

низмы, и, очевидно, питаются ими. При этом на эхограмме оба слоя сливаются (хотя сначала они могут проходить один сквозь другой) и только перед вечером разделяются вновь. Вечером батипелагические формы поднимаются в поверхностные слои и питаются там, а глубоководные опускаются и рассеиваются в глубинных водах. Таким образом, органическое вещество, образовавшееся в поверхностных водах, благодаря деятельности фитопланктона, в течение суток может переноситься на глубину примерно 1000 м.

Уже первые опыты применения эхолотов для изучения скоплений океанического планктона позволили выяснить ряд неизвестных ранее черт

его экологии — образование слоя высокой концентрации, наличие глубинных скоплений с «обращенной» миграцией и т. д.

Еще более широкие возможности могут открыться перед этим методом при систематическом облове горизонтов нахождения слоев рассеивания крупногабаритными замыкающимися сетями и при применении звуковых импульсов широкого диапазона частот.

Новый метод исследования дает возможность непосредственно наблюдать за скоплениями планктонных животных и проследивать их отношение к различным гидрологическим факторам в разных районах моря.

М. Е. Виноградов

Институт океанологии Академии наук СССР

ГРЯЗЕВЫЕ ВУЛКАНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

Грязевые вулканы распространены в областях интенсивного развития тектонических движений и в настоящий геологический период связаны с Альпийской геосинклинальной областью. Каждый отдельный вулкан в течение ряда лет выбрасывает на земную поверхность сотни миллионов кубометров грязи. Вместе с так называемой сопочной брекчией (грязью) выделяется огромное количество в основном углеводородного газа, часто воспламеняющегося при извержении.

По внешнему виду грязевые вулканы представляют собой огромные конусовидные возвышенности со сглаженными вершинами. Высота отдельных вулканов достигает 400 м.

В Каспийском море грязевые вулканы занимают огромную площадь на морском дне, образуя цепи островов. Грязевые вулканы имеются и на побережье Каспийского моря.

Грязевулканические проявления широко известны в Челекено-Чикишлярском районе по восточной стороне Каспия и от Апшероно-Шемахинского участка до Ленкорани — по западной. По числу действующих вулканов область, занятая морем, не уступает суше.

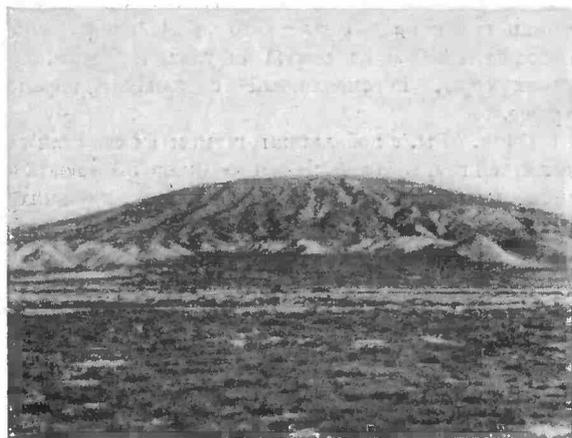
В литературе имеются многочисленные описания очевидцев извержений вулканов. Особенно интересны наблюдения с морских судов или с берега извержений грязевых вулканов, расположенных на островах.

Нам привелось, например, наблюдать 12 мая 1950 г. извержение Большого Кянизадага — круп-

нейшего грязевого вулкана Азербайджана, хранившего молчание в течение последних 150 лет¹.

Извержение Большого Кянизадага, величественно возвышающегося над окружающей местностью недалеко от берега Каспийского моря, началось около 6 часов утра, когда уже было светло. Взрыв и пламя, появившееся на вершине вулкана, были замечены с расстояния около 5 км у станции Дуван-ный.

¹ См. В. А. Горин. Извержение грязевого вулкана Большой Кянизадаг. Доклады Академии наук Азербайджанской ССР, 1950, № 7.



Типичная форма грязевого вулкана



Грязевой вулкан со свежезлившимся потоком сопочной брекчии, сидящий на размытой антиклинальной складке

Первая огненная фаза извержения вулкана продолжалась с 6 ч. 17 м. до 7 ч. 51 м. и хорошо наблюдалась с автомашины по дороге от станции до подножья вулкана. При 5—6-балльном северном ветре столб клубящегося пламени был наклонен на 45° и достигал 200 м высоты, а затем перешел в пепельносерый дым, вытягивающийся полосой по ветру. Красно-белые клубы огня, вырывающиеся из жерла, испытывали вращательное движение и, напоминая огненных шаров, резко очерчивались на фоне безоблачного неба. В 7 ч. 51 м. огонь и дым исчезли, гул прекратился. Такое состояние, видимо, продолжалось, пока мы поднимались по склону к вершине вулкана.

