
ДИСКУССИИ, ОБСУЖДЕНИЯ

УДК 551.24 (234.9)

DOI: 10.23671/VNC.2015.2.55268

О ПРОЯВЛЕНИИ УДАРНОЙ ВОЗДУШНОЙ ВОЛНЫ ПРИ ВЗРЫВОПОДОБНОМ ВНЕЗАПНОМ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОМ ВЫБРОСЕ ЛЕДНИКА КОЛКА 20 СЕНТЯБРЯ 2002 ГОДА

© 2015 М.Г. Бергер, д.г.-м.н., проф.

Северо-Кавказский инновационный центр «Устойчивое развитие горных территорий», 362021, Россия, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Николаева 44,
e-mail: conf@skgmi-gtu.ru;

ГФИ ВНЦ РАН, Россия, 362002, г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а, e-mail:
berger7@rambler.ru

Отмечены признаки проявления ударной воздушной волны при внезапном выбросе ледника Колка 20 сентября 2002 г. Дано объяснение причин сохранности отдельных объектов в Геналдонском ущелье.

Ключевые слова: ледник Колка, внезапный выброс, ударная воздушная волна, эффект обтекания.

Взрыв требует особых, непривычных способов исследования. Эти способы бывают чрезвычайно просты, но требуют должного внимания и определенных знаний.

Г.И. Покровский

Считается, что большая часть опыта, накопленного при проведении взрывов на выброс, может быть использована для анализа движения грунта и явлений, связанных с его выбросом при ударном кратерообразовании. Однако явления, связанные с воздушной ударной волной при образовании воронки взрывом, не имеют места в случае высокоскоростного удара... При ударном кратерообразовании... отсутствует воздействие воздушной ударной волны.

Г. Купер, Ф. Сауэр

Особенности процесса (степень диспергирования материала, форма полости, своеобразие акустических импульсов, возникновение или отсутствие ударной воздушной волны и др.) позволяют не только определить тип явления, но и выявить степень участия в нем различных факторов.

И.М. Петухов, А.М. Линьков

При характеристике и генетической расшифровке гигантской природной катастрофы на леднике Колка и в Геналдонском ущелье 20 сентября 2002 г. особого рассмотрения заслуживает очень важный (в частности, в диагностическом отношении)

вопрос о проявлении ударной воздушной волны и сопровождающих ее эффектов, тем более что в последнее время данный, казалось бы, вполне очевидный вопрос, решение которого основано на документально установленных фактах [Процесс схода..., 2009; Никитин и др., 2007; Черноморец, 2005; Супруненко, 2005 и др.], являющихся бесспорными доказательствами проявления ударной воздушной волны в ходе Колкинской катастрофы, приобрел некоторую дискуссионность.

Как и во многих других случаях изучения Колкинской катастрофы, основная причина ошибок и разногласий в данном вопросе – недостаточная осведомленность некоторых исследователей о результатах, полученных в обсуждаемой области, в данном случае – в области изучения ударных волн, имеющего уже более чем столетнюю историю. Еще одна, также достаточно распространенная в исследованиях Колкинской катастрофы причина – недостаточная осведомленность об установленных вполне достоверных фактах, относящихся к этой катастрофе и вполне однозначно характеризующих особенности ее проявления.

В частности, А.Л. Комжа [2010] отказывается признать проявление ударной воздушной волны или ветра ураганной силы при Колкинской катастрофе 2002 г., поскольку, по имеющимся у него данным, нет свидетельств их проявления. На самом же деле, такие свидетельства есть, причем совершенно бесспорные и достаточно многочисленные. Некоторые из таких свидетельств будут приведены ниже в данной работе.

Р.А. Тавасиев [2014] отрицает проявление ударной воздушной волны в 2002 г., приводя факты, которые, по его мнению, свидетельствуют о ее отсутствии (сохранность отдельно растущих деревьев в Геналдонском ущелье на значительном удалении от эпицентра катастрофы и старого склепа, кровля которого находится вровень с землей, возле развалин с. Генал). На самом деле, эти факты, как будет показано ниже, не могут служить основанием для отрицания прохождения ударной воздушной волны в данном районе и, в целом, в Геналдонском ущелье.

