

ДИСКУССИИ, ОБСУЖДЕНИЯ

УДК 551.24 (234.9)

**О НЕКОТОРЫХ РАСЧЕТАХ КОЛИЧЕСТВА
ПОСТВУЛКАНИЧЕСКИХ ГАЗОВ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ
ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО ВЫБРОСА ЛЕДНИКА КОЛКА**

© 2012 М. Г. БЕРГЕР, д.г.-м.н., проф.

Международный инновационный научно-технологический центр «Устойчивое развитие горных территорий»;
Центр геофизических исследований ВНЦ РАН и PCO-A,
Россия, 362002, г. Владикавказ, ул. Маркова 93а.
e-mail:berger7@rambler.ru

Обсуждаются вопросы количества, динамического воздействия на ледник Колка, распространения, состава и генезиса газов, вызвавших газодинамический выброс ледника Колка в 2002 г.

Ключевые слова: ледник Колка, газодинамический выброс, поствулканические газы.

Высоконапорные глубинные поствулканические газы были главным, определяющим действующим фактором, вызвавшим гигантскую природную катастрофу на леднике Колка и в Геналдонском ущелье 2002 года, ее основной непосредственной причиной. Их исключительно мощное действие проявилось на всех этапах подготовки, проявления и завершения этой катастрофы и определило ее характер (геодинамический тип, механизм протекания) и основные особенности, в том числе гигантские масштабы [Бергер, 2007 и др.]. При этом, в соответствии с изложенными ранее представлениями [Бергер, 2008], основное количество природных газов, обеспечивавших огромное, сверхвысокое быстро возрастающее давление на ледник с нижнего полупространства и в конечном итоге вызвавших газодинамический выброс ледника, находилось в преимущественно трещинном пустотном пространстве литосферного субстрата ледника как непосредственно под ледником, так и на различной, в том числе значительной глубине. Такое, глубинное, предкатастрофическое распространение значительного количества высоконапорных (сжатых) глубинных поствулканических газов в литосферном субстрате ледника Колка подтверждается, в частности, не мгновенным удалением этих газов после пароксизмального взрывоподобного направленного газодинамического (газо-ледо-каменного) выброса ледника Колка, а весьма продолжительным интенсивным пульсационным струйным поверхностным выделением в эпицентре катастрофы и вблизи от него. После выброса ледника, представлявшего локальный газоупорный барьер, экранировавший скопление высоконапорных газов, началось их свободное истечение в атмосферу, приведшее к образованию над тыльной частью ложа ледника Колка огромного газового облака, в течение многих дней устойчиво сохранявшегося и поддерживавшегося новыми порциями газа, выделявшегося из трещин в горных породах. Такова, схематически, общая картина.

Вместе с тем, некоторые вопросы, касающиеся участия поствулканических газов в этой катастрофе, остаются еще недостаточно раскрытыми. Существенно различны (и не всегда обоснованны) и методические подходы к их решению и, соответственно, получаемые результаты, в том числе количественные оценки.

Недавно в печати появились расчеты количества поствулканических газов, как предполагается [Васьков, 2011], необходимого для газодинамического выброса ледника Колка, основанные на учете количества аммонита, необходимого для взрывания («разрыхления и выброса») 1 м³ горных пород VII категории крепости, по Протодьяконову. (С учетом специфики использованного в этих расчетах методического подхода, в дальнейшем изложении для краткости эти расчеты именуется «аммонитовыми»). Одновременно [там же] были высказаны представления о составе поствулканических газов, месте, времени и механизме газообразования в ложе ледника Колка, а также некоторые другие. Настоящая статья посвящена обсуждению этих вопросов, высказанных по ним представлений, расчетов и основанных на них заключений.

* * *

Начнем, прежде всего, с того, что газодинамический выброс, при всей его взрывоподобности, – не взрыв, и автор [Бергер, 2007, 2008] неоднократно подчеркивал это. Для газодинамического выброса ледника необходимо не сверхбольшое количество непосредственно воздействующего на ледник газа, а его сверхвысокое давление [Бергер, 2007, с. 201; и др.] (в таких случаях иногда говорят о сверхдавлении газа) и достаточно быстрое (но всё же растянутое во времени, а не мгновенное как при взрыве) возрастание величины газового давления под ледником [Бергер, 2008, с. 37]. Более того, как было показано [Бергер, 2007, 2008], по механизму подготовки и запуска газодинамический выброс ледника во многом принципиально отличается даже от проявляющихся в подземных горных выработках относительно хорошо изученных многочисленных внезапных газодинамических выбросов, имеющих природно-техногенный характер.

В отличие от взрыва, газодинамическому выбросу ледника обязательно предшествует длительная (достаточно явно проявляющаяся на земной поверхности и в приповерхностной зоне в течение, по крайней мере, нескольких недель) подготовительная стадия, в ходе которой с нарастающей интенсивностью пульсационно протекают процессы предразрушения и начального разрушения ледника, преимущественно поверхностного и приповерхностного трещинообразования и частичного отрыва ледника от вмещающих его пород. Всё это, как уже было отмечено [Бергер, 2007, с. 98–102], снижает последующие затраты энергии на выброс. Предваряющие выброс, эти процессы существенно облегчают его развязывание (запуск), а с некоторого момента, при продолжении возрастания величины газового давления, делают выброс неизбежным и неотвратимым. Всё это нашло явное выражение в установленных при изучении Колкинской катастрофы многочисленных средне- и краткосрочных предвестниках [Бергер, 2008, с. 152–174; и др.].