В 8 ч. 30 м. у края сопочного покрова в 200 м к юго-востоку от жерла можно было видеть, как поминутно из центра небольшого озера, заполненного серой тестообразной массой, выбрасывались комки грязи на высоту до 15 м. С подветренной стороны в 250 м от жерла ощущался душливый запах серы, перемешанный с запахом горелой травы.

В 8 ч. 47 м. с небольшим шумом снова стал выделяться газ, который на высоте около 5 м воспламенился и в дальнейшем в виде отдельных клубящихся огненных шаров, как бы пульсируя, выделялся из жерла. В то же время продолжали взлетать на высоту 5—10 м отдельные комки густой грязи.

Клубы горящего газа на высоте 15—20 м достигали 10 м в диаметре, а затем, уменьшаясь в размере, исчезали. Через 12 минут извержение прекратилось, но через полчаса повторилось снова, а еще через 6 минут произошел мощный выброс сопочной брекчии. Сильный гул сопровождался выбросом отдельных кусков породы на высоту 70—80 м в течение

15 минут (без горения газа). Затем внезапно наступила тишина. Создалось впечатление, что жерло вулкана заваливалось породой, однако минут через 10 началось излияние сопочной брекчии — разжиженной глинистой массы с включениями обломков твердых пород. Сопочная брекчия покрыла относительно небольшую площадь вершины вулкана, медленно стекая слоем около 1,5 м по двум балкам в склоне с юго-восточной стороны.

Описанная нами картина весьма характерна для извержений грязевых вулканов, расположенных на островах или на суше. Несколько иначе протекают извержения грязевых вулканов на дне моря. Так, например, по донесению капитана парохода «Муравьев» 22 сентября 1930 г. в 6 часов утра на пути из Красноводска в Баку, при штормовом ветре, он видел бьющий в море водяной фонтан высотой примерно 5 м на банке Ливанова.

23 сентября в 10 часа утра капитан парохода «Коммуна», проходя мимо банки Ливанова, обнаружил последнюю уже в виде острова, возвышающегося над уровнем моря на два-три метра.

Интересны причины самовозгорания газа, выделяемого при извержениях грязевых вулканов. По мнению исследователей, в одних случаях (когда газ с огромной силой вырывается из недр) возгорание происходит от электрического разряда сверху газового столба. Так было, например, при извержении грязевого вулкана Большой Кянизадаг в 1950 г. В других случаях — при появлении в углеводородных газах фосфористого водорода, горение протекает и в глубоких трещинах сопочного покрова вулкана с плавлением в лавоподобные шлаки массы сопочной брекчии.

Геолог Ю. А. Косыгин на пустынном вулкане Кеймир в Чикшилярском районе 15 сентября



Трещины в сопочном покрове с выходами горящего газа

1928 г. наблюдал следующую картину: «...Была тихая ясная, совершенно безветренная, сравнительно свежая почва ... В 11 часов ночи случайно были замечены из лагеря в районе северной группы газовых грифонов огни, которые сначала трактовались, видевшими их, по-разному. Эти огни перемещались: то сходились, то расходились, то усиливались, то бледнели. Некоторые их приняли за огни костров, за фонари в руках движущихся людей, кое-кому они показались огнями на мачтах далеко идущего парохода»¹. Ю. А. Косыгин считает, что в данном случае в расстоянии 0,5 км из грифонов выделялся газ, который «в безветренную ночь не рассеивался и светился или благодаря своему составу (возможно некоторому содержанию фосфористого водорода), или благодаря связанным с газовыми струями явлениями разряда атмосферного электричества».

Площади распространения продуктов излияний грязевых вулканов и количество сопочной брекчии, выносимой при извержении, весьма велики.

Площадь сопочных покровов отдельных грязевых вулканов доходит до 1000 га (Б. Кянизадаг) и 4000 га (Ахтарма-Пашалы) с длиной потоков сопочной брекчии при извержениях до 3000 м, при ширине до 200 м (на склоне вулкана) и толщине покрова в 5 м.

Исследования дали возможность установить процесс формирования и «глубину корней» грязевых вулканов. И. М. Губкин отмечал, что в сопочном материале грязевых вулканов, сидящих на молодых плиоценовых образованиях, часто попадаются куски пород не только нижнетретичного, но и более древнего мезозойского возраста. Очевидно, в процессе прорыва верхних слоев земной коры были вовлечены более древние породы, которые и оказались источниками питания газом диапировых (куполовидных) структур.

