

УДК 551.21+552.11

СОСТАВ ВУЛКАНИЧЕСКИХ СТЕКОЛ ПРОДУКТОВ
ТЕКУЩЕГО ИЗВЕРЖЕНИЯ ВУЛКАНА ЖУПАНОВСКИЙ:
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЮВЕНИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Н.В. Горбач¹, А.А. Плечова², М.В. Портнягин^{2,3}, Т.М. Философова¹

¹*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский*

²*Институт геохимии и аналитической химии РАН, Москва.*

³*Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel, GEOMAR, г. Киль, ФРГ*

В докладе приведены данные о составе вулканических стекол продуктов текущего извержения вулкана Жупановский. Выполнена типизация вулканических стекол и идентификация ювенильного материала. Установлено, что в течение 2014-2015 гг. ювенильный материал присутствовал в минимальном количестве и был представлен вулканическим стеклом риолитового состава. В продуктах, изверженных в январе 2016 г., наряду с риолитовыми стеклами удалось установить появление нового типа ювенильных частиц, имеющих дацитовый состав.

Введение

Извержение вулкана Жупановский началось в октябре 2013 г. <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/index.php?n=2013-25>. В течение 2014 г., а также в первой половине 2015 г. из кратера активного конуса Приемыш происходили эпизодические выбросы пепла на высоту преимущественно до 4-5 км над у.м. (реже – до 8 км над у.м.) на фоне интенсивной паро-газовой деятельности [3]. 12 июля 2015 г. произошло мощное эксплозивное извержение, сопровождавшееся серией сильных сейсмических событий в постройке вулкана (<http://www.emsd.ru/~ssl/monitoring/main.htm>). Высота эксплозий во время извержения могла превышать 10 км над у.м. [4]. Через несколько дней после данного события было обнаружено, что южный сектор активного конуса разрушен, а подножие вулкана покрыто обширным полем обвальных отложений и грязевых потоков [2]. В августе-октябре 2015 г. наблюдались редкие пепловые выбросы, а в конце ноября-начале декабря последовала серия эксплозивных событий, наиболее мощное из которых (до 8-9 км над у.м.) произошло 30 ноября (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/index.php?n=2015-211>). Эксплозивная активность возобновилась в конце января 2016 г. Высота выбросов 19 января достигала 8 км над у.м., 21 и 24 января – около 5 км над у.м., 9 и 12 февраля – 8-10 км над у.м. (<http://www.emsd.ru/~ssl/monitoring/main.htm>).

С целью идентификации и определения состава ювенильного материала в продуктах текущего извержения нами был изучен состав вулканических стекол, содержащихся в них микролитов и отдельных фенокристаллов в серии образцов, изверженных в 2014–2015 гг. и в начале 2016 г. Кроме образцов пеплов наиболее крупных выбросов этого периода, были проанализированы также вулканические стекла из рыхлого материала, отобранного в обвальном цирке в июле 2015 г., и стекловатые фрагменты лав вершинных потоков конуса.

Все образцы были изучены под биноклем для выбора наиболее стекловатых фракций. Выбранный материал был смонтирован в препараты из эпоксидной смолы, которые полировались на алмазных пастах. Определение содержаний главных элементов, а также серы и хлора в вулканических стеклах продуктов извержения 2014-2015 гг. было выполнено на электронном зонде JEOL JXA 8200 в Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel, GEOMAR, г. Киль, ФРГ. Детальное описание методики определений состава вулканических стекол и обработки анализов приведено в работе [6]. Пеплы, изверженные 19 и 21 января 2016 г., были проанализированы на сканирующем электронном микроскопе SEM Vega 3 Tescan в ИВиС ДВО РАН с использованием доступных методов контроля качества выполнения и обработки анализов.

Морфология, типизация и состав вулканических стекол

Продукты извержения 2014–2015 гг. На рис. 1а-в показан микроскопический облик изученных образцов. Как в образцах пеплов отдельных выбросов, так и в рыхлом материале, отобранном в обвальном цирке в июле 2015 г., преобладают фрагменты плотного, богатого микролитами, вулканического стекла и присутствует разное количество гидротермально измененных обломков. Среди продуктов гидротермальной деятельности наиболее часто встречаются кварц-полевошпатовые агрегаты, иногда с обильными выделениями сульфидов, обломки гипса и других сульфатов.

