

СКОРОСТЬ РОСТА ГРАДИН ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ВОДНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЕ ИСКУССТВЕННОЙ ОБЛАЧНОЙ СРЕДЫ

Блиадзе Т.Г.

Институт геофизики им. Михаила Нодиа, 0193, Тбