

Отзыв

официального оппонента на диссертацию Озерова Алексея Юрьевича “Динамика эруптивной деятельности, эволюция магм и модели базальтовых извержений (на примере Ключевского вулкана)”, представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.04 – петрология, вулканология.

Влияние вулканов – “геологических образований в местах выхода магмы на поверхность Земли” на жизнь отдельного человека и всей биосферы трудно переоценить. Исторические исследования показали примеры ускоренного развития цивилизаций вблизи вулканов (плодородие почв? постоянный стресс??) и их внезапной гибели, глобального изменения климата (“пылевая зима” как модель “ядерной катастрофы”), связанные с вулканической активностью. Даже сравнительно небольшие извержения оказывающие заметное влияние на экономику, здоровье людей, функционирование технических систем и транспорта, требуют тщательного изучения. Актуальна и задача прогноза извержений вулканов, особенно располагающихся в густонаселенных районах.

Задачи поиска причин вулканизма, анализа состава выбрасываемых материалов и их метаболизма, форм извержений и распространения выброшенного материала в атмосфере и гидросфере стимулируют развитие естественных наук в целом и их отдельных разделов – геологии, вулканологии, физики Земли, атмосферы, океана, гидроаэродинамики и прикладной математики. Развитие методов прямых наземных и дистанционных (авиационных и спутниковых) наблюдений в широком диапазоне длин световых волн, параметров сейсмических и акустических сигналов, открывает все более широкие возможности получения данных, необходимых для описания деятельности вулканов и прогноза их динамики.

Исследования вулканов, располагающихся как в удаленных регионах, так и в местах с высокой плотностью населения и уровнем экономической активности, в той или иной форме ведутся в течение всей истории существования человеческой цивилизации. Методы исследований дополняются и расширяются по мере развития науки и техники.

Вулканы предоставляют уникальную возможность изучать образцы материалов из различных слоев Земли, в том числе и непосредственно инструментально недостижимых. Первоначальное описание образцов дополняется все более глубоким физическим и физико-химическим анализом, визуальные наблюдения и зарисовки – все более детальной регистрацией процессов в широком диапазоне пространственно временных масштабов.

Однако одних наблюдательных данных оказывается недостаточным для решения научных задач в силу многообразия видов и сложности протекающих процессов. Развивается математическое моделирование отдельных процессов, которое становится все более адекватным и полным. И, наконец, в самые последние годы, в дополнение к традиционным методам исследования вулканов, начинает проводиться физическое (лабораторное) моделирование базовых процессов.

Тема диссертации А.Ю.Озерова – изучение особенностей базальтового вулканизма, одного из главных геофизических процессов, определяющих облик Земли, своевременна. План работ предусматривал проведение анализа эволюции магматических расплавов, поиск периодичностей в динамике эруптивного процесса, определение механизмов извержений разных типов. Основной сбор материалов, проведенный на активном вулкане «Ключевской», изучение которого ведется с конца XVII века, дополнен наблюдениями других вулканов.

Актуальность темы диссертации А.Ю.Озерова несомненна и в общенаучном, и в прикладном аспектах. В работе использованы как традиционные для данного раздела наук наблюдательные, петро- и геохимические методы исследований, так и вновь развиваемые, появившиеся в самое последнее время. Необходимость их применения обоснована автором и реализована на практике.

Здесь, как и в других разделах наук о Земле, важную роль играет моделирование, как математическое, так и более наглядное – физическое. Возможность получения в опытах систематических и воспроизводимых результатов способствует формированию обоснованных представлений об природе изучаемых процессов, определению условий формирования пространственно упорядоченных структур, их фундаментальных геометрических и временных параметров. Такое направление стало развиваться лишь в последние годы одновременно в нескольких странах.

Особо следует отметить ценность задуманного, созданного и успешно эксплуатируемого, оригинального стенда для моделирования динамики и структуры газожидкостных течений, не имеющего аналогов в нашей стране и за рубежом. Методики исследований позволили успешно решать поставленные задачи и сделать автору ряд важных выводов, одним из основных среди которых следует признать оригинальное заключение о дискретном (периодическом) характере базальтовых извержений и установление природы дискретности.

Следует подчеркнуть, что сама идея поиска периодичностей в сложном комплексе процессов извержения вулканов оригинальна и чрезвычайно плодотворна. Теории периодических движений (колебаний и волн) объединяют все разделы естественных наук

и позволяют широко использовать конструктивные методы аналогий и подобия. Однако для их применения необходимо показать существование периодичности на фактическом материале изучаемого явления и установить природу ее формирования. Шаг не простой.