Вышеизложенное делает абсолютно неправомерным использование при моделировании, расшифровке природы и диагностике (идентификации) газодинамического выброса ледника каких бы то ни было сопоставлений, аналогий и расчетов, основанных на учете свойств любых взрывчатых веществ и величины газовойде-

ления (количества мгновенно образующихся и воздействующих на окружающую среду взрывных газов) при взрывании этих веществ.

Используемые в данных целях «аммонитовые» расчеты и основанные на них оценки и заключения [Васьков, 2011] не учитывают физическую сущность и особенности проявления взрывоподобного газодинамического выброса и взрыва на выброс, основные энергетические условия их осуществления.

В ходе осуществления выброса некоторая часть выбрасываемого материала (но далеко не каждый кубометр, как предполагают «аммонитовые» расчеты) дробится. Однако не это является главной статьёй расхода энергии при выбросе, энергетическим условием его осуществления.

В соответствии, в частности, с результатами, полученными К. П. Станюковичем [Баум, Станюкович, Шехтер, 1959, с. 736], для осуществления взрыва на выброс (как и взрывоподобного газодинамического выброса) энергия взрыва должна быть достаточной для отрыва и преодоления силы тяжести выбрасываемого материала, а не для дробления (измельчения, «разрыхления») всего его объема. Последнее не требуется и никогда в полной мере не происходит. Не происходило в полной мере оно, как известно, и при газодинамическом выбросе ледника Колка. Свидетельством этого является наличие гигантских глыб в составе выброшенного колкинского материала на различном, в том числе весьма значительном удалении от эпицентра выброса. По некоторым оценкам [Гнездилов, 2009, с. 20], вес наиболее крупных из них в районе Кармадонской котловины достигал 100 тонн, а может, и более, что указывает на гигантскую мощность газодинамического выброса ледника Колка и проявившийся при этом инерциальный разлет (метание) выброшенного материала, в полном соответствии с положениями внешней баллистики и практическим опытом применения направленных взрывов (взрывов на выброс) [Черниговский, 1976; и др.].

Как было отмечено выше, «аммонитовые» расчеты [Васьков, 2011] основаны на определении количества аммонита, необходимого для «разрыхления и выброса» горных пород VII категории крепости. На самом же деле, для взрывчатых веществ, имеющих примерно одинаковую величину удельной энергии, удельный расход взрывчатого вещества при взрыве на выброс практически не зависит от механической прочности пород (определяющей их категорию крепости). Определяющую роль здесь играют не прочностные, а плотностные свойства пород, что «аммонитовые» расчеты совершенно не учитывают. В плотностном же отношении лед – исключительно благоприятная для газодинамического выброса горная порода [Бергер, 2007, с. 178–179], требующая для выброса одинакового с другими породами объема наименьших усилий (затрат энергии).

Кроме того, при направленных взрывах и взрывоподобных направленных газодинамических выбросах на склонах (как это имело место при выбросе ледника Колка) существуют «более легкие условия выброса породы из наклонной воронки, поскольку сила тяжести действует не навстречу движению, а под некоторым углом» [Ромашов, 1980, с. 89], что также не учитывается «аммонитовыми» расчетами и основанными на них заключениями.

Необходимо иметь ввиду также, что при газодинамическом выбросе ледника, безусловно, мог проявиться вызываемый наличием больших трещин масштабный эффект [Динес, 1977; Базилевский, Иванов, 1977; и др.], состоящий в том, что при идентичности (выдержанности) состава материала его эффективная прочность с

увеличением масштаба явления уменьшается, чего не учитывают «аммонитовые» расчеты.

В «аммонитовых» расчетах фактически смешиваются совершенно различные явления – дробление (рыхление, разрыхление) породы взрывом и взрыв на выброс. И если между особенностями протекания (но не генезиса и подготовки) второго явления и газодинамическим выбросом, безусловно, имеются значительные элементы сходства, то дробление породы взрывом, лежащее в основе «аммонитовых» расчетов, и газодинамический выброс – совершенно разные явления не только генетически, но и по механизму протекания, и проведение каких-либо аналогий между ними совершенно несостоятельно.

Повторим: в соответствии с результатами, полученными в области физики взрыва, основная энергия взрыва на выброс (и газодинамического выброса) расходуется не на дробление пород, а на преодоление силы тяжести выбрасываемого объема пород определенной плотности. Поэтому при определении энергии, необходимой для взрыва на выброс, потери энергии на дробление горных пород не всегда даже учитываются.

Но, может быть, особенно важно (в свете «аммонитовых» расчетов и соответствующей аргументации) подчеркнуть при этом, что объем расширившихся высоконапорных газов, под действием расширения которых происходят разрушение и движение горных пород, значительно меньше объема зоны разрушения [Баум и др., 1959, с. 734–735].

