

ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ (ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ)

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ В МИРЕ

Глебова Любовь Владимировна, кандидат геолого-минералогических наук, старший преподаватель, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Российская Федерация, 119234, г. Москва, ул. Воробьевы горы, 1, e-mail: lvglebova@mail.ru

Михайлова Екатерина Андреевна, студентка, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Российская Федерация, 119234, г. Москва, ул. Воробьевы горы, 1, e-mail: eka_mich@mail.ru

На нашей планете насчитывается множество наземных и подводных вулканических построек, расположенных в нашей стране и за рубежом. Развитие грязевых вулканов происходит в зонах, связанных с предгорными и межгорными впадинами, накоплениями глинистых отложений со сверхвысокими пластовыми давлениями, приуроченными к нефтегазоносным бассейнам, элизионных систем. В грязевых вулканах постоянно чередуются периоды извержения с периодами относительного покоя. По материалам исследований наземных и морских подводных грязевых вулканов Крымо-Кавказского и Южно-Каспийского регионов выделяется ряд геоморфологических типов, связанных с диапирами (глинистыми, песчаными, конгломератоглибовыми); конусовидными постройками из покровов грязебрекчий; вулканами, образующими полужидкий покров; провалами грязевулканической постройки (вдавленные синклинали, кратерные озера). В работе вполне обосновано расположение грязевулканической провинции Таманского полуострова с точки зрения нефтегазовой теории формирования грязевых вулканов. Находящиеся в этом районе вулканы многочисленны, разнообразны по строению и геоморфологическим типам. Грязевые вулканы, встречающиеся как на земле, так и в море, привлекают к себе научный интерес.

Ключевые слова: грязевой вулкан, межгорные впадины, сверхвысокие пластовые давления, нефтегазоносный бассейн, периодичность извержения, морфологический тип, глинистый диапир, конусовидная постройка, полужидкий покров, провал грязевулканической постройки, научный интерес, вдавленные синклинали, кратерное озеро

SPREAD OF MUD VOLCANOES IN THE WORLD

Glebova Lyubov V., Ph. D. in Geology and Mineralogy, Senior Lecturer, Lomonosov Moscow State University, 1 Vorobevy Gory St., Moscow, 119234, Russian Federation, e-mail: lvglebova@mail.ru

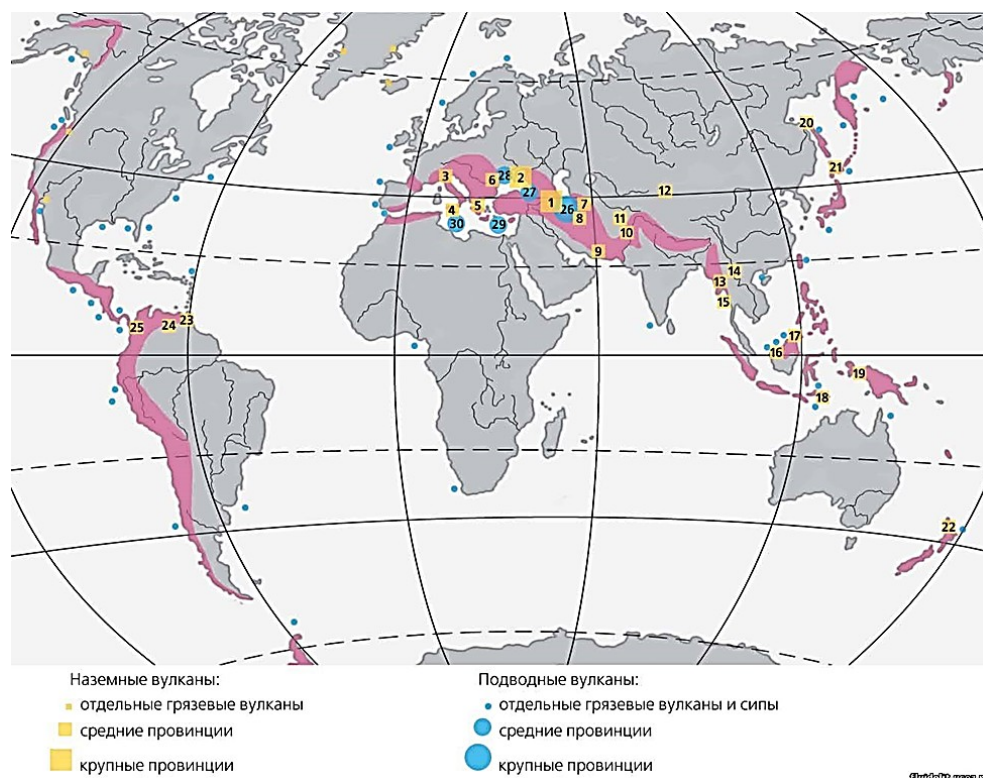
Mikhailova Ekaterina A., student, Lomonosov Moscow State University, 1 Vorobevy Gory St., Moscow, 119234, Russian Federation, e-mail: eka_mich@mail.ru