Р.А. Тавасиев [2014, с. 274] утверждает также, что «во время схода ледника Колка 20.09.2002... не было и ураганного ветра. Не было и забросов обломочного материала выше отложения каменно-ледовой массы». Однако всего двумя абзацами выше на той же странице он же отмечает «ветер, вызванный катастрофическим сходом ледника», и «частицы, похожие на мельчайший сланцевый песок», «повсеместно на склонах выше каменно-ледового завала (под развалинами с. Генал, под с. Верхний Кани и пр.)», принесенные этим ветром вместе с ледяной крошкой на столь значительное расстояние (около 15 км) в течение немногих минут (т.е. ветром, двигавшимся, безусловно, с ураганной скоростью). (Заметим попутно, что образование огромного количества углеродистой пыли («частиц, похожих на мельчайший сланцевый песок») и ледяной крошки – очевидный результат, прежде всего, очень мощного разрушающего, дробящего, раздавливающего воздействия на лед и каменные горные породы сверхвысокого давления природных газов при выбросе ледника, а в какой-то мере результат разрушения фирна, льда и каменных горных пород в ходе предшествовавших катастрофе продолжительных обвалов на ледник Колка с г. Джимарайхох и ее отрогов).

В силу принципиального значения, дискуссионности и недостаточной освещенности в исследованиях Колкинской катастрофы данного круга вопросов остановимся подробнее на их рассмотрении.

Характернейшим признаком взрывных явлений различного типа и различного генезиса является, как известно, ударная волна. Проявилась она и при катастрофическом выбросе ледника Колка 20 сентября 2002 г.

Проявление ударной воздушной волны в ходе Колкинской катастрофы 2002 г. было отмечено и документально подтверждено еще в самых первых публикациях об этом событии [Панов и др., 2002; Поповнин и др., 2003]. В дальнейшем стали известны и многие другие свидетельства ударноволнового воздействия Колкинской катастрофы на окружающую среду [Процесс схода..., 2009; Васьков, 2004; Черногорец, 2005; Супруненко, 2005; Никитин и др., 2007; Заалишвили, Мельков, 2012; и др.].

Проявление ударной волны, как известно, – характерная особенность различных природных, природно-техногенных и собственно техногенных явлений, прежде всего, взрывных и взрывоподобных, в частности, внезапных газодинамических выбросов в подземных горных выработках [Гурин и др., 1983 и др.].

Механизм возникновения ударных воздушных волн, их характер, интенсивность, скорости на различных этапах их распространения и другие особенности достаточно хорошо изучены. Соответствующие исследования относятся, прежде всего, к газодинамике, геофизике и физике взрыва.

Известно, в частности, что ударное действие этих волн проявляется на фронте их распространения, в фазе сжатия воздуха, которая в конце импульса, в тыльной части волны сменяется фазой разрежения воздуха, также весьма опасной для людей и животных, как и практически мгновенный резкий перепад давления между фазами сжатия и разрежения.

При этом, как давно установлено, воздействие ударной волны на различные преграды определяется не только интенсивностью ударной волны, но и другими факторами, в частности, геометрическими параметрами преграды, подвергающейся ее воздействию (как иногда говорят, ударноволновому нагружению), и, соответственно, в зависимости от этих параметров, в одном и том же месте, при одной и той же интенсивности ударной волны, может быть весьма различным по результатам (см. ниже).

Необходимо учитывать также, что в условиях декаплинга (глушения взрыва полостью), вполне вероятно, существовавших при внезапном взрывоподобном выбросе ледника Колка в силу предполагаемого существования под ледником на момент выброса ледника пластовой залежи высоконапорных газов и проявления эффекта газового домкрата (механического отжатия ледника от его субстрата) под давлением газов [Бергер, 2007, с. 54], давление на фронте ударной волны значительно меньше, чем при взрывах той же мощности без декаплинга [Роден, 1987, с. 143].