* * *

Согласно «аммонитовым» расчетам [Васьков, 2011, с. 28], для газодинамического выброса ледника Колка требовалось разрыхление 130–140 млн м³ горных пород, исходя из принимаемого И. М. Васьковым общего объема движущейся массы. Однако, согласно расчетам того же автора [Васьков, 2011, с. 105], «объем материала, выброшенного из ложа ледника Колка, не превышает 70 млн м³». (Примерно таким же, по некоторым данным [Гнездилов, 2009], был и объем движущейся массы при выбросе ледника, что, кстати, не оставляет никакого хоть сколько-нибудь значительного по величине объема для предполагаемого И. М. Васьковым и многими другими авторами единовременного обвала на ледник Колка в момент катастрофы или непосредственно перед ним.) Другую половину движущейся массы, согласно И. М. Васькову, составляет «дополнительный объем за счет обвала» на ледник Колка, в основном, как он полагает, в момент катастрофы, а отчасти «и до основной фазы обвала» [Васьков, 2011, с. 105]. По мнению же Д. А. Петракова, О. В. Тутубалиной и С. С. Черноморца [Петраков, Тутубалина, Черноморец, 2004, с. 37], «превышение объема ледового тела (в Кармадонской котловине) над объемом льда, ушедшего из ледникового цирка, можно объяснить вовлечением в движение масс мертвого льда и моренных отложений, а также разуплотнением льда при движении». При этом необходимо учитывать, что для газодинамического выброса ледника Колка не требовалось разрыхление обвалившегося (тем более незадолго до выброса и не смерзшегося) на ледник материала (он уже был раздроблен при падении). Что же касается вовлеченного в движение материала, находившегося за пределами ледника Колка, то для газодинамического выброса ледника не требовалось не только разрыхление этого материала, но и его выбрасывание. Все это, однако, не учитывается «аммонитовыми» расчетами.

* * *

По мнению И. М. Васькова, основанному на «аммонитовых» расчетах, при газодинамическом выбросе ледника Колка у людей в селениях, расположенных в 15–30 км и даже далее от ледника, должно было проявиться, «как минимум, удушье» и даже смерть, чего ни во время события, ни позже в долинах Геналдона и Гизельдона не отмечалось [Васьков, 2011, с. 28–29]. В связи с таким предположением остановимся на данном вопросе.

Утверждение И. М. Васькова [Васьков, 2011, с. 28], что «основной компонентой» вулканических газов является диоксид углерода, является ошибочным. Как пишут, например, известные камчатские вулканологи Б. А. Трубников и А. В. Сторчеус [Трубников, Сторчеус, 1985, с. 26], «вулканические газы состоят преимущественно из воды, поэтому во всех дальнейших рассуждениях мы под словом «газ» будем подразумевать водяной пар». Таким же является мнение подавляющего большинства вулканологов всего мира, основанное на огромном количестве имеющихся аналитических данных в этой области.

При этом, разумеется, речь не идет о составе спонтанных газов, содержащихся в воде минеральных источников, привлекаемом И. М. Васьковым [Васьков, 2011, с. 28] в качестве основания при определении состава вулканических газов.

Конечно, в составе вулканических газов содержатся и диоксид углерода, и многие другие газы, однако их количественное содержание, даже суммарное, значительно (обычно более чем на порядок) меньше, чем содержание в вулканических газах паров воды.

Как указывают Д. Е. Уайт и Г. А. Уоринг [Уайт, Уоринг, 1965, с. 10], обобщившие огромное количество аналитических данных, в составе вулканических эманаций «пар является, за некоторыми исключениями, преобладающим газом: он составляет больше 90% общей суммы». Кроме того, «содержание воздуха обычно преобладает над содержанием активных газов, даже если при отборе пробы соблюдаются все правила, исключаящие ее загрязнение» [там же].

Поэтому вполне естественно, что в современных исследованиях, моделирующих вулканические явления (в частности, катастрофический направленный взрыв камчатского вулкана Безымянный в 1956 г. [Артемьева и др., 2006]), при описании движения частиц в облаке взрыва в рамках двухфазной гидродинамики в качестве газовой фазы принимается водяной пар либо смесь водяного пара с воздухом.

Совершенно несомненно, что и в составе высоконапорных поствулканических газов, вызвавших газодинамический выброс ледника Колка, основную, преобладающую часть составляли пары воды и воздух.

Все это, однако, не учитывают исходящие из ошибочных представлений о составе вулканических газов заключения, основанные не на реальных фактах, характеризующих природные явления, а на «аммонитовых» расчетах.

Какой была в момент выброса ледника Колка температура высоконапорных глубинных природных газов, под воздействием которых произошел взрывоподобный газодинамический выброс ледника, и что представляли собой отмеченные многими очевидцами вспышки, сполохи и тому подобные световые явления над очагом выброса, так же как и то, какой высоты достигли газы при выбросе, неизвестно.

В качестве одного из возможных объяснений этих световых явлений автором [Бергер, 2006, с. 43] было высказано предположение, что они, возможно, представ-

ляли собой результат процесса самовозгорания газов, выброшенных в атмосферу при газодинамическом выбросе ледника.

