

УДК 551.21 + 551.24

© 1993 г. И.В. МЕЛЕКЕСЦЕВ, О.А. БРАЙЦЕВА,
В.Н. ДВИГАЛО, Л.И. БАЗАНОВА

**ИСТОРИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ
АВАЧИНСКОГО ВУЛКАНА НА КАМЧАТКЕ**
(попытка современной интерпретации и классификации
для долгосрочного прогноза типа и параметров
будущих извержений). Часть I (1737—1909 гг.)

На основе полученных авторами новых данных частично ревизованы прежние представления о характере извержений в. Авачинский в 1737—1909 гг., уточнен их тип и геолого-геоморфологический эффект, оценена связанная с ними вулканическая опасность. Показано, что за исключением эффузивно-эксплозивного извержения 1894—1895 гг., все остальные были чисто эксплозивными. Извержения 1737 г. (30—50 млн. м³, (50 ÷ 80) · 10⁶ т), 1779 г. (50 ÷ 70 млн. м³, (80 ÷ 100) · 10⁶ т), 1827 г. (150—200 млн. м³, (240 ÷ 320) · 10⁶ т) отнесены к сильным для исторического эруптивного этапа, остальные (1772, 1851—1855, 1878, 1881, 1894—1895, 1901 и 1909 гг.) — к слабым и умеренным.

HISTORICAL ERUPTIONS OF THE AVACHINSKY VOLCANO IN KAMCHATKA, ATTEMPT TO GIVE A MODERN INTERPRETATION AND CLASSIFICATION FOR LONG-TERM PREDICTION OF THE TYPES AND PARAMETERS OF FUTURE ERUPTIONS. PART I (1737—1909), by Melekestsev I.V. *, Braitseva O.A. *, Dvigalo V.N. ** and Bazanova L.I. * The old views on the style of the Avachinsky eruptions during 1737—1909 have partially been revised based on new data obtained by the authors. We specified their types and geological-geomorphological effect and made an assessment of the related volcanic hazards. All the eruptions were merely explosive except for the effusive-explosive eruption of 1894—1895. The eruptions of 1737 (30—50 mill. m³, (50 ÷ 80) · 10⁶ t), 1779 (50—70 mill. m³, (80 ÷ 100) · 10⁶ t) and 1827 (150—200 mill. m³, (240 ÷ 320) · 10⁶ t) are referred to large for this historical eruptive stage, the rest (of 1772, 1851—1855, 1878, 1881, 1894—1895 and 1909) are regarded as small and moderate.

(Received April 8, 1993)

* *Institute of Volcanic Geology and Geochemistry, Far East Division, Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683006 Russia*

** *Institute of Volcanology, Far East Division, Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683006, Russia*

Авачинский вулкан (Авачинская сопка, Авача) с координатами кратера 53°15,3 с.ш. и 158°49,8 в.д. — классический пример вулкана типа Сомма-Везувий. Он состоит (рис. 1) из соммы поздне-плейстоценового возраста, открытого на ЮЗ обвальном-взрывном кратере размером 4,5 × 4,0 км, образованного около 30 тыс. лет назад [10] в результате катастрофического извержения, и активного Молодого конуса (абсолютная высота вершины в 1974 г. —



Рис. 1. Вершинная часть в. Авачинский (вид с ЮЗ) до извержения 1991 г.

2733,1 м), начавшего формироваться около 3800 лет назад (~ 3500¹⁴ С л.н.). Расположенный в непосредственной близости от городов Петропавловск-Камчатский (в 25—30 км к ССВ и С) и Елизово (30 км к ВСВ), он был одним из самых активных на Камчатке в XVIII—XX вв. С 1737 г. известно 14 его извержений разной силы и типа. Однако сравнительно детально фиксировался ход и последствия извержений только в 1926—1927, 1938 и 1945 гг. Причем никто лично из специалистов-вулканологов даже и эти извержения не наблюдал: А.А. Меняйлов и Б.И. Пийп при описании хода извержений 1938 и 1945 гг. опирались преимущественно на рассказы очевидцев этих событий. Исключением является лишь извержение в январе 1991 г., когда сотрудниками Института вулканологии и вулканической геологии и геохимии ДВО РАН был собран большой фактический материал.

Поэтому имеющиеся сейчас сведения о большинстве исторических извержений вулкана носят, как правило, отрывочный, а иногда и противоречивый характер. В связи с чем некоторые ранее высказанные представления о последствиях этих извержений начали пересматриваться уже после проведения летом 1931 г. первых профессиональных исследований (А.Н. Заварицкий, Б.И. Пийп) на Авачинском вулкане. Так, Б.И. Пийп [13] подверг, например, сомнению данные в частом излиянии лавовых потоков в историческое время.

Для решения же различных теоретических и практических задач, связанных с в. Авачинский, мало знать только хронологию его исторических извержений. Требуется иметь как можно больше достоверных данных о типе и параметрах конкретных извержений. Однако получить такие данные, основываясь лишь на показаниях очевидцев извержений без соответствующих комментариев, не всегда возможно, поскольку даже в лучшем случае они соответствуют уровню

тогдашних знаний о вулканах, которые в XVIII—XIX вв. еще только начинали всерьез изучаться. Тем более что сведения об исторических извержениях в Авачинский чаще всего получены от людей, специально исследованиями вулканов не занимавшихся.

С момента же проведения первых экспедиционных вулканологических работ на в. Авачинский под руководством А.Н. Заварицкого летом 1931 г. [4], организации в 1935 г. Камчатской вулканологической станции и особенно Института вулканологии в 1962 г., всестороннее изучение этого вулкана продвинулось далеко вперед. Кроме того, начиная с 30-х годов XX в. намного по сравнению с предшествующим периодом, выросла сумма мировых знаний о вулканах и вулканических процессах в целом.

Поэтому сейчас появилась возможность заново рассмотреть и частично ревизовать на базе современных знаний о в. Авачинский и вулканах вообще данные прежних исследований о его исторических извержениях, которые пока обобщены только по состоянию на начало 50-х годов в [2], и, синтезировав все имеющиеся материалы, получить более объективное представление о характеристиках этих извержений для долгосрочного прогноза параметров будущих извержений. Дело в том, что по результатам проведенной нами реконструкции истории эруптивной активности Молодого конуса Авачинского вулкана, типы и параметры его извержений XVIII—XX вв. и извержений последних 1,5—2 тыс. лет обладают большим сходством и поэтому они вряд ли кардинально изменятся в ближайшие сотни лет. Оценка же вулканической опасности от извержений Авачинского вулкана сейчас особенно актуальна в связи с приближением к нему границ населенных пунктов и началом в 70—80-х годах XX столетия хозяйственного освоения участков, непосредственно примыкающих к подножию конуса вулкана. Кроме того Авачинский вулкан ежегодно посещают тысячи туристов, поднимающихся к его активному кратеру.

