

Г. А. МАКСИМОВИЧ

КЛАССИФИКАЦИЯ ВУЛКАНОИДОВ*(Представлено академиком В. А. Обручевым 20 VI 1940)*

Прохождение газов с водой с известным давлением через глинистые породы является причиной псевдовулканических явлений или вулканоидов. Газы с водой, захватывая на своем пути отмытые водой глинистые частицы, проявляются по трещинам. Естественно, что количество накапливающихся в результате извержения пелитов тем больше, чем больше газа, чем сильнее его давление и чем значительнее водообильность района. Известную роль играет и тонкость материала отложений на пути газовой струи.

В земной коре наибольшую роль играют ⁽²⁾ газы химогенные—главным образом, вулканического происхождения и биогенные—газы нефтяных и газовых месторождений и газы, выделяемые морскими, озерными, речными и болотными илами. Некоторое значение имеют и газы технической деятельности человека. Все они, при известных условиях, могут быть причиной образования вулканоидов. Вулканоиды могут образоваться и при сейсмических явлениях. В литературе же обычно принято по Меркалли ⁽¹⁵⁾ выделять только грязевые вулканы (*vulkani di fango*) и термальные грязевые вулканы (*vulkanetti di fango termale*).

Ниже мы рассмотрим основные разновидности вулканоидов и дадим их классификацию. Термовулканоиды (см. таблицу) связаны с областями магматического вулканизма. Встречаются они в Исландии, Центр. Америке, на о. Целебесе, в Н. Зеландии и в СССР на Камчатке ⁽¹⁸⁾, где газ состоит из CO_2 (более 80%), N_2 (до 10%) и CH_4 (от 1 до 5%).

Техногенные вулканоиды нам приходилось наблюдать на грозненских нефтепромыслах. Над закопанным в глинистых отложениях и парящим паропроводом, в углублениях, заполненных водой или влажной глиной, наблюдались явления, сходные с грифонами термовулканоидов.

Наибольшее внимание исследователей привлекают вулканоиды, связанные с подземными скоплениями нефти или газа. Из обширной литературы, посвященной им, отметим только работы Ковалевского ^(9, 10, 11), Губкина и его школы ^(6, 7, 19), Обручева ⁽¹⁷⁾, Архангельского ⁽¹⁾, Белоусова ⁽³⁾, Штебера ⁽²³⁾, Блюмера ⁽⁴⁾ и Умбирова ⁽²²⁾. Эти вулканоиды расположены полосой, вытянутой почти в широтном направлении, и приурочены в большинстве случаев к нефтяным и газовым месторождениям, связанным с альпийской складчатой зоной. Такие вулканоиды имеются на Малайском архипелаге, Араканских островах, в Бирме, северном Иране, на восточном побережье Каспия, островах Бакинского архипелага, Апшеронском полуострове и прилегающей части Кавказа, в Грузии, Таманском и Керченском полуостровах, Румынии, Италии, о. Тринидад, Колумбии, США (шт. Айдахо и Техас). В этих районах вулканоиды характеризуются температурой пелитов, близкой к температуре воздуха, преобладанием углеводородов в составе газа и водами, сходными с нефтяными.

По характеру действия эти вулканоиды могут быть разделены на тектогенные и собственно нефтогенные. Первые приурочены к сильно дислоцированным областям, с перемятыми породами в ядре складок. Это по большей части диапировые структуры. Тектогенные вулканоиды обладают многообразной деятельностью. Происходит выдавливание брекчии. Складкообразующие движения в раздробленных породах ядра периодически закупоривают выход газов. На глубине создается давление. Происходит взрыв с выбрасыванием автокластитов. Это обломки пород ядра от 1—2 сантиметров до нескольких метров в поперечнике. Глыбы размером в 2—3 м мы наблюдали в вулканоиде Ахтарма у ст. Карадаг на Апшероне. Складчатые движения сопровождаются также выдавливанием брекчии и глыб. Эти вулканоиды характеризуются не только эксплозионными явлениями, но и действуют спокойно, выделяя пелиты, сопочную брекчию, воду и газ. Иногда газ самовозгорается и столб пламени усиливает внешнее сходство вулканоидов с магматическими вулканами. Наибольшие накопления материала, естественно, будут у тектогенных вулканоидов. Самые значительные из них, с конусами высотой до 400—500 м, приурочены к району крупнейших в мире нефтяных месторождений Азербайджана, с его километровой нефтегазоводоносной продуктивной толщей и диапировыми структурами. Значительные вулканоиды имеются на Таманском полуострове. На о. Тимор один из конусов достигает высоты в 36 м.

Другие вулканоиды в районах нефтяных месторождений, будучи приурочены к районам разломов, проявляются без взрывов и выдавливания брекчии. В составе их накоплений поэтому нет автокластитов. Они спокойно выделяют сопочную брекчию, пелиты, воду и газ. Такие вулканоиды мы будем, следуя Губкину (?), именовать сальзами. Высота их обычно 4—6 м, достигая иногда до 10, редко 15 м.

Форма эруптивного аппарата разнообразна. Это конусы (простые и сложные) и щитовые образования с грязевым озером (при большом диаметре) или грифоном (грязевым котлом). Высота последнего обычно до 0,5—1 м. Кроме того имеются всевозможные комбинации этих форм, причем у одного и того же сложного вулканоида может быть несколько форм, которые изменяются во времени, в зависимости от характера и обилия извергаемого материала. Щитовые вулканоиды образуются при обилии воды и малом количестве пелитов.

Газы тектогенных и нефтогенных вулканоидов—биогенного происхождения и содержат, главным образом, CH_4 , с примесью CO_2 , N_2 . Иногда наблюдается присутствие небольших количеств H_2 и H_2S . В Азербайджане CH_4 более 90%, CO_2 от 0,1 до 6—7%, остальное обычно составляет азот.

Рассмотренные вулканоиды характеризуются действием глубинных биогенных газов, накапливающихся в приподнятых частях структур со значительных площадей. Поэтому, даже без взрывов и выдавливания брекчии, здесь имеют место значительные накопления пелитов.

Газы современных и четвертичных илов береговой части морей, рек и при особых условиях озер и болот, естественно, не могут давать больших накоплений. Поэтому эти образования почти не привлекали внимания занимавшихся систематизацией псевдовулканических явлений.

На побережье Мексиканского залива, в штатах Луизиана и Техас, на площади в несколько тысяч км^2 развиты сальзы диаметром в 5—10 и высотой 1—2 м (Gasmounds, Antmounds) (4). Выделяемые этими сальзами газы, по нашему мнению, представляют продукты разложения морских илов. Это—талассогенные вулканоиды. Подобные явления известны на восточном побережье Каспия, у Чикишляра (Кипящий бугор). Группа сальз извергает здесь грязь, CH_4 с примесью H_2S . Большая часть газа глубинного происхождения, а H_2S поступает из песков, залегающих на глу-

бине 6—10 м ниже уровня моря и содержащих остатки водорослей. Эти, вулканоиды, собственно, смешанного происхождения.

В дельте р. Миссисипи около Нового Орлеана выделен ие газа (CH_4 —86%, CO_2 —9,41%, N_2 —4,39%) вызвало образование небольших сальз (mud-lumps springs), извергающих грязь с соленой водой и инфузориями. Это—потамогенные вулканоиды. Газы здесь биогенные. Мы считаем, что они происходят из речных илов (частично и морских), отложившихся в авандельте и затем занесенных речными отложениями.