В случае справедливости такого предположения, могла существовать достаточно близкая аналогия в этом отношении между взрывоподобным направленным газодинамическим выбросом ледника Колка и направленным взрывом на выброс при строительстве противоселевой плотины в урочище Медео в октябре 1966 г., когда образовавшиеся в огромном количестве очень опасные для людей взрывные газы (содержащие более 1000 т угарного газа и более 100 т синильной кислоты) вырвались наклонно вверх в атмосферу [Покровский, 1980, с. 159]. Как отмечает Г. И. Покровский [там же], «при соприкосновении с атмосферным воздухом эти газы загорелись и их температура резко повысилась. В результате этого они расширились и стремительно поднялись вверх, прорезав слой облаков и достигнув высоты около 8 км. Это обеспечило полную газовую безопасность даже на небольших расстояниях от места взрыва».

Однако состав и поведение поствулканических газов, образовавших огромное облако над тыльной частью ложа ледника Колка после выброса ледника, и вероятная близкая аналогия их состава с газами, выброшенными при газодинамическом выбросе ледника Колка, не дают достаточных оснований для принятия высказанного предположения. (Не исключено, впрочем, что состав выброшенной при выбросе верхней части экранированного ледником газового скопления и состав остаточной части поствулканических газов, обеспечивших длительное посткатастрофическое поверхностное газовыделение в эпицентральной зоне выброса, не были абсолютно идентичными.)

Тем не менее, вполне вероятная разогретость этих газов в момент выброса, связанная, в частности, с их глубинной поствулканической природой и сверхсжатым состоянием на момент выброса, а также исключительно большая мощность газодинамического выброса и, несомненно, огромная начальная скорость движения выброшенного материала, в том числе газового, могли обеспечить стремительный подъем этих газов вверх, подобно тому, как это случилось в урочище Медео. При этом в плане характеристики величины начальной скорости можно, в частности, отметить, что при направленных вулканических взрывах (иногда, с учетом механизма их проявления, считающихся газодинамическими выбросами) начальная скорость потока газа (водяного пара), нагруженного пирокластическими частицами, составляет 100–200 м/с [Артемьева и др., 2006, с. 59; и др.], что обеспечивает его быстрый подъем на значительную высоту.

В связи с обсуждаемым кругом вопросов упомянем также о в какой-то мере близких, но гораздо более мощных и масштабных катастрофических природных явлениях – суперэксплозиях камчатского вулкана Безымянный в 1956 г. и вулкана Сент-Хеленс на северо-западе США в 1980 г.

Количество вулканических газов, обусловивших эти вулканические извержения и выброшенных при их проявлении, как и количество выброшенного твердофазного материала, было значительно большим, чем при газодинамическом выбросе ледника Колка. Однако и тогда случаев газового удушья людей не было и газ не «заливал» огромные территории.

Всё это вполне естественно и закономерно: при том, что «вулканические явления в первую очередь вызываются газами» [Тазиев, 1963, с. 26], как отмечает Г. Макдоналд [Макдоналд, 1975, с. 176], «эксплозии происходят обычно при низкой температуре и вызываются главным образом или целиком паром».

Таковыми же по основному, преобладающему компонентному (химическому) составу были, очевидно, и высоконапорные глубинные поствулканические газы, вызвавшие газодинамический выброс ледника Колка, и предполагать принципиально иной их состав нет оснований.

При газодинамическом выбросе ледника, с учетом поверхностных условий его протекания, как и при взрыве на выброс, расширяющиеся газы вихреобразно смешиваются с окружающим воздухом [Покровский, 1980, с. 62], что, естественно, уменьшает их концентрацию. Кроме того, «сопротивление воздуха тормозит расширяющиеся газы» [там же], что делает невозможным их сколько-нибудь значительное распространение по латерали, тем более в концентрированном виде, при газодинамическом выбросе (или взрыве).

С учетом этого нет никаких оснований предполагать, что вызвавшие газодинамический выброс ледника Колка природные газы должны были распространиться на многие километры (и даже десятки километров, как утверждает [Васьков, 2011] на основании «аммонитовых» расчетов) от ледника.

Конечно, многое зависело от направления и скорости ветра в момент выброса ледника и в последующем, когда концентрированные струйные поверхностные выделения поствулканических газов в эпицентральной зоне выброса еще какое-то время продолжались (безусловно, менее интенсивные и в затухающем режиме, как это и бывает после проявления мощных газодинамических выбросов). Но, как показывают, в частности, получившие широкую известность снимки, сделанные Г. А. Долговым, И. В. Галушкиным, Л. В. Десиновым и другими, устойчиво сохранявшееся посткатастрофическое газовое облако не распространялось за пределы Колкинского ущелья. Очевидно, существовавшие в это время метеорологические условия не благоприятствовали его значительному распространению по латерали.

И лишь твердофазный обломочный материал, благодаря запасенной в кусках кинетической энергии, может подвергаться различному по протяженности (дальности), в некоторых случаях весьма значительному, инерциальному разлету или метанию. При этом, в соответствии с результатами изучения взрывных явлений [Бейкер и др., 1986; Покровский, 1980; Черниговский, 1976; и др.], гигантские масштабы газодинамического выброса и инерциальное движение по воздуху выброшенного ледово-каменного материала весьма компактной массой, как это было при направленном выбросе основного количества продуктов разрушения ледника Колка, приводят к тому, что сопротивление воздуха практически не сказывается на дальности движения этого материала, величина которой, согласно формулам баллистики, в очень большой мере определяется, прежде всего, начальной скоростью его движения (выброса) (максимальной массовой скоростью движения выброшенного материала, достигнутой на стадии газового ускорения в эпицентральной зоне выброса).

