

turation leads to decreasing of transversal and longitudinal waves velocities. The mechanism of this process is considered and it is shown that such an effect is possible for rocks with granular porosity when jointing is absent or has a negligibly poor development.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авчян Г. М. Физические свойства осадочных пород при высоких давлениях и температурах. М., «Недра», 1972, 144с.
2. Авчян Г. М., Матвеевко А. А. Влияние насыщающей жидкости на скорость распространения продольных волн в осадочных породах при высоких давлениях и температурах.—Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли, 1955, № 3, с. 65—70.
3. Авчян Г. М., Матвеевко А. А., Стефанкович З. Б. Петрофизика осадочных пород в глубинных условиях. М., Недрa, 1979, 224с.
4. Авербух А. Г. Изучение состава и свойств горных пород при сейсморазведке. М., Недрa, 1982, 232с.
5. Грегори А. Р. Изменение скорости поперечных волн в образцах осадочных пород при сжатии.—В кн.: Механика горных пород. М., Недрa, 1966, с. 260—285.
6. Добрынин В. М. Деформация и изменение физических свойств коллекторов нефти и газа. М., Недрa, 1970, 237с.
7. Механика насыщенных пористых сред. М., «Недрa», 1970. 339с. Авт.: В. Н. Николаевский, Е. С. Басниев, А. Т. Горбунов, Г. А. Зотов.
8. Оценка возможности применения сейсмической разведки для прямых поисков нефтяных залежей. М., Изд-во АН СССР, 1961. 131с. Авт.: М. Ф. Мирчник, И. Я. Баллак, Л. А. Сергеев и др.
9. Петкевич Г. И. Информативность акустических характеристик неоднородных геологических сред. Киев, Наукова думка», 1976. 212с.
10. Петкевич Г. И., Вербицкий Т. З. Исследование упругих свойств пористых геологических сред, содержащих жидкости. Киев, изд-во АН УССР, 1965. 250с.
11. Френкель Я. И. К теории сейсмических и сейсмоэлектрических явлений во влажной почве «Изв. АН СССР. Сер. географ. и геофиз.», т. 8, № 4, 1944, с. 133—150.
12. Biot M. A. Theory of propagation of elastic waves in fluid saturated porous solids.—„J. Acoust. Soc. of America“, 1956, vol. 28, № 2. p. 168—191 with 11.
13. Geertsma J. The effect of fluid pressure decline on volume changes of porous rocks.—„Trans. AIME“, 1957, vol. 210, p. 331—339.
14. King M., Fatt J. Ultrasonic shear wave velocities in rock subjected to simulated overburden pressure.—„Geophysics“, 1962, vol. 27, p. 590—598.
15. Wyllie M. R., Gardner, G. H. F., Gregory A. R. Studies of elastic wave attenuation in porous media.—„Geophysics“, vol. 27, № 5, 1962, p. 569—590.

Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, XXXVIII, № 3, 54—62, 1985.

А. И. БРОТГАНДЕЛЬ, Т. Т. ГВЕРДЦИТЕЛИ, Г. Т. ГЕЛОВАНИ,
Н. Э. ЛОМИДЗЕ, Г. А. НАДИБАИДЗЕ, В. К. СЕРАФИМОВ,
Г. К. СУЛАКВЕЛИДЗЕ, М. Б. ЧИКВАИДЗЕ, Г. З. ЭЛБАКЯН.

ПОЛУЭМПИРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГРАДОВОГО ОБЛАКА И ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ГРАДОВЫЙ ПРОЦЕСС

Обсуждается процесс градообразования в вертикальном разрезе градового облака при неизменном направлении ветра. Принимается, что выпадение крупных градин начинается в той области градового облака, где восходящие потоки имеют максимальную скорость. Выявлен новый механизм выпадения градин, который при

небольших скоростях ветра расположен ближе к фронтальной части облака.

Для проведения активных противоголовоградных работ обосновывается выбор места и времени внесения в облако кристаллизующих реагентов.

В результате исследований, проведенных в СССР, Канаде, США, была разработана качественная, полуэмпирическая модель градового облака, на основании которой можно определить область засева облака кристаллизующим реагентом с целью предотвращения выпадения крупного града.