И. М. Губкин установил тесную связь между проявлением грязевого вулканизма и формированием диапировых нефтеносных структур на Юго-Восточном Кавказе. Непрерывающаяся деятельность грязевых вулканов в настоящий геологический период свидетельствует о том, что в недрах земной коры, в области Юго-Восточного Кавказа, идет еще активная тектоническая жизнь и по линии вековых колебаний, и по линии дальнейшего выдвижения ядер диапировых складок. Последние явления характерны не только для материковой части Юго-Восточного погружения Кавказа, но и для дна Каспия, разделенного перемычкой по линии Апшеронский полуостров — Красноводск на две половины. Колебания дна в этих котловинах отражаются

¹ Цитируем по книге С. А. Ковалевского «Грязевые вулканы южного Прикаспия», Азгостопиздат, 1940, стр. 152.



Поток сопочной брекчии, вытекающий через прорыв древнего кратерного вала вулкана

и на уровне Каспия, влияют и на местные вертикальные движения.

Проведенные исследования в Институте геологии им. И. М. Губкина Академии наук Азербайджанской ССР дали возможность получить данные о новых закономерностях проявления грязевого вулканизма в Азербайджане за последние 140 лет. Грязевой вулканизм здесь связан с колебательными волновыми движениями земной коры, сопровождающими процесс формирования Кавказского хребта и Каспийской впадины. Периодичность проявления отдельных групп грязевых вулканов в Апшероно-Куринской депрессии тесно связана с этими движениями.

Интенсивная вулканическая деятельность чередовалась с периодами относительного затишья. За 140 лет (с 1810 по 1950) все 33 крупнейших грязевых вулкана Азербайджана проявили себя 91 извержением, которые составили две слабые и две активные фазы.

За 29 лет первой слабой фазы грязевулканической деятельности (с 1810 по 1839) было 10 извержений, причем в первую половину данного периода грязевые вулканы действовали у южного борта Апшероно-Куринской депрессии, во вторую — у северного. Период активной деятельности продолжался с 1839 по 1868 г. За эти 29 лет было 23 извержения, проявившихся на всей площади Апшероно-Куринской депрессии.

В новую фазу относительного затишья, с 1868 по 1906 г., было только 13 извержений, причем за первую половину по времени грязевые вулканы действовали только в южной половине Апшероно-Куринской депрессии, во вторую — в северной.

Во второй период активного грязевулканиче-

ского проявления — за 44 года (с 1906 по 1950) было отмечено 45 извержений, охвативших все области Апшероно-Куринской депрессии.

В рассматриваемой области западного борта Южной Каспийской впадины насчитывается 200 отдельных выходов газа, выделяющегося с «сопочным илом». Однако устанавливаемая закономерность относится только к крупнейшим грязевым вулканам, выделяющим бурными пароксизмами огромное количество газа и сопочной брекчии, и извержения которых сопровождаются самовозгоранием газа.

Проявление грязевого вулканизма связано с изменением уровня моря у западного борта Южной Каспийской впадины за последние 120 лет. Границам четырех фаз различной интенсивности грязевого вулканизма соответствуют и рубежи перелома уровня Каспия. Периоды наиболее интенсивной грязевулканической деятельности соответствуют периодам низкого морского уровня и, наоборот, в отдельные моменты относительно высокого уровня Каспия грязевулканическая деятельность затихает или прекращается. Это свидетельствует о тесной связи грязевого вулканизма с тектоническими движениями земной коры — с поднятиями

или опусканиями как дна моря, так и прилегающих участков суши.

Связь грязевого вулканизма с тектоническим развитием Каспийской впадины раскрывает механизм развития тех напряжений, которые возникают при взаимодействии двух элементов тектоники — поднятий и опусканий. Грязевой вулканизм и колебания уровня Каспийского моря в современный геологический период являются живыми свидетельствами тех волновых колебательных движений земной коры, которые протекают на наших глазах и служат показателем ее непрекращающегося развития.

Разломы и грязевые вулканы в Каспийско-Черноморской геологической провинции локально приурочены к мобильным зонам, вытянутым вдоль бортов областей опускания, окаймляющих области воздымания горной системы. Поэтому не следует искать строгой закономерности во времени проявления деятельности каждого грязевого вулкана в отдельности. Достаточно указать на весьма частые случаи одновременного проявления двух грязевых вулканов, приуроченных к линии определенного направления.

