

тектонические нарушения или же они имеют небольшую амплитуду смещения, уступающую по своей величине мощности водоносного горизонта. Тем не менее, результаты эксплуатации скважин даже в пределах отдельных локальных месторождений свидетельствуют об отсутствии взаимосвязи между близко расположенными скважинами. Перепады пьезометрических уровней в пределах отдельных структур достигают сотен метров.

Таким образом, на отдельных структурах Прикумской зоны, так же как и в Терско-Суженской области, фиксируется свойственная картина перемещения подземных вод нижнемелового комплекса к местным участкам разгрузки.

Следовательно, для каждой структуры регистрируется индивидуальная картина распределения пьезометрических уровней, позволяющая говорить о гидродинамической изоляции в плане не только локальных структур, но и отдельных блоков в их пределах.

Анализ распределения пластовых давлений в плане и в разрезе Восточно-Предкавказского артезианского бассейна показывает:

- 1) резкие изменения пластовых давлений на весьма коротких расстояниях, как в естественных, так и в нарушенных условиях;
- 2) связь наиболее резких изменений пластовых давлений с тектонически активными районами, особенно с областями современных тектонических и сейсмических явлений;
- 3) в целом, схематизацию района исследования в виде системы гидродинамически изолированных блоков, размеры которых от нескольких сот метров до десятков километров;
- 4) сложную картину распределения пластовых давлений и блоковое строение нижнемелового комплекса, исключающее возможность регионального латерального движения, которое контролируется только размерами отдельных блоков.

ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВУЛКАНИТОВ СОПКИ БЕЗЫМЯННОЙ (КАМЧАТКА)

Блюмкина Мария Евгеньевна, Шанина Виолетта Валерьевна

Геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, skalka@geol.msu.ru

Вулкан Безымянный находится на полуострове Камчатка и принадлежит к Ключевской группе вулканов. Он начал формироваться 10 000 лет назад, и за историю своего существования испытал несколько периодов активизации и покоя. В 1956 году, после тысячелетнего периода покоя [1], произошло катастрофическое извержение, принесшее вулкану мировую известность и пристальное внимание ученых. Вулканиды сопки Безымянной представлены лавовыми потоками, экструзивными куполами и пирокластическими потоками.

В данной работе представлены результаты исследования геолого-минералогических свойств, таких как – текстура, структура, минералогический состав вкрапленников и основной массы пород, слагающих экструзивные купола, и также их физических и физико-механических свойств: плотность (ρ), плотность твердой фазы (ρ_s) пористость (n), степень водонасыщения (w), скорость прохождения продольных сейсмических волн (V_p), прочность на одноосное сжатие ($R_{сж}$) и на растяжение (R_p), магнитная восприимчивость (ϕ).

Экструзивные купола по литературным данным [1] разбиты на четыре возрастные группы: 1 - купола Гладкий, Правильный, Плотина, Ступенчатый, Двуглавый, Пёстрые хребтики (Расчлененный), Кулич имеют возраст 11000 лет; 2 - экструзии Экспедиция, Треугольный Зуб (3300-5500 лет); 3 - купол Лохматый – возраст 1350-1000 лет; 4 - экструзивный купол Новая, растущий в кратере вулкана с 1960 года и по сей день. Датировка групп (кроме 4 группы) производилась по их геологическому положению относительно определенных по возрастам пепловых прослоев вулкана Шивелуч. Но, кроме этих, существуют другие, не датированные, купола, как то: Побочный, Высокий, Погребенный.

Текстуры всех пород экструзивных куполов – пористые, по остальным петрографическим параметрам наблюдаются вариации.

Породы экструзивных куполов 1 группы представлены андезито-базальтами, роговообманковыми и пироксеновыми андезитами и андезидацитами, 2-ая и 3-я группы представлены роговообманковыми андезитами, четвертая андезитами, а недатированные купола – роговообманковыми андезитами.

Структуры пород всех групп в целом – порфировые, исключение составляют экструзии Двуглавый, Ступенчатый (1 группа) и Высокая (не датирована), которые кроме порфировых, иногда (а для Ступенчатой, наоборот – преимущественно) имеют афировые структуры. Не только между группами, но и внутри них, и даже в пределах одной экструзии, структуры основной массы пород различны. Так, в 1 группе они представлены вариациями от гиалопилитовой до интерсертально-долеритовой, со всеми переходными разностями; во второй группе – гиалопилитовые (преимущественно) и интерсертальные; в третьей интерсертальные и крайне редко гиалопилит-интерсертальные, а в четвертой группе – гиалопилитовые; в недатированных экструзиях интерсертальные и гиалопилитовые (преимущественно). То есть, можно заметить тенденцию от древних к более молодым экструзиям в уменьшении степени раскристаллизованности основной массы пород (увеличении количества стекла в основной массе пород).

