

Следы катастрофических событий: новые данные о позднеплейстоценовых обломочных отложениях Авачинского вулкана

Никулина М.А.^{1,2}, Озеров А.Ю.¹, Фролова Ю.В.²

Catastrophic events evidence: new data about the structure of late Pleistocene coarse-grained deposits of Avachinsky volcano

Nikulina M.A., Ozerov A.Yu., Frolova J.V.

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, г. Москва;

e-mail: mariya.nikulina.2002@mail.ru

² Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский

В ходе полевых работ в 2024-2025 гг. исследованы разрезы отложений обломочной лавины, образовавшейся при обрушении древнего конуса Авачинского вулкана около 30 000 л.н. В разрезе четко выделены две пачки – нижняя «желтая» и верхняя «серая». Анализ их состава и строения позволит реконструировать сценарий катастрофы и ее триггеры.

Введение

Авачинская группа вулканов представлена цепью из пяти вулканов (Ааг, Арик, Корякский, Авачинский и Козельский), вытянутой поперек Восточного вулканического пояса Камчатки. Особое значение имеет Авачинский вулкан – один из наиболее активных на полуострове. Он расположен всего в 25-30 км от крупных населенных пунктов (гг. Петропавловск-Камчатский и Елизово), что создает постоянную потенциальную угрозу. Предположительно около 30 000 лет назад произошло катастрофическое обрушение вулканической постройки Палео-Авачи [3], однако получена новая датировка (C¹⁴ метод), согласно которой возраст обрушения составляет ~16 550 л.н. [1]. Возраст обломочной лавины до сих пор вызывает дискуссии. В результате обрушения образовалась обломочная лавина мощностью до 170 м, площадью 400 км² и объемом около 10 км³. Вопрос о причинах и предпосылках обрушения данной постройки до сих пор остается открытым [1, 2]. Одной из задач настоящей работы является выявление механизмов образования и распространения обломочной лавины. Учитывая современное состояние вулканической постройки Молодой Авачи и наличие в ней трещин, нельзя исключать вероятность ее обрушения, в случае которого обломочная лавина достигнет населенных пунктов, в связи с чем возникают и прогнозные задачи исследования. Секторальные обрушения с образованием обломочных лавин являются естественным процессом в эволюции вулканических построек. На отложениях обломочной лавины расположен г. Петропавловск-Камчатский и частично г. Елизово, однако до сих пор данные отложения являются малоизученными, недостаточно задокументированными. Важной задачей также является создание в дальнейшем геомеханической модели, с помощью которой будет произведена оценка устойчивости вулканической постройки.

Основные результаты исследования

В ходе полевых исследований летом 2024-2025 гг. была выполнена серия геологических маршрутов. Точки наблюдений, где были обнаружены представительные разрезы обломочной лавины Авачинского вулкана, были наложены на цифровую модель рельефа (ЦМР) в теневой отмывке (рис. 1). В ходе маршрутов проводилось геологическое опробование с привязкой и фотофиксацией, описание естественных и искусственных обнажений, картографирование. Примерные границы отложений обломочной лавины также представлены на рис. 1, они оконтурены исходя из представлений о направлении движения обломочной лавины с использованием топографической основы, теневой отмывки рельефа и точек, где были обнаружены эти отложения. Естественные обнажения обломочной лавины есть только в береговых обрывах Авачинской бухты и на горе Монастырь. Остальные обнажения имеют искусственное происхождение, они встречены вдоль дорог или в карьерах и

существуют не более нескольких лет. По таким обнажениям был откартирован западный фрагмент лавины (по дороге к поселку Николаевка, ближе к р. Авача). Так, по данным сотрудников ИВиС ДВО РАН А.Б. Белоусова и М.Г. Белоусовой, несколько лет назад в результате дорожных работ в этом районе были вскрыты отложения обломочной лавины, а по данным О.В. Дирксена, более 10 лет назад в этом районе существовал карьер (устные сообщения).