Академик И. М. Губкин считал, что в области юго-восточного погружения Главного Кавказского хребта геологическое строение, нефтеносность и грязевой вулканизм составляют единое генетическое целое, сущность единого целостного процесса геологического развития. При формировании нефтеносных провинций Юго-Восточного Кавказа процессу образования нефти и газа содействовал подъем температуры и рост давления в толще опускающихся в глубокие зоны осадков, обогащенных органическим материалом.

И. М. Губкин отмечал связь линий региональных разломов с грязевым вулканизмом и роль трещин как путей миграции нефти из нефтепроизводящих свит. Он подчеркивал, что миграция нефти и газа могла происходить только там, где газо- и нефтепроизводящие породы находились на такой глубине, которая обеспечивала бы соответствующее давление и температуру и где, вместе с тем, эти породы приходили в соприкосновение с ядром протыкания. Важнейшим фактором формирования нефтяных залежей в области юго-восточного погружения Главного Кавказского хребта или западного борта Южной Каспийской впадины являлись такие условия, при которых, с одной стороны, свиты, обогащенные органическим материалом, подвергались действию повышающейся температуры и давления, а с другой — возникали пути для миграции газа и нефти в вышезалегающие коллекторы.

Взаимосвязь формирования газонефтеносных провинций Южной Каспийской впадины с грязе-



Трещина в сопочном покрове на склоне вулкана

вым вулканизмом бесспорна. Поэтому исключительный интерес представляет геофизическое изучение Южной Каспийской впадины. Эти исследования показывают, что границы глубинного залегания тяжелых масс совпадают с направлениями разрывов в области Каспия. Грязевой вулканизм, очевидно, связан с этими разрывами, и направления линий расположения грязевых вулканов на Юго-Восточном Кавказе и в Туркмении совпадают с ними.

Характерно, что в отдельные периоды третичного времени и особенно антропогена береговая линия бассейнов, омывающих юго-восточное погружение большого Кавказа, почти совпадает с уже известными направлениями полос грязевых вулканов. Вероятно, рубеж между поднятием и прогибом в процессе развития регионов образуется поясом (или зоной) разломов, в пределах которого происходят периодические смещения вследствие колебательных движений смежных участков-прогибов и поднятий.

В этих зонах преобладает опускание и, следовательно, погружение осадочного материала — отлагающихся слоев на глубины с более высокими температурами и давлением.

Небольшая плотность и наличие разрывов сплошности пород делают данные участки легко проницаемыми для миграции, например, углеводородов в жидком, паро- или газообразном состоянии снизу вверх — из областей высокого давления и высоких температур на поверхность. В то же время эти пояса предопределяют условия как для накопления органического материала, так и для возникновения той среды, которой обуславливается постепенный переход органического вещества в нефть.

Формирование нефтяных залежей тесно связано с поясами прогибания земной коры. Только в этих зонах создаются наиболее благоприятные условия для возникновения куполовидной складчатости.

Сейсмичность Апшеронского полуострова характеризуется не только ясно выраженной неустойчивостью его отдельных участков, подвергавшихся вертикальным перемещениям относительно друг друга, но и прохождением в пределах его площади региональной разрывной дислокации.

Граница поднятия и опускания пересекает Апшеронский полуостров по направлению СВ — ЮЗ, по полосе распространения грязевых вулканов Апшеронского полуострова и Юго-Восточного Кавказа.

Эта полоса и представляет собой зону разлома между воздымающемся Главным Кавказским хребтом и Южной впадиной Каспия.



Выход газа через сопочный покров в кратере вулкана

Западный и восточный борты Южной Каспийской впадины в пределах их газонефтеносности представляют зоны сопряжения впадины с прилегающими горными сооружениями в процессе их становления. Колебательные движения в этих зонах благоприятствуют нефтеобразованию и формированию нефтяных залежей.

Представляя собой области интенсивного накопления осадочного материала и прогибов земной коры, эти участки являются и местами развития специфического типа складчатости — роста куполов (диapiroв) и проявления грязевого вулканизма.

Связь нефтяных месторождений, грязевых вулканов и куполовидных структур с глубокими прогибами земной коры, выполненными осадочными отложениями, вполне закономерна. Наличие этой закономерности было впервые установлено И. М. Губкиным, и мы являемся свидетелями того, как в процессе накопления нового материала взгляды основоположника нефтяной геологии получают свое дальнейшее подтверждение и развитие.

Профессор В. А. Горин
Институт геологии им. И. М. Губкина
Академии наук Азербайджанской ССР