Тем не менее, такой силы и дальности действия, как при пароксизмальном газодинамическом выбросе ледника Колка, ударная воздушная волна даже при взрывных (эксплозивных) вулканических извержениях достигает крайне редко. З. Кукал [1985], описывая наиболее крупные вулканические катаклизмы, отмечает в числе происшедших в историческое время всего нескольких вулканических сверхкатастроф извержение («суперэксплозию») вулкана Безымянный на Камчатке 30 марта 1956 г., когда «в 24 км от кратера деревья были вырваны из земли» [Кукал, 1985, с. 142]. Соответствующие детальные документальные описания этого извержения приведены в монографии Г.С. Горшкова и Г.Е. Богоявленской [1965]. Примерно такую же или, может быть, несколько меньшую силу (интенсивность) имела ударная

воздушная волна на расстоянии около 20 км от эпицентра выброса ледника Колка в 2002 г. [Васьков, 2004; Васьков и др., 2004; и др.] и лишь механическая преграда Скалистого хребта, в значительной мере (за исключением узкого Геналдонского каньона в хребте, открывающегося с юга Кармадонскими воротами) преградившая путь ударной волне, воспрепятствовала ее дальнейшему интенсивному распространению.

Известно [Гласс, 1977 и др.], что проявляющиеся при взрывных явлениях ударные волны вызывают звуковые эффекты (грохот, громохание, гул и т. п.), повышенные атмосферные давления и сильный ветер. Все эти явления имели место и достоверно зафиксированы в 2002 г. при проявлении катастрофы на леднике Колка и в Геналдонском ущелье.

Согласно многочисленным свидетельствам очевидцев, опубликованным в средствах массовой информации и научных изданиях [Процесс схода..., 2009, с. 125, 131, 132; и др.], во время Колкинской катастрофы были слышны непрерывный гул, страшный грохот, громоподобные звуковые эффекты, доносившиеся из района, где был ледник Колка.

О проявлении ударной воздушной волны при пароксизмальном катастрофическом выбросе ледника Колка 20 сентября 2002 г. однозначно свидетельствуют, в частности, и приведенные в книге Г.И. Кусова [2006, с. 359] показания местных жителей из с. Нижнее Кани, удаленного от эпицентра выброса примерно на 15 км, у которых «заложило уши». Подобные же ощущения, свидетельствующие о резком изменении атмосферного давления, испытывали и камчатские местные жители при уже упоминавшемся выше исключительно мощном эксплозивном извержении (направленном взрыве) камчатского вулкана Безымянный 30 марта 1956 г. [Малышев, 2000, с. 45; и др.]. Именно этот резкий скачок атмосферного давления послужил одним из важнейших оснований для признания взрывного характера данного вулканического извержения.

Вообще, как известно, «основным признаком произошедшего взрыва является резкий скачок давления в среде, окружающей место взрыва» [Теория горения и взрыва, 2013, с. 138]. Сказанное относится, естественно, и к воздушной среде и, соответственно, к атмосферному давлению, резкие скачки которого, обусловленные действием взрывной ударной воздушной волны, могут воздействовать на людей и животных (в частности, при малоуглубленных взрывах на выброс и взрывоподобных внезапных газодинамических выбросах).

Согласно Ю.П. Супруненко [2005, с. 24], «по рассказам очевидцев, воздушная стена впереди смертоносного селея (высокоскоростного ледово-каменного потока продуктов разрушения и выброса ледника Колка. – М. Б.) и перепад давления были такой силы, что испуганные птицы буквально взрывались в воздухе... Даже сидевшие на камнях птицы не успевали взлетать – от них оставались только перья и кровавые пятна...».

Вполне однозначны и достаточно многочисленны [Процесс схода..., 2009; Заалишвили, Мельков, 2008, 2012; Заалишвили и др., 2008; и др.] и свидетельства местных жителей, указывающие на проявление ураганного (или очень сильного) ветра в ходе Колкинской катастрофы 2002 г.

По опросам местных жителей селений Тменикау, Верхнее Кани и Горная Саниба, во время Колкинской катастрофы был очень сильный ветер [Заалишвили и др., 2008, с. 177, 178, 179, 180] и даже в расположенном в соседнем (Даргавском) уще-

лье селении Ламардон «внезапно потух свет и подул ураганный ветер такой силы, что они не могли стоять» [Заалишвили и др., 2008, с. 182].