С учетом изложенного, газохимическое воздействие на людей, вызывающее их удушье и смерть, не могло проявиться в удаленных от эпицентра газодинамического выброса ледника селениях Кани, Верхняя Саниба и Гизель. В эпицентральной же зоне катастрофы (на удалении в сотни метров, а не в 15 км и более от ее эпицентра) оно интенсивно проявилось даже спустя пять дней после выброса ледника и лишь немедленный вылет В. Р. Болова и его не успевшей высадиться группы из этой зоны позволил избежать трагических последствий.

* * *

Устойчиво существовавшее в течение многих дней в тыльной зоне ледника Колка огромное густое облако большинство исследователей определяет как газовое или парогазовое. Иногда же его характеризуют как облако пара с примесью различных газов. (Поскольку объяснение возникновения облака пара в результате обвальных ударов затруднительно, И. М. Васьков, утверждающий, что газ образуется при обвальных ударах в результате разрушения горных пород, содержащих соединения серы и углисто-графитовое вещество [Васьков, 2011, с. 93], в отличие от большинства других авторов, предпочитает говорить не о парогазовом, а о пылегазовом облаке – в очевидном стремлении связать образование этого облака с обвальными ударами и избежать необходимости объяснения происхождения огромного количества паров.)

В частности, вулканолог Я. Д. Муравьев [Муравьев, 2005, с. 44], по материалам визуальных наблюдений, отмечает, что «в течение первых недель после 20 сентября 2002 г. на склонах горы Джимарай-хох, обнажившихся после обвала, происходило интенсивное истечение паров и газов, сосредоточенное в двух местах в устойчивые султаны фумарол. В тыловой части колкинского цирка стояло плотное парогазовое облако... В некоторых местах парогазовые струи поступали в виде относительно ритмичных выбросов». В начале октября, по данным Я. Д. Муравьева [там же], всё ещё наблюдались «интенсивные парогазовые выделения с освободившейся ото льда площади». Л. В. Десинов [Молчание..., 2002] некоторое время спустя после катастрофы в интервью газете «Труд» отмечал, что «над ледником постоянно видны мощные клубы пара». По мнению же И. М. Васькова [Васьков, 2011, с. 74], «образование пыли и сернистых газов, которые образуют тяжелое облако», происходило в результате «падения обломков горных пород, насыщенных сульфидами». О паре же он вообще не упоминает.

Но если, по мнению И. М. Васькова [Васьков, 2011, с. 74 (подрисуночная подпись) и с. 93], происхождение газов, сформировавших огромное облако в тыльной части ложа ледника Колка, было посткатастрофическим обвально-ударным, то почему газовое облако в октябре 2002 г. перестало существовать, тогда как обвалы в тыльную часть ложа ледника Колка еще длительное время продолжались? Кроме того, как известно, точно такое же, если не более интенсивное, падение точно таких же пород в тыльной части ледника Колка в течение нескольких недель происходило перед катастрофой и наблюдалось находившимися в конце августа и начале сентября 2002 г. на леднике краснодарскими туристами группы О. В. Неподобы. Однако образование сернистых газов и тяжелого облака при этом не происходило. Нет этого облака и на космическом снимке ледника Колка в 11:31 утра 20 сентября 2002 г. [Тутубалина, Черноморец, Петраков, 2005].

Неоднократно беседовавший с О. В. Неподобой и другими туристами ее группы Л. В. Десинов отмечает, в частности, что «по сведениям туристов, проходивших в конце августа – начале сентября вдоль осевой линии тыловой области, отсюда до склона правого борга пролегли гряды обрушенной породы высотой до 10 метров, которые в свою очередь были насыпаны на материал более ранних обвалов» [Десинов, 2004, с. 81]. «В начале сентября туристы фотографировали склон, освободившийся ото льда. По их наблюдениям (О. В. Неподоба и др., г. Краснодар), с первых чисел сентября продолжался обвал в основном горных пород» [Десинов, 2004, с. 80].

Если бы происходившие в это время обвалы приводили к образованию сернистых газов с образованием тяжелого облака, люди не могли бы этого не почувствовать, не заметить и не отметить и вообще не могли бы в течение многих дней находиться на леднике Колка. Вполне показателен в этом плане отмеченный выше случай не состоявшейся 25 сентября 2002 г. высадки на боковую морену ледника В.Р. Болова и руководимых им людей, оказавшихся вынужденными немедленно покинуть этот район из-за испытанного ими газохимического воздействия. Совершенно ясно, что на подготовительной стадии катастрофы очень крупные обвалы горных пород не приводили к образованию сернистых газов. Все это полностью опровергает утверждения об обвально-ударном образовании этих газов после катастрофы. Одновременно это заставляет искать другие источники этих газов и причины их длительного поверхностного выделения в данном районе. Все эти вопросы уже были достаточно подробно рассмотрены автором [Бергер, 2007, с. 162–171].