При анализе хода, геолого-геоморфологического и экологического эффектов, типизации и вулканической опасности, обусловленных конкретными извержениями, в целях объективности и в связи с тем, что свидетельства очевидцев представляют все-таки наибольшую ценность, описание извержений сопровождается помещенными в статье цитатами из работ, где такие описания приведены.

Извержения XVIII века

Извержение 1737 г. Самое раннее упоминание об исторических извержениях Авачинской сопки имеется в знаменитом труде С.П. Крашенинникова «Описание земли Камчатки» [7]. Характеризуя тогдашнее состояние вулкана и его извержение в 1737 г., С.П. Крашенинников сообщает следующее: «Помянутая гора из давних лет курится беспрестанно, но огнем горит временно. Самое страшное ее возгорание было в 1737 году, по объявлению камчадалов в летнее время, а в котором месяце и числе, того сказать не умели; однако же оно продолжалось не более суток, а окончилось извержением великой тучи пеплу, которым около лежащие места на вершок (~ 2,5 см, прим. авторов) покрыты были» [7, с. 206—207].

Известное катастрофическое землетрясение 1737 г. произошло на несколько месяцев позже: 6 октября «... пополуночи в третьем часу...» [7, с. 207].

Поэтому можно заключить, что летом 1737 г. наблюдалось короткое, но сильное и, по-видимому, чисто эксплозивное извержение, не сопровождавшееся заметной предварительной сейсмической подготовкой. По данным исследований тефрохронологической группы Института вулканической геологии и геохимии ДВО РАН, оно предвлялось периодом относительного покоя длительностью 150—200 лет. Во всяком случае, в это время не было эксплозивных извержений с значительными объемами тефры, которая могла бы образовать видимые прослой в изученных нами разрезах почвенно-пирокластического чехла.

Судя по местонахождению в разрезах почвенно-пирокластического чехла тефры (темно-серый средне- и крупнозернистый песок с белыми кристаллами плагиоклаза) извержения 1737 г., она отлагалась преимущественно в восточном и юго-восточном направлениях от вулкана. Ее мощность в изученных разрезах не превышает 1—4 см: 3—4 см — в 11 км к ЮВ; 1—3 см — в 7—8 км к ВЮВ от кратера Авачи. Это в 4—5 раз меньше, чем мощность тефры на таком же расстоянии от кратера близкого по длительности извержения Авачинского вулкана 25 февраля 1945 г.

Таким образом, несмотря на кажущуюся «катастрофичность» описания извержения 1737 г. на самом деле оно таковым не было. По нашей очень грубой оценке, суммарный объем выброшенной тефры не превышал, по-видимому, 30—50 млн. м³, а ее вес — $(50 \div 80) \cdot 10^6$ т.

Обращает внимание, что рассматриваемое извержение произошло субсинхронно с катастрофическим извержением Ключевской сопки в конце сентября 1737 г. [7], а также с сильными извержениями вулканов Горелый и Мутновский [9]. Приуроченность к тому же этапу катастрофического землетрясения 6 октября (старого стиля) 1737 г., одного из самых сильных ($M = 8,3 \pm 0,7$) за последние столетия на Камчатке, с которыми были связаны значительные деформации побережья и подводного склона юго-восточной Камчатки, позволяет предположить связь всех этих событий с единой причиной. Возможно, что такой причиной был один из общекамчатских эпизодов ускорения субдукции. Последнее тем более вероятно, что землетрясение 6 октября было лишь началом 3-летнего (1737—1740 гг.) периода повышенной сейсмичности всей Камчатки [7].

Извержение 1772 г. О следующем извержении Авачинского вулкана практически ничего неизвестно, кроме его даты — предположительно 1772 г. О ней можно судить по сообщению А. Постельса [14], который отмечал, что за 55 лет до его прибытия на Камчатку (1827 г.) было извержение. Мы также не располагаем никакими данными об этом событии. Его тефра нами не обнаружена.

Извержение 1779 г. Сведения об извержении 1779 г. содержатся в отчете о плавании капитанов Cook, Clerk и Goge в Тихом океане, совершенном в 1776—1780 гг. Там сообщается, что 15—16 июня произошло очень сильное пепловое извержение Авачинского вулкана. Пеплом обсыпало корабли эскадры Кука в Авачинской бухте [2]. Описание пеплопада этого извержения приведено в дневнике лейтенанта Дж. Кинга: «15 июня. Были удивлены, когда перед рассветом услышали шум, подобный отдаленным раскатам грома, а на рассвете обнаружили, что палуба и борта покрыты тонкой пылью, похожей на наждачный порошок. Пыль эта висела в воздухе, и из-за нее стояла мгла. В направлении вулканической горы (Авачинской сопки), то есть к N от острога, сгустилась такая тьма, что мы не смогли разглядеть очертаний горных гряд. Около полудня и после полудня извержение вулкана все еще продолжалось, создавая звуки, подобные отдаленному грому, и сопровождаясь тучами золы; в общем частицы ее были величиной с горошину, но на палубах подбирали кусочки размером с грецкий орех, и многие такие частицы не претерпели изменений, вызываемых огнем. Зола смешивалась с грязью и оседала в потоках дождя, с ней выпадал пепел. Ближе к вечеру стало ужасно греметь и сверкать, и глубокая тьма, рассеянная в воздухе, создавала небывало гнетущее впечатление. Эффект вулкана должен был сказываться на большом расстоянии в открытом море: мы были от него на расстоянии 8 лиг (1 лига = 5,556 км, прим. авторов), и пепел падал везде, куда только достигал глаз...» (цитируется по [17, с. 515]). Корабль находился в это время примерно в 45 км от кратера вулкана недалеко от входа в Авачинскую бухту.

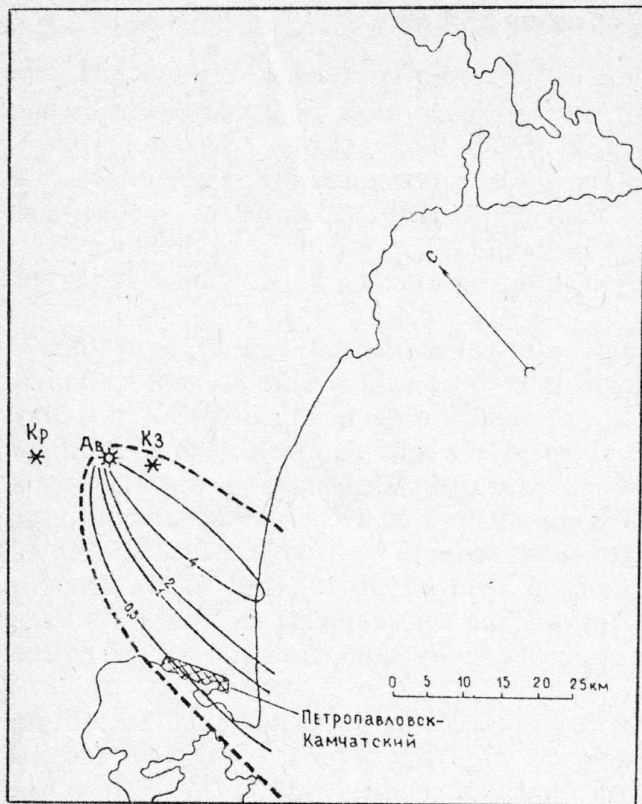


Рис. 2. Изопахиты тefры извержения вулкана Авачинский 15—16 июня 1779 г. Пунктирная линия — граница зоны пеплопада. Звездочками показаны вершины вулканов Авачинской группы: Кр — Корякского, Ав — Авачинского, Кз — Козельского

