

УДК 551.21

ВУЛКАН ЖУПАНОВСКИЙ: АКТИВИЗАЦИЯ ИЛИ ИЗВЕРЖЕНИЕ?

В.А. Дроздин, И.К. Дубровская, С.А. Чирков

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: dva@kscnet.ru*

Уже почти 2,5 года назад вулкан Жупановский (один из 29 действующих вулканов Камчатки) активизировался в октябре 2013 г. Приповерхностные разломы изменили многолетнюю фумарольную продукцию вулкана, изменилась локализация термоаномалий и эруптивных центров; из кратера Приёмьш наблюдались пепловые выбросы и шлейфы. Ежедневная хроника активизации вулкана ведётся группой KVERT ИВиС ДВО РАН и лабораторией КФ ГС РАН; хроника событий описана в публикациях сотрудников ЛАВ и ДИ ИВиС ДВО РАН. Эта работа уточняет детали активизации теплового состояния вулкана и локализацию продуктивных термоаномалий по разделам: до активизации, начало активизации, кульминация. Кроме этого, показана активность термоаномалий на западном и южном склонах вулкана, на субширотном разломе и в кратере Приёмьш, а также повышение теплового состояния вулкана после мощных пепловых выбросов, обвалов.

Введение

Особенность вулкана Жупановский состоит в наличии у него постоянной фумарольной деятельности. Визуально оценка продукции фумарол обманчива. Например, в кинофильме «Земля Санникова», чтобы показать «горячую» Землю и «замерзающую» кадры фильма сняты в Долине Гейзеров и в Узоне. Можно найти фото кратера вулкана Авачинский с шлейфами высотой до четырёх диаметров кратера и больше, а также без шлейфов. Шлейфы вулкана Авачинский зимой более длинные, чем летом [2].

Парогазовые шлейфы существенно зависят не только от расхода и температуры продуцируемого пара и газа, но и от состояния атмосферы. Недосыщенность воздуха тем меньше, чем больше относительная влажность и меньше температура. Чем больше расход продуцируемого вулканом пара и газа, тем требуется больший объём воздуха для его охлаждения (до температуры воздуха). При малой недосыщенности воздуха, пар и газ шлейфа становится видимым из-за конденсации. Конденсация увеличивает тепловую мощность парогазового шлейфа. Тепловая мощность парогазовых шлейфов вулканов при этом оказывается больше мощности продуцируемого пара и газа. Из-за уменьшения температуры воздуха для высотных шлейфов ещё больше увеличивается мощность парогазовых шлейфов.

На вулканах Шивелуч, Безымянный, Авачинский была показана инертность продукции фумарольной активности. При извержениях она сохраняется вплоть до того, пока не засыпались места выхода фумарол. Например, фумарола Ревущая вулкана Кизимен осталась инертной во время извержения 2010-2013 гг.

Примеры и физика объясняют почему визуально нельзя или трудно судить об изменении интенсивности фумарольной деятельности. Надо или измерять продуцируемую мощность, или находить изменения локализаций термоаномалий.

Состояние вулкана Жупановский до активизации

Нами по данным тепловой аэросъёмки Жупановского вулкана за 07.10.2010. были локализованы основные пять фумарольных полей (с востока на запад): Недоступное, юго-западное на втором конусе, Доступное, северо-западное верхнее и нижнее на третьем конусе (Приемыше). Эти поля были опробованы в [5], их активность была отмечена в прошлые годы [7]. Оценка расхода продуцируемой массы и тепла фумарол Жупановского вулкана была выполнена 26 октября 2013 г. [2].

Начало активизации вулкана Жупановский

Увидеть начало извержения - мечта вулканолога. Сейчас известно, что в начале активизации вулкан Жупановский был покрыт пеплом и была образована новая фумарола. Сотрудники группы KVERT обнаружили на спутниковых снимках первый пепловый шлейф от вулкана Жупановский 22 октября 2013 г. 00:51 UTC: «...наиболее протяженный пепловый шлейф (120 км) зарегистрирован в 04:35 UTC 24 октября.... ..пеплом покрыт, преимущественно, южный склон вулкана, восточная вершина вулкана свободна от пепла»; «..извержение происходило, как минимум, 21-24 октября 2013 г.»; « ...в кратере Приемыша лежал снег, мощно работали несколько фумарол на его западном склоне и на втором конусе..., центрами извержения были фумаролы западного окончания гребня второго конуса...и фумаролы на западном склоне Приемыша» [3, стр. 173].