Как отмечает С.С. Черноморец [2005, с. 113], «по данным маршрутного обследования 5 октября, ... на склонах в всячем положении остались крупные (размером в десятки метров) останцы льда, «впечатанные» в эрозионные ложбины и тальвеги, с включениями грубообломочного материала. Выше заплесков проходила полоса травянистого склона, присыпанная слоем мелких обломков, летевших над движущимся потоком. Ширина полосы составила 10-20 м, мощность отложений достигала 3-10 см. Преобладали обломки фракций песка, дресвы и щебня, отдельные обломки достигали размера 30-40 см. На правом борту долины деревья были повалены ударной волной». Все это зафиксировано на фотоснимках [Черноморец, 2005, рис. 5.2.б, 5.4.а, и 5.4.б].

«Вывал леса и золовую присыпку песчано-дресвяной размерности» при «лавино-воздушном набросе на *нетронутую основным потоком* подстилающую поверхность, часто дерново-почвенную» отмечают и М.Ю. Никитин с соавторами [Никитин и др., 2007, с. 8-9, фото 4] (выделено мной. – М. Б.). Ими же непосредственно под с. Генал «наземно зафиксированы следы ударной воздушной волны – смятые и вбитые в склон деревья и глыбы пород» [Никитин и др., 2007, с. 10].

Итак, из установленных, документально зафиксированных многими исследователями и очевидцами катастрофы фактических данных совершенно несомненно, что одним из важнейших проявлений катастрофы 2002 года на леднике Колка и в Геналдонском ущелье была ударная воздушная волна, которая имела огромную интенсивность даже на расстоянии порядка 15 км (и даже более) от эпицентра газодинамического выброса ледника Колка (расположенного в тыльной части ледника). Уже один только данный факт указывает на гигантскую начальную интенсивность ударной волны и исключительно большую мощность вызвавшего ее взрывоподобного направленного выброса ледника. При техногенных взрывах подобные случаи (условно названные выдающимся специалистом в области теории и практики взрыва академиком М. А. Садовским проявлениями «статического действия» ударных волн) наблюдаются, как правило, только при взрывах очень большой мощности (очень больших количеств взрывчатых веществ) [Садовский, 1999, с. 67-68].

Механическое действие ударной воздушной волны, однако, наиболее явно могло проявиться лишь в случаях нахождения на пути ее распространения достаточно крупных объектов и при других благоприятных для этого обстоятельствах, тогда как в других случаях действие ударной волны либо не могло явно проявиться и быть зафиксировано, либо было существенно ослабленным, в частности, вследствие проявления *эффекта обтекания* (см. ниже). При этом, как установлено при изучении действия взрывных ударных волн [Садовский, 1999, с. 71], эффекты обтекания, ослабляющие воздействие ударной волны на преграду, возрастают с увеличением мощности взрыва.

* * *

Вопросы, касающиеся ударной воздушной волны и ее воздействия на различные преграды и, в целом, на среды, характеризующиеся различными плотностью, сжимаемостью и другими параметрами, глубоко исследованы и составляют специальную область физики взрыва.

Одним из важных результатов, теоретически и экспериментально полученных в данной области, является необходимость учитывать различия в воздействии ударной волны на преграды различного размера, например, ширины или же высоты (в частности, на лес и на отдельно растущие деревья, на высокие здания и на сооружения небольшой высоты, почти не выступающие над землей), вследствие установленного явления обтекания преграды ударной волной: «при обтекании давление на преграду уменьшается по сравнению с давлением, когда обтекания не происходит» [Баум и др., 1975, с. 291] (см. также [Андреев и др., 2004, с. 454; Садовский, 1999, с. 56-57]). При этом, в плане теоретического объяснения данного явления Ф. А. Баум с соавторами еще более полувека назад отмечали, что обтекание преграды ударной волной неизбежно, когда ширина или высота преграды меньше глубины волны [Баум и др., 1959, с. 328].