Фрагменты плотного вулканического стекла (Тип I, рис. 1г) лишены пор и имеют остроугольную форму. Такие фрагменты содержат от 30 до 50% микролитов плагиоклаза и пироксенов, изредка в них встречаются округлые выделения кварца. В каждом из изученных образцов были обнаружены также единичные фрагменты пористого вулканического стекла (Тип II, рис. 1г). Количество таких пористых фрагментов незначительно – 1-3 зерна среди нескольких сот обломков. Как пористые, так и плотные обломки содержат вкрапленники пироксенов, плагиоклаза и единичные округлые зерна оливина Fo_{72-84} .

Пеплы, изверженные в январе 2016 г. На рис. 2а показан облик пеплов, изверженных 19 и 21 января 2016 г. Как и в серии предшествующих образцов, среди обломков присутствуют фрагменты минералов, гидротермально измененных пород, обломки плотного (Тип I) и пористого (Тип II) стекла. Помимо таких обломков были обнаружены сильно пористые пемзовидные частички (Тип III, рис 2б и 2в). Эти частички, размером до 0,3-0,4 мм, имеют яркие морфологические отличия от обломков типа I и II и обладают иным характером раскристаллизации. В отличие от первых двух типов стекол, в которых среди микролитов резко преобладает плагиоклаз (рис. 3а-г), стекла типа III насыщены мельчайшими микролитами пироксенов (рис. 3д, е). Количество пемзовидных частичек – до десяти на две сотни зерен.

Химический состав вулканических стекол. На рисунке 4 показаны составы изученных стекол в координатах SiO_2-K_2O , SiO_2-CaO и SiO_2-MgO . Составы большинства стекол типов (I) и (II) отвечают риолитам, стекла типа (III) на графике занимают область дацитов. Все стекла