Подчеркнем, что речь идет о высоконапорных струйных газовыделениях, наиболее мощно проявившихся в начале посткатастрофической стадии, а затем длительных (многодневных) очень интенсивных концентрированных выделениях из трещин в горных породах клубящегося газа, который образовал огромное густое облако, в течение многих дней устойчиво сохранявшееся над тыльной частью ложа ледника Колка. Все это не имеет абсолютно никакого отношения к присутствующим в породах сульфидам и углисто-графитовому веществу, уже давно (за миллионы лет до Колкинской катастрофы) в соответствующих глубинных термобарических условиях газообразования реализовавшему свой газоматеринский потенциал на предшествующих стадиях преобразования рассеянного углеродистого органического вещества.

В отличие от утверждений И. М. Васькова [Васьков, 2011], эти газы имеют, безусловно, не экзогенное поверхностное механическое обвально-ударное, а эндогенное глубинное поствулканическое происхождение. И возникли они, естественно, не после выброса ледника Колка, как утверждает И. М. Васьков, а задолго до него. Их докатастрофические проявления в правом борту ледника Колка, причем не в местах падения обвалов, а в местах их отрыва, хорошо известны. Но и на послекатастрофическом этапе поверхностные газопроявления (определяемые всеми исследователями как фумаролы) и следы их действия проявились не только в ложе ледника Колка и вблизи от него, куда падали или могли падать обвалы, но и на северном склоне г. Джимарайхох и ее восточных отрогов, откуда падали обвалы и где абсолютно несостоятельная во всех отношениях гипотеза обвально-ударных причин газообразования вообще неприменима.

Попытки И. М. Васькова связать образование газового облака над тыльной частью ложа ледника Колка с ударно-обвальным разрушением горных пород не имеют никакого научного обоснования и опровергаются не только приведенными выше, но и вообще всеми известными фактами, характеризующими результаты проявления ударных процессов. Как заметил В. Р. Обербек [Обербек, 1977, с. 46], «различия между взрывным и ударным процессами кратерообразования состоят в том, что в последнем случае не образуется газовое облако...».

Изложенное полностью опровергает представления И. М. Васькова [Васьков, 2011] об ударно-обвальной природе катастрофы на леднике Колка и в Геналдонском ущелье.

Длительное проявление мощных поверхностных парогазовых выделений (фумарол) в тыльной части ложа ледника Колка и вблизи от нее, как и, в целом, весь

комплекс явлений, характеризующих особенности подготовки, протекания и завершения Колкинской катастрофы, – совершенно непреодолимое препятствие для обвальнo-ударных и любых других представлений о причинах и механизме этой катастрофы, за исключением газодинамических.

Попытки же объяснения возникновения фумарол в районе ледника Колка разуплотнением горных пород при резком снятии нагрузки [Познанин, Геворкян, 2008, с. 90], как и послекатастрофическими обвальными ударами, абсолютно несостоятельны и отражают лишь полное игнорирование процессов газообразования и миграции газов, времени их проявления в данном районе (по отношению к моменту проявления выброса ледника Колка) и самой их сущности.

* * *

По логике И. М. Васькова [Васьков, 2011], раз фактически установленные, реально имевшие место особенности проявления и результаты катастрофы на леднике Колка и в Геналдонском ущелье не соответствуют его «аммонитовым» расчетам, значит эта катастрофа – не газодинамический выброс ледника.

На самом же деле все обстоит прямо наоборот.

Диагностика (идентификация) геодинамического типа катастрофы на леднике Колка и в Геналдонском ущелье, характера, механизма протекания этой катастрофы и установление ее причины (действующего, вызывающего, управляющего фактора или факторов), т. е. определение природы этой катастрофы, должны осуществляться лишь на основе выявления, учета и объяснения всего (максимально полного) комплекса реальных, действительно проявившихся особенностей подготовки, протекания и завершения этой катастрофы (прежде всего, в ее эпицентральной зоне, т. е. на леднике Колка и в непосредственной близости от него), совершенно независимо ни от каких модельных построений (в том числе привлекаемых аналогий) и основанных на них заключений.

Эти реальные особенности не обязаны соответствовать никаким модельным построениям и основанным на них заключениям. Наоборот, соответствие этим особенностям – обязательное условие и важнейший критерий оценки правильности, адекватности используемых модельных построений, правильности учета в них физической сущности моделируемых природных процессов и явлений.

«Аммонитовые» расчеты и основанные на них предположительные заключения И. М. Васькова, как показано выше, – результат неправильных, ошибочных представлений о физической сущности взрывов на выброс и взрывоподобных газодинамических выбросов. Соответственно, особенности проявления и результаты этих явлений не могут и не должны соответствовать результатам этих расчетов и основанным на них заключениям. И несоответствие между ними – лишь свидетельство несостоятельности использования «аммонитовых» расчетов при моделировании газодинамического выброса ледника Колка и определении природы Колкинской катастрофы.

Самое большее, что можно было бы утверждать на основе использованного И. М. Васьковым методического подхода и его аргументации, это то, что Колкинская катастрофа, по-видимому, – не техногенный взрыв с использованием аммонита в качестве взрывчатого вещества. Но и такое утверждение было бы не вполне обоснованным и достоверным, поскольку в его основе лежит ошибочное утверждение И. М. Васькова, согласно которому в случае такого взрыва взрывные газы обязательно распространились бы на десятки километров от его эпицентра.