Согласно представлениям К. А. Браунинга [9.10], Г. Б. Фула [9], Ф. Х. Лудлама [12], М. Т. Абшаева [1], Н. Ш. Бибилашвили [3], Г. К. Сулаквелидзе [5], градовое облако можно представить состоящим из двух существенно различающихся между собой частей. В тыловой части господствуют нисходящие потоки и выпадают осадки, а во фронтальной—по направлению перемещения облака наблюдаются восходящие движения. Эти две части условно отделяются друг от друга поверхностью (на чертеже—линия ММ), проходящей примерно через центр облака ближе к тыловой части и слегка наклоненной в сторону движения (рис. 1).

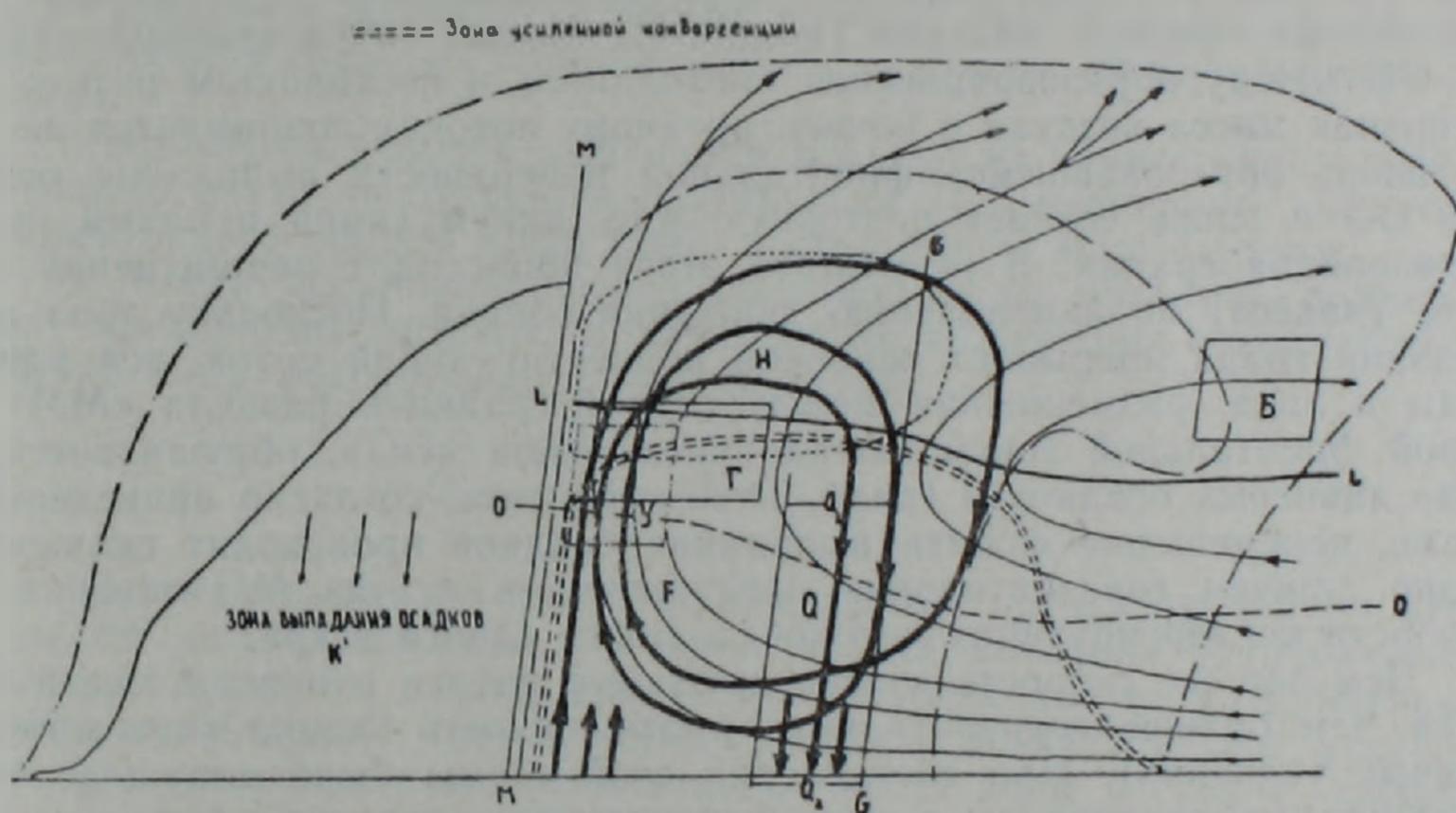


Рис. 1. Схема внесения реагента в градовое облако.

В результате сдвига ветра верхняя фронтальная часть смещается по направлению движения, образуя хобот [5] или навес [1, 3, 9—11].

Восходящие потоки переносят капельки воды снизу в хобот, в дальнейшем мелкие капли выносятся по направлению воздушных потоков в верхнюю часть облака и за его пределы, где они испаряются. Согласно расчетам лишь половина воды, генерируемой кучеводождевым облаком, выпадает в виде осадков в тыловой части за линией ММ, а вторая половина испаряется за границей облака в зоне дивергенции воздушных потоков.

В нижней фронтальной (ниже LL) части облака потоки воздуха конвергируют, а в верхней (выше LL) — дивергируют. Выше центральной части облака образуется зона аккумуляции «А» крупных облачных частиц [1]. Зона повышенной влажности включает зону аккумуляции и зону выпадения осадков (К¹). В зоне аккумуляции происходит основной рост градин. Последние выносятся вместе с отдельными крупными каплями из зоны аккумуляции, попадают в хобот (навес), где скорость восходящих потоков меньше, чем в центральной части облака. Градовые

частицы из верхней передней части облака попадают в зону «С», со сравнительно малой водностью, где их рост ограничен. Поэтому на этом участке траектории градины почти не увеличиваются в размерах. В области «F» градины подхватываются конвергирующим потоком и вновь вносятся в центральную часть облака, повторно проходят через зону аккумуляции «А», где растут за счет коагуляции с крупными переохлажденными каплями. В дальнейшем они выносятся в зону «хобота» и повторно совершают циркуляцию. При этом, поскольку их масса увеличилась по сравнению с первым опусканием, траектория второго опускания расположена ближе к центру облака.