On our planet there are many terrestrial and underwater volcanic buildings located in our country and abroad. The development of mud volcanoes takes place in areas associated with foothill and intermountain troughs, accumulation of clay sediments with ultra-high reservoir pressures, timed to oil and gas basins, elysion systems. In mud volcanoes constantly alternate periods of eruption with periods of relative rest. According to the study of terrestrial and underwater mud volcanoes of the Crimean-Caucasian and South Caspian regions, a number of morphogenetic types associated with diapira (clay, sandy, conglomerateog-smile); cone-shaped buildings made of mud-cut cover; volcanoes forming half-a-day cover; dips of mud-lingan construction (crushed synclins, crater lakes). The work is well-founded in the location of the mud-encountered province of the Taman Peninsula in terms of oil and gas theory of mud volcanoes formation. Volcanoes in the area are numerous, diverse in structure and morphological types. Mud volcanoes on the Taman Peninsula are found both on the ground and in the sea, attracting scientific interest.

Keywords: mud volcano, intermountain depressions, ultrahigh reservoir pressures, oil and gas basin, eruption frequency, morphological type, clay diapir, cone-shaped structure, semi-liquid cover, mud-volcanic structure failure, scientific interest, depressed synclines, crater lake

Грязевой вулканизм – уникальное природное явление, которое имеет широкое распространение в мире (рис. 1) и нашей стране. На планете насчитывается около 2 000 наземных и подводных построек, сгруппированных в грязевулканические провинции. Наиболее крупные провинции грязевых вулканов, насчитывающие более 100 грязевулканических структур, расположены в юго-восточной и северо-западной частях Кавказа, в пределах Азербайджана, Западно-Кубанской впадины, на Керченском и Таманском полуостровах.

Менее крупные провинции, включающие в себя несколько десятков грязевых вулканов, находятся в Италии (долина р. По, о. Сицилия), Албании, Румынии, Западной Туркмении, в пределах Горганской равнины Ирана, на макранском побережье Ирана и Пакистана, в северном Белуджане Пакистана, в Джунгарии (КНР), в западных районах Бирмы, на островах Малайзии и Индонезии, Новой Гвинеи, Сахалине, Хонсю и Хоккайдо (Япония), а также в Новой Зеландии.



В западном полушарии грязевые вулканы распространены на о. Тринидад, в Венесуэле и Северной Колумбии, на побережье Мексиканского залива, в Калифорнии, Гренландии и Исландии.

Подводные грязевулканические провинции обнаружены в пределах Южно-каспийской впадины, самая крупная провинция (136 структур), Чёрного (25 сооружений) и Средиземного морей (16 грязевулканических построек). Подводные грязевые вулканы часто встречаются на шельфах океанов и внешних морей.

Развитие грязевых вулканов во всём мире происходит в зонах, связанных с предгорными и межгорными впадинами; накопления глинистых отложений со сверхвысокими пластовыми давлениями (СВПД); приуроченности к нефтегазоносным бассейнам; элизионных систем.

Например, исследуемый район Таманского полуострова, в пределах которого находится крупная грязевулканическая провинция, расположен в северо-западной

части платформенного борта Западно-Кубанского передового прогиба. Он начал формироваться в качестве компенсационного прогиба в олигоцене перед растущим массивом горно-складчатых сооружений Северо-Западного Кавказа (альпийская зона складчатости). Толщина осадочного чехла в прогибе местами достигает 14 км. Местность приурочена к Азово-Кубанскому нефтегазоносному бассейну. В разрезе присутствуют толщи глин майкопской серии толщиной до 3 км. Именно с ними связывают очаги вулканов Тамани.

Среди различных теорий формирования грязевых вулканов выделяется одна, наиболее популярная, связанная с формированием и разрушением месторождений нефти и газа. Теория была предложена геологами-нефтяниками и соответствовала взглядам В. Н. Вебера, К. П. Калицкого, В. Д. Голубятникова и И. М. Губкина. Избыточные давления в пласте глин формируются за счёт фазового преобразования глинистых минералов в области высоких термобарических условий, за счёт иллитизации смектита.