В другой публикации [6] активизация начинается в 15:00 UTC 23 октября 2013 г. (на эту дату ссылаются и в работе [8]). «Общее количество изверженного пепла оценивается в 100 тыс. т. (0.07-0.08 км³) . Зона пеплопада имела площадь 1200 км² и протянулась в отложениях пепла на склонах и подножии вулканического хребта более чем на 50 км от вулкана, достигнув побережья Тихого океана» [6, стр. 22]. Эруптивный центр определяется в этой публикации, в отличие от [3], как новая фумарола, где «в течение 23-24 октября 2013 г. извергались вулканический пепел и газ, образовавшаяся на западном склоне третьего конуса, на высоте примерно 2600 м» [6, стр. 21].

Ниже будет показано, что трактовать новую фумаролу, как «образовавшуюся на трещине, из которой продолжила ряд существовавших ранее фумарол, расположенных вдоль радиальной трещины на западном склоне третьего конуса вулкана» [6, стр. 21] не соответствует системе разломов западного склона третьего конуса.

Описание начинаем с первой регистрации активизации вулкана 25 октября 2013 г. Среди облачности можно было рассмотреть наличие паро-пеплового шлейфа со стороны третьего конуса Жупановского (конуса Приемыш) (рис. 1). На следующий день погода оказалась ясной, состояние атмосферы по виду парогазовых шлейфов Авачи было выше среднего. Срав-

нение фумарольной активности на гребне вулкана Жупановский 02.02.1990 г. и 26.10.2013 г. говорит об идентичности локализации основных фумарольных полей (рис. 2).

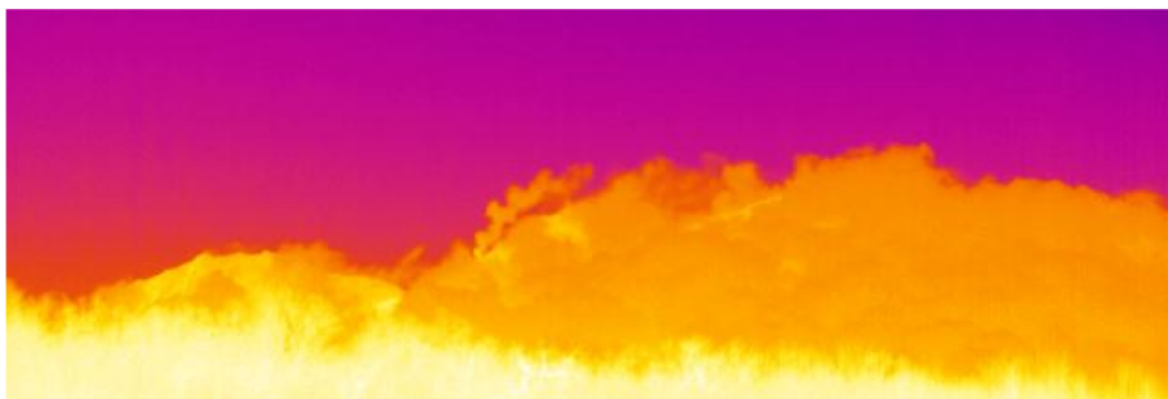


Рис. 1. Ик-снимок вулкана Жупановский 25.10.2013. из района п. Радыгино (расстояние ~ 50 км)



Рис. 2. Состояние вулкана Жупановский 02.02.1990. (а) и 26.10.2013. (б) (вид с запада)