Минералогический набор порфировых вкрапленников в группах также неодинаков. В первой группе их состав определяется: $\pm$ плагиоклаз, $\pm$ роговая обманка, $\pm$ пироксен, причем во всех возможных комбинациях представленного минерального набора. Вторая группа содержит плагиоклаз, $\pm$ роговую обманку, $\pm$ пироксен. Третья – плагиоклаз, роговую обманку, а четвертая – плагиоклаз,

пироксен. Породы не датированных экструзивных куполов имеют порфировые вкрапленники, похожие по набору на вкрапленники 1 группы: $\pm$ плагиоклаз, $\pm$ роговую обманку, $\pm$ пироксен. Какой-то направленной тенденции в изменении минерального набора порфировых вкрапленников в породах различного возраста не наблюдается. Количество порфировых вкрапленников в каждой группе варьирует от 10 до 50%, и какой-то закономерности в их распределении между группами не прослеживается.

Что касается минерального набора основной массы пород: во всех группах пород неизменно присутствуют стекло, плагиоклаз и рудные минералы, которые «разбавляются» роговой обманкой и/или пироксеном в разных соотношениях. Породы первой группы содержат роговую обманку и пироксен в разных комбинациях; второй группы – в основном, роговую обманку, но также возможно иногда присутствие пироксена; третьей – роговую обманку, а четвертой – пироксен и редко роговую обманку. Основная масса пород не датированных экструзий похожа на основную массу андезитов и андезито-базальтов 1 группы.

По рудным минералам можно предположить слабую тенденцию к накоплению в матрице породы по мере омоложения экструзивных куполов, потому что в первой группе пород их содержание колеблется от 4 до 10%, во второй $\sim$ 6%, в третьей – 12%, а в четвертой уже до 10-15%. В породах не датированных экструзий содержания рудных минералов достигают менее 5%.

По совокупности петрографических свойств породы не датированных экструзий схожи с андезитами и андезито-базальтами первой группы.

Породы, слагающие экструзивные купола Безымянного вулкана, отличаются низкой плотностью (средняя $2,19 \text{ г/см}^3$) и скоростями прохождения упругих волн ($2,65 \text{ км/с}$ и $3,45 \text{ км/с}$ в водонасыщенном состоянии), средней прочностью (82 и 68 МПа) и пористостью (18,8 %) (табл. 1). По сумме показателей физических и физико-механических свойств (в первую очередь учитывалась плотность и прочностные свойства) породы можно разделить на три группы. К первой по свойствам группе относятся экструзивные купола: Кулич, Новая, Плотины, Пестрые хребтики, Правильный, Высокий, Двухглавый, Погребенный, Гладкий и Ступенчатый. Первая группа отличается максимальной плотностью ($2,16\text{-}2,38 \text{ г/см}^3$), минимальной степенью водонасыщения (2,7-4,5 %), максимальными (иногда средними) показателями физико-механических свойств (прочность на одноосное сжатие в воздушно-сухом состоянии от 62 до 138 МПа, а в водонасыщенном от 40 до 111 МПа). Ко второй группе относятся породы экструзий Лохматый, Экспедиция, Побочный; они характеризуются низкой плотностью ($2,00\text{-}2,01 \text{ г/см}^3$), высокой пористостью (22,4-24,0 %), низкими скоростями продольных волн ($2,10\text{-}2,50 \text{ км/с}$ в воздушно-сухом состоянии и в водонасыщенном $3,20\text{-}3,65 \text{ км/с}$), средней и низкой прочностью (от 32 до 65 МПа). В третью группу попадают только породы экструзии Треугольный Зуб, отличающиеся минимальной плотностью ($1,48\text{-}1,77 \text{ г/см}^3$) и

прочностью на одноосное сжатие (6-29 МПа, а в водонасыщенном состоянии 7-26 МПа) и растяжение (2-5 МПа), при этом степень водонасыщения максимальная среди других пород (11,5-22,1 %); в группе наблюдается закономерное увеличение скорости прохождения продольных волн и прочности на одноосное сжатие при увеличении плотности породы.