Пласт преимущественно смектитовой глины, достаточно 30 % смектита при толщине от 1,5 до 2,0 км, погружается в зону критических температур и давлений, ниже которой смектитовая фаза переходит в иллитовую. При этом порода уменьшается в объёме и выделяется кристаллизационная вода. Образуется зона разуплотнения, в пределах которой иллитовые частицы взвешены в кристаллизационной воде. При дальнейшем погружении и возрастании давления частицы сближаются и воды отжимаются вверх, в зону разуплотнения. Таким образом, формируется область СВПД, толщина которой может достигать 400–500 м и более.

Величина пластового давления может увеличиваться за счёт поступающих порций жидких и газообразных углеводородов. Затем происходит интенсивная интеграция парциальных давлений и относительная гомогенизация всех составляющих систем. В результате в зоне разуплотнения формируются сложные по составу флюиды, состоящие из газа и воды. В случае попадания в область СВПД тектонического разлома, вертикальной зоны трещиноватости или песчаного пласта-коллектора накопленные флюиды в зонах разуплотнения устремляются вверх по разрезу.

Таким образом, «очаг грязевого вулкана – это тело, сложенное глинами, реже – песками, часто содержащими большое количество твёрдых обломков вмещающих пород и разжиженных гомогенизированными флюидами, такими как вода, нефть, газы различного состава». Связующим звеном между очагом сопки и дневной поверхностью являются корни вулкана, система вертикальных и наклонных каналов, по которым на поверхность поступает масса грязебрекчий разнообразной консистенции. Исследования показали, что корни не выходят за пределы стратисферы.

С помощью стратиграфической привязки твёрдых выбросов присутствующих среди грязебрекчий удалось выяснить, что корни вулканов Тамани тянутся в эоцен-палеоценовых толщах вплоть до мела.

Подобное высказывание являются спорными, потому что в отдельных районах Юго-Восточного и Северо-Западного Предкавказья палеогеновые отложения содержат олистостромовые горизонты. Они представлены глинами с включениями обломков меловых пород, которые выносятся на поверхность в процессе извержения и сильно «удревняют» привязку корней вулканов. Поэтому можно сделать вывод, что корни грязевых вулканов Тамани не опускаются ниже глинистых отложений Майкопа.

Динамика развития грязевого вулкана. После вскрытия очага системой разломов или трещин грязевулканическая масса начинает своё движение по этим путям. Оно сопровождается падением давления, приводящего к дифференциации ранее гомогенизированного вещества. Выделяется углекислый газ, метан, асфальтеновые массы. Подобные явления вместе с твёрдыми компонентами, такими как брекчии, глыбы, обломки пород, могут запечатывать каналы, а изначальное сверхвысокое пластовое давление существенно падает.

После извержения наступает соляново-грифонный этап развития грязевого вулкана. Во время этого периода в области очага восстанавливается СВПД. Непроницаемость запечатанных каналов нарушается, по ним на дневную поверхность прорываются газы,

затем воды. Начинается окисление и эрозия вулканической постройки. На склонах развивается сеть глубоких оврагов, называемых баранкосами. При первом сейсмическом толчке или другом нарушении равновесия происходит новое извержение.

Таким образом, в грязевых вулканах постоянно чередуются периоды извержения с периодами относительного покоя.

По материалам исследований наземных и морских грязевых вулканов Крымо-Кавказского и Южнокаспийского регионов В. Н. Холодов выделяет ряд геоморфогенетических типов, которые справедливы для грязевулканических построек всех континентов (рис. 2).

