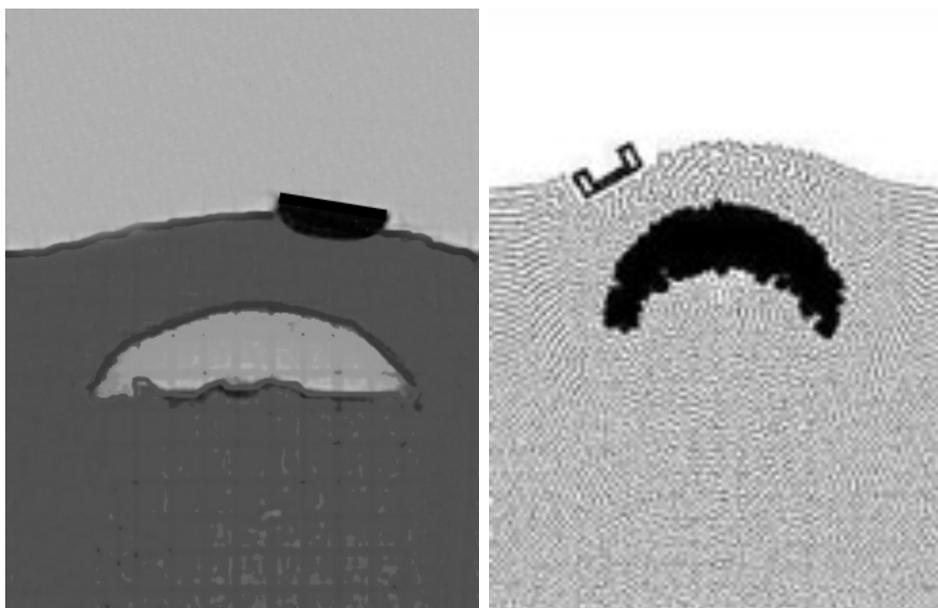


Рис. 7. Опыты Дж. Монагана и Д. Мей с моделированием гибели судов

Подобная точка зрения – не исключительное мнение этих авторов. Ранее, в 1998 году, аналогичные взгляды на причины катастроф в Бермудском треугольнике высказывал британский геолог Бен Кленнелл.

Таким образом, по нашему мнению, катастрофы, связанные с крупными выбросами газов со дна, потенциально возможны и в Черном море. Газы могут выбрасываться здесь расположенными на дне грязевыми вулканами, которые также могут провоцировать в глубоководной зоне моря процессы разложения газогидратов и выбросы метана.

С целью получения полной картины грязевого вулканизма, необходимо обследовать дно Черного моря, составить детальный каталог грязевых вулканов, уточнить их координаты и отметить особенность активности каждого из них. В будущем необходим и постоянный мониторинг грязевых вулканов на дне моря. Все это должно быть уточнено при прокладке рекомендованных курсов судов в Черном море и, вероятно, при строительстве подводных коммуникаций.

1. Андрусов Н.И. Геологическое строение и история Керченского пролива. – БМОИП. Отд. геол., 1926, 34, № 3/4. – С. 294–332.

2. Глебов А.Ю., Круглякова Р.П., Шельтинг С.К. Естественное выделение газов в Черном море // Разведка и охрана недр. – 2001. – № 8. – С. 19–23.
3. Зенкович Х.Х. Керчь в прошедшем и настоящем: Ист.-археол. и геогр. очерк. — Керчь, 1894.— 162 с.
4. Иванов М.К., Корнюхов А.И., Кульчицкий Л.М. и др. Грязевые вулканы в глубоководной части Черного моря // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геол. – 1989. – № 3. – С. 48–54.
5. Ковалевский С.А. Геологические черты линеамента 38 меридиана в районе Черного моря // ДАН СССР. – 1960. – 130. – № 6. – С. 1306–1309.
6. Конюхов А.М., Иванов М.К., Кульчицкий А.М. О грязевых вулканах и газогидратах в глубоководных районах Черного моря // Литология и полезные ископаемые. – 1990. – № 3. – С. 12–23.
7. Лимонов А.Ф., Козлова Е.В., Мейснер Л.Б. Структура верхней части осадочного чехла в прогибе Сорокина // Геология и полезные ископаемые Черного моря. – К.: ОМГОР НАН Украины, 1999. – С. 167–172.
8. Мейснер Л.Б., Туголесов Д.А., Хахалев Е.М. Западно-Черноморская грязевулканическая провинция // Океанология. – 1996. – Т. 35. – № 1. – С. 119–127.
9. Науменко П.И. Современная деятельность грязевого вулканизма Керченского полуострова // Мат-лы по минералогии, петрографии и геохимии осадочных пород и руд. – К.: Наук. думка, 1976. – Вып. 4. – С. 115–135.
10. Никонов А.А. Крымские землетрясения 1927 года. Неизвестные явления на море // Природа. – 2002. - №9. – С.13-20.
11. Паллас П. С. Поездка во внутренность Крыма вдоль Керченского п/о и на о. Тамань. — Зап.Императ. Одес. о-ва истории и древностей, 1883, т. 13, с. 35–108.
12. Рахманов Р.Р. Грязевые вулканы и их значение в прогнозировании газонефтеносности недр. – М.: Недра, 1987. – 174 с.
13. Туголесов Д.А., Горшков А.С., Мейснер Л.Б. и др. Тектоника мезо-кайнозойских отложений Черноморской впадины. – М.: Недра, 1985. – 215 с.
14. Шепель С.А. Колебания дна Керчь-Еникальского пролива. — Декад, бюл. погоды и состояния моря по Черн. и Аз. побережью/Гимецентр Черназморей, 1926, № 30.
15. Шнюков Е. Ф., Аленкин В. М., Путь А. Л. и др. Керченский пролив. — Киев : Наук, думка, 1981—157 с.
16. Шнюков Е.Ф. Грязевый вулканизм в Черном море // Геол. журн. – 1999. – № 2. – С. 38–47.
17. Шнюков Е.Ф., Шереметьев В.М., Маслаков Н.А. и др. Грязевые вулканы Керченско-Таманского региона. Краснодар: Главмедиа, 2006. – 176 с.
18. Шнюков Е.Ф., Зиборов А.П. Минеральные богатства Черного моря // К.–2004. – 279 с.
19. Ivanov M.K., Limonov A.F., van Weering Tj.C.E. Comparative characteristics of the Black Sea and Mediterranean Ridge mud vulcanism // Marine Geology. – 1997. – Vol. 132. – P. 253–271.
20. D. A. May and J. J. Monaghan. Can a single bubble sink a ship? American Journal of Physics. 2003. – Vol. 71, Iss. 9, pp. 842-849.

Розглядається роль грязьового вулканізму в Азово-Чорноморському басейні як можливої причини катастроф суден.

It is considered mud volcanical processes in the Azov-Black sea basin as a possible cause of catastrophes and accident at sea.