Подобные циклы циркуляции будут происходить до тех пор, пока градины не вырастут до таких размеров, при которых конвергирующие потоки уже не смогут занести их в центр облака. Согласно данным Г. С. Бартишвили, М. Ш. Кавиладзе и Б. А. Соломко [2], основанным на изотопном анализе градин, они до выпадения совершают 3—4 циркуляции, в этом случае выпадение града на землю происходит из области «Q». При этом возникает нисходящий поток градин в этой области, создающий нисходящие воздушные течения, прерывающие конвергирующий воздушный поток, направленный к центру облака. Конвергирующие потоки частично попадают в область выпадения и несколько задерживают скорость падения градин. Возникает новая граница раздела GG между образовавшимися нисходящим и восходящим потоками. Основная масса воздуха в конвергирующих потоках поднимается вверх по вновь образовавшейся фронтальной поверхности выпадения осадков GG и вновь создает повторную зону аккумуляции и новый цикл образования градин. В результате этого происходит перемещение хобота (навеса) по направлению движения облака. Поскольку зона выпадения града прерывает основной конвергирующий поток, вся масса воды и льда, размещенная между старой границей раздела «MM» и новой фронтальной зоной выпадения осадков «GG», обрушивается в виде ливневых осадков и града. Таким образом, согласно приведенной схеме, перемещение фронта выпадения осадков происходит скачкообразно, причем горизонтальная протяженность скачка MG зависит от скорости конвергирующих потоков, а также сдвига ветра.

Чем больше скорость конвергирующего потока в нижней части облака, тем больше горизонтальная протяженность скачка (при прочих равных условиях). При составлении этой схемы было допущено, что основная масса воздуха в зоне конвергенции потоков втягивается в облако с его нижней фронтальной части, что неоднократно отмечалось при наблюдениях над уравновешенными шаропилотами, запускавшимися вокруг конвективного облака. Дальнейшее развитие облака определяется энергией неустойчивости атмосферы. В случае значительной неустойчивости этот процесс может продолжаться в условиях Кавказа в течение 3—4 часов.