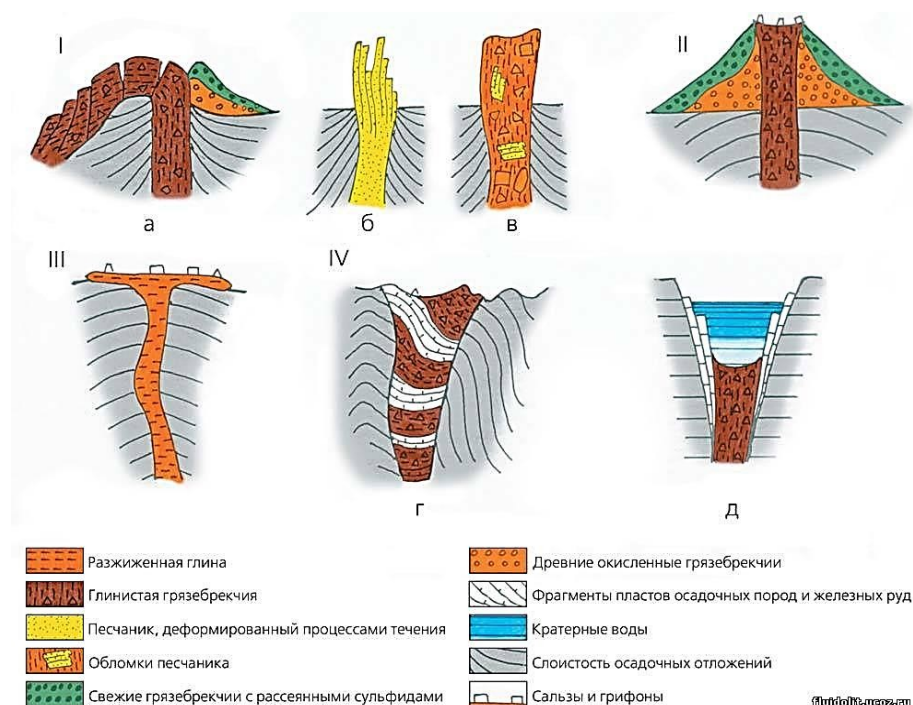


Рис. 2. Морфогенетическая типизация грязевых вулканов: I – диапиры (а – глинистый; б – песчаный; в – конгломератоглыбовый); II – конусовидные постройки из покровов грязебрекчий; III – вулканы, образующие полужидкий покров; IV – провал грязевулканической постройки (г – вдавленная синклираль; д – кратерное озеро)

К первому типу относятся диапировые образования (рис. 1, I а, б, в). Формируются крупные наземные постройки, столбообразные некки, путём выдавливания из кратера потока грязи, имеющей вязкую консистенцию.

Извержение полужидких грязебрекчий вызывает формирование грязевулканических построек второго типа (рис. 2, II). При периодическом излиянии грязебрекчии, масса растекается от кратера вниз по склону вулкана, увеличивая объём концентрического конуса. Такие грязевые вулканы достигают размеров от 30–40 до 400–420 м в высоту и от 0,5 до 20–25 км² в основании. Их кратеры обычно осложнены сальзами и грифонам. Грязевой вулкан Аханизовский имеет конусовидную форму. Примеры вулканов этого типа из других провинций на рисунках 3, 4.1–4.4.

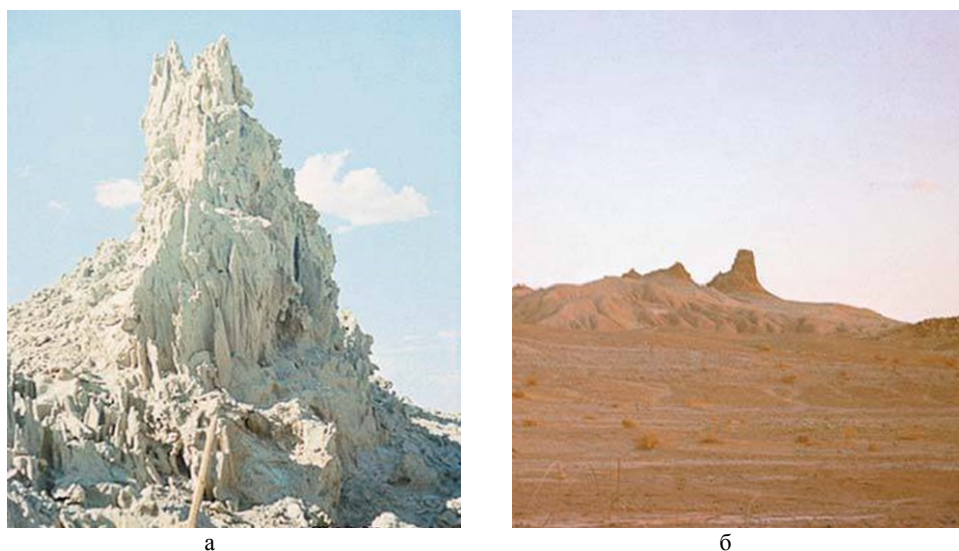


Рис. 3. Грязевые вулканы западной Туркмении:
а – вулкан Кобек, «шайтанские сады» Челекена; б – неkk Кара-Буруна

Если вместо грязевулканического сооружения образовался солончак, практически не возвышающийся над рельефом, то данный случай стоит отнести к вулканам третьего типа – образующим полужидкий покров (рис. 2, III). Заболоченный участок обычно осложнен сальзами и грифонами. Их размеры не превышают нескольких метров в высоту. Отдельные площади грязевулканического поля могут проседать с образованием небольших озёр и луж. Третьему типу вулканов соответствует вулкан Гнилая гора.