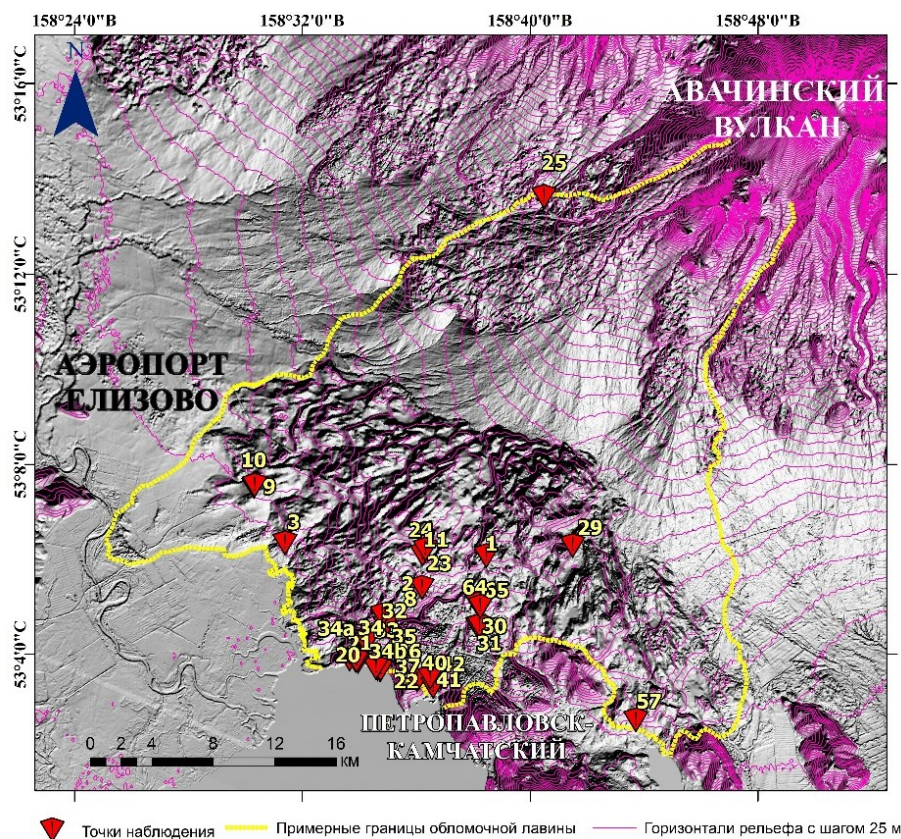


Рис. 1. Карта фактического материала с точками полевых исследований (желтым пунктиром показаны примерные границы распространения позднеплейстоценовых крупнообломочных отложений Авачинского вулкана).

В процессе маршрутных исследований удалось определить, что в строении изучаемой толщи крупнообломочных отложений выделяются две пачки, четко различающиеся по цвету: 1) нижняя – коричневато-рыжая, местами светло-желтая (далее – желтая пачка), 2) верхняя – преимущественно серовато-розовая (далее – серая пачка). Контакт между серой и желтой пачками неровный, четкий (рис. 2а). Каких-либо признаков стратиграфического перерыва не наблюдается. Чаще всего в процессе исследований удавалось обнаружить серую пачку. Желтая пачка обнажается на поверхности только в береговых уступах Авачинской бухты (район бухты Моховой, п. Авача). Желтая пачка в целом имеет коричневато-рыжеватый оттенок, который в наиболее рыхлых дисперсных частях изменяется до желтовато-белого и желтовато-рыжего (рис. 2б). В рельефе отложения желтой пачки образуют вертикальные обрывы, местами с нише-карнизными формами за счет разной степени цементации. Максимальная видимая мощность отложений составляет 15-20 м.

Такие факторы, как желтовато-коричневый окрас отложений, крепко спекшиеся матрикс и обломки, изменения вулканического материала, указывают на то, что желтая пачка была изначально горячей. Вероятно, она образовалась в результате схода раскаленной газонасыщенной обломочной лавины, возникшей при обрушении сегмента вулканической постройки, и представляет ее нижнюю, наиболее горячую часть.