Есть и важный отвлекающий фактор – многочисленные теории случайности и хаоса, получившие широкое распространение в прошлом веке. А.Ю. Озерову удалось найти надежное решение столь сложной задачи, что, по моему мнению, является основным достижением работы, а также получить ряд новых результатов, каждый из которых заслуживает своей высокой оценки. Полученные результаты обосновывают практическую ценность работы в части уточнения методик наблюдения извержений вулканов и программ обработки данных, улучшения качества прогноза вулканической активности.

В диссертации, включающей введение, четыре главы текста, заключение, список цитируемой литературы из 437 наименований и десять приложений, представлен материал продолжительной (более тридцати лет) систематической целеустремленной работы, выполненной традиционными наблюдательными, а также геолого-геофизическими, петрохимическими, геохимическими и минералогическими методами, дополненными физическим моделированием течений многофазной жидкости в питающем канале.

Кратко касаясь содержания диссертации, можно отметить следующее.

Во введении сформулированы цели работы, обоснована постановка исследований и выбор основных методов, дано краткое описание содержания, новых результатов и защищаемых положений.

В первой главе по результатам петрохимических, геохимических и микрозондовых исследований выброшенного материала определены последовательности преобразований магматического вещества в питающей системе вулканов, установлены изменения состава фаз, создана выразительная модель формирования пород Ключевского вулкана, объединяющая данные наблюдений и моделирования.

Во второй главе анализируются результаты сейсмометрических наблюдений, проводится выделение периодических закономерностей вулканической активности, которые автору позволили идентифицировать два ранее не замеченных типа активности – пульсирующего фонтанирования и периодического фонтанирования. Наблюдательное уточнение систематизации вулканической активности – крупное научное достижение, имеющее большое прикладное значение, убедительно дополнено разъясняющими данными лабораторных опытов на оригинальной установке, созданной под руководством и при непосредственном участии автора диссертации.

Адекватность методики статистической обработки позволяет количественно описать параметры периодических процессов, широко представленных в первичных данных, если строить методику обработки с учетом возможности их существования. Но нужна смелость и убежденность для формулировки такой гипотезы, разработка четкой методики ее доказательства, с чем автор справился более чем успешно, строго руководствуясь правилами математической статистики.

В третьей главе приведены требования, положенные в основу разработки, и дано описание оригинального стенда для моделирования газогидродинамических процессов в подводном канале, а также взрывных явлений в кратере. При небольшом дополнении, сводящемся к более детальному представлению опытных данных и математизации изложения, материал глав 3 и 4, по сути, будет удовлетворять требованиям к диссертациям и по специальности – 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы. Сформулированные автором четкие требования, необходимые для установления соответствия течений в стенде условиям извержений Ключевского вулкана, были с большой тщательностью реализованы на практике.

Собственный опыт автора отзыва, посвятившего много лет созданию и эксплуатации комплекса уникальных установок УИУ «ГФК ИПМех РАН» для моделирования процессов в атмосфере и гидросфере, свидетельствует, что создание каждого нового стенда требует твердой воли, сосредоточенности и больших усилий, которые, несомненно, пришлось проявить и А.Ю. Озерову. Оригинальные стенды с прозрачными трубами разных диаметров, с помощью которых автор смог на большой длине проследить эволюцию картины течений при изменении условий опытов и выделить одиннадцать типов газожидкостных течений в вертикальных каналах (ранее были известны только четыре), обладают большим потенциалом, который должен быть реализован в будущем. В частности, стенды позволяют оценивать масштабные факторы в изучаемых процессах, что существенно расширяет их функциональные возможности. Получаемые результаты полезны и для ряда других наук – гидродинамики многофазных жидкостей, эксплуатации нефтегазовых скважин.

Обстоятельства сложились так, что во время работы во Франции (LDM ENS) автор отзыва имел возможность ознакомиться с работой лаборатории, которую возглавлял Professor Claude Jaupart. Принципиальное отличие стендов А.Ю. Озерова и С. Jaupart состоит в том, что первые предназначены для изучения структур газожидкостных течений в открытом вертикальном канале и условий их формирования в широком диапазоне параметров, а вторые – для иллюстрации возможности существования только одного механизма периодичности в канале с удерживающей крышкой. Разница очевидна.

Подчеркивая высокую оценку качества стендов и комплекса измерительной аппаратуры, можно высказать одно пожелание. В газожидкостных потоках изменение концентрации пузырьков и геометрии области их концентрации сопровождается изменением температуры. В этой связи стенд было бы целесообразно дополнить датчиками температуры. Включение холодильника для охлаждения сатурлируемого раствора и локальных электрических нагревателей жидкости в канале еще более расширит функциональные возможности установки.