При скорости перемещения облака 20—30 км/час в результате описанного процесса на поверхности земли остается градовая дорожка длиной 60—120 км.

Если в зоне между линиями «GG» и «MM» к моменту выпадения градин на уровне Q_1 размеры градовых частиц невелики, и они тают при падении в теплой части атмосферы, то на уровне Q_2 выпадут жидкие осадки; в этом случае на поверхность земли град будет выпадать отдельными пятнами. Если же на уровне Q_1 градовые частицы успели вырасти до больших размеров, то образуется сплошная градовая дорожка.

По сравнению со схемой К. А. Браунинга, Г. Б. Фута, Ф. Х. Лудлама, М. Т. Абшаева, Н. Ш. Бибилашвили, в новом механизме выпадения

дание крупных градин начинается не с зоны «У», где скорости восходящих потоков максимальны по величине, а с области Q, расположенной гораздо ближе к фронтальной части облака, где эти скорости меньше. При этом перемещение фронта выпадения осадков происходит не непрерывно, а скачкообразно. В данном случае схематично рассмотрен процесс образования града, протекающий в вертикальном сечении градового облака, проходящего через горизонтальную составляющую ветра в атмосфере, когда он не меняет направления по высоте.

Отдельные этапы роста облачных частиц были рассчитаны авторами этой работы Н. Э. Ломидзе и В. К. Серафимовым, по данным которых в совокупности с результатами радиолокационного зондирования облака и термодинамических расчетов, полученных как самими авторами, так и другими отечественными и зарубежными исследователями, после подробного анализа и обсуждения была разработана предлагаемая схема.

Если горизонтальная составляющая ветра в атмосфере с высотой монотонно меняет направление, поворачиваясь вправо по движению, то плоские траектории спирали циркуляционного движения градин превратятся в пространственные кривые, что, возможно, повлияет на время роста градовых частиц и несколько изменит высоту подъема и опускания градин, а градовая дорожка сместится вправо по направлению движения.

Рассмотрим условия выпадения осадков из конвективного облака. Согласно ранее полученным результатам [1], выпадение осадков из конвективного облака происходит в следующих двух случаях:

1. Когда вес накопившейся облачной воды превысит подъемную силу восходящих потоков. В этом случае количество накопившейся в облаке воды рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{W_m^2 - V_k^2}{2g} \rho_e, \quad (1)$$

где W_m — максимальная скорость восходящих потоков в данном вертикальном сечении облака; V_k — критическая величина установившейся скорости падения капли, при которой происходит ее разбрызгивание (эффект Ленарда); ρ_e — средняя плотность воздуха в зоне аккумуляции; g — ускорение силы тяжести; Q — масса воды в столбе облака с единичным поперечным сечением ($г/см^2$).

2. Когда радиус градины R достигнет такой величины, что скорость ее установившегося падения $V(R)$ под действием силы тяжести окажется равной максимальной скорости восходящего потока, при этом выполняется следующее условие:

$$R = 0.4 \frac{G_x \cdot \rho_v}{g \cdot \rho_r} W_m^2, \quad (2)$$

где ρ_v — плотность воды, ρ_r — плотность града, C_x — коэффициент лобового сопротивления при падении градины в атмосфере ($C_x \approx 0,5$).

Рассмотрим условия образования града.

Зародыши града, согласно представлениям Листа, Лудлама, Сулаквелидзе и др., образуются в основном на замерзших каплях. Однако, детальные исследования, проведенные В. Г. Хоргуани [8] на основании анализа 6700 градин, показали, что естественные зародыши града образуются на частицах крупы (65%) и лишь около одной трети зародышей (35%) являются замерзшими каплями; примерно 95% зародышей града возникает в интервале температур от 6 до -10°C . Данные Хоргуани по-видимому, наиболее убедительны из всех существ-

вующих, ибо они получены на основании большого фактического материала.