26 октября погода позволила зарегистрировать интенсивные паровые шлейфы с прежних фумарольных полей Жупановского [2] и из его новой фумаролы – Октябрьской (рис. 3). Н.А. Малик описала ее так: «Предположительно, центром слабого фреатического извержения была фумарола на западном склоне третьего конуса на высоте ~2450 м н.у.м. Она представляет собой глубокую трещину (провал) размером (2-3) x (8-10) м, температура газов по измерениям пирометром не превышала 200°C, истечение газовой струи происходило неравномерно – клубами. Во время наблюдений и измерения температуры на краю воронки, из нее было выброшено несколько обломков породы размером до 10 см. Слой пепла на ее краю превышает 15 см» (http://www.kscnet.ru/ivs/volcanoes/inform_messages/2013/Gupanovsky_261013/Gupanovsky_261013)

Неожиданность активизации вулкана в виде появления новой fumarолы, а не выбросов из кратера, ставила вопрос о возможности будущего. По крайней мере, это не конец, а скорее начало процесса декомпрессии, и хотелось ждать новой активизации. Значительное время (до мая 2014 г.) fumarольная деятельность казалась постоянной.

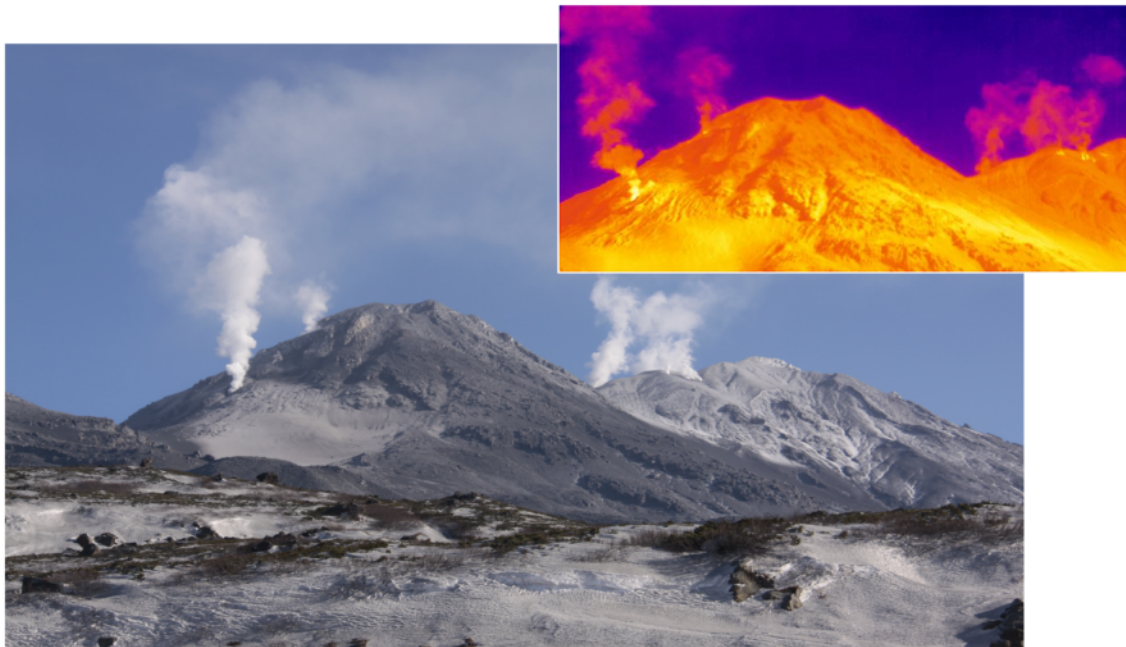


Рис. 3. Термограмма и фото вулкана Жупановский 26.10.2013 г.

Кульминация активизации вулкана Жупановский

6-7 июня 2014 г. активизация Жупановского преобразовалась в извержение. События в следующие два месяца происходили в трех направлениях: эруптивные выбросы из кратера Приёмьша и деформация западного и восточного его склонов.

Из кратера конуса Приёмьш наблюдались мощные пепловые выбросы с периодичностью от 30 до 90 мин. На западном склоне конуса выше 2500 м и до кромки кратера вскрылись многочисленные fumarолы (рис. 4). На восточном склоне по широтному направлению, по гребню вскрылись разломы, которые описаны в работе [7] при извержении 1957 г.

Хроника не позволяет уточнить разницу во времени между началом процессов декомпрессии и извержения. События приходится описывать в одном времени.

Новые разломы на западном склоне конуса Приёмьш

Западный склон конуса из-за множества образовавшихся fumarольных выходов сильно парил. Хронику бурной деятельности вулкана в июне – июле 2014 г. покажем иллюстрацией сети разломов на фото 2 октября 2014 г., когда парогазовая активность вулкана немного понизилась. На термограммах съемки 13.06.2014. хорошо различаются разломы (рис. 5). В июле 2014 г. fumarольная активность вулкана была слабее, но общая ситуация сохранялась (таблица 1, рис. 6, 7).



Рис. 4. Из трёх фотографий Е. Ненашевой (корректированных в одном масштабе и в одном ракурсе) видно, что фумарола Октябрьская прекратила деятельность в конце мая и вместо неё возникла, практически идентичная, новая фумарола Дубль.



26.10.2013. Двумя зелёными точками маркированы фумаролы: верхняя - Подскальная, нижняя - Октябрьская (по Н. Малик http://www.kscnet.ru/ivs/volcanoes/inform_messages/2013/Gupanovsky_261013/Gupanovsky_261013)



23.05.2014. Тремя зелёными точками маркированы фумаролы: верхняя - Подскальная, средняя - Верхняя, нижняя точка - место Октябрьской.

12.07. 2014. Зелёная точка соответствует месту фумаролы Октябрьской. Нижняя фумарола – Дубль (по И. Чаплыгину N 53°35,469', E 159°06,157')

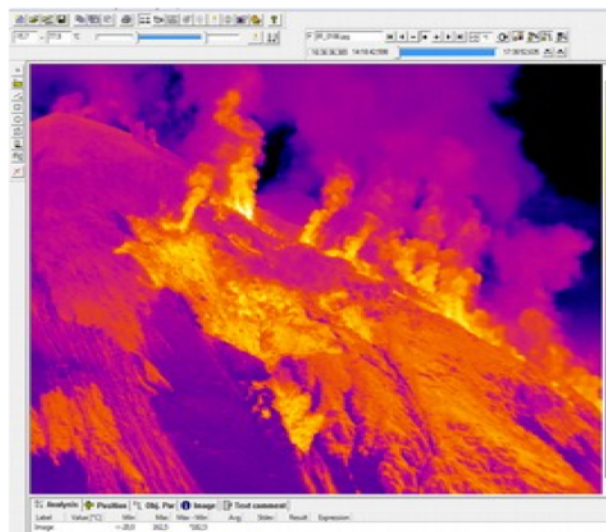


Рис. 5. Сеть разломов на западном склоне конуса Приемьши 02.10.2014 и термограмма за 13.06.2014.

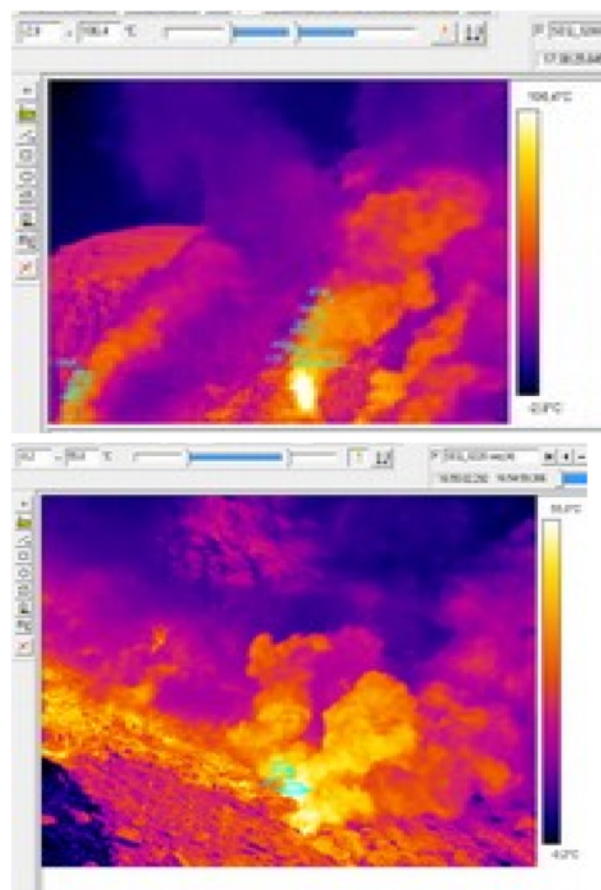


Рис. 6. Прогретый грунт ниже fumarолы Подскальной. Температура fumarолы Подскальной 251°C , fumarолы Дубль - 66°C



Рис. 7. Разлом, на котором находится фумарола Высотная, переработался в провалы

Таблица 1. Расход тепла и масса фумарол вулкана Жупановский

	Температура на устье,	Тепловая мощность шлейфа, МВт	Тепловая мощность продукции, МВт	Массовый расход продуцируемого пара-газа, кг/с
	T_0	$W_{ш}$	W	$Q_{п}$
25.10.2013.				
Октябрьская	200	47	12	31
26.10.2013.				
Октябрьская	200	17	5	14
AR01	200	14	5	12
AR02	200	19	5	14
AR03	200	20	5	13
AR04	200	17	4	11
Подскальная	200	6	1	4
Доступная	200	132	21	58
Недоступная	200	145	24	64
02.07.2014.				
Дубль	100	1	0,4	2,0
Верхняя seg227	100	10	5	29
Подскальная	100	1	0,3	1,8

Фумаролы на субширотном разломе и в кратере конуса Приемыш

Режимные наблюдения вулкана Жупановский с помощью тепловизора производились с Авачинского перевала потому, что других более близких точек не было. Целью исследований было получение термограмм пепловых шлейфов и слежение за интенсивностью фумарольной активности вулкана (рис. 8, 9, 10, таблица 2).

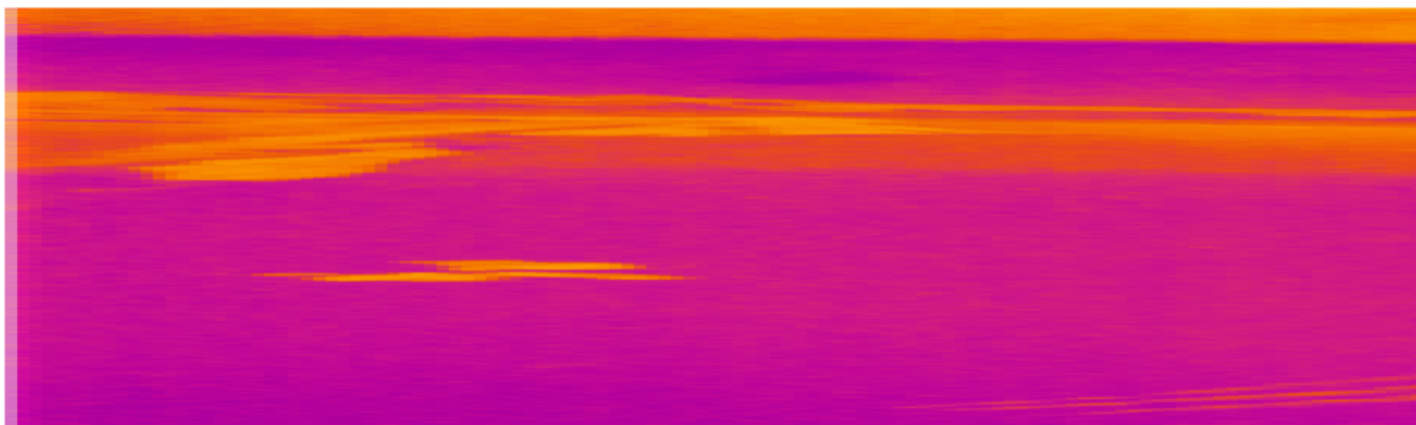


Рис. 8. Фумарольные выходы на конусе Приемыш 02.07.2014.