Уже только вследствие этого (при прочих равных условиях) давление одной и той же по интенсивности ударной волны на отдельно растущее дерево значительно меньше, чем на лес. Принципиально аналогичные факты широко известны и давно получили экспериментальное подтверждение и объяснение в физике взрыва, в связи с чем в работе Ф. А. Баума и др. [1975, с. 291] приведено, в частности, следующее прямое указание: «Явлением обтекания можно объяснить взрывоустойчивость таких преград, как столбы, заводские трубы, опоры мостов и т. п. Они разрушаются ударными волнами значительно труднее, чем равные им по прочности (при статическом приложении нагрузки) сооружения, имеющие даже незначительную протяженность. Так, для разрушения забора из столбов нужна волна, интенсивность которой существенно меньше интенсивности ударной волны, способной сломать отдельно стоящий столб» (см. также [Андреев и др., 2004, с. 454]).

Вопросы различной сопротивляемости преград различного размера действию ударной волны с учетом эффекта обтекания глубоко разработаны М. А. Садовским [1999, с. 56 и далее]. (Как отметил М. А. Садовский [1999, с. 8], именно ему «удалось впервые обратить внимание специалистов на необходимость учета явлений обтекания при определении нагрузок, производимых ударными волнами на сооружения, и доказать эту необходимость прямыми опытами»). Полученные в этой области результаты справедливы, разумеется, в отношении воздействия ударных волн не только на искусственные, но и на естественные преграды.

В специальном разделе «Эффект отражения и обтекания преграды ударной волной» М. А. Садовский [1999, с. 56-57], в частности, пишет: «Эффект обтекания приводит к ослаблению действия волны на преграду... Эффектом обтекания объясняется то, что различные по размерам и механически равнопрочные элементы конструкции нередко обладают различной сопротивляемостью действиям ударной волны. Сопротивляемость их будет тем выше, чем легче эти элементы обтекаются, т. е. чем меньше их размеры...

Теория обтекания преграды волной весьма сложна и мало разработана».

В дополнение к сказанному отметим, что в работе, специально посвященной обтеканию препятствий ударной волной, Т. В. Захарова и Ю. Б. Харитон [1994, с. 120-121] показали, что «давление обтекания приблизительно вдвое меньше давления отражения. Практически это сказывается в том, что конструкции, имеющие небольшие поперечные размеры, даже при большой высоте являются более устойчивыми при действии на них ударной волны. Например, на фотографиях, сделанных после мощного взрыва в Оппау в 1919 г., можно видеть неповрежденные фабрич-

ные трубы (прямой аналог одиноко растущих деревьев. – М. Б.), тогда как другие более солидные здания совершенно разрушены».

В свете изложенного сохранность отдельно растущих деревьев в Геналдонском ущелье и старого склепа возле развалин бывшего с. Генал не может быть основанием для отрицания проявления ударной воздушной волны во время Колкинской катастрофы 2002 г. (тем более, при известном факте [Черноморец, 2005; Никитин и др., 2007; и др.] лесоповала в правом борту Геналдонского ущелья выше зоны прохождения ледово-каменного потока продуктов разрушения и выброса ледника Колка).

Известно также, что параметры ударной воздушной волны при одном и том же ее источнике в каждой точке пространства определяются не только величиной начальной интенсивности волны и расстоянием от места ее зарождения, но и различного рода местными сопротивлениями в области ее распространения, характером атмосферных условий (в частности, направлением и скоростью ветра) и другими локальными факторами окружающей среды. От этого зависят не только усиление или же ослабление давления на фронте ударной воздушной волны, но и направление распространения ударной волны, приближение ее действия к земной поверхности или же удаление от нее и другие параметры ударной воздушной волны, определяющие результаты ее воздействия на конкретные объекты окружающей среды.

Кроме того, как отмечают У. Бейкер с соавторами [Бейкер и др., 1986, с. 122], «плавно направленные вверх склоны могут вызвать усиление волны, ... направленные же вниз склоны приводят к расширению волны и ослаблению удара. Эти эффекты, однако, локализованы вблизи местного изменения профиля земли и быстро ослабевают по мере удаления от неровности». Это – только один из примеров связанных с рельефом локальных эффектов влияния на изменение параметров ударной воздушной волны по мере ее распространения.