К четвертому (IV) типу грязевых вулканов относятся грязевулканические структуры второго порядка – вдавленные синклинали (рис. 2, IV г, д). Как правило, они осложняют присводовую часть антиклинали. При извержении избыток массы грязебрекчий на поверхности и недостаток её на глубине провоцирует образование кольцевых грабенов и разломов. По ним отдельные блоки пород опущены сверху вниз. Таким способом формируются крупные и округлые впадины диаметром в 200–300 м и более, расположенные на практически ровной поверхности. Центральная часть может быть заполнена дождевой водой.

Описанные в работе типы грязевых вулканов можно рассматривать как разные стадии единого процесса, поскольку нередко, в результате очередного грязевулканического извержения, на месте крупной грязевулканической постройки может образоваться озеро, а вместо крупного озера возникнуть новый конус грязевулканической постройки.

Таманский полуостров является колыбелью крупной провинции грязевых вулканов (рис. 5).

Грязевые вулканы Тамани располагаются как на суше, так и на море. Подводный вулкан Голубицкий расположен в одноименной станице, в 200 м от береговой линии, в Азовском море (рис. 6).

Извержение сопровождается шумом и подземным гулом. Местное население ощущает лёгкое землетрясение, сопровождающееся незначительными разрушениями и образованием в домах трещин. После чего в море, достаточно близко от берега, возникает продолговатый остров, как правило, длиной 100 м и высотой до 2 м, сложенный глиной и брекчиями. Иногда наблюдается образование двух, рядом расположенных вулканических образований. Видимая часть существует непродолжительное время, чаще размывается морем, а под водой снова накапливается обломочный

материал, образуя морские подводные балки. Голубицкий извергается раз в шесть – восемь лет, извержения описаны со времён Екатерины II.



Рис. 4. Грязевые вулканы Северо-Кавказского региона: 1 – вулкан мыса Аляты (Азербайджан); 2 – вулкан Туорогай (Азербайджан); 3 – кратерная площадка и сальзы вулкана Дашгяль (Азербайджан); 4 – действующая сальза вулкана Шуго (Тамань); 5 – Булганакское поле (Керчь, Крым); 6 – озеро вулкана Розовый Порсугель (Челекен)

Извержения зафиксированы в 1799, 1814, 1862, 1888, 1906, 1960 гг. С 1960 г. вулкан Голубицкий действовал почти ежегодно. В 1994 г. во время извержения произошёл раскол земли от пляжа мимо восточного края моря и вверх по склонам. Он был виден вплоть до осени 1996 г. После извержения в ночь с 3 на 4 июня 2000 г. образовался остров размерами 40 на 20 м и высотой 2 м. 1 июля 2008 г. произошло новое извержение. Высота столба составляла около 50 м, выброс продолжался более 40 мин. 5 сентября 2011 г. вулкан снова продемонстрировал свою мощь.