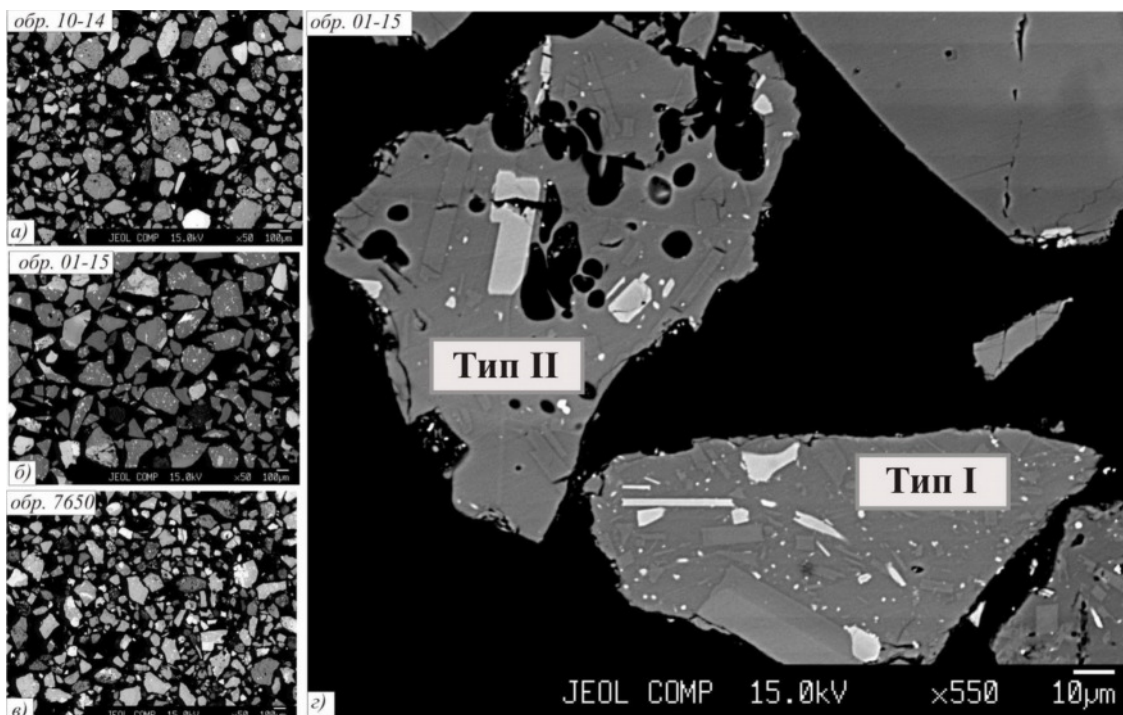


Рис. 1. Продукты извержения вулкана в конце 2014–середине 2015 гг.: а – пеплы выброса 29 декабря 2014 г., отличающиеся максимальным количеством гидротермально измененных обломков; б – пепел выброса 15 января 2015 г.; в – рыхлый материал, отобранный на дне обвального цирка в июле 2015 г.; г – два типа вулканических стекол, присутствующие в продуктах извержения 2014–2015 гг.

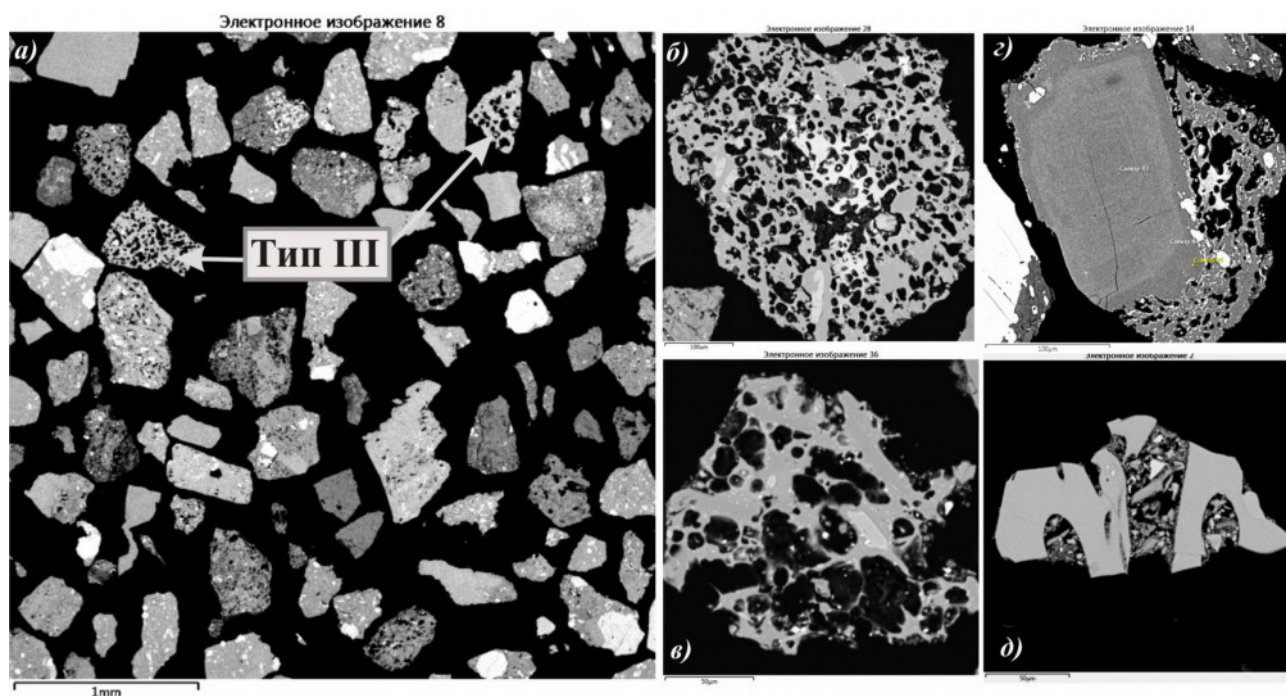


Рис. 2. Пеплы, изверженные 19 и 21 января 2016 г.: а – общий вид образца; б и в – пемзовидные частицы (тип III), г – кристалл плагиоклаза в оторочке пемзовидного материала, д – фрагмент закаленного гомогенного стекла.

