

# ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

## О Магнитных свойствах базальтов Толбачинского дола, КАМЧАТКА

*Гирина Ольга Алексеевна*

*кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Института вулканологии и сейсмологии  
Дальневосточного отделения Российской академии наук, Петропавловск-Камчатский*

*Баженов Евгений Витальевич*

*выпускник Камчатского государственного университета имени Витуса Беринга, Петропавловск-Камчатский*

### ABOUT MAGNETIC PROPERTIES OF TOLBACHINSKY DOL BASALTS, KAMCHATKA

*Girina Olga, Candidate of Science, Leading Researcher of the Institute of Volcanology and Seismology Far East Branch of Russian academy of Science, Petropavlovsk-Kamchatsky*

*Bazhenov Evgeny, Graduate of Vitus Bering Kamchatkan State University, Petropavlovsk-Kamchatsky*

*Исследованы базальты Толбачинского дола и их магнитные свойства. По химическому составу породы дола относятся к магнезиальным (например, лавы 1941 г., 1975 г.) и глиноземистым базальтам (например, лавы Клеши, поля Магуськина, 2012-2013 гг.). Выяснено, что для пород Толбачинского дола величина магнитной восприимчивости глиноземистых базальтов ниже, чем магнезиальных.*

*There were studied basalts of Tolbachinsky Dol and their magnetic properties. According to the chemical composition of Dol rocks, basalts are magnesian type (for lava of 1941 and 1975), and aluminous type (for lava of Kleshnya, field Maguskin, 2012-2013). It was found that for rocks of Tolbachinsky Dol a value of the magnetic susceptibility of aluminous type basalts lower than magnesian type.*

*Ключевые слова: базальт, величина магнитной восприимчивости, Толбачинский дол, Камчатка*

*Keywords: basalts, a value of the magnetic susceptibility, Tolbachinsky Dol, Kamchatka*

Описание вулкана Толбачик приводится в работах [3, 6, 7, 8, 10 и др.]. В юго-западной части Ключевской группы вулканов расположены крупные тесно сросшиеся вулканы Острый Толбачик (3682 м) и Плоский Толбачик (3085 м), возникшие на едином основании, представляющем собой постройку правулкана [7]. Возраст правулкана Толбачик определяется как средне-верхнеплейстоценовый; его отложения, обнажающиеся в долине р. Студеной и в днищах долин к востоку от Плоского Толбачика, представлены преимущественно лавами, пирокластика связана с образованиями шлаковых конусов [7]. В нижних частях разрезов обнажаются оливин-пироксеновые и авгитофировые базальты, на них залегают плагиоклазовые базальты и андезибазальты. Отмечается субгоризонтальное или слабонаклонное (3-5°) залегание лав в направлении от вершины Острого Толбачика. Вышеуказанные особенности позволили авторам работы [7] реконструировать правулкан Толбачик как щитовой вулкан диаметром примерно 11 км и мощностью отложений в центральной части до 1.0-1.5 км.

Образование стратовулканов Острый Толбачик и Плоский Толбачик относится ко второй половине верхнего плейстоцена; судя по перемежаемости их отложений, в начальную стадию развития они действовали синхронно как два самостоятельных центра [7, 10]. Образования вулканов очень похожи и представлены лавами, пирокластикой и пролювием. В нижних частях разрезов чередуются плагиоклазовые базальты и базальты без явных вкрапленников плагиоклаза, в средней и верхней частях преобладают плагиобазальты [7].

Б.И. Пийп [8, 10] в развитии вулкана Плоский Толбачик выделил две фазы: докальдерную и кальдерную, а также первым указал на сходство и одновозрастность

кальдерных лав Плоского Толбачика и ареальных образований с юго-запада и северо-востока от Плоского Толбачика. Он предположил, что после формирования конуса стратовулкана кальдера «...возникла вследствие простого оседания вершины конуса над совершенно опустошенной магматической камерой» [10, стр. 56]. Появление кальдерных лав, аналогичных древним лавам фундамента Ключевской группы вулканов, Б.И. Пийп [10] связывал с раскрытием нового очага магмы, обязанного глубинным разломам, расколовшим тело вулкана. Возраст лав древней кальдеры Плоского Толбачика и ареальных зон относят к нижнему голоцену [6, 7]. Региональные зоны шлаковых конусов имеют общую протяженность ~ 65 км; юго-западная зона – ~ 40 км [6].