Нашими исследованиями тefра извержения Авачинского вулкана 1779 г. обнаружена в большом количестве мест в верхней части разрезов почвенно-пирокластического чехла и, в частности, на участке от восточной окраины г. Петропавловск-Камчатский до оз. Светлое на Халактырском пляже. Ширина зоны пеплопада на океанском побережье Авачинского залива превышала 40 км. Максимальный размер лапилли на расстоянии 8 км достигал 8—10 см, а в 30—40 км от эруптивного центра был до 3—3,5 см в поперечнике. Гравий и лапилли представлены ювенильным темно-серым и коричневато-серым шлаком андезитобазальтового состава. Ось пеплопада (рис. 2) проходила через массив горы Толстый мыс и была ориентирована почти на юг (аз. 175°). По оси пеплопада на берегу океана мощность тefры была равна 3—5 см. По облику и составу тefра извержения 1779 г. практически неотличима от тefры извержения Авачинского вулкана 25 февраля 1945 г., но заметно (в 3—5 раз) отличалась от нее по мощности на одном и том же расстоянии от кратера вулкана. Поэтому и ее объем должен быть тоже примерно в 3—5 раз меньше, так как по типу оба извержения одинаковые. Мы очень ориентировочно, поскольку большая часть зоны пеплопада была над океаном, оцениваем его в 50—70 млн. м³, а вес — в $(80 \div 110) \cdot 10^6$ т. При этом подавляющая часть материала тefры ювенильного происхождения, как и в 1945 г. Средняя интенсивность выноса вещества составляла, вероятно, около 1100 т/с.

Приведенное описание пеплопада, кратковременность извержения, сходный облик и состав тefры позволяют достаточно уверенно предполагать, что извержения 1779 и 1945 гг. являются однотипными эксплозивными, хотя и различаются по объему пирокластики.

Извержения XIX века

Извержение 1827 г. Материалов о состоянии кратера в. Авачинский перед извержением 1827 г. и о самом этом извержении имеется значительно больше. Это объясняется прежде всего тем, что в июне 1824 г. физик Г. Ленц и минералог Э. Гофман — участники кругосветного плавания на военном шлюпе «Предприятие» (1823—1826 гг.) под руководством Котцебу — совершили впервые подъем на вершину в. Авачинский [15], а геолог А. Постельс в 1827 г. [14] описал последствия рассматриваемого извержения. Крупный вклад внес также К. фон Дитмар [3].

По данным Э. Гофмана, «жерло ея (Авачи, прим. авторов), окружностью несколько сот футов, закрыто на дне, а по бокам окружено стеною в 30 футов вышины. На восточной стороне его видна порода трахитовый порфир с кристаллами полевого шпата, а по краю его в породе сей находятся поры с красным насадом; на дне в трахите проходят многие трещины, покрытые серою» (цитируется по [3], с. 62—63). Следовательно, в кратере в. Авачинский летом 1824 года интенсивной фумарольной деятельности не было. Сам же кратер был значительно меньше и мельче, чем в 1931—1990 гг. (см. ч. II). Поэтому абсолютная высота вершины в. Авачинский могла достигать тогда, по нашей реконструкции, 2800—2850 м при диаметре кратера порядка 100 м и его глубине ~ 10 м.

А. Постельс предпринял попытку подняться на в. Авачинский 26 сентября 1827 г. Описывая ход извержения, со слов очевидцев, и, по собственным наблюдениям, его последствия, он пишет в своем труде [14, с. 53]: «О сем извержении жители порта и деревни Авачи сообщили нам следующие известия: Ночью на 27-е июня (1827), при облачном небе, увидели они на вершине вулкана слабоз пламя, а около 10 часов утра вместе с дождем выпало значительное количество пепла. Это продолжалось три дня сряду, причем атмосфера затемнилась и слышен был непрерывный подземный шум, сопровождаемый периодическими ударами. По утру 20-го числа чувствовали сильное колебание земли, от которого во многих избах Авачинской деревни¹ разбились стекла и разселись бревна. Вслед за тем последовало извержение, с большим количеством пепла и дыма. К ночи густые облака разсеялись и профиль вулкана ярко обозначался разноцветными огнями, появившимися от вершины его до подошвы. Из самого жерла беспрестанно вылетали раскаленные камни, подобно огненным шарам и крупным искрам. После сего пепел и дым уменьшились, подземный гул затих, и по прошествии двух дней не происходило более особенных явлений; только в течение восьми дней по юго-западному скату горы простиралась огненная струя, и вулкан продолжал дымиться, как и прежде извержения».

По пути на Авачинский вулкан 25 сентября в районе гряды Синичкина (~ 25 км к ЮЮЗ от кратера вулкана) А. Постельс оказался в зоне пеплопада извержения 1827 г.: «...частью от сотрясения, частью же от ветра, с дерев поднялась тонкая едкая сажа, которая ложилась нам на грудь и причиняла весьма неприятное чувство в горле» [14, с. 54]. За ручьем Первый (около 22 км к ЮЮЗ от кратера в. Авачинский) количество выпавшего пепла увеличилось: «Трава везде засохла и беспрестанно менее и менее виднелась из-под пепла;...» [14, с. 54]. В 10—11 км к ЮЮЗ от кратера мощность тефры еще более возросла: «... шествие наше крайне было затрудняемо слоем пепла, становившимся час от часу глубже, так что мы вязли по колена в сей зыбкой массе» [14, с. 55].

Здесь А. Постельс, судя по его описанию, достиг окончания горячего пирокластического потока в долине р. Сухая Халактырская: «...внимание остановилось на некоторых конических возвышениях, которые отселе не только

¹ Авачинская деревня (сейчас пос. Авача) — 30 км к ЮЗ от кратера в. Авачинский

встречались чаще и становились час от часу выше, (не редко до 12 фут высоты, при объеме 30 футов), но еще отличались и тем, что из вершин их поднимался столб дыма, распространявший крепкий серный запах, и на краях отверстий оставался насад аммиачных и квасцовых солей. В некоторых из сих отверстий термометр поднимался до 70°Р, в других же лопнула трубка, которой разделение простиралось выше точки кипения... Между сими возвышениями встречали мы в пепле воронокообразные углубления, имевшие в диаметре до 15 футов, и в середине их отверстия, кои окружены были концентрическими трещинами, также расщелины, откуда выходил густой дым... Эта масса, местами перегоревшая и окалистая, простиралась в ширину более, нежели на полторы версты. В середине и по бокам ее видны были глубокие пропасти, из которых стремились пары и газы... хотя уже прошло шесть недель после извержения, мы приближаясь к ней, почувствовали жар, как от раскаленной печи. Кроме того около ней не было видно снега... У подошвы вулкана, ночью, мы во многих местах у черной струи замечали небольшие огоньки, кои, по-видимому, находились именно над трещинами, из коих накануне при нас выходил густой дым» [14, с. 56—58].