Особую группу представляют криовулканоиды. Их отметил еще Миддендорф⁽¹⁶⁾. Данные о них имеются у Сукачева⁽²¹⁾, Львова⁽¹⁴⁾, Кушева^(12, 13), Лощарева⁽²⁵⁾ и других. Заслуживает внимания описание Гладина⁽⁵⁾. В районе Доронинского содового озера имеются сальзы высотой до 1,5 м с шириной у основания конуса до 3—5,5 м при ширине кратера до 0,75 м. Образовываются они в марте—апреле, когда зимнее промерзание деятельного слоя, идущее от поверхности к верхней границе вечной мерзлоты, приводит к смыканию горизонтов. Продолжающийся подток воды из более высоко расположенных участков, вследствие грунтового потока, приводит к образованию в пониженных местах, в данном случае по берегам озер, гидролакколитов и криовулканоидов. Мы считаем, что последние образуются там, где имеется большее скопление газов из органических озерных илов [CH_4 , H_2S и HF (?)]. Давлением газов прорывается по трещинам вершина мерзлотного бугра и образуется криовулканоид. Он выбрасывает тончайший жидкий ил с содержанием газа. Если давление газа недостаточное, то происходит смерзание бугра в гидролакколит. Протыканием палкой вершины гидролакколита можно превратить его в криовулканоид. По замерам в июле 1929 г. температура ила была: на поверхности $+15^\circ$, на глубине 0,2 м $+4^\circ$, на 0,5 м $+1,5^\circ$ и на 1 м -0° . Далее шестом прощупывается либо пласт вечной мерзлоты, либо ледяная линза. В районе Хада—Булака трещины, по которым изливается грязь, образуются за счет льда. Возможно, повидимому, образование криовулканоидов в субаквальных условиях. Аналогичен, повидимому, генезис криовулканоидов в тундрах. Здесь только органические илы, главным образом, почвенно-болотного происхождения.

Землетрясения вызывают появление сеймовулканоидов. Это наиболее кратковременно действующие из вулканоидов. Такие явления наблюдались в Квито 4 II 1797 г.⁽⁸⁾, на побережье Коринфского залива 26 XII 1861 г.⁽²⁰⁾, в долине р. Савы 9 XII 1880 г., на берегу оз. Иссык-Куль 28 V 1887 г., при Калифорнийском землетрясении 1906 г.⁽²⁴⁾. По трещинам, образовавшимся при землетрясении, по большей части в местах их пересечения или там, где они достигают максимальной величины, образовались вулканоиды. Наибольшие конусы образовались в Ахайе⁽²⁰⁾, где высота их достигала 5 м, при диаметре основания 20 м и угле наклона 20° . Диаметр кратеровидных углублений (одного или нескольких)—до 1 м.

Сеймовулканоиды проявляются по большей части в аллювиальных, реже озерных, отложениях. При перечисленных выше землетрясениях выброшенный песок и глина образовывали аккумулятивные формы в виде конусов. Иногда, как в Ассаме 12 VI 1897 г.⁽²⁴⁾, после выбросов песка с водой образуются воронкообразные углубления.

Появление сеймовулканоидов обусловлено, главным образом, механическим действием сейсмической волны. Происходят разрывы на поверхности, сжатие нижележащих водоносных пород и выдавливание жидких масс—воды с песком или глиной.

Некоторую роль играет и газ, выделяющийся из речных или озерных илов. Выделение H_2S отмечено при извержениях вулканоидов в Ахайе, в долине р. Савы, на берегу оз. Иссык-Куль. Вероятно, выделялся и CH_4 ,

Классификация

Т и п	К л а с с	Г а з		Температура грязи
		Происхож- дение	Основные составные части	
Термовулканоиды	Пирогенные	Химическ. (вулкани- ческий)	CO ₂ , N ₂ , CH ₄ , H ₂ , H ₂ S	до 95°
	Техногенные	Техноген- ный	Пар водяной	до 95°
Вулканоиды (собственно)	Тектогенные	Биогенный глубинный	CH ₄ , CO ₂ , N ₂	Близкая к температуре воздуха
	Нафтогенные			
	Талассогенные	Биогенный поверхностный	CH ₄ , H ₂ S	
	Потамогенные		CH ₄ , CO ₂ , N ₂	
Криовулканоиды	Гелогенные	Биогенный поверхностный	CH ₄ , H ₂ S	Близкая к 0°
	Лимногенные		CH ₄ , H ₂ S, HF(?)	На глубине 1 м 0°
Сеймовулканоиды	Сейсмогенные	Биогенный поверхностный	CH ₄ (?), H ₂ S	Близкая к T° воздуха

но в обстановке землетрясений это осталось не отмеченным. Сероводород был замечен по своему резкому запаху. Сеймовулканоиды отличаются от других типов действием, в основном, под влиянием гидравлических ударов и выбрасыванием песка. Роль газа, повидимому, второстепенна.

Часто газовыми вулканоидами являются пирогенные, техногенные, талассогенные, потамогенные и нафтогенные. Тектогенные, крио- и сейсмогенные вулканоиды относятся к сложным, так как образование их обусловлено не только движением газа с водой, но и какой-либо другой силой (тектонической, сейсмической, льдом).