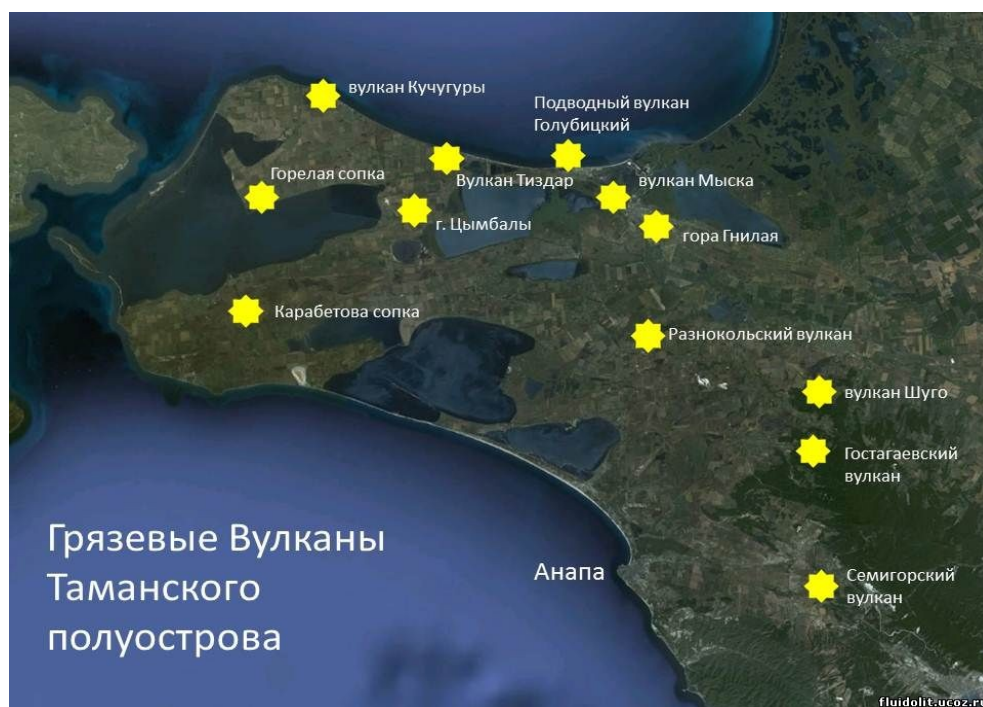


Рис. 5. Грязевые вулканы Таманского полуострова



Рис. 6. Грязевой вулкан Голубицкий, июнь 2016 г. (Глебова Л. В.)

25 октября 2015 г. в 8 ч утра произошло последнее извержение, во время которого выбросы достигали 2 м в высоту. В результате образовался остров продолговатой формы (рис. 7). В июне – июле 2017 г. вулканическая постройка была уже размыта. В районе его нахождения наблюдались лишь грязевые потоки. Аналогичная ситуация наблюдается и в 2020 г. Анализируя геологическую деятельность Голубицкого вулкана, следует, что через пару лет вулкан снова проснется и начнет извергать потоки грязебрекчий совместно с водой и газом.



Рис. 7. Остров, образовавшийся после извержения Голубицкого вулкана, на переднем плане кальдера, заполненная дождевой водой, 2016 г. (Глебова Л. В.)

Судить о морфологическом типе данного вулкана достаточно сложно, так как его извержения происходят под водой. Однако сразу после активности образуются положительные формы дна Азовского моря, возвышаются над водной гладью в виде островов различных размеров и форм. Это и позволяет отнести вулкан Голубицкий либо к диапирам, либо к конусовидным постройкам из покровов грязебрекчий. Если обратить внимание на извержения, они представляют собой фонтан грязебрекчий, то следует сделать вывод о полужидкой консистенции, что позволяет отнести Голубицкий вулкан ко второму типу, конусовидные постройкам из покровов грязебрекчий.

Ахтанизовский вулкан или сопка находится в юго-западной части станции Ахтанизовской. В 1818 и 1853 гг. наблюдались периоды бурных извержений. Е. Д. Фелицин в 1900 г. описывал этот вулкан как две почти ровные вершины, разделённые понижением. В 1936 г. вулкан представлял собой правильный конус, усечённый у самой вершины, высотой около 30 м и с диаметром основания 200 м. В кратере было расположено озеро, заполненное жидкой грязью диаметром 2 м. Иногда она стекала в юго-западном направлении по узкой и неглубокой канавке. В озере газ выделялся пузырями. У подножья северо-восточного склона главной постройки Ахтанизовского вулкана находится вытянутый в северо-восточном направлении бугор, образованный рядом расположенных и ориентированных в том же направлении конусов (рис. 8).

В феврале 2002 г. было зафиксировано истечение значительной массы сопочной грязи из недр вулкана. Последнее извержение зафиксировано в 2008 г. С тех пор и по настоящее время (2020 г.) Ахтанизовский вулкан находится в состоянии покоя. На вершине вулкана высотой 19 м был обнаружен кратер диаметром 2 м, покрытый коркой засохшей глины. Под ней на глубине порядка 10 см имела влажная вязкая глина серо-голубого цвета, что соответствует глинам майкопской серии.

Подводящий канал вулкана расположен на глубине приблизительно 2 км. На склонах постройки наблюдались следы течения грязебрекчий. Чем моложе поток, тем меньше на нём растительности. По этому признаку удалось выделить три генерации извержения вулкана, проходившие в разное время. На склонах развиты трещины высыхания, по ним образовались баранкосы.

На восточном склоне вулкана был найден грифон с диаметром жерла 1 м, форма близкая к округлой, и высотой 1,5 м (рис. 9). Глина внутри тёмно-серая, голубоватая, влажная с запахом сероводорода. От грифона на юг отходят потоки светло-бежевых, с голубоватым оттенком, хрупких, сыпучих глин.



Рис. 8. Ахтанизовский грязевой вулкан, 2019 г. (Глебова Л. В.)



Рис. 9. Грифон Ахтанизовского вулкана

Кроме того, на восточном и северо-восточном склонах сопки обнаружены сальзы, размеры которых не превышают первых сантиметров (рис. 10). Их потоки направлены на север и северо-восток.