По данным А. Постельса, отложения пирокластического потока были вскрыты в вертикальных стенках высотой 15—20 футов. Они были черного и красного цвета, очень рыхлыми: «Дувший с высот, ветер отрывал в присутствии нашем менее крепкие части, кои в падении своем сокрушили неровности на стенах...» [14, с. 57]. Поверхность потока была очень неровная с «остроконечными и иглистыми неровностями» (рис. 3). Такое описание указывает вероятнее всего на то, что здесь имеется комбинация из отложений пирокластического потока и взрывных (или обвально-взрывных) толщ.

Приуроченность пирокластического потока к долине р. Сухая Халактырская объясняется тем, что, по рассказам местных жителей: «...юго-западная часть жерла при последнем извержении получила трещину и частью провалилась; ходив прежде часто около сего места на охоту, они до тех пор никогда не замечали жерла в таком виде» [14, с. 58].

Пирокластическая природа этого образования позднее была подтверждена Б.И. Пийпом [13], который, изучив рисунок А. Постельса, убедительно доказал, что это был не лавовый, а «раскаленный агломератовый поток». Материал потока, по данным Б.И. Пийпа, — слегка пористый пироксеновый андезит. Мощность отложений 7—8 м.

По нашим данным, агломератовый поток, описанный А. Постельсом и Б.И. Пийпом, имел протяженность более 10 км и оканчивался в долине р. Сухая Халактырская на высоте 800—900 м в 9 км от кратера Авачинского вулкана. В отложениях потока нами были обнаружены древесные угли (стволы и ветви ольхового стланника), датированные ¹⁴С методом: 220 ± 40, 70 ± 40, 130 ± 40 л.н. (ГИН-6377).

Вполне возможно, что именно этот протяженный и значительный по объему (10—20 млн. м³) раскаленный агломератовый пирокластический поток и был главной причиной возникновения мощного лахара, прошедшего по р. Сухая Халактырская до океана. Отложения лахара находятся в настоящее время на высоте до 15—20 м над современным дном долины этой сухой реки.

При втором походе на Авачинский вулкан в июне 1828 г. маршрут А. Постельса проходил по юго-восточному гребню соммы, по которому он поднялся до его высшей отметки. Гребень на всем протяжении был покрыт пеплом извержения 1827 г. Подъем был прекращен в связи с тем, что «... душливый дым и пар, который вдруг от изменившегося ветра понесли нам на встречу, затрудняли дыхание и приводили нас в совершенное изнеможение» [14, с. 60]. Этот факт указывает, что, спустя год после извержения, Авачинский вулкан все еще проявлял интенсивную фумарольную деятельность.

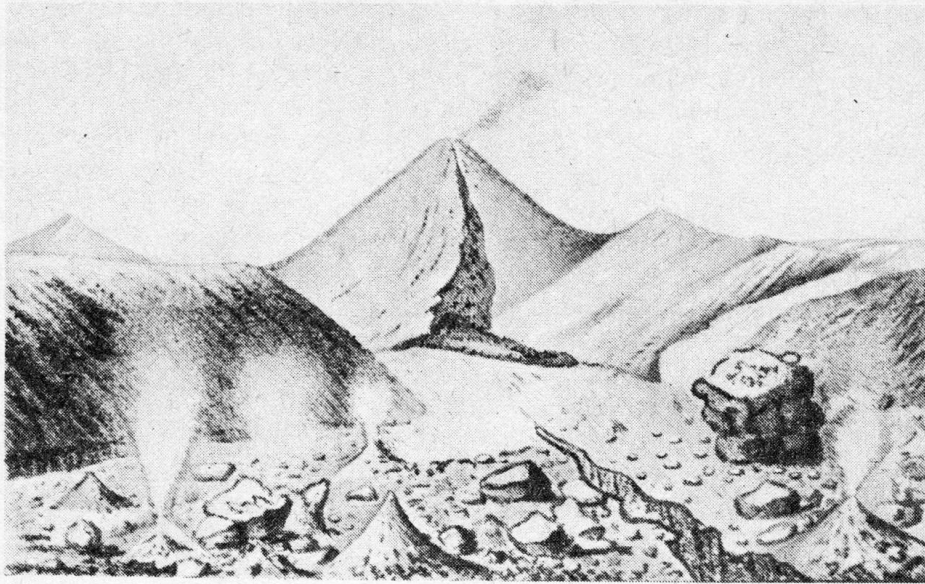


Рис. 3. Поверхность пирокластического потока 1827 г. в верховьях р. Сухая Халактырская. Рисунок А. Постельса (восстановлен для печати В.Н. Двигало)

Исключительно интересные сведения об этом извержении приводятся К. фон Дитмаром [3]. На с. 118—120 он пишет: «... показания старика Машигина. Он рассказал мне о страшном происшествии, имевшем место приблизительно 25 лет тому назад. Авачинская сопка, прежде гораздо более высокая, чем Коряцкая, внезапно провалилась при страшном грохоте и сильных подземных толчках. Солнце затмилось, на обширном пространстве выпал сильнейший дождь пепла, образовавший такие мощные слои, что всю траву засыпало, кусты пригнуло к земле, а ветви деревьев сломались. Огненные столбы поднимались высоко к небу и изливались колоссальные потоки лавы... Далее Машигин сообщил мне, что до последнего извержения, еще будучи высокой горой, Авача действовала очень слабо, выпуская только небольшие облака пара. После же извержения, напротив, вулкан постоянно обнаруживал более интенсивную работу, отчего и заслужил у местных жителей название Горелой сопки... Машигин с сожалением рассказывал о том, как сильно изменилась гора после описанной катастрофы. Особенно чувствительно было полное уничтожение участков, где прежде была прекрасная охота на диких баранов. Все богатые пастбища, с обильной и мощной альпийской растительностью, пропали; животные, понятно, ушли. Бараны, соболи, сурки и дикие олени прежде водились там в изобилии, и всякая охота за ними доставляла богатую добычу. Теперь все мертво... Охота теперь возможна лишь на Коряцкой сопке, которая не была тронута катастрофой; но и здесь она стала менее добычливой, благодаря обильному выпадению пепла».