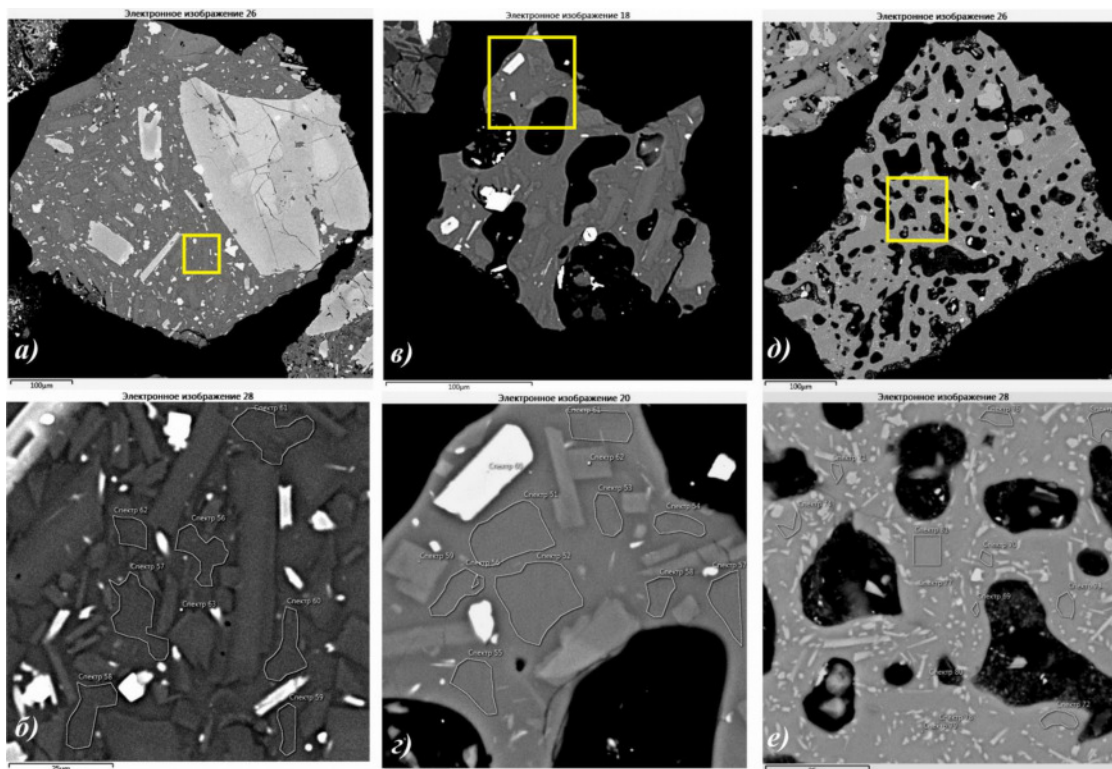


Рис. 3. Характер раскристаллизации различных типов стекловатых фрагментов в пеплах, изверженных в январе 2016 г.: а, б – плотные обломки (тип I), в, г – пористые обломки (тип II); д, е – пемзовидные частички (тип III).

образуют однонаправленные тренды. Сопоставление составов стекол отдельных образцов показывает, что стекла выброса в январе 2015 г. и материала лавовой пробки формируют полностью идентичные тренды, а продукты выброса 2014 г. близки к составам стекловатых лав вершинных потоков (рис. 5).

Обсуждение результатов

Ювенильный материал в тefре может быть идентифицирован по морфологии частиц и их различному составу. Обычно ювенильные частицы представлены сильно пористыми шлаковыми или пемзовыми фрагментами, обломками с «рваными» краями или же фрагментами тонких стекловатых перегородок, которые разделяли газовые пузырьки в магме (например, Пономарева и др., 2012). Частички резургентного материала или фреатические пеплы, как правило, лишены пор и имеют остроугольную форму. Пемзовидные частички (тип III) в пеплах, изверженных в январе 2016 г., уверенно идентифицируются как ювенильные. Вулканические стекла этих частиц имеют состав, отличающийся от предыдущих порций, а их морфологические особенности отвечают всем критериям определения ювенильного материала.