Теперь рассмотрим как коррелируются выделенные по свойствам группы с разделением экструзивных куполов по возрасту образования. Все породы наиболее древних куполов (более 11 тыс. лет) относятся к первой группе по свойствам, а разнообразие состава (от андезито-базальтов до андези-дацитов) проявляется в широком варьировании значений плотности минеральной фазы (от 2,70 до 2,81 г/см³). Также в первую группу по свойствам попали два недатированных купола (Высокий и Погребенный), которые имеют высокую среди изученных пород плотность 2,28-2,29 г/см³, а вот скорость распространения продольных волн в породах Погребенного купола несколько ниже, чем это характерно для группы, также как и прочность (40 МПа в водонасыщенном состоянии). Кроме этого, породы данных двух экструзивных куполов и по совокупности петрографических свойств схожи с андезитами и андезито-базальтами первой возрастной группы, поэтому можно сделать вывод о возможности одноэтапности их образования, но его надо подтвердить геохронологическими исследованиями. К первой по свойствам группе относится и экструзия Новая, которая обладает максимальной среди исследованных пород плотностью (2,38 г/см³), средней прочностью, но при этом скорости распространения продольных волн минимальны (1,85 км/с в воздушно-сухом и 3,05 км/с в водонасыщенном состоянии), последнее может быть связано с наименьшей степенью раскристаллизованности основной массы наиболее молодой породы.

В следующую (промежуточную по свойствам) группу попали породы разновозрастных экструзивных куполов: Экспедиция (3300-5500 лет), Лохматый (1350-1000 лет) и недатированный (во всяком случае, по имеющимся у нас данным) – Побочный. Плотность пород всех трех куполов около 2 г/см³, средние, часто низкие скорости распространения продольных волн и прочность. И завершает наше рассмотрение экструзия Треугольный Зуб, выделенная в отдельную группу благодаря своей исключительно низкой плотности и прочности и соответственно максимальной пористости (17,4 %).

Из предварительной обработки большого количества материала по вулканогенным породам Безымянного вулкана, собранного за несколько десятков лет на кафедре инженерной и экологической геологии МГУ им. М. В. Ломоносова, можно сделать следующие выводы: уменьшение степени раскристаллизованности основной массы пород экструзивных куполов (увеличении количества стекла) от древних к более молодым; разнообразие состава (от андезито-базальтов до андези-дацитов); породы экструзивных куполов характеризуются высокой пористостью, низкой плотностью и

вариациями скоростей прохождения продольных волн от 1,85 до 3,40 км/с. Надо отметить, что по имеющимся у авторов данным породы лавовых потоков Безымянного вулкана отличаются от описанных выше пород экструзивных куполов большей плотностью (в среднем 2,35 г/см³ и соответственно прочностью 102 МПа в воздушно-сухом и 82 МПа в водонасыщенном состоянии). Кроме этого, исследованы свойства пород пирокластических потоков с 1956 по 2007 гг., которые имеют минимальную плотность (1,42 г/см³), практически с 50% пористостью (более 30% которой открытая), низкими скоростями продольных волн и показателями прочности.

Таблица 1. Физические и физико-механические свойства вулканитов Безымянного вулкана.

Экструзивный купол	г, г/см ³	гс, г/см ³	п, %	W, %	Vp, км/с	Vp в, км/с	Rсж с, МПа	Rсж в, МПа	Rp, МПа	магн. воспр. *10 ⁻³ СИ
Новая	2,38	2,75	12,7	2,9	1,85	3,05	88	77	7	17,1
Кулич	2,37			3,4	2,95	3,60	103	96	12	32,9
Плотина	2,35			3,9	3,40	4,05	90	65	8	33,8
Пестрые хребтики	2,29	2,72	16,0	3,7	2,60	3,00	101	78	8	22,4
Правильный	2,30	2,76	16,6	3,4	2,95	3,60	138	111	13	18,8
Двуглавый	2,29	2,70	15,2	3,4	3,35	3,70	114	100	13	17,9
Высокий	2,29	2,66	14,7	3,6	2,65	3,35	94	89	6	36,0
Погребенный	2,28			2,7	2,20	3,35	62	40	4	35,0
Гладкий	2,23	2,76	19,1	4,5	2,40	3,15	97	96	8	13,7
Ступенчатый	2,16	2,81	28,5	7,4	3,35	4,00	75	60	8	24,6
Экспедиция	2,01	2,71	24,0	7,7	2,25	3,20	55	43	4	20,4
Лохматый	2,00	2,69	22,4	6,3	2,10	3,35	50	32	4	15,6
Побочный	2,00			8,3	2,50	3,65	65	52	6	22,7
Треугольный зуб	1,64			17,4	2,75	3,35	17	18	3	20,3

Авторы выражают благодарность Ладыгину Владимиру Михайловичу, Фроловой Юлии Владимировне, Гириной Ольге Алексеевне, Округину Виктору Михайловичу за предоставленные данные и помощь в написании тезисов.

Литература:

1. Брайцева О.А., Мелекесцев И.В., Богоявленская Г.Е., Максимов А.П. Вулкан Безымянный: история формирования и динамика активности // Вулканология и сейсмология. №2. 1990. С. 3-22.