Таким образом, результаты ударноволнового воздействия на объекты, находящиеся в зоне распространения ударной воздушной волны, зависят от многих факторов (лишь частично отмеченных выше) и, соответственно, могут быть весьма различными при одной и той же начальной интенсивности ударной волны.

В силу изложенного, отсутствие следов заметного воздействия ударной воздушной волны в каком-либо месте Геналдонского ущелья не доказывает того, что ее вообще не было при катастрофическом выбросе ледника Колка.

Сказанное, безусловно, справедливо по своей сути и в других случаях подобных ледниковых катастроф, например, на г. Уаскаран (Перу), где проявления действия ударной воздушной волны отмечены и в 1962, и в 1970 гг. [Петраков 2008], но также, разумеется, лишь локально, а не повсеместно.

В качестве же основного заключения по данному вопросу необходимо признать, что *проявление действия ударной волны в одних участках Геналдонского ущелья в ходе Колкинской катастрофы 2002 г. вполне достаточно для отклонения как необоснованных и ошибочных любых утверждений о том, что ударной волны не было, даже если в пределах других участков действие ударной волны не проявилось либо не имело явно выраженных последствий.*

Проявление ударной воздушной волны в ходе Колкинской катастрофы 2002 г. – одно из многочисленных бесспорных доказательств взрывного (взрывоподобного) характера протекания этой катастрофы, ее эндогенной газодинамической природы и, соответственно, действия высоконапорных глубинных поствулканических газов как главной и единственной причины этой катастрофы.

Литература

1. Андреев С.Г., Бабкин А.В., Баум Ф.А., Имховик Н.А., Кобылкин И.Ф., Колпаков В.И., Ладов С.В., Одинцов В.А., Орленко Л.П., Охитин В.Н., Селиванов В.В., Соловьев В.С., Станюкович К.П., Челышев В.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва / Под ред. Л.П. Орленко. Изд. 3-е, испр. В 2 т. Т. 1. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 832 с.
2. Баум Ф.А., Орленко Л.П., Станюкович К.П., Челышев В.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва / Под ред. К.П. Станюковича. Изд. 2-е, перераб. М.: Наука, 1975. 704 с.
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., Стрелоу Р. Взрывные явления. Оценка и последствия: В 2-х кн. Кн. 1. М.: Мир, 1986. 319 с.
5. Бергер М.Г. Ледник Колка: Катастрофа 20 сентября 2002 года – внезапный газодинамический выброс ледника. М.: Изд-во ЛКИ, 2007. 248 с.
6. Васьков И.М. Возможный механизм обвала и динамика движения ледо-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.
7. Васьков И.М., Долгов Г.А., Музаев И.Д., Пикалюк Г.В. Динамика движения масс ледо-каменного обвала в верховьях р. Геналдон РСО-А 20 сентября 2002 года // Вестник Владикавказского научного центра РАН и РСО-А. 2004. Т. 4. №1. С. 18-26.
8. Гласс И.И. Ударные волны и человек. М.: Мир, 1977. 192 с.
9. Горшков Г.С., Богоявленская Г.Е. Вулкан Безымянный и особенности его последнего извержения (1955-1963 гг.). М.: Наука, 1965. 172 с.
10. Гурин А.А., Малый П.С., Савенко С.К. Ударные воздушные волны в горных выработках. Изд. 2-е. М.: Недра, 1983. 223 с.
11. Заалишвили В.Б., Бондырев И.В., Невская Н.И., Невский Л.Н. Макросейсмическое обследование зоны схода ледника Колка 20 сентября 2002 года // 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: ВНЦ РАН и РСО-А, 2008. С. 174-184.
12. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. Оценка интенсивности сейсмического события, вызванного сходом ледника Колка 20 сентября 2002 года // 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: ВНЦ РАН и РСО-А, 2008. С. 196-201.
13. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. Особенности процесса схода ледника Колка 20 сентября 2002 г. и его макросейсмическое проявление по инструментальным данным современных регистрационных систем // Геология и геофизика Юга России. 2012. №3. С. 29-44.
14. Захарова Т.В. и Харитон Ю.Б. Обтекание препятствий ударной волной // Механическое действие взрыва. Сборник. М.: ИДГ РАН, 1994. С. 116-121.
15. Комжа А.Л. К вопросу о причинах запустения поселения Восьмой Генал после гляциальной катастрофы в долине реки Геналдон в середине XVIII века // Опас-

ные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа: Труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию со дня создания Владикавказского научного центра РАН и Правительства РСО-А. Владикавказ, 2010. С. 201-208.