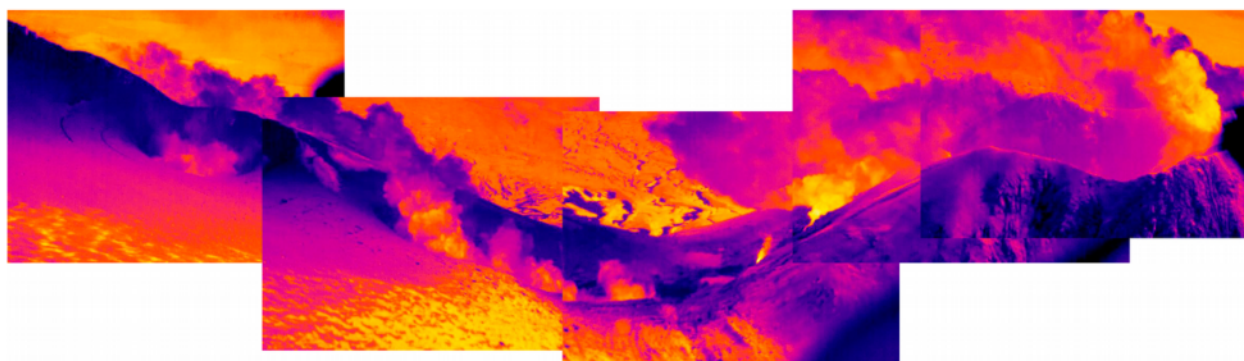


Рис. 9. Восточный склон конуса Приёмыш, фумаролы Доступная и Недоступная (вид с севера)



Рис.10. Трещина на восточном склоне конуса Приемыш. Фото С. Самойленко

Таблица 2. Сводка регистрации термоаномалий вулкана Жупановский тепловизором с перевала Авачинского

дата	Термоанамалия
2014.04.23	фумарола и западная термоаномалия привершинная
2014.08.28	термоаномалия привершенная восточная и на западном склоне
2014.02.12	на западном склоне, выброс и площадь пепла
2014.02.17	на западном склоне, выброс, фумаролы гребня
2015.01.22	на западном склоне, выброс, фумаролы гребня
2015.05.13	на западном склоне, фумаролы гребня
2015.09.18	после 12.06.2015. в дымке
2015.12.11	на западном склоне, после обвала центральной части конуса Приемыш
2016.02.02	на западном склоне, после обвала части конуса Приемыш
2016.02.12	на западном склоне, после обвала части конуса Приемыш

Несколько мелких пепловых шлейфов было зарегистрировано, но они не показаны т.к. оказались мало информативными. Измерения тепловой мощности прежних (до активизации) основных фумарол не удалось сделать повторно. Визуально не было данных об изменении их локализации, поэтому фумарольность свидетельствует об инертности тепловой мощности вулкана.

Последствия мощных пепловых выбросов и обвалов

Этот раздел включен в работу только как перечень событий, которые характеризуют извержение, описания которых уже опубликованы на сайте ИВиС ДВО РАН. Отметим не самые известные (как обвал 12 июля 2015 г.), а лишь два мало заметных (рис. 11, 12, 13).