Судя по приведенным описаниям, трехдневное извержение в Авачинский в 1827 г. было настоящей экологической катастрофой для всей Авачинской группы вулканов. Причем наибольшую опасность представлял очень сильный пеплопад, затронувший обширную территорию. Южная граница пеплопада проходила фактически по северной границе современного Петропавловска-Камчатского, на расстоянии около 25 км от кратера Авачинского вулкана (рис. 4). Здесь выпадал тонкий пепел, который в виде налета на листьях и ветках наблюдал А. Постельс во время своего маршрута на Авачинский вулкан. Пепел покрывал также склоны всех трех вулканов Авачинской группы.

По нашим данным, тефра этого извержения в разрезах почвенно-пирокластического чехла на склонах и у подножий Авачинского и Козельского

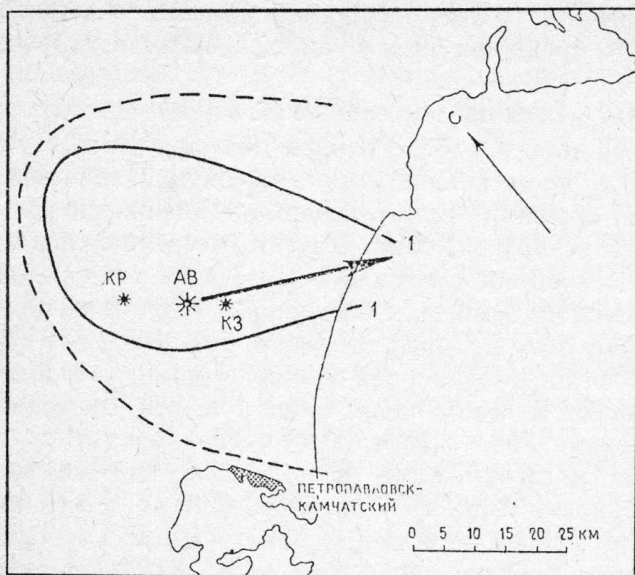


Рис. 4. Распространение тefры извержения в. Авчинский в июне 1927 г. Пунктир — граница зоны пеплопада, сплошная линия — 1-см изопакита. Звездочками обозначены вершины вулканов Авачинской группы: КР — Корякского, АВ — Авачинского, КЗ — Козельского. Стрелкой показано предполагаемое направление оси пеплопада

вулканов имеет большую мощность и крупность, что хорошо согласуется с тем, что во время пеплопада «... всю траву засыпало, кусты пригнуло к земле, а ветки деревьев сломались...» Подобное бывает лишь при очень сильных пеплопадах. Вблизи вулкана тefра представлена крупно- и грубозернистым песком с гравием и лапилли темно-серого (почти черного) шлака. Ее состав андезитобазальтовый.

В кульминационную фазу ось пеплопада проходила в юго-восточном направлении (аз. около 120°). Здесь на расстоянии 10 км от кратера в. Авачинский мощность тefры составляет сейчас 25—30 см, что только примерно в 1,5—2 раза меньше на том же расстоянии от эруптивного центра, чем тefры самого сильного исторического извержения Авачинского вулкана в 1945 г. Размер лапилли шлака достигает здесь 5—7 см. С учетом этого, а также, принимая во внимание обширные агломератовые пирокластические потоки, которые покрывали во время извержения весь южный сектор склона Молодого конуса, суммарный объем выброшенной пирокластики был, вероятно, соизмерим с объемом пирокластики извержения 1945 г. В первом приближении мы принимаем его равным 0,15—0,20 км³ (в 1945 г. около 0,3 км³), а ее вес — $(0,24—0,32) \cdot 10^9$ т. При длительности извержения в 3-е суток средняя интенсивность выноса ювенильного вещества составит около 900 т/с.

На основании вышеизложенного вполне определенно можно решить и вопрос о характере извержения. Наиболее вероятно, что оно было чисто эксплозивным, так как никаких свидетельств существования настоящего лавового потока в работе А. Постельса не приводится. Не обнаружен он и нашими исследованиями. Условно принимаемый А.Н. Заварицким [4] за него лавовый поток на самом деле, по данным тefрохронологического датирования, является более древним.

Катастрофичность извержения во многом, по-видимому, объясняется тем, что перед извержением кратер в. Авачинский был небольшим, а жерло вулкана закупоренным (см. описание состояния кратера в 1824 г.). Поэтому при подъеме магмы в ходе извержения привершинная часть Молодого конуса была частично разрушена взрывом и обвалом с уменьшением ее высоты, а сам кратер значительно увеличился в размерах. Видимый результат этого — т.н. «провал» вершины вулкана, отмечаемый всеми очевидцами извержения 1827 г.

Интересная особенность извержения 1827 г. — сопровождавшее его сильное землетрясение, эпицентр которого предполагается в районе г. Петропавловск-Камчатский [5].

Извержение 1855 г. Сведения о состоянии в. Авачинский в 1851—1854 гг. и его извержении в 1855 г. имеются лишь в работе К. фон Дитмара [3]. По его данным, уже с конца 1851 г. вулкан проявлял достаточно высокую активность, иногда сопровождаемую и чувствительными землетрясениями в Петропавловске-Камчатском. Так, «... 25 ноября, к вечеру, мы были испуганы горизонтальным толчком, распространившимся с северо-востока на юго-запад, а на следующий день с горы поднимались очень большие темные облака дыма... Подземный шум с Авачинской сопки подходил все ближе и ближе, становясь в то же время все громче и громче; впечатление было подобное тому, как если бы по твердому грунту бешено несли по направлению к нам большой табун лошадей. Внезапно затрещали все балки в доме, закачались висевшие на стенах предметы, а подземный гул пошел дальше к юго-западу... в несколько секунд все успокоилось. Усиленная деятельность горы продолжалась еще до середины февраля 1852 г., до извержения однако не дошло... За это время из горы неоднократно поднимались темные облака пара, а матросы, рубившие лес поближе к подошве ее, несколько раз попадали под дождь пепла и даже наблюдали небольшой огонь на вершине вулкана» [3, с. 135—136].

И далее: «В течение описываемой зимы выбрасывание пара пять раз было особенно сильно, так что мы ждали даже извержение; это случилось 1 декабря 1852 г., 2, 21 и 22 января и 25 февраля 1853 г. [3, с. 398].

«21 декабря 1853 г. как будто заметно было появление огня, а 19 января и 14 марта 1854 г. вырывались особенно большие массы дыма» [3, с. 571].

13 августа 1854 г. во время подъема на Молодой конус Авачинского вулкана Дитмар писал: «Из вершины поднимались темные массы дыма... От времени до времени внутри горы слышалось глухое рокотание, вроде раскатов грома, причем почва каждый раз заметно сотрясалась» [3, с. 609].

Из приведенных описаний видно, что временами вулкан находился даже в стадии слабого извержения: выбросы пепла, заметное дрожание конуса одновременно с выбросами темных клубов дыма.