Единичные пористые фрагменты (тип II), присутствующие в каждом образце извержений 2014-2015 гг., можно рассматривать как частицы ювенильного материала только по морфоло-

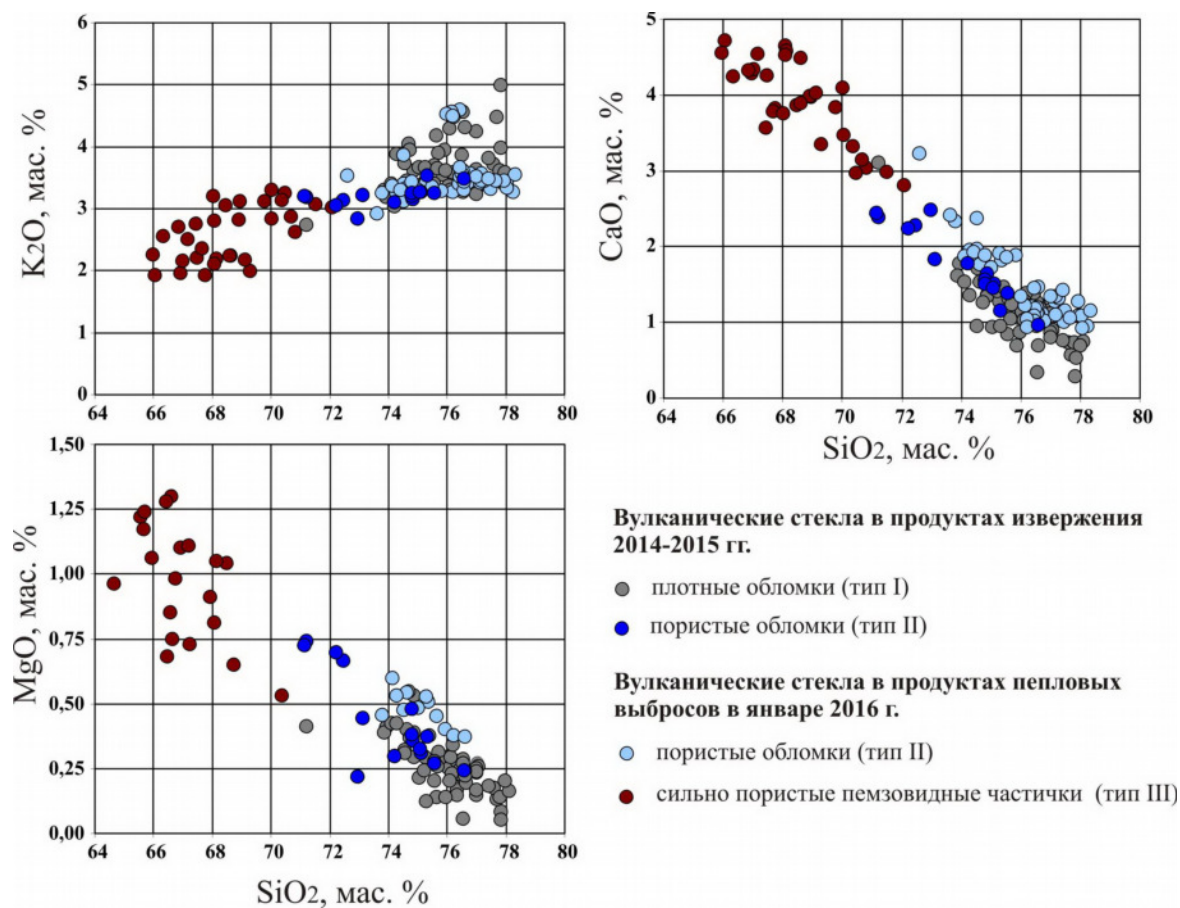


Рис. 4. Химический состав вулканических стекол, изверженных в 2014–2015 гг. – начале 2016 г.