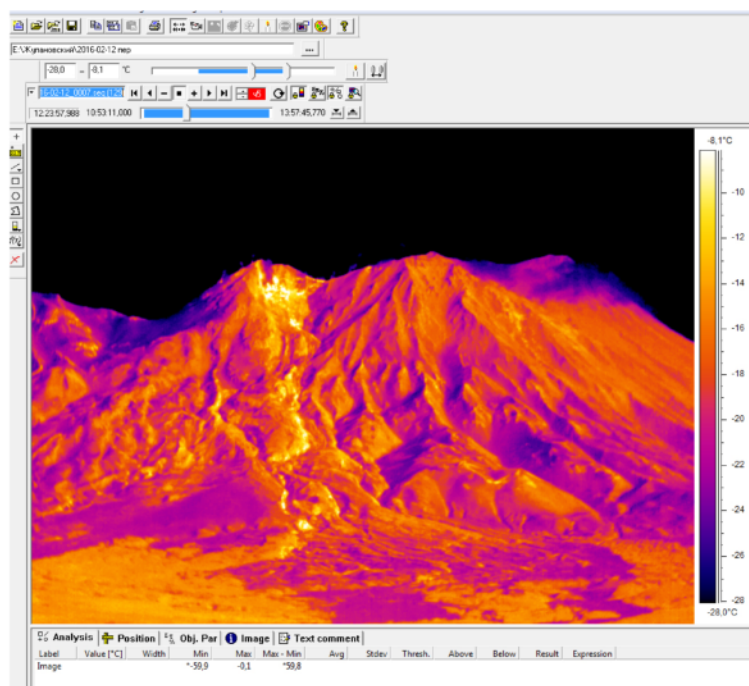


Рис. 11. Термограмма вулкана Жупановский 11.12.2015., хорошо выделяются более нагретые отложения обвала, сформированные при взрыве 30.10.2015.



Рис. 12. Отложения тефры на северном склоне вулкана Жупановский при взрыве 12.07.2015. [4]



Рис. 13. Грязевые потоки на северном склоне вулкана Жупановский

Заключение

Продукция извержения вулкана Жупановский поступала из эруптивного центра кратера конуса Приемьш. Вскрытие кратера происходило одновременно с образованием разломной сети фумарол. Вскрытие сети разломов на западном склоне и гребне Жупановского вулкана говорит о наличии толщ газовых коллекторов, аналоговых при образовании взрывных кратеров - воронок извержений: прорыва Пийпа вулкана Ключевской, кратера Олимпийский вулкана Алаид, вулкан Тятя.

Эруптивные события на вулканах, таких как Жупановский, различаются как по веществу коллектора, резургентного, ювенильного, так и по газу (пару) от магматического спутного, сепарированного, смешанного с инфильтрованным.

До активизации вулкана существующая ранее фумарольная деятельность отличалась инертностью. Парогазовая продукция выносилась на поверхность с температурой ниже магматической и скорее ниже геотермической, т.е. $<500\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Список литературы

1. Дрознин В.А., Дубровская И.К. Тепловизионные исследования вулканов Камчатки, вулкан Жупановский // Региональная конференция ИВиС ДВО РАН. Петропавловск-Камчатский, март 2011 г. С. 65
2. Дрознин В.А., Чирков С.А. Тепловая мощность парогазовых шлейфов вулкана Жупановский // Региональная конференция ИВиС ДВО РАН. Петропавловск-Камчатский, март 2015 г. С. 40-41.
3. Гирина О. А., Ненашева Е.М. Извержения вулкана Жупановского в 2013-2015 гг. // Отчизны верные сыны. Материалы XXXII Крашенинниковских чтений. Петропавловск-Камчатский: Камчатская краевая научная библиотека им. С.П. Крашенинникова. 2015. С. 172-174.
4. Горбач Н.В., Самойленко С.Б., Плечова А.А., Мельников Д.В. Обвал на вулкане Жупановский (Камчатка) в июле 2015 г.: первые данные и наблюдения // Вестник КРАУНЦ. 2015. № 3. Вып 27. С. 5-11.
5. Горшков А.П., Слёзин Ю.Б. Тепловая мощность вулкана Жупановский в 1970 г. // Бюлл. вулканол. ст. 1972. № 48. С. 29-32
6. Самойленко С.Б., Мельников Д.В., Чирков С.А., Маневич Т.М. Активизация Жупановского вулкана в 2013-2014 гг.// Вестник КРАУНЦ. 2014. № 1, Вып. 23, С. 21-26.
7. Сирин А.Н. Состояние некоторых вулканов Камчатки в начале 1957 г. //Бюлл. вулканол. ст. 1958. № 27. С. 16-24.
8. Сеньюков С.Л., Нурждина И.Н., Дрознина С.Я. и др. Сейсмичность района вулкана Жупановский в 2000-2015 гг. //Труды Пятой научно-технической конференции “Проблемы комплексного мониторинга Дальнего Востока России”. 2015. г. Петропавловск-Камчатский. С.106-110