Рис. 10. Кратер сальзы на северо-восточном склоне вулкана Ахтанизовский

Извержения происходят с периодичностью 8–10 лет. Грязебрекчия, изливающаяся из недр, представляет собой насыщенный водой и газом поток майкопских глин с обломками вышележащих пород. По конусообразной форме постройки и жидкой консистенции грязебрекчии можно отнести вулкан к типу конусовидных построек из покровов грязебрекчий.

Грязевой вулкан Гефест (или г. Гнилая) является одним из крупнейших вулканов Краснодарского края, представляет собой невысокое плато. Расположен на восточной окраине г. Темрюк. Имеет уплощённую форму и достигает 500 м в диаметре, его сформировала застывшая глина.

Плато возвышается над равниной на 14–15 м и имеет около 500 м в поперечнике. Грязебрекчия, слагающая постройку, отличается сильной песчанистостью, а среди твёрдых выбросов встречается часть сферосидерит. Это указывает на то, что основой глинистой массы служат майкопские глины.

Единое жерло и кратер на вулкане отсутствует, их множество. Глина извергается из грифонов, сальз, покрывающих верхнюю площадку плато (рис. 11). Более крупные грифоны расположены по периферии сопочного поля, часто они объединяются в группы и цепочки. Размеры грифонов от десятков сантиметров до 2–3 м в диаметре. Они выделяют воду, жидкий ил, вплоть до пластичных глин.

Грязевой вулкан г. Гнилой когда-то был очень активен. Несколько сильных извержений произошло в первой половине XIX в. В 2001 г. зафиксировано излияние грязебрекчии с мощным выбросом газа. В феврале 2002 г. взрыв повторился. Сильное извержение было в апреле 2010 г., фонтан грязи поднимался на высоту 30 м.



Рис. 11. Действующий грифон на вулкане Гефест, 2019 г.

Вулкан достаточно необычный. Постройка невысокая и плоская, площадь верхней площадки достаточно обширная, осложнённая многочисленными грифонами и сальзами, грязебрекчия достаточно жидкая. По этим признакам его можно отнести к вулканам, образующим полужидкий покров. Но наличие всё-таки возвышающейся на местности структуры говорит о его принадлежности ко второму типу – конусовидных вулканов.

Грязевой вулкан Разнокол находится недалеко от с. Юрьево, на левом берегу старой протоки р. Кубань. На территории, заросшей травой, без признаков грязевулканической деятельности из-под земли выдавливается большое колбасообразное тело. Его высота составляет 2–3 м, ширина от 15 до 20 м (рис. 12).



Рис. 12. Грязебрекчиевый оползень

Поток постепенно сползает вниз по склону берега реки, вследствие высокой нагрузки вязкая грязебрекчия разламывается на блоки, образуя оползень длиной до 1,5 км и шириной от 50 до 100 м. В массе глины найдены единичные обломки песчаников, известняков, сидеритовых конкреций размерами от $0,5 \times 0,7$ до $1,5 \times 3,0$ см. Интенсивность роста тела различная, она то ускоряется, то замедляется, но в целом составляет от первых до нескольких десятков метров в год.

По всем признакам вулкан Разнокол классифицируется как первый тип – глинистый диапир (рис. 13).



Рис. 13. Глинистый диапир

Таким образом, расположение грязевулканических провинций во всем мире вполне обосновано с точки зрения нефтегазовой теории формирования грязевых вулканов. Вулканы распространены практически на всех континентах, они многочисленны, разнообразны по строению и геоморфологическим типам. Грязевые вулканы встречаются как на суше, так и в море, и привлекают внимание геологов-исследователей, путешественников, учёных, студентов и аспирантов.

Список литературы

1. Белоусов, В. В. Грязевые сопки Керченско-Таманской области, условия их возникновения и деятельности / В. В. Белоусов, Л. А. Яроцкий. – Ленинград, Москва : Главная редакция геологоразведочной и геодезической литературы, 1936.
2. Губкин, И. М. Грязевые вулканы Советского Союза и их связь с нефтегазоносностью / И. М. Губкин // Губкин, И. М. Избранные сочинения. – Москва : АН СССР. – 1950. Т. 1. – С. 495–523.
3. Додонов, А. Е. Таманское месторождение фауны млекопитающих Синяя балка: новые данные по геологии и биостратиграфии. Ранний палеолит Евразии: новые открытия / А. Е. Додонов, А. С. Тесаков. – Ростов-на-Дону, 2008. – С. 53–57.
4. Короновский, Н. В. Основы геологии / Н. В. Короновский, Я. Ф. Якушова. – 1991. – С. 416.
5. Лыгина, Т. И. Путеводитель полевой геологической экскурсии по грязевым вулканам Северо-Западного Кавказа / Т. И. Лыгина, В. А. Лыгин. – Геленджик : Южморгеология, 2006.
6. Наumenко, П. И. Современная деятельность грязевого вулканизма Керченского полуострова / П. И. Наumenко // Материалы по минералогии, петрографии и геохимии осадочных пород и руд. – Киев : Наукова думка, 1976. – Вып. 4. – С. 115–135.