* * *

Собственно говоря, «аммонитовые» расчеты ни в малейшей мере не отрицают совершенно однозначно свидетельствующие о газодинамической природе катастрофы на леднике Колка и в Геналдонском ущелье достоверно установленные различными исследователями весьма многочисленные факты, характеризующие особенности подготовки, проявления и завершения этой катастрофы, которые не могут быть объяснены никаким иным образом, даже с привлечением предположений о торсионном воздействии на ледник [Васьков и др., 2008, с. 129], взрывном кумулятивном характере разрушения льда в результате вращательного, а не соскальзывающего движения основной массы предполагаемого единовременного обвала объемом около 60 млн м³ с г. Джимарайхох [Васьков, 2011, с. 137–138], «мгновенном дроблении ледового тела, выбросе обратной волны (всплеске) и образовании под ней зоны разряжения», «выталкивании вперед и вниз по долине» [Васьков, 2004, с. 42] или «выбрасывании вверх и вперед по долине» [Васьков, 2011, с. 103] с «обрушением выплеснутой массы по закону отражения вниз по склону» [Васьков, 2004, с. 42] при «опрокидывании и практически прямом обрушении на верхнюю часть ледника Колка» обвала с г. Джимарайхох [Васьков, 2004, с. 42; Васьков, 2011, с. 101], «захвате большого количества воздуха по фронту падающих масс» с «обеспечением эффектов воздушной подушки и кипящего слоя» [Васьков, 2011, с. 103], «возможности образования солитона, или серии одиночных волн, в гранулированной среде» [там же] и пр., как это предполагается предложенной И. М. Васьковым теорией Колкинской катастрофы как обвально-ударного дробления ледника Колка, выталкивания (выбрасывания, выплескивания) и обрушения продуктов его дробления (очевидно, вместе с материалом ударившего по леднику обвала) и последующего обвально-ударного образования газа.

Все эти и другие предположения И. М. Васькова [Васьков, 2011 и др.] автор оставляет в данной статье без обсуждения. Думается, что и без комментариев здесь все очевидно.

Характеризующие особенности Колкинской катастрофы, исключительно ярко, очень мощно проявившиеся в ее эпицентральной области (вплоть до Кармадонских ворот), многочисленные факты – все до единого! – с полной очевидностью однозначно свидетельствуют о газодинамической природе этой катастрофы, независимо от «аммонитовых» расчетов и некоторых других модельных построений (например, [Зарини, Каменецкий, 2010]) и основанных на них заключений. (Рассмотрение других модельных построений и основанных на них заключений будет проведено в отдельной работе.) Некоторые из этих особенностей (например, аномально крупные обвалы на ледник или многочисленные биопредвестники катастрофы), при их рассмотрении в отрыве от других, являются гетерогенетическими, могут проявляться и при катастрофических событиях иной природы (например, при сильных землетрясениях с эпицентром в районе ледника Колка или вблизи от него в это время), но, безусловно, вполне согласуются с газодинамическими представлениями (тем более, что в это время сильных землетрясений в данном районе не было), а при их рассмотрении в комплексе с другими особенностями полностью подтверждают заключение о газодинамической природе Колкинской катастрофы. Ни с каких иных позиций, на основе действия не газового, а какого бы то ни было иного природного фактора эта катастрофа при учете всего комплекса ее особенностей не объясни-

ма. Что же касается отсутствия тех или иных особенностей, проявление которых И. М. Васьков [Васьков, 2011] считает обязательным в случае газодинамического выброса ледника Колка, в частности, отсутствия распространения поствулканических газов на значительном удалении от ледника Колка, и ограниченности распространения наиболее явных и значительных посткатастрофических поверхностных выделений этих газов лишь тыльной частью ложа ледника Колка и смежным с ней участком его правого борта, т. е. непосредственно эпицентром, очагом катастрофы (как это и бывает всегда при газодинамических выбросах), то, как было показано выше, это также вполне естественно и закономерно. Именно так и должно было быть при газодинамическом выбросе ледника Колка.