Региональная трещинная зона, примыкающая с юга к вулканам Острый и Плоский Толбачики, получила название "Толбачинский дол". Имеются только три документально подтвержденных извержения на Толбачинском долу: в 1941 г. [9], в 1975-1976 гг. - Большое трещинное Толбачинское извержение (БТТИ) [1], в 2012-2013 гг. [4, 5]. Авторами были обследованы лавы 1941 г., Северного прорыва БТТИ 1975 г., прорыва им. С.И. Набоко 2012-2013 гг., конуса Клеши, поля Магуськина, дайковый комплекс Долины Изваяний на склоне вулкана Острый Толбачик; с помощью полевого прибора Каппаметр КТ-6 (SatisGeo) была измерена магнитная восприимчивость лав вышеуказанных объектов.

В 1941 г. извержение началось 7 мая и продолжалось около недели, ему предшествовало повышение эксплозивной активности вершинного кратера вулкана Плоский Толбачик, начавшееся в сентябре 1939 г. [9]. На высоте около 1950 м над уровнем моря (н.у.м.) сформировался конус высотой 70 м и на запад от конуса по руслу сухой р. Бараньей двумя языками излился лавовый поток

магнезиальных базальтов протяженностью 5 км и объемом лавы около  $0.01 \text{ км}^3$  [10]. В субафировых базальтах присутствуют редкие вкрапленники клинопироксена и плагиоклаза, реже оливина. Выделяется генерация субфенокристаллов (от 0.2-0.5 до 0.8 мм), содержание которой в течение извержения изменялось от 3-4 до 8 %. Клинопироксен вкрапленников в течение извержения сменяется оливином. Оливин имеет состав  $\text{Fe}_{10-20}$ , плагиоклаз -  $\text{An}_{74}$  (битовнит) [6].

В 1975 г. извержение началось 6 июля и продолжалось около 1.5 лет. Северный прорыв образовался так: в 18 км от вулкана Плоский Толбачик появилась протяженная полоса трещин и на них начали последовательно формироваться 6 шлаковых конусов. На Северном прорыве были извержены магнезиальные базальты, здесь преобладала эксплозивная деятельность (извергнуто пирокластики  $\sim 0.9 \text{ км}^3$  и лавы  $\sim 0.2 \text{ км}^3$ ). Продукты представлены афировыми и субафировыми базальтами. Минеральный состав субфенокристаллов постоянен, присутствует плагиоклаз, клинопироксен, оливин размером 2-8 мм. Основная масса сложена теми же минералами, преобладает плагиоклаз и вулканическое стекло [1, 11].

В 2012 г. извержение началось 27 ноября и продолжилось до сентября 2013 г. На трещине длиной 5.5 км на Толбачинском долу локализовались два прорыва – им. И.А. Меняйлова (в 5.7 км от вулкана Острый Толбачик) и им. С.И. Набоко (в 8.8 км от него). Лавы прорыва им. С.И. Набоко - афировые и субафировые глиноземистые базальты, вкрапленники в которых были представлены плагиоклазом (размером до 10 мм), оливином (до 3 мм), клинопироксеном, магнетитом [4]. Следует отметить, что если вначале извержения формировались агломератовые лавовые потоки, растекавшиеся на запад и юг от прорыва, то с конца декабря 2012 г. на восточном склоне Толбачинского дола начало формироваться лавовое поле, отличающееся распространением жидких лав гавайского типа [5].

**Породы конуса Клешня** относятся к вулканикам, образовавшимся в региональной зоне шлаковых конусов

1000-1500 лет назад (л.н.) [1]. Лавы прорыва - субщелочные глиноземистые мега- и мезоплагифирические базальты, в которых вкрапленники плагиоклаза ( $\text{An}_{30-90}$ , в основном андезин, лабрадор, битовнит) находятся в основной массе, сложенной плагиоклазом, орто- и клинопироксеном, роговой обманкой и стеклом, иногда кварцем [6].

**Породы дайки вулкана Острый Толбачик** (Долины Изваяний) сложены глиноземистыми базальтами. Вкрапленники представлены, в основном, плагиоклазом и пироксеном. Протяженность дайки более 700 м, мощность ее меняется от 1-1.5 м до 3-7 м. В верхней части склона вулкана породы дайки представлены плотными массивными базальтами с плитчатой и глыбовой отдельностью, в нижней части склона вулкана в основании дайки обнажаются лавы с шаровой отдельностью.

**Породы поля Магуськина** относятся к вулканикам, образовавшимся в региональной зоне шлаковых конусов 1500-2000 л.н. [1]. Лавовые потоки сложены глиноземистыми базальтами промежуточного состава, вкрапленники представлены плагиоклазом, пироксеном и оливином, при преобладании плагиоклаза [1].