гическим критериям. Химический состав этих фрагментов полностью идентичен составу преобладающих плотных обломков (тип I). Для дополнительной идентификации мы проанализировали состав микролитов плагиоклаза и пироксенов в двух морфологических типах стекол. Эти составы также оказались сходными. Такие особенности не позволяли однозначно определить происхождение пористых фрагментов типа II с риолитовым стеклом. Изучение вулканических стекол в тefре выбросов 19 и 21 января позволило получить ответ на этот неоднозначный вопрос. В наиболее тонкой фракции этих пеплов был обнаружен фрагмент гомогенного закаленного стекла (рис. 2д), состав которого идентичен обломкам типа II. Эта находка свидетельствует в пользу ювенильного происхождения риолитовых стекол.

Фрагменты плотного стекла (тип I) образованы за счет дробления лав, слагающих постройку конуса. Наиболее убедительно об этом свидетельствует график (рис. 5), где показано сравнение состава стекол типа I из раздробленного материала лавовой пробки и стекловатых лав вершинных потоков и продуктов пепловых выбросов в декабре 2014 г. и январе 2015 г.

Таким образом, можно констатировать наличие в продуктах извержения вулкана Жупановский двух типов ювенильного вулканического стекла: риолитового и дацитового. Риолитовые стекла, которые в очень малом количестве присутствовали в продуктах извержения