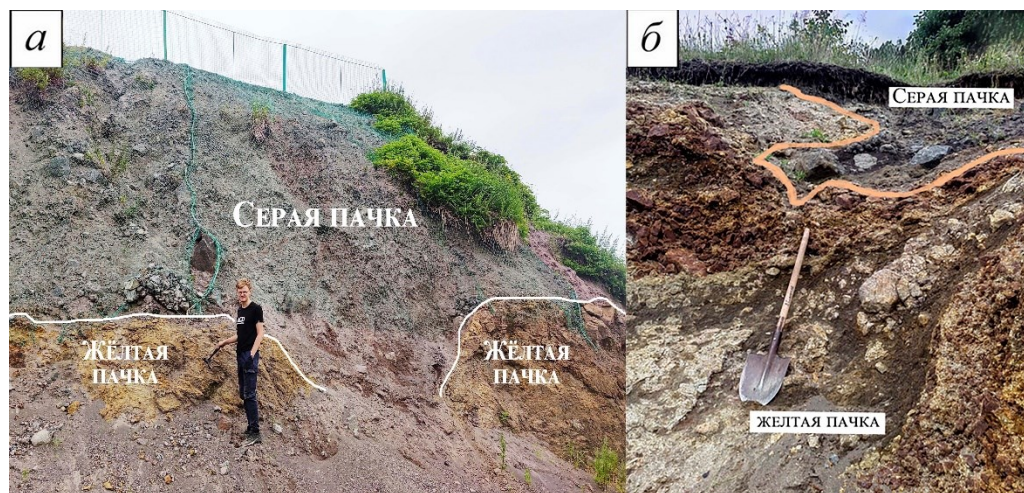


Рис. 2. Контакты серой и желтой пачек обломочной лавины в районе бухты Моховая: ближе к г. Петропавловск-Камчатский (а), в п. Авача (б).

Гораздо чаще в процессе исследований встречалась серая (верхняя) пачка отложений. К основному серому окрасу на отдельных участках добавляются розовато-серый, розовато-коричневый или желтый оттенки в виде невыдержанных прослоев, пятен и линз (рис. 3а). Слоистость можно проследить только в наиболее показательных крупных разрезах, в большинстве случаев слоистость отсутствует или слабо прослеживается (рис. 3б). Крупные обломки, достигающие глыбовой размерности, погружены в более тонкий песчано-дресвяный заполнитель.

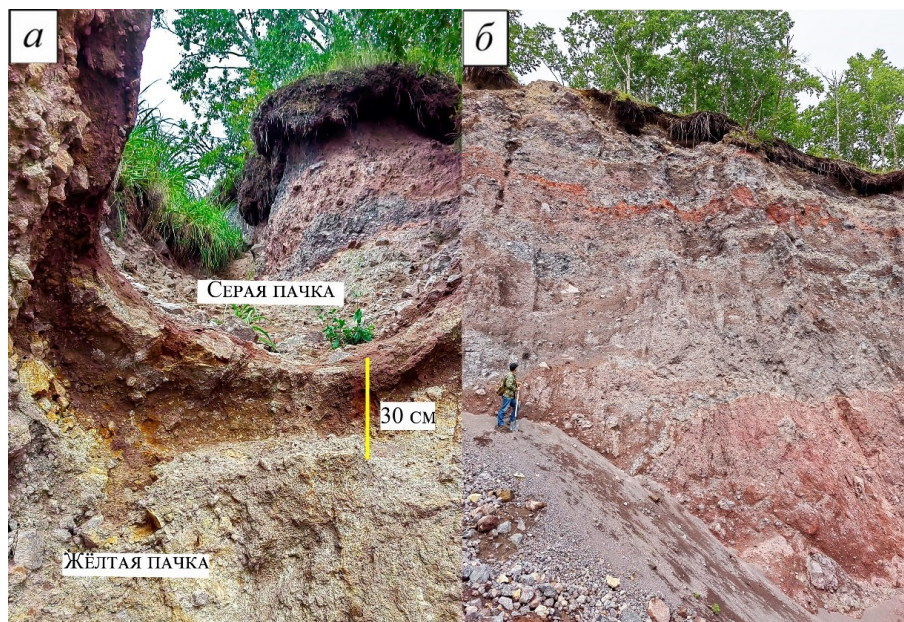


Рис. 3. Разрезы отложений обломочной лавины. а) граница желтой и серой пачек в береговом уступе бухты Моховая; б) обнажение серой пачки обломочной лавины с сохранением первичной последовательности пород (карьер в районе ГБУЗ Камчатская краевая больница им. А.С. Лукашевского).