16. Кукал З. Природные катастрофы. М.: Знание, 1985. 240 с.

17. Кусов Г.И. Неизвестная Осетия: Необычные экскурсии по Республике Северная Осетия-Алания. Владикавказ: Издательско-полиграфическое предприятие им. В. Гассиева, 2006. 416 с.

18. Малышев А.И. Жизнь вулкана. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 262 с.

19. Никитин М.Ю., Гончаренко О.А., Галушкин И.В. Динамика и стадийность развития Геналдонского ледово-каменного потока на основе дистанционного анализа // Вестник Владикавказского научного центра РАН и РСО-А. 2007. Т. 7. № 3. С. 2-15.

20. Панов В.Д., Ильичев Ю.Г., Лурье П.М. Ледниковый обвал в горах Северной Осетии в 2002 г. // Метеорология и гидрология. 2002. № 12. С. 94-98.

21. Петраков Д.А. Многостадийные ледниковые катастрофы как особый тип стихийно-разрушительных процессов гляциального генезиса // Материалы гляциологических исследований. 2008. Вып. 105. С. 87-96.

22. Поповнин В.В., Петраков Д.А., Тутубалина О.В., Черноморец С.С. Гляциальная катастрофа 2002 года в Северной Осетии // Криосфера Земли. 2003. Т. VII. № 1. С. 3-17.

23. Процесс схода ледника Колка 20 сентября 2002 г. / Отв. ред. В.Б. Заалишвили. Владикавказ: ВНИЦ РАН и РСО-А, 2009. 165 с.

24. Роден Г. Неупругие процессы в сейсмических волнах при подземных взрывах // Нелинейные волновые процессы. Сб. статей. Серия: Новое в зарубежной науке. Механика. Вып. 42. М.: Мир, 1987. С. 139-230.

25. Садовский М.А. Избранные труды. Геофизика и физика взрыва. М.: Наука, 1999. 335 с.

26. Супруненко Ю. Был ли предсказуем сход Колки? // Техника молодежи. 2005. № 12. С. 24-26.

27. Тавасиев Р.А. О некоторых дискуссионных вопросах, связанных с катастрофическим сходом ледника Колка // Ледник Колка: вчера, сегодня, завтра / [отв. ред. акад. Ю.Г. Леонов, В.Б. Заалишвили]; Центр геофиз. исслед. Владикавказ. науч. центра РАН и РСО-А. Владикавказ, 2014. С. 272-283.

28. Теория горения и взрыва: учебник и практикум / О.Г. Казаков [и др.]: под общ. ред. А.В. Тотая, О.Г. Казакова. 2-е изд. М.: Юрайт, 2013. 296 с.

29. Черноморец С.С. Селевые очаги до и после катастроф. М.: Научный мир, 2005. 184 с.

DOI: 10.23671/VNC.2015.2.55268

ABOUT AIR-BLAST OCCURRENCE AT SUDDEN GAS-DYNAMIC SURGE OF THE GLACIER KOLKA ON 20 SEPTEMBER 2002

© 2015 Berger M.G., Sc.Doctor (Geol.-Min.), prof.

North-Caucasian innovation center «Sustainable development of mountain areas»,
362021, Russia, RNO-Alania, Vladikavkaz, Nikolaev street, 44, e-mail: conf@skgmi-
gtu.ru;

GPI VSC RAS, Russia, 362002, Vladikavkaz, Markov street, 93a, e-mail: berger7@
rambler.ru

Characteristics of air-blast occurrence at sudden surge of the glacier Kolka on 20 September 2002 are noticed in the article. The reasons of single objects preservation in Genaldon gorge are explained.

Keywords: the glacier Kolka, sudden surge, air-blast, flow effect.