Все сказанное относится к зародышам града, возникающим при естественном ходе процесса. В случае внесения в облако кристаллизирующих реагентов процесс кристаллизации переохлажденных капель протекает по иной схеме.

В 1960 г. Х. Х. Медалиев высказал предположение [5], что частицы кристаллизирующего реагента, в частности AgI, попадая в переохлажденное облако, обволакиваются пленкой воды. Пленка замерзает и образуются ледяные кристаллы микронного размера. В дальнейшем, в результате коагуляции, кристаллы осаждаются на переохлажденных каплях. Вследствии контактной кристаллизации при соударении крупной переохлажденной капли с кристаллом образуется зародыш града—замерзшая капля. Примерно таких же представлений придерживается и В. Г. Хоргуани. Существует мнение, что искусственные зародыши града могут возникать на ледяных дендритах, образовавшихся на частицах реагента путем их роста и обзернения. Однако, как показал Хоргуани, время образования зародыша града на дендрите соизмеримо с продолжительностью существования градового облака, и поэтому механизм воздействия на градовые процессы в результате создания искусственных зародышей града не может быть объяснен их образованием на искусственно возникших дендритах. Реагент вносится в облако согласно методу ВГИ с помощью артиллерийского снаряда. Снаряд используется ввиду необходимости быстрого диспергирования реагента в заданном месте облака. Наземные и самолетные ракеты, удовлетворяющие этим требованиям (время диспергирования и точность доставки), могут с успехом заменить снаряд. Возгонка реагента осуществляется путем взрыва артиллерийского снаряда «Эльбрус», снаряженного смесью ВВ с AgI. В этом случае выход кристаллов с одного грамма реагента при температуре—10—12 С составляет 3×10^{13} , а со всего снаряда— 5×10^{14} [7]. Принимается, что через 1—2 минуты после взрыва снаряда радиус сферы распространения реагента достигает 50 м. В наших расчетах принята эта средняя величина. Для такого радиуса взрывного облака концентрация частиц реагента составляет 100 см^{-3} . При такой концентрации мелких ледяных частиц все крупные капли в зоне диспергирования реагента замерзнут в результате контактной кристаллизации.

Если принять, что водность в зоне роста града, где диспергировался реагент, составляла 20 г/м^3 и среднекубический радиус крупных частиц равен 300 мкм, то получится, что при разрыве снаряда образуется примерно 2×10^{11} искусственных зародышей града. В результате турбулентности и конвективных потоков эти зародыши града, как показали многолетние полевые наблюдения, разносятся в объеме около 1 км^3 . Эти частицы создают $2 \times 10^{-4} \text{ см}^{-3}$ счетную концентрацию или 200 зародышей града в м^{-3} . Следовательно, каждые 2500 ледяных кристаллов, образовавшихся в результате взрыва одного снаряда смешанного снаряжения, приводят к образованию одного зародыша града. Такой большой расход искусственных ледяных кристаллов на образование зародышей объясняется их большой концентрацией в момент взрыва и сравнительно небольшим радиусом взрывного облака. Поэтому увеличение количества реагента, при диспергировании методом взрыва, по-видимому, не приведет к существенному увеличению числа искусственных зародышей града, т. к. при столь большой концентрации мелких ледяных кристаллов они коагулируют друг с другом.

Допустим, что вся накопившаяся в облаке переохлажденная вода при естественном процессе преобразовалась в градины. В этом случае

радиус града достигнет максимальной величины. Согласно уравнениям (1) и (2), для среднекубического радиуса (R_{e3}) градины получим:

$$R_{e3} = \frac{3}{4} \frac{W_m^2 - V_k}{\pi g h} \frac{\rho_n}{\rho_r} \frac{1}{N_e}, \quad (3)$$