Обломки имеют преимущественно андезитовый, реже – андезибазальтовый состав; встречаются как массивные, так и пористые разновидности. Отдельные крупные глыбы рассечены характерными для обломочных лавин пилообразными трещинами «jig-saw fractures». Довольно часто обломочный материал сильно изменен, за счет чего приобрел красновато-бурый и желтоватый оттенок и утратил исходные структурно-текстурные признаки. В изученных разрезах отложения серой пачки плавно переходят в вышележащий почвенно-пирокластический чехол. Подобная характеристика в целом

похожа на описание обломочной лавины по данным И.В. Мелекесцева с соавторами [3]. Ее максимальная видимая мощность могла достигать 20-25 м, по скважинным данным – до 170 м.

Как было упомянуто выше, между желтой и серой пачками прослеживается четкая неровная граница. Было обнаружено единственное обнажение (верхняя часть клифа в бухте Моховая), где подошва верхней серой пачки образует слегка наклоненный, явно выступающий карниз (рис. 3а). Вероятно, спустя непродолжительное время после схода раскаленной лавины (нижней желтой пачки), ее перекрыла «холодная» обломочная лавина (верхняя серая пачка), подошва которой спеклась, образовав впоследствии карниз из более прочных пород.

Заключение

К особенностям исследованных обломочных отложений можно отнести местами прослеживающуюся грубую слоистость и двучленное строение толщи: выделены две пачки с четкой неровной границей между ними, без стратиграфического перерыва.

Нижняя пачка имеет желто-рыжий оттенок за счет сильной измененности материала. Вероятно, толщина подверглась гидротермальной обработке. Пачка вскрывается в крутых береговых обрывах Авачинской бухты и имеет видимую мощность около 20-25 м.

Верхняя пачка имеет в основном серый окрас, на отдельных участках – розовато-серый, розовато-коричневый, желтый. Крупные обломки погружены в более мелкий песчано-дресвяный заполнитель. В пачке встречаются крупные глыбы, рассеченные характерными для обломочных лавин пилообразными трещинами «jig-saw fractures». Глыбы имеют андезитовый, реже – андезибазальтовый состав. Максимальная видимая мощность – более 20 м.

Нижняя желтая пачка, по-видимому, изначально была горячей, на что указывает значительная степень «спекания» и измененности обломочного материала. Верхняя серая пачка легла на нее практически без перерыва и, возможно, подверглась изменениям вследствие остывания нижней горячей пачки. Есть вероятность, что одной из причин, способствовавших обрушению старого конуса Авачинского вулкана, могла явиться гидротермальная переработка пород постройки, вызвавшая их разупрочнение.

Коллектив авторов выражает благодарность И.И. Тембрелу, М.Г. Белоусовой, А.Б. Белоусову, О.В. Дирксену, Л.И. Базановой, И.В. Мелекесцеву, М.М. Певзнер, М.Л. Толстых, А.А. Овсянникову, В.А. Боголюбскому, В.К. Чикину, А.А. Платонову за активную помощь в решении задач полевых исследований.

Работа выполнена в рамках «Межведомственной программы комплексных научных исследований Камчатского полуострова и сопредельных акваторий в 2024-2026 гг.» государственного задания Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН по теме НИР № FWME-2024-0015 «Изучение механизмов извержения Авачинского вулкана и создание методик оценки вулканической опасности».

Список литературы

1. Белоусов А.Б., Белоусова М.Г. Крупномасштабные обрушения вулканов Авачинский и Корякский и связанные с ними катастрофические извержения – главная опасность для городов Петропавловск-Камчатский и Елизово // Вулканология и сейсмология. 2025. № 6. С. 75-92.
2. Делемень И.Ф., Аносов Г.И., Константинова Т.И. Склоновые оползневые процессы на территории г. Петропавловск-Камчатский // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. Петропавловск-Камчатский: ИВГиГ ДВО РАН, 2001. С. 916-920.
3. Мелекесцев И.В., Литасова С.Н., Сулержицкий Л.Д. О возрасте и масштабе катастрофических извержений типа направленного взрыва вулкана Авачинский (Камчатка) в позднем плейстоцене // Вулканология и сейсмология. 1991. № 2. С. 3-12.