Литература

1. Артемьева Н., Белоусов А., Войт Б., Белоусова М. Численное моделирование направленного взрыва извержения вулкана Безымянный в 1956 г. // Тезисы Международного симпозиума по проблемам эксплозивного вулканизма (к 50-летию катастрофического извержения вулкана Безымянный). Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2006. С. 58–61.
2. Базилевский А. Т., Иванов Б. А. Обзор достижений механики кратерообразования // Механика. Новое в зарубежной науке. Вып. 12. Механика образования воронок при ударе и взрыве. М.: Мир, 1977. С. 172–227.
3. Баум Ф. А., Станюкович К. П., Шехтер Б. И. Физика взрыва. М.: Физматгиз, 1959. 800 с.
4. Бейкер У., Кокс П., Уэстайн П., Кулеш Дж., Стрелов Р. Взрывные явления. Оценка и последствия: В 2-х кн. Кн. 2. М.: Мир, 1986. 384 с.
5. Бергер М. Г. Природная катастрофа на леднике Колка 20 сентября 2002 года – внезапный газодинамический выброс ледника // Предупреждение опасных ситуаций в высокогорных районах: Доклады Международной конференции. Владикавказ – Москва, 23–26 июня 2004 г. Владикавказ: Изд-во Олимп, 2006. С. 41–49.
6. Бергер М. Г. Ледник Колка: Катастрофа 20 сентября 2002 года – внезапный газодинамический выброс ледника. М.: Изд-во ЛКИ, 2007. 248 с.
7. Бергер М. Г. Геодинамическая система ледника Колка и вопросы прогнозирования и регулирования ее развития. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 264 с.
8. Васьков И. М. Возможный механизм обвала и динамика движения ледово-каменных масс в верховьях р. Геналдон (на Центральном Кавказе в сентябре 2002 года) // Вестник Владикавказского научного центра РАН и РСО-А. 2004. Т. 4. № 2. С. 34–45.
9. Васьков И. М. Ледово-каменные обвалы и их прогнозирование. На примере Центрального Кавказа. Саарбрюккен, Германия: Lambert Academic Publishing, 2011. 233 с.
10. Васьков И. М., Турлов С. А., Валиев А. Л. Последствия Геналдонской катастрофы 20 сентября 2002 г.: вчера, сегодня, завтра // Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа: Труды Международной научно-практической конференции. Владикавказ, 20–22 сентября 2007 г. Владикавказ: ВНИЦ РАН и РСО-А, 2008. С. 122–144.
11. Гнездилов Ю. А. О скорости движения ледника Колка в 2002 году: гидрологические аспекты // ОАО «Севкавгипроводхоз». Сб. научных трудов. Пятигорск, 2009. Вып. 18. С. 18–22.
12. Десинов Л. В. Пульсация ледника Колка в 2002 году // Вестник Владикавказского научного центра РАН и РСО-А. 2004. Т. 4. № 3. С. 72–87.
13. Динес Дж. К. Влияние масштаба на прочность гранитных материалов // Механика. Новое в зарубежной науке. Вып. 12. Механика образования воронок при ударе и взрыве. М.: Мир, 1977. С. 80–85.
14. Зарини А. Г., Каменецкий Е. С. Оценка скорости движения ледово-каменной массы и селя при катастрофическом сходе ледника Колка // Устойчивое развитие горных территорий. 2010. № 1. С. 27–29.
15. Макдоналд Г. Вулканы. М.: Мир, 1975. 432 с.
16. Молчание горы // Газета «Труд». № 203 (24161) за 13 ноября 2002 г. (интервью Л. В. Десинова).
17. Муравьев Я. Д. Газовое извержение в цирке – возможная причина развития подвижки ледника Колка по катастрофическому сценарию // Материалы гляциологических исследований. 2005.

Вып. 98. С. 44–55.

18. Обербек В.Р. Лабораторное моделирование ударного кратерообразования при помощи взрывчатых веществ // Механика. Новое в зарубежной науке. Вып. 12. Механика образования воронок при ударе и взрыве. М.: Мир, 1977. С. 33–61.

19. Петраков Д.А., Тутубалина О.В., Черноморец С.С. По следам Геналдонской катастрофы: год спустя // Криосфера Земли. 2004. Т. VIII. № 1. С. 29–39.

20. Познанин В.Л., Геворкян С.Г. Гидравлический механизм отделения тела ледника Колка от ложа: начало срыва – кинетика и гравитация // Криосфера Земли. 2008. Т. XII. № 3. С. 87–96.

21. Покровский Г.И. Взрыв. 4-е изд. М.: Недра, 1980. 190 с.

22. Ромашов А.Н. Особенности действия крупных подземных взрывов. М.: Недра, 1980. 244 с.

23. Тазиев Г. Вулканы. М.: ИЛ, 1963. 119 с.

24. Трубников Б.А., Сторчеус А.В. О механизме движения пирокластического потока // Вулканология и сейсмология. 1985. № 3. С. 25–31.

25. Тутубалина О.В., Черноморец С.С., Петраков Д.А. Ледник Колка перед катастрофой 2002 года: новые данные // Криосфера Земли. 2005. Т. IX. № 4. С. 62–71.

26. Уайт Д.Е., Уоринг Г.А. Вулканические эманации // Геохимия современных поствулканических процессов. М.: Мир, 1965. С. 9–48.

27. Черниговский А.А. Применение направленного взрыва в горном деле и строительстве. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Недра, 1976. 319 с.

ABOUT SOME CALCULATIONS OF AMOUNT OF POSTVOLCANIC GASES NECESSARY FOR GASODYNAMICAL GLACIER KOLKA EJECTION

Berger M. G., Sc. Doctor (Geol.), prof.

International Innovation Scientific-Technological Centre «Sustainable Development of Mountain Territories»; Center of Geophysical Investigations VSC RAS and RNO-A, Vladikavkaz, Russia.

e-mail: berger7@rambler.ru

Questions on amount, dynamical impact on glacier Kolka, spreading, composition and genesis of gases caused gasodynamical ejection of glacier Kolka in 2002 are discussed.

Keywords: glacier Kolka, gasodynamical ejection, postvolcanic gases