где h — высота переохлажденной части облака; N_e — естественная концентрация зародышей градин. В правой части уравнения (3) все величины, стоящие перед множителем $1/N_e$, постоянны и больше нуля для данного конкретного облака. Следовательно, R_{e3} равен:

$$R_{e3} = C^2 \sqrt[3]{\frac{1}{N_e}}. \quad (4)$$

Уравнение (4) показывает, что при прочих равных условиях среднекубический радиус града обратно пропорционален корню кубическому из концентрации естественных зародышей града N_e . Допустим, что в этом же облаке взрывом снаряда добавочно создано N_i искусственных зародышей града. Тогда при условии, что вся переохлажденная вода будет израсходована на рост градин, конечный среднекубический радиус града, полученный в результате искусственного увеличения числа зародышей града R_{i3} , будет равен:

$$R_{i3} = C^2 \sqrt[3]{\frac{1}{N_i + N_e}}. \quad (5)$$

Так как ничего, кроме концентрации зародышей града в облаке, не изменилось, то величины C в уравнениях (5) и (4) равны. Разделив уравнение (5) на уравнение (4) и определив из него величину R_i , получим:

$$R_{i3} = R_{e3} \sqrt[3]{\frac{N_e}{N_e + N_i}}. \quad (6)$$

Так как

$$\sqrt[3]{\frac{N_e}{N_e + N_i}} < \sqrt[3]{\frac{1}{N_e}}, \quad \text{ибо } N_i \gg N_e, \\ \text{то } R_i < R_e.$$

Уравнение (6) показывает, что внесение искусственных зародышей града уменьшает его конечный размер. Так как N_i много больше N_e , то уравнение (6) можно переписать в виде:

$$R_{i3} = R_{e3} \sqrt[3]{\frac{N_e}{N_i}}. \quad (6^1)$$

Рассмотрим случай создания искусственных зародышей града при разрыве одного артиллерийского снаряда «Эльбрус-4» в зоне роста града, описанный выше. Естественную концентрацию зародышей града N_e в среднем можно принять равной $1 \times 10^6 \text{ см}^{-3}$. Как показано выше, $N_i = 2 \times 10^{-4} \text{ см}^{-3}$, а размер искусственных зародышей градин в этом случае $R_i = R_{e3} \sqrt[3]{\frac{1}{200}} = 0,17 R_{e3}$. Следовательно, среднекубический

радиус града в результате активного вмешательства уменьшается примерно в 5 раз.

При этом принято, что водность облака за время роста града практически не изменяется, что соответствует реальным условиям, ибо модалное время роста града от 0,5 до 1,5 см составляет 6 мин [4].

Следует помнить, что никакими методами воздействия в настоящее время нельзя уменьшить размер уже образовавшейся градины, поэтому существенное значение приобретает промежуток времени между обнаружением зародышей града и внесением кристаллизирующего реагента в зону роста. Уравнение (2) в настоящее время уточнено и имеет более сложный вид, но это уточнение не влияет на конечные результаты.

Таким образом, воздействие на градовые процессы путем создания дополнительных зародышей града приводит в основном к ускорению роста массы льда в облаке и обрушению осадков в соответствии с уравнением (1). Поэтому рост крупных градин в этом случае затруднен.

В настоящее время, согласно представлениям М. Т. Абшаева и др. [1], кристаллизирующий реагент следует вносить в зону «Б» — фронтальную часть хобота (навеса), чем, по мнению авторов, достигается вымывание зоны облака, где происходит зарождение и рост града.

По существующим представлениям, в этой зоне «Б» водность небольшая и поэтому мала вероятность образования крупных частиц на искусственно созданных кристаллах.

По всей вероятности, льдообразующие частицы, внесенные в зону «Б», будут вынесены из облака дивергирующими потоками и не приведут к существенному увеличению числа мелких градин — конкурентов. Это подтверждается также радиолокационными исследованиями кучевых облаков, проведенными Н. Ш. Бибилашвили.

Исходя из сложившихся представлений, кристаллизирующий реагент следует вносить в зону «Г» на уровень изотерм — 6—12°C, из которой ледяные частицы, пройдя зону аккумуляции «А», увеличатся в размерах и начнут опускаться вместе с естественными градинами. Это приведет к увеличению веса накопившихся льда и воды в зоне «А» и обрушению этой зоны в соответствии с уравнением (1) в области Q.