Государственный университет
г. Молотов

Поступило
21 VI 1940

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Д. Архангельский, Бюлл. Моск. об-ва исп. прир., отд. геол., VIII, вып. 3—5 (1925). ² В. В. Белоусов, Очерки геохимии природных газов (1937). ³ В. В. Белоусов и Л. А. Яроцкий, Тр. геологазразведки, вып. 8 (1936). ⁴ E. Blumer, Die Erdöllagerstätten, St. (1922). ⁵ Н. И. Гладкий и А. И. Дзенс-Литовский, Изв. Геогр. об-ва, LXVIII, вып. IV (1936). ⁶ И. М. Губкин, Тектоника юго-вост. окончания Кавказа в связи с нефтеносностью в этой области (1934). ⁷ И. М. Губкин и С. Ф. Федоров, Грязевые вулканы Советского

вулканойдов *

Основная причина действия вулканойдов	Характер действия		Морфология эруптивного аппарата				Максимальная высота конуса в м	Твердые продукты извержения			
	эксплози- онное	спокойное пе- реливание	Конус		Щитовые			Автокластиты	Сопочная брекчия	Пелиты	Песок
			слож- ный	простой	грязевое озеро	грифон					
Газы, поднимающиеся по трещинам		+		+	+	+	6			+	
Водяной пар, поднимающийся через разжиженную глину		+				+	0,2			+	
Тектонические движения и действие нефтяного газа	+	+	+	+	+	+	500	+	+	+	
Нефтяные газы, поднимающиеся по трещинам		+		+		+	15		+	+	
Действие биогенных (иловых) газов		+		+			2			+	
Действие биогенных (иловых) газов		+		+			2			+	
Сжатие при переходе воды в лед при подтоке воды и некотором участии газа		+		+		+	0,7			+	
		+		+			1,5			+	
Сейсмические волны при некотором участии газа		+		+		+	5			+	

Союза и их связь с генезисом нефтяных месторождений Крымско-Кавказской геологической провинции, Тр. ИГи АН СССР, стр. 44 (1938). ⁸ В. Gutenberg, Grundlagen der Erdbebenkunde (1927). ⁹ С. А. Ковалевский, Азерб. нефт. хоз., № 6—7, 8—9, 10, 11, 12 (1927). ¹⁰ С. А. Ковалевский, Азерб. нефт. хоз., № 1, 2 (1928). ¹¹ С. А. Ковалевский, Газовый вулканизм, Баку (1935). ¹² С. Л. Кушев, Сб. инструкций и програм. указаний по изучению мерзлых грунтов и вечной мерзлоты (1938). ¹³ С. Л. Кушев, Тр. ком. по вечн. мерзлоте, т. VIII (1939). ¹⁴ А. В. Львов, Поиски и испытания водоисточн. водоснабж. на зап. части Амурской ж. д. в условиях вечной мерзлоты почвы (1916). ¹⁵ G. Mercalli, I Vulcani attivi della Terra, Milano (1907). ¹⁶ Л. Миддендорф, Путешествие на север и восток Сибири, IV (1868—1878). ¹⁷ В. А. Обручев, Керченско-Таманский нефтеносный район (1926). ¹⁸ Б. И. Пийп, Термальные ключи Камчатки, Тр. СОПС АН, сер. Камчатская, вып. 2 (1937). ¹⁹ Резулт. исслед. грязевых вулканов Крымско-Кавказской геолог. провинции (1939). ²⁰ J. Schmidt, Studien über Erdbeben L. (1879). ²¹ В. И. Сукачев, Изв. Акад. Наук (1911). ²² J. H. F. Umbyrove, Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 21, 1 (1938). ²³ Э. Штебер, Изв. Екатериносл. горн. ин-та, 10, вып. 1 (1914). ²⁴ C. Davison, Great Earthquakes L. (1936). ²⁵ Н. Г. Лопарев и Н. И. Толстихин, Изв. Геогр. об-ва, 71, вып. 9 (1939).

* В субкавальных условиях проявляются тектогенные, нефтогенные (?), потамогенные и лимногенные вулканойды. Возможно проявление талассогенных.