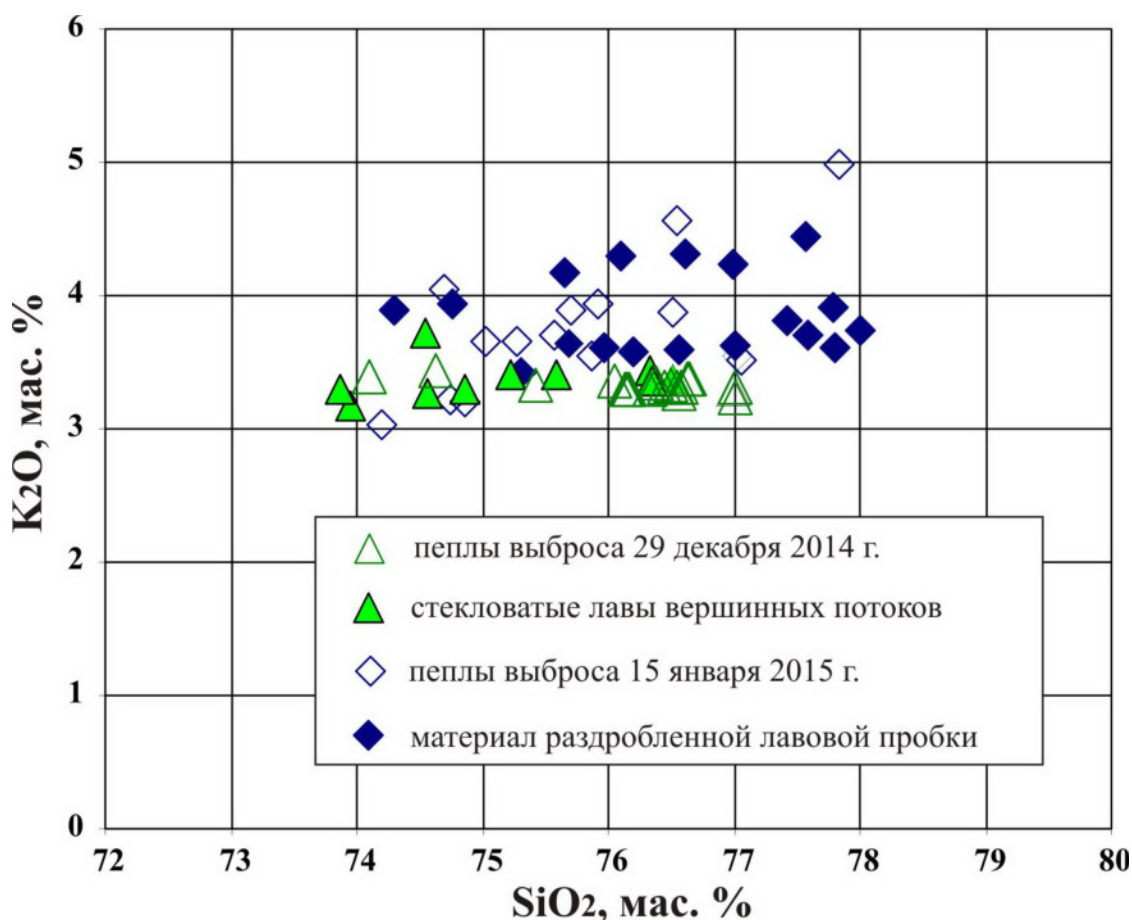


Рис. 5. Сопоставление составов плотных стекловатых обломков (тип I) в различных образцах.

2014-2015 гг., могут быть связаны с верхней наиболее дифференцированной частью очага кислой магмы под вулканом. Дацитовые стекла, появление которых удалось установить в январе 2016 г., могут представлять собой новую порцию расплава, поступившую в этот очаг или же иметь связь с его нижними горизонтами.

В заключение необходимо отметить важные петрологические особенности как ювенильного материала, так и вершинных лав, связанных с предыдущими этапами активности. В большинстве изученных образцов в составе стекловатых фрагментов присутствует неравновесная минеральная ассоциация оливина и кварца, что свидетельствует о гибридном происхождении этих пород. Кроме того, оливин, который обнаружен в продуктах текущего извержения, связанного с конусом Приемыш, идентичен по составу оливинам из наиболее примитивных пеплов вулкана, связанных с ранней деятельностью Второго конуса [5]. Это свидетельствует в пользу предположения Л. И. Базановой с соавторами [1] о существовании системы разноглубинных магматических очагов под вулканом.

Выводы

В 2014–2015 гг. и начале 2016 г. эксплозивное извержение вулкана Жупановский имело фреато-магматический характер. Продукты извержения в 2014–2015 гг. содержат незначи-

тельное количество ювенильного материала, представленного вулканическим стеклом риолитового состава. Пеплы, изверженные в январе 2016 г., содержат новый тип ювенильных частиц, отвечающих по составу дацитам. Возможно, что появление ювенильного материала, обладающего более основным составом, может быть предвестником перехода извержения в магматическую стадию.

Работа выполняется при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-05-06440.

Список литературы:

1. *Базанова Л.И., Дирксен О.В., Кулиш Р.В., Карташова Е.В.* Эволюция новейшего вулканизма Жупанова хребта (Камчатка) // Материалы IV Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии. Отв. ред. Гордеев Е.И. Петропавловск-Камчатский. 2009. С. 265-268.
2. *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. Науки о Земле.
3. *Маневич Т.М., Горбач Н.В., Самойленко С.Б.* Активность вулкана Жупановский в 2013-2015 гг. // XVIII ежегодная научная конференция, посвящённая Дню Вулканолога «Вулканизм и связанные с ним процессы», 30 марта – 1 апреля 2015 г., г. Петропавловск-Камчатский, http://www.ivs.kscnet.ru/ivs/conferences/documents/tezis_2015.pdf
4. *Сенюков С.Л., Нурждина И.Н., Дроздина С.Я., и др.* Сейсмичность района вулкана Жупановский в 2000-2015 гг. // Материалы конференции «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России», 27 сентября - 3 октября 2015 г., г. Петропавловск-Камчатский; <http://www.emsd.ru/conf2015lib/pdf/mon/Senyukovetc.pdf>
5. *Плечова А.А., Портнягин М.В., Базанова Л.И.* Происхождение и эволюция исходных магм фронтальных вулканов Камчатки по данным изучения магматических включений в оливине вулкана Жупановский. Геохимия. 2011. № 8. С. 787–812
6. *Пономарева В.В., Портнягин М.В., Мельников Д.В.* Состав тефры современных (2009-2011 гг.) извержений вулканов Камчатки и Курильских островов // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2012. № 2. Вып. № 20. С. 7-21.