Непосредственно же перед самым извержением 1855 г. произошло некоторое снижение активности вулкана: «Гора, как всегда, испускала спокойно свои облака дыма, как вдруг 28 мая, в 7 часов вечера, послышался внезапно страшный грохот, затем из кратера показались густые облака, и к небу поднялся высокий огненный столб. В течение многих дней продолжалось сильное извержение при не переставшем громе и грохоте, и далеко вокруг разбрасывал пепел и другие продукты извержения. За этим первым энергичным извержением последовал более спокойный период, в продолжение которого однако поднимались вверх темные клубы дыма, и, не переставая шел дождь из пепла. Эта стадия извержения еще продолжалась... в начале сентября...» [3, с. 704—705].

Изложенный материал позволяет заключить, что в 1851—1855 гг. имела место, вероятно, серия извержений разной силы, а извержение 1855 г. было самым сильным из них.

Тефра извержений 1851—1855 гг. в окрестностях Авачинского вулкана пока надежно не идентифицирована. Не исключено, что она вообще не отличалась большой мощностью и поэтому не образовала самостоятельного прослоя в почвенно-пирокластическом чехле. Поскольку сведения об излиянии лав отсутствуют, все эти извержения следует считать эксплозивными. Отсутствие же заметных прослоев тефры свидетельствует, вероятно, об умеренной силе извержений 1851—1855 гг.

Извержения 1878 и 1881 годов. О последующих двух извержениях практически ничего неизвестно кроме их дат — 1878 и 1881 г. [8, 11]. Скорее

все это указывает на небольшую силу извержений. Хотя не исключена и другая причина — отсутствие жителей в Петропавловске-Камчатском, покинувших город в 1855 г. после нападения англо-французов.

Извержение 1894—1895 годов. Данные об извержении Авачинского вулкана в 1894—1895 гг. приведены в работе В. Маргаритова [8, с. 51—54] со слов известного исследователя Камчатки В.Н. Тюшова. По данным последнего, сильное извержение Авачинского вулкана было в октябре 1894 г., когда, после значительного сотрясения окружающей местности и извержения тучи пепла и камней, вылился поток лавы шириной сажен 300 (640 м) и длиной на 2/3 конуса. При подъеме В.Н. Тюшова на Авачинский вулкан в середине февраля 1895 г. октябрьский лавовый поток был еще горячим. Находясь на высоте 4500—5000 футов (1372—1524 м), он видел, как из кратера медленно поднимались лавовые массы, сползавшие потом по склону, от которых откалывались отдельные глыбы и утесы, стремительно несшиеся вниз. А отдельные глыбы, описав в воздухе дугу, падали на склоны, разламываясь на тысячи кусков.

Судя по этому описанию, извержение в феврале 1895 г. очень напоминало финальную фазу извержения Авачинского вулкана в январе 1991 г. Однако по длительности и по размерам излившихся на склон Молодого конуса лавовых потоков извержение 1894—1895 гг. значительно превосходило извержение 1991 г. По очень ориентировочной нашей оценке, объем лав 1894—1895 гг. был здесь, вероятно, ~ 10 млн. м³, т.е. в 2—3 раза больше, чем в 1991 г. С учетом кратерного заполнения, объем лавы рассматриваемого извержения мог быть равен 13—15 млн. м³.

Если извержение 1894—1895 гг. было близким по типу к извержению 1991 г., несмотря на свою большую продолжительность, становится понятным и отсутствие видимых прослоев его тефры в разрезах почвенно пирокластического чехла района Авачинского вулкана. Мощность свежесопавшей тефры вряд ли превышала несколько миллиметров даже на небольшом удалении от кратера, как это наблюдалось и в 1991 г. Правда, за счет более бурного начала в октябре 1894 г., общее количество тефры рассматриваемого извержения могло быть несколько больше (около 1 млн. м³), чем в 1991 г.

Извержение 1894—1895 гг. — первое историческое извержение, в ходе которого происходили достоверные излияния лавы.

Извержения XX века (1901—1909 гг.)

Извержение 1901 г. Первое извержение XX века произошло 7—13 июля 1901 г. В «Каталоге действующих вулканов Камчатки» [2] оно характеризуется как сильное извержение с излиянием лавы. Однако Б.И. Пийп [13], ссылаясь на его описание, сделанное А. Сильницким [16], справедливо полагает, что наблюдавшаяся картина этого извержения не похожа на излияние вязких глыбовых андезитовых и андезитобазальтовых лавовых потоков, типичных для Молодого конуса Авачинского вулкана. Вот это описание: «... Эффектную картину представляла Авачинская сопка ночью, когда по ее поверхности, от жерла кратера до подошвы, лились огненные потоки лавы. Эти огненные потоки, то широкие, подобные реке, то узкие, подобно ручейку, бороздили сопку по всем направлениям и освещали каким-то невиданным светом могучую Авачу и ее еще более могучую соседку, Корякскую сопку...» (цитируется по [13, с. 14]).

Поэтому Б.И. Пийп приходит к выводу о том, что извержение 1901 г. было взрывным, а так называемые лавовые потоки на самом деле являются раскаленными агломератовыми потоками и связаны с извержением пирокластике из центрального кратера при низком газовом давлении.

Мы полностью согласны с выводом Б.И. Пийпа и еще по следующим причинам. Во-первых, на склоне Молодого конуса Авачи вообще нет столь причудливых по очертаниям свежих лавовых потоков, какие должны быть там,

если основываться на приведенном выше описании А. Сильницкого. Во-вторых, при подъеме на вершину Авачинского вулкана 13 апреля 1909 г. П.Ю. Шмидт [18] обнаружил там сравнительно небольшой (диаметр примерно 100 саженей, глубина около 20 саженей, соответственно 214 и 43 м) кратер, с которым не были связаны никакие лавовые потоки.

Судя по отсутствию заметных прослоев тефры, отвечающей этому извержению, в разрезах почвенно-пирокластического чехла подножия Авачинского вулкана, объем выброшенный тефры был невелик. Поэтому, даже с учетом полного объема (~ 1 млн. м³) кратера, возникшего после извержения, и объема материала агломератовых потоков на склонах Молодого конуса Авачи, суммарный объем ювенильной и резургентной пирокластике вряд ли мог превысить 5—10 млн. м³, а ее вес — $(8 \div 15) \cdot 10^6$ т. В связи с чем извержение 7—13 июля 1901 г. следует считать взрывным и одним из самых слабых в историческое время.

Извержение 1909 г. Состояние активного кратера и облик привершинной части конуса Авачинского вулкана незадолго до его извержения 1909 г. описаны П.Ю. Шмидтом [18]. Подъем на вулкан был совершен 13 апреля из долины р. Сухая Халактырская. В привершинной части склона П.Ю. Шмидтом наблюдались парившие проталины, измеренная температура в одной из них была равна 40°C. Из трещинок в земле и из-под камней шли тонкие струйки пара, а сама земля была местами теплая, даже горячая.