Магнитная восприимчивость пород ( $\chi$ ) характеризует способность породы намагничиваться под воздействием магнитного поля земли [2]. Ее величина зависит от петрофизических свойств пород - их химического и минерального состава, структурно-текстурных особенностей. Наибольшее влияние на  $\chi$  оказывает содержание в породе пара- и ферромагнетиков, в данном случае, темноцветных минералов - чем выше содержание и размер темноцветных минералов, тем выше магнитная восприимчивость пород.

Диапазон изменения величины магнитной восприимчивости базальтов Толбачинского дола - от 2.6 до  $67.9 \cdot 10^{-3}$  ед. Си (табл.). В среднем наибольшей магнитной восприимчивостью обладают магнезиальные базальты извержений 1941 и 1975 гг., наименьшей – глиноземистые базальты поля Магуськина, породы даек занимают среднее положение на графике (рис.), то есть наибольшее влияние на вышеуказанное распределение показателей магнитной восприимчивости оказывает содержание в лавах  $\text{MgO}$ .

Таблица

Величина магнитной восприимчивости пород Толбачинского дола

Возраст пород	Извержение	$\chi \cdot 10^{-3}$ ед. Си
современные	2012-2013 гг.	$\frac{8.3 - 67.9}{17.2}$ (94)
современные	1975 г.	$\frac{11.7 - 39.7}{22.7}$ (26)
современные	1941 г.	$\frac{9.9 - 32.0}{22.5}$ (54)
1000-1500 л.н.	Конус Клешня	$\frac{9.3 - 28.0}{17.2}$ (66)
1500-2000 л.н.	Поле Магуськина	$\frac{2.6 - 37.6}{9.6}$ (46)
не определен	Дайка вулкана О. Толбачик	$\frac{5.4 - 23.6}{15.8}$ (85)

*Примечание.* В числителе – диапазон изменения величины магнитной восприимчивости базальтов, в знаменателе – среднее значение, в скобках – количество измерений.

Различия значений магнитной восприимчивости глиноземистых (породы извержения 2012-2013 гг., конуса Клешня и поля Магуськина) и магнезиальных (извержений 1941 и 1975 гг.) базальтов проявляются достаточно

хорошо. Среди магнезиальных базальтов диапазон изменения показателей магнитной восприимчивости шире для пород извержения 1975 г. (от 12 до  $40 \cdot 10^{-3}$  ед. Си), чем для лав 1941 г. (от 10 до  $32.0 \cdot 10^{-3}$  ед. Си), что обусловлено

различной текстурой (массивной и пористой) разновидностей лав. Среди глиноземистых базальтов диапазон изменения показателей магнитной восприимчивости шире для пород извержения 2012-2013 гг. (от 8.3 до  $67.9 \cdot 10^{-3}$  ед. Си), что связано с длительностью извержения и некоторым изменением состава лав, обусловившим изменение

их вязкости и, соответственно, пористости. Среди глиноземистых базальтов средняя величина магнитной восприимчивости ниже у лав поля Магуськина ( $9.6 \cdot 10^{-3}$  ед. Си), по сравнению с лавами Клешни и 2012-2013 гг. ( $17.2 \cdot 10^{-3}$  ед. Си), что связано, вероятно, с несколько меньшим содержанием в них темноцветных минералов (табл.).