В четвертой главе приведены результаты моделирования различных типов периодичности в вулканической активности Ключевского вулкана, установлены аналогии между режимами извержений и соответствующими структурами распределения пузырьков в канале. Важный результат – раскрыты физические основы прогностического потенциала длительных непрерывных регистраций сейсмических и акустических полей изучаемого вулкана. Полученные наглядные примеры структуризации сложных течений стимулируют дальнейшее развитие и вулканологии, и гидродинамики многофазных сред, как экспериментальной, так и теоретической. Следует признать, что разработанная автором методика газогидродинамического моделирования базальтовых извержений оригинальна, конструктивна и высокоэффективна. Полученные результаты, дополненные выразительными фотографиями и схемами, наглядны и доказательны.

К недостаткам методики исследований в главе 4 следует отнести отсутствие систематических данных по изучению движений жидкости в канале. В одних случаях отмечается, что жидкость изливается в принимающей бассейн у открытого верхнего конца, в других фиксируется наличие противотока, компенсирующего увлечение жидкости всплывающими пузырьками, но систематические данные не приводятся. Автору можно рекомендовать уделить внимание изучению движения всех компонент среды в каналах.

В заключении кратко (может быть слишком) сформулированы основные результаты работы.

В целом, выполненное глубокое исследование комплекса сложных процессов извержений базальтовых вулканов, объединяющее наблюдательные данные, результаты петро- и геохимического анализа взятых образцов, оригинальной обработки сейсмо- и аудиограмм, физического моделирования сложных процессов, безусловно, обосновывает защищаемые положения, выводы и рекомендации. Достоверность и новизна результатов подтверждены тщательностью каждой независимой части внутренне единой работы, и согласованностью всей совокупности обширных исследований.

Полученные результаты значимы и для науки в целом, и для практики. Обоснование необходимости выделения структур в пространственных картинах, периодичности – во временной изменчивости параметров процессов, раскрытие физических механизмов их формирования в вулканологии и гидродинамике многофазных сред – крупное научное достижение.

Диссертация написана хорошим литературным языком, аккуратно оформлена, тщательно вычитана, легко и с интересом читается (за исключением начальной части первой главы, изобилующей специальными терминами и нераскрытыми сокращениями), составляет хорошую основу монографии.

В целом работа производит самое благоприятное впечатление обоснованностью выбора темы, адекватностью примененных методик решению задач, полнотой экспериментальных исследований, глубиной анализа их результатов, обоснованностью и важностью выводов, солидностью списка публикаций в престижных и читаемых отечественных и зарубежных изданиях. Совокупность приведенных положений, подтвержденных наблюдениями и тщательно поставленными опытами, можно квалифицировать как новое крупное достижение и в вулканологии, и в механике жидкостей, открывающее возможности дальнейшего совершенствования анализа и прогноза поведения природных систем, создания новых тонких технологий.

Тема диссертации, ее выводы соответствуют специальности 25.00.04 – петрология, вулканология. Основные результаты опубликованы в печати, представлены на многочисленных национальных и международных конференциях, получили одобрение специалистов. Материал диссертации был заслушан на заседании семинара «Механика жидкостей» ИПМех РАН и получил одобрение.

Содержание работы соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.04 – петрология, вулканология. Приведенная в диссертации А.Ю.Озерова совокупность научных достижений, развивающих представление о природе базальтового вулканизма, эволюции магматических расплавов, периодичностей в динамике и механизмах разных типов извержений, может быть рекомендована к широкому использованию в научно-исследовательских институтах Академии наук и высшей школы.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. Название работы отражает ее сущность.

В целом рецензируемая диссертация, посвященная изучению природы извержений вулканов, выполнена на высоком уровне с применением новейших экспериментальных методов, является законченной многоплановой научно-исследовательской работой, в



которой сформулированы положения, совокупность которых можно квалифицировать как крупное научное достижение, соответствует требованиям п. 7 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 30.01.2002 г. № 74 (с изменениями, внесенными Постановлением Правительства РФ от 20.06.2011 г. № 475), а ее автор – А.Ю. Озеров, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.04 – петрология, вулканология.

Я даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Заведующий лабораторией
механики жидкостей
доктор физико-математических наук
профессор
10 мая 2016 г.


Чашечкин Юлий Дмитриевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского
Российской академии наук (ИПМех РАН)
Адрес: 119526, г. Москва, проспект Вернадского, 101, корп. 1
Телефон: 8 495 434-01-92
E-mail: chakin@ipmnet.ru

ПОДПИСЬ  ЗАВЕРЯЮ:
Ученый секретарь ИПМех РАН, к.ф.-м.н.
 Е.Я. Сысоева
2006 г.