7. Несмеянов, С. А. Палеоэкологическая реконструкция района Богатырей и Синей балки / С. А. Несмеянов, Н. Б. Леонова // Древнейшие обитатели Кавказа и расселение человека в Евразии. – Санкт-Петербург : Петербургское востоковедение, 2010. – С. 47–61.
8. Рахманов, Р. Р. Грязевые вулканы и их значение в прогнозировании газонефтеносности недр / Р. Р. Рахманов. – Москва : Недра, 1987. – С. 174.
9. Холодов, В. Н. О природе грязевых вулканов / В. Н. Холодов // Природа. – 2002. – № 11. – С. 47–58.
10. Холодов, В. Н. Грязевые вулканы: распространение и генезис / В. Н. Холодов // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2012. – № 4. – С. 1–27.
11. Шнюков, Е. Ф. Грязевые вулканы Керченско-Таманского региона / Е. Ф. Шнюков, В. М. Шереметьев. – Краснодар : ГлавМедиа, 2006. – С. 176.
12. Шнюков, Е. Ф. Огненное извержение вулкана Карабетова гора / Е. Ф. Шнюков, Э. В. Сокол. – Москва : РАН, 2009. – С. 53–70.
13. Шнюков, Е. Ф. Грязевые вулканы Керченско-Таманской области / Е. Ф. Шнюков, Ю. В. Соболевский, Г. И. Гнатенко. – Киев : Наукова думка, 1986. – С. 152.

References

1. Belousov, V. V., Yarotsky, L. A. *Mud hills of the Kerch-Taman region, conditions of their occurrence and activity*. Leningrad, Moscow, Main editorial office of geological and geodetic literature Publ., 1936.
2. Gubkin, I. M. *Mud volcanoes of the Soviet Union and their connection with oil and gas potential. Selected works*. Moscow, USSR Academy of Sciences Publ., 1950, vol. 1, pp. 495–523.
3. Dodonov, A. E., Tesakov, A. S. *Taman Deposit of mammalian fauna Blue beam: new data on Geology and biostratigraphy. Early Paleolithic of Eurasia: new discoveries*. Rostov-on-Don, 2008, pp. 53–57.
4. Koronovsky, N. V., Yakushova, Ya. F. *Fundamentals of Geology*. 1991, pp. 416.
5. Lygina, T. I., Lygin, V. A. *Guidebook of a field geological excursion to mud volcanoes of the North-West Caucasus*. Gelendzhik, Yuzhmorgeologiya state research center Publ., 2006.
6. Naumenko, P. I. modern activity of mud volcanism of the Kerch Peninsula. *Materials on Mineralogy, petrography and Geochemistry of sedimentary rocks and ores*. Kiev, Naukova dumka Publ., 1976, iss. 4, pp. 115–135.
7. Nesmeyanov, S. A., Leonova, N. B. Paleoeological reconstruction of area Athletes and Blue beams. *Ancient inhabitants of the Caucasus and human settlement in Eurasia*. St. Petersburg, Petersburg Oriental studies Publ., 2010, pp. 47–61.
8. Rakhmanov, R. R. *Mud volcanoes and their significance in predicting the gas and oil content of the subsurface*. Moscow, Nedra Publ., 1987, p. 174.
9. Kholodov, V. N. On the nature of mud volcanoes. *Nature*, 2002, no. 11, pp. 47–58.
10. Kholodov, V. N. Mud volcanoes: distribution and Genesis. Geological Institute of the Russian Academy of Sciences. *Geology and minerals of the World ocean*, 2012, no. 4, pp. 1–27.
11. Shnyukov, E. F., Sheremetev, V. M. *Mud volcanoes of the Kerch-Taman region*. Krasnodar, Glavmedia Publ., 2006, p. 176.
12. Shnyukov, E. F., Sokol, E. V. *Fiery eruption of the Karabetova Gora volcano*. Moscow, RAS Publ., 2009, pp. 53–70.
13. Shnyukov, E. F., Sobolevsky, Yu. V., Gnatenko, G. I. *Mud volcanoes of the Kerch-Taman region*. Kiev, Naukova dumka Publ., 1986, p. 152.