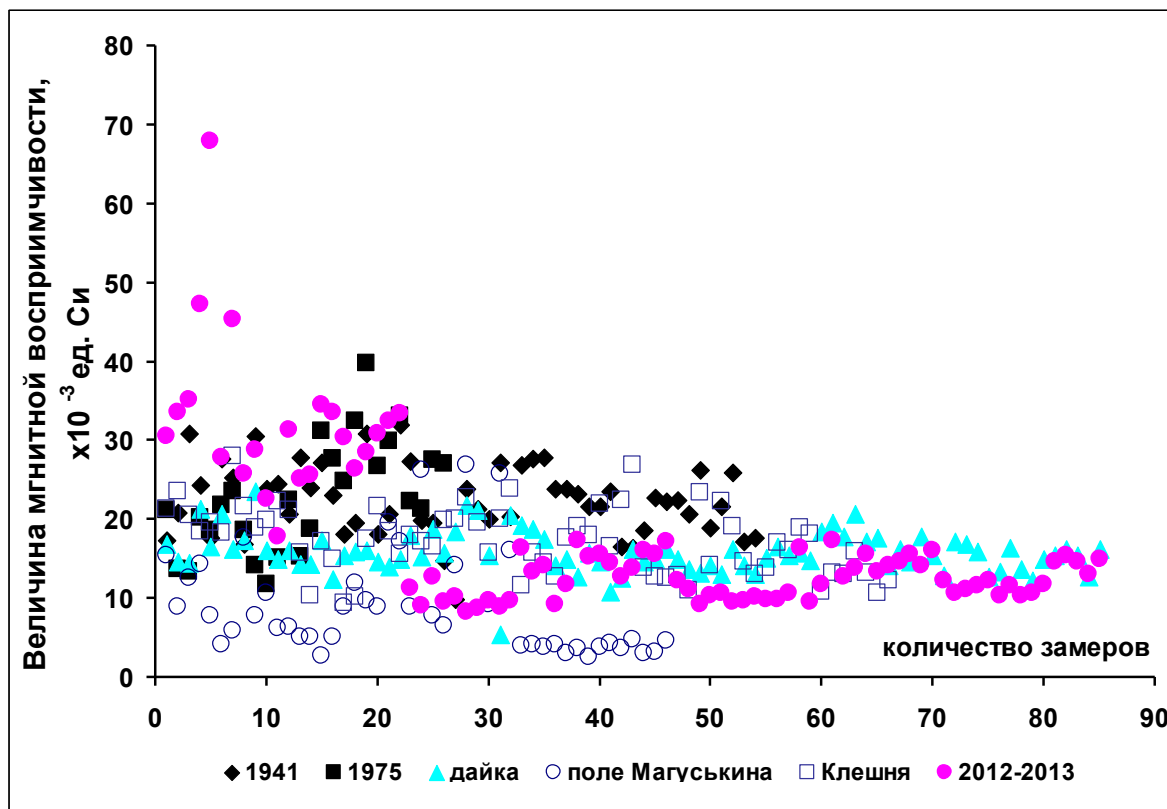


Рисунок. Величина магнитной восприимчивости лав Толбачинского дола

### Выводы

Диапазон изменения величины магнитной восприимчивости изученных базальтов Толбачинского дола - от 2.6 до  $67.9 \cdot 10^{-3}$  ед. Си (табл., рис.).

Магнезиальные базальты имеют более высокие параметры магнитной восприимчивости по сравнению с глиноземистыми (чем выше содержание MgO в породе, тем выше значения магнитной восприимчивости пород).

Наибольшими средними значениями магнитной восприимчивости обладают лавы Толбачинского дола извержений 1941 и 1975 гг., наименьшими - породы лавовых потоков поля Магуськина.

### Список литературы:

1. Большое трещинное Толбачинское извержение (БТТИ, 1975-1976 гг., Камчатка) // под ред. С.А. Федотова. М.: Наука, 1984. - 638 с.
2. Вахромеев Г.С., Ерофеев Л.Я., Канайкин В.С., Номоконова Г.Г. Петрофизика. Томск: ТГУ. 1997. - 461 с.
3. Влодавец В.И. Ключевская группа вулканов. Труды Камчатской вулканол. станции. Вып. 1. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940. - 124 с.
4. Волюнец А.О., Мельников Д.В., Якушев А.И. Первые данные о составе продуктов Трещинного Толбачинского извержения им. 50-летия ИВиС (Камчатка) // Доклады академии наук, 2013, том 452, № 3, С. 303-307.
5. Гирина О.А. Трещинное Толбачинское извержение имени 50-летия ИВиС ДВО РАН в 2012-2013 гг. // Материалы XXX Крашенинниковских чтений. Петропавловск-Камчатский: Камчатская краевая научная библиотека им. С.П. Крашенинникова. 2013. С. 84-87.
6. Ермаков В.А. Формационное расчленение четвертичных вулканических пород. Недра, М., 1977. - 224с.
7. Ермаков В.А., Важеевская А.А. Вулканы Острый и Плоский Толбачик // Бюл. вулканол. станций. 1973. № 49. С. 43-53.
8. Пийп Б.И. Вулкан Толбачик // Бюл. вулканол. станции на Камчатке. 1954. № 20. С. 69-71.
9. Пийп Б.И. Новый побочный кратер вулкана Толбачик // Бюл. вулканол. станции на Камчатке. 1946. № 13. С. 10-21.
10. Пийп Б.И. Ключевская сопка и ее извержения в 1944-45 гг. и в прошлом // Труды лабор. вулканол. Вып. 11. М.: Изд-во АН СССР, 1956. - 312 с.
11. Флеров Г.Б., Андреев В.Н., Будников В.А., Цюрупа А.И. Петрология продуктов извержения // БТТИ, 1975-1976 гг., Камчатка. М.: Наука, 1984. С. 226-272.