Сам же кратер выглядел следующим образом: «...Мы очутились на краю кратера... Оказалось, что мы стоим на краю довольно обширного, продолговатого и напоминающего скорее ров, углубления, с пологими, покрытыми камнями склонами, еще совершенно белыми от снега... На дне этого кратера, находящемся на глубине примерно 10 сажен, была заметна выбивающаяся из-под камней струйка пара... пар был очень горячий... Оказалось, что на вершине Авачинской сопки два кратера, и что мы вышли на край более древнего, очевидно, наполовину засыпанного продуктами недавних извержений. Это был восточный кратер. Как только мы подошли к западному краю его, так увидели перед собой настоящий, действующий кратер совершенно другого строения. Это была огромная, почти округлая яма, саженей 100 в диаметре и около 20 саженей в глубину, с совершенно отвесными, обрывистыми стенками, покрытыми глыбами лавы и снегом, местами совершенно желтым от осевших на него паров серы. На дне этой ямы виднелась груда нагроможденных друг на друга огромных обломков лавы, и из-под этой-то груды, из расщелин между обломками вырывались со свистом облака удушливых сернистых паров, которые временами застилали весь кратер, так что совершенно не было видно противоположной стороны его... Юго-западная стенка кратера, направленная к Сухой реке, прорвана и образует брешь, через которую, очевидно, и течет лава при извержениях... Спустившись на самое дно... я сунул в расщелину термометр, и он показал лишь 53°C» [18, с. 166—168].

П.Ю. Шмидт впервые в XX в. прямо измерил и высоту вулкана. Она составляла, по определению, проведенному термобарометром, анероидом и барографом, сравненными перед тем с ртутным барометром, 9200 футов (т.е. ~ 2804 м). Это на 63 м больше, чем показано на современных картах — 2741.

Таким образом, в апреле 1909 г. на вершине Молодого конуса Авачинского вулкана имелся сложный кратер, состоящий из двух разных по морфологии, размерам и возрасту кратеров. Более старый из них, судя по описанию и фотографиям, был заполнен лавой, вероятнее всего излившейся во время извержения 1894—1895 гг., частично перекрытой бомбовой пирокластикой 1901 г. Он был, по-видимому, образован главным образом извержением 1827 г., так как все последующие извержения были для этого слишком слабы. Наличие кольцевых валов и понижений указывает на то, что характер лавового

заполнения был близок к таковому после извержения в Авачинский в 1991 г. (см. ниже). Вложенный в него кратер диаметром ~ 214 м и глубиной ~ 43 м, возник в результате эксплозий в 1901 г. Его объем можно оценить примерно в 1 млн. м³.

Немногочисленные сведения о состоянии Авачинского вулкана непосредственно перед извержением и об извержении в августе 1909 г. содержатся в работах В.Л. Комарова и Б.В. Перфильева [6, 12]. В.Л. Комаров отмечал, в частности, 6 июня, что Авачинская сопка уже с неделю непрерывно пускает густые клубы дыма. А 4 октября с берега океана из района с. Халактырка, т.е. с ЮЮВ, он видел как: «На Авачинской сопке, уже густо укутанной в снеговые сугробы так же, как и хребты Паратунской долины, резко выступают три черных дымящихся полосы свежей лавы, вытекшей в августе этого года» [6, с. 393].

Являлись ли черные полосы на склоне конуса действительно лавами или агломератовыми потоками, как в 1901 г., с такого большого расстояния определить было невозможно.

Красочное описание извержения 1909 г. приведено в работе В.К. Арсеньева [1], позаимствованное им из рукописи П.Т. Новограбленова «Вулканы Камчатки», 1922 г.: «Извержение 1909 года принадлежало к слабым, и никаких несчастий не принесло. Оно продолжалось несколько дней, но картина была замечательно эффектной, особенно ночью, когда лава лилась по склону, обращенному к г. Петропавловску. Внизу, вокруг вулкана, горели леса. Из кратера все время взвивались кверху длинные языки пламени и огромные снопы раскаленных добела камней. Небосклон, покрытый густо-черными тучами, изрыгнутыми сопкой, освещался кровавым заревом кратерного огня. Это извержение сопровождалось сильным подземным шумом и колебаниями почвы, явственно шедшими от действующего вулкана» [1, с. 7].

Активный кратер извержения 1909 г. был осмотрен В.К. Арсеньевым 5 августа 1923 г. [1]. По его данным этот кратер имел диаметр по бровке 300—350 м («с версту в окружности») и глубину 100 м. Северная и западная стенки кратера были отвесными, а южная и восточная — менее крутыми, позволявшими спуститься на его дно. Ориентировочный объем полости кратера мог быть примерно 3—4 млн. м³. Следовательно, по сравнению с кратером 1901 г., объем активного кратера Авачинского вулкана увеличился в результате извержения 1909 г. в несколько раз.

Если суммировать и проанализировать имеющийся материал по извержению в августе 1909 г., то представление об излиянии в это время лавовых потоков не может быть подтверждено убедительными доказательствами. Во-первых, на склоне Молодого конуса в юго-восточном секторе отсутствуют какие-либо свежие лавовые потоки. Во-вторых, прежде чем излиться на склон конуса, лава должна была бы непременно залить частично или полностью активный кратер. Этого не зафиксировано. В-третьих, значительное (с 1 до 3—4 млн. м³) увеличение объема полости кратера в ходе извержения могло произойти только в результате эксплозивной деятельности. Наконец, все это хорошо согласуется с наблюдавшейся картиной извержения, имеющего все признаки типичного эксплозивного извержения. Что касается трех «дымящихся полос свежей лавы», то они были вероятнее всего, как и в 1901 г., раскаленными агломератовыми пирокластическими потоками или раскаленными обломочными лавинами.

Сам же ход извержения представляется в следующем виде. После достаточно длительной, но не очень бурной подготовки, в июне-июле (интенсивная фумарольная активность в виде «клубов дыма») произошло слабое до умеренного эксплозивное извержение, продолжавшееся несколько дней. Происшедшими взрывами действующий кратер был расширен. Раскаленные бомбы достигли зоны травянисто-кустарниковой растительности, вызвав пожары. Общий объем изверженной ювенильной и резургентной пирокластики был, по видимому, невелик, поскольку тефра этого извержения в разрезах почвенно-

пирокластического чехла нами не обнаружена. Поэтому мы оцениваем его не более чем в 5—10 млн. м³. Так как в ходе извержения было выброшено 2—3 млн. м³ пород Молодого конуса, то в составе пирокластики должна была быть большая доля резургентного материала. В связи с чем объем ювенильной пирокластики вряд ли превышал 2—5 млн. м³, а вес — $(5 \div 6) \cdot 10^6$ т.