Как уже говорилось выше, согласно натурным наблюдениям рост града от 0,5 до 1,5 см происходит за 5—8 мин. Поэтому необходимо вносить реагент в зону образования и роста града непосредственно после ее обнаружения, так как современные методы воздействия приводят лишь к ускорению образования большой ледности, что вызывает обрушение осадков при небольшом размере градовых частиц.

Место внесения реагента по этой схеме совпадает с предложенным ранее в работе [5].

В 1963—1964 г.г. на территории Кабардино-Балкарской АССР при работах по воздействию на градовые процессы одним из авторов этой статьи был испытан метод «предварительного засева». Суть метода заключается во внесении кристаллизирующего реагента в атмосферу до образования в ней градового облака. Реагент вносили в безоблачную атмосферу над охраняемым районом, на высоту изотермы — 6—8°C с помощью противорадовых ракет ПГИ. Из сравнительно мало-мощных градовых облаков несколько раз град не выпадал, но у нас нет убедительных оснований утверждать, что это был результат предварительного засева, а не естественное развитие процесса. При мощных градовых процессах подобный метод воздействия не дал положительного результата.

Во-втором случае, при предварительном засеве кристаллизирующий реагент вносился перед фронтом образовавшегося облака (перед хоботом), в расчете, что при перемещении облака кристаллы реагента попадут в хобот и на них образуются конкурирующие зародыши градин. Подобное внесение реагента также не приводило к положительному эффекту.

По-видимому, эти, в основном, отрицательные результаты связаны с нашими ошибочными представлениями о том, что зона возникновения зародышей града находится во фронтальной части облака (хобот, навес).

В заключение следует еще раз подчеркнуть, что методы воздействия на градовые процессы, основанные на искусственном создании дополнительных зародышей града, могут привести к положительным результатам лишь при условии, что зародыши града растут за счет накопившейся (аккумулированной) переохлажденной крупнокапельной фракции. Если же град растет исключительно за счет непрерывно поступающих в облако с восходящим потоком мелких капель, то приходится согласиться с Х. Вейкманом, что внесение в облако искусственных зародышей града приведет лишь к усилению градобития.

Рост града только за счет мелких капель происходит при очень низких температурах на уровне максимальных скоростей. В этих условиях не может образоваться зона аккумуляции, и выпадет мелкий град.

Противоградовая служба Армянской ССР в течение 20 лет проводит воздействие на градовые процессы по методике, изложенной в работе [5]. Успешная практика воздействия на градовые процессы этим методом убеждает в том, что рассматриваемая в работе модель градового облака близка к реальным условиям. В пользу этого говорит также то обстоятельство, что запаздывание с внесением реагента после обнаружения зоны аккумуляции неизбежно приводит к отрицательным результатам.

Настоящая модель градового облака несколько отличается от модели, приведенной в работе [5]. Однако остается общность понятий роста града за счет аккумуляции воды и, следовательно, место своевременного внесения реагента.

Армгипрозем,
Тбилисский государственный
университет

Поступила 13.IX.1983.

Ա. Ի. ԲՐՈՏՆԱՆԴԵԼ, Տ. Տ. ԳՎԵՐԴՅԻՏՅԵԼԻ, Գ. Տ. ԳԵԼՈՎԱՆԻ, Ն. Է. ԼՈՄԻՉԵ,

Գ. Ա. ՆԱԴԻԲԱԻՉԵ, Վ. Կ. ՍԵՐԱՅԻՄՈՎ, Գ. Կ. ՍՈՒԼԱՔՎԵԼԻՉԵ, Մ. Բ. ԶԻՔՎԱԽՉԵ,
Գ. Զ. ԷԼԲԱԿՅԱՆ

ԿԱՐԿՏԱԲԵՐ ԱՄՊԻ ԿԻՍԱԷՄՊԻՐԻԿ ՄՈԴԵԼԸ ԵՎ ՆԵՐԳՈՐԾՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԿԱՐԿՏԱՅԻՆ ՊՐՈՑԵՍԻ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում քննարկվում է կարկտառաջացման սրոցեսը կարկտաբեր ամպի ուղղաձիգ հատույթում՝ քամու անփոփոխ ուղուձյան դեպքում: Հնդունվում է, որ խոշոր կարկտահատիկների անկումը սկսվում է ամպի այն մասից, որտեղ վերընթաց հոսանքներն ունեն առավելագույն արագությունները: Աշխատանքում բացահայտվում է կարկտաթափման նոր մեխանիզմ, որը, քամու փոքր արագությունների դեպքում, առավել մոտ է ամպի ճակատամասին:

Կարկտահարության գործոն կանխարգելման նպատակով հիմնավորվում է ռեագենտի ցրելու տեղը և ժամանակը:

A. I. BROTHANDEL, T. T. GVERDTSITEL', G. T. GUELOVANI, N. E. LOMIDZE,
G. A. NADIBAIDZE, V. K. SERAFIMOV, G. K. SULAKVELIDZE, M. B. CHIKVAIDZE,
G. Z. ELBAKIAN

A QUASI EMPIRICAL MODEL OF THE HAILCLOUD AND AN ATTEMPT TO INFLUENCE THE HAILING PROCESS

A b s t r a c t

A schematic presentation is given of the hail formation process in the vertical section of a hailcloud with an invariable wind direction. The dropping of large hail-stones is assumed to be triggered from the cloud zone with maximum rates of ascending currents. A new model is suggested of hail dropping from the section closer to the cloud front having lower current rates. A substantiation is offered for localization and timing of the reagent injection to prevent hailing process.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абшасв М. Т., Бурцев И. И., Ваксенбург С. И., Шевела Г. Ф.* Руководство по применению радиолокаторов МРЛ-4, МРЛ-5 и МРЛ-6 в системе градозащиты. Л., Гидрометеонздат, 1980, с. 230.
2. *Бартшвили Г. С., Кавиладзе М. Ш., Соломко Б. А.* Некоторые результаты исследования роста града на основе изотопного анализа, Тр. ВГИ, 1977, вып. 38, стр. 28—39.
3. *Библашвили Н. Ш., Бурцев И. И., Серегин Ю. А.* Руководство по организации и проведению противоградовых работ. Л., Гидрометеонздат, 1981, с. 168.
4. *Бротгандель А. И., Сулаквелидзе Г. К.* О радиолокационных характеристиках градовых облаков. Известия АН АрмССР, Науки о Земле, № 4, 1974.
5. *Сулаквелидзе Г. К.* Ливневые осадки и град. Л., Гидрометеонздат, 1967, с. 356.
6. *Сулаквелидзе Г. К.* Некоторые вопросы роста града в облаке. В сб.: Проблемы оптики атмосферы, Л., ЛОЛГУ, 1979, с. 63—79.
7. *Хоргуани В. Г.* Микрофизические исследования зарождения и роста града. Метеорология и гидрология, № 8, 1982, с. 118—125.
8. *Хоргуани В. Г., Тлисов М. И.* О природе зародышей и концентрации града в облаке. ДАН СССР, т. 227, № 5, с. 1108—1111.
9. *Browning K. A., Foote G. B.* Air flow and hail growth in supercell storms and some implications for hail suppression. Suart. J. Road, Met. Soc., № 7, pp. 494—533, 1976.
10. *Browning K. A.* Comments on numerical simulation of the life history of a hail-storm. J. Atm. Sci., 9, № 35, pp. 1553—1554. 1977.
11. *List R., Agnew T.* Air bubbles in artificial hailstones. J. Atm. Sci., 1973, vol 30, № 5, pp. 1158—1165.
12. *Ludlam F. H.* The hail problem. Roma 1956, Nubila 1, pp. 12—95.

Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, XXXVIII, № 3, 62—66, 1985.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 553.23:411(479.25)

М. А. АРУТЮНЯН, М. А. КУКУЛЯН

ВРЕМЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТА В ПРОЦЕССЕ СКАРНО- И РУДООБРАЗОВАНИЯ НА КЕФАШЕНСКОМ СКАРНОВОМ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОМ ПРОЯВЛЕНИИ ЗАНГЕЗУРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (Армянская ССР)

Целью настоящей статьи является выявление золотоносности скарновых пород и времени выделения золота в общем процессе скарно-рудообразования.