Заключение

Как видно из приведенного материала, по каждому из 10 рассмотренных извержений Авачинского вулкана 1737—1909 гг. ощущается явный недостаток фактических данных, хотя все они произошли совсем недавно на глазах у людей. Несмотря на это, совместное использование откорректированных с современных позиций данных прежних исследователей и результатов наших вулканологических тефрохронологических работ позволило более уверенно судить о типе и силе рассмотренных извержений, масштабах их воздействия на природную среду и сделать некоторые выводы.

1. За исключением эффузивно-эксплозивного извержения 1894—1895 гг. все остальные были чисто эксплозивными. Во время эксплозивных извержений происходили выбросы тефры и неоднократно образовывались пирокластические (агломератовые) потоки. Последние обычно не выходили за пределы подножия Молодого конуса. Только в ходе извержения 1827 г. пирокластический поток спустился в долину р. Сухой Халактырской и прошел по ней на расстояние более 10 км от кратера. Во время эффузивно-эксплозивного извержения 1894—1895 гг. лавовый поток оканчивался на склоне Молодого конуса и имел длину не более 1,5 км.

2. Ориентировочные количественные оценки (объем, вес продуктов извержений), полученные для 7 из 10 рассмотренных извержений, позволили ранжировать их по силе. Извержения 1737 г. ($30\text{—}50$ млн. м³, $(50 \div 80) \cdot 10^6$ т), 1779 г. ($50\text{—}70$ млн. м³, $(80 \div 110) \cdot 10^6$ т), 1827 г. ($150\text{—}200$ млн. м³, $(240 \div 320) \cdot 10^6$ т) отнесены к сильным для исторического эруптивного этапа, остальные (1772, 1851—1855, 1878, 1881, 1894—1895, 1901 и 1909 гг.) — к слабым и умеренным.

3. В разрезах почвенно-пирокластического чехла достаточно уверенно выделяются прослой тефры лишь трех самых сильных извержений (1737, 1779 и 1827 гг.) из 10, происшедших в интервале 1737—1909 гг. несмотря на то, что выброс пеплов наблюдался в ходе всех извержений. Не удалось однозначно идентифицировать с конкретными извержениями (кроме пирокластического потока 1827 г.) и также агломератовые пирокластические потоки на склонах Молодого конуса. Это свидетельствует о весьма значительной неполноте данных, полученных геологическими методами при изучении следов даже недавних исторических извержений по сравнению с реальными событиями.

4. Наибольшее негативное воздействие на растительность и животный мир оказало извержение 1827 г. Оно было и самым опасным. Причем опасность исходила не только от вулканических явлений (сильного пеплопада и протяженного пирокластического потока), но и от мощного лахара по р. Сухая Халактырская, дошедшего до океана.

5. Период с 1737 по 1827 гг. характеризовался повышенным выносом ($\sim 4,9 \cdot 10^6$ т/год) вещества², а последовавший за ним (1828—1925 гг.) — пониженным ($\sim 0,7 \cdot 10^6$ т/год).

Жесткие рамки журнальной публикации, к сожалению, не позволили здесь остановиться на характеристике остальных извержений Авачинского вулкана в XX веке и провести анализ материала по всем извержениям исторического эруптивного этапа с соответствующими выводами и рекомендациями. Это будет сделано во второй части статьи.

² Ювенильного + резургентного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Арсеньев В.К.* В кратере вулкана. Владивосток, 1925. 32 с.
2. *Влодавец В.И., Пийп Б.И.* Каталог действующих вулканов Камчатки // Бюл. вулканол. станций. 1957. № 25. С. 5—95.
3. *Дитмар К.* Поездка и пребывание в Камчатке в 1851—1855 гг. Ч. 1. СПб, 1901. 756 с.
4. *Заварицкий А.Н.* Вулкан Авача на Камчатке и его состояние летом 1931 г. // Тр. Центр. научно-исслед. геол.-развед. ин-та. Вып. 35. 1935. 32 с.
5. *Заякин Ю.А., Лучина А.А.* Каталог цунами на Камчатке. Обнинск, 1987. 53 с.
6. *Комаров В.А.* Путешествие по Камчатке в 1908—1909 гг. Камчатская экспедиция Ф.П. Рябушинского. Ботанический отдел. Вып. 1. М., 1912. 412 с.
7. *Крашенинников С.П.* Описание земли Камчатки. 4-е изд. М.—Л., 1949. 841 с.
8. *Маргаритов В.* Камчатка и ее обитатели // Зап. Приамурского отдела Имп. Русск. Геогр. об-ва. Т. V. Вып. 1. Хабаровск, 1899. 144 с.
9. *Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Пономарева В.В.* Динамика активности вулканов Мутновский и Горелый в голоцене и вулканическая опасность для прилегающих районов (по данным тефрохронологических исследований) // Вулканология и сейсмология. 1987. № 3. С. 3—18.
10. *Мелекесцев И.В., Литасова С.Н., Сулержицкий Л.Д.* О масштабе и возрасте катастрофических извержений типа направленного взрыва вулкана Авачинский (Камчатка) в позднем плейстоцене // Вулканология и сейсмология. 1991. № 2. С. 3—11.
11. *Новограбленов П.Т.* Каталог вулканов Камчатки // Изв. Гос. Геогр. об-ва. Т. XIV. Вып. 1. 1932.
12. *Перфильев Б.В.* Два восхождения на Авачинскую сопку // Изв. Русск. Геогр. об-ва. Т. XLVIII. Вып. 1—5. 1912.
13. *Пийп Б.И.* О раскаленных агломератовых потоках Авачи и о типе извержений этого вулкана // Бюл. вулканол. станции на Камчатке. 1946. № 12. С. 14—18.
14. *Постельс А.* Путешествие вокруг света, совершенное по повелению Государя Императора Николая I на военном шлюпе «Сенявине» в 1826, 1827, 1828 и 1829 годах Флота Капитаном Федором Литке. Часть III. СПб., 1836. 274 с.
15. Путешествие вокруг света, совершенное по повелению Государя Императора Александра Первого на военном шлюпе «Предприятии» в 1823, 24, 25, и 26 годах под начальством Флота Капитан-Лейтенанта Котцебу. СПб, 1828. 200 с.
16. *Сильницкий А.* Поездка в северные округа Приморской области // Зап. Приамурского отд. Русск. Геогр. об-ва. Т. VI. Вып. I. Хабаровск. 1902.
17. Третье плавание капитана Джемса Кука в 1776—1780 гг. М.: Мысль, 1971. 638 с.
18. *Шмидт П.Ю.* Зимнее пребывание в Милькове и Петропавловске. Экскурсия на Авачинскую сопку // Камчатская экспедиция Ф.П. Рябушинского. Зоологический отдел. Вып. I. М., 1916. С. 148—173.

Институт вулканической геологии и геохимии ДВО РАН,
 Институт вулканологии ДВО РАН,
 Петропавловск-Камчатский

Поступила в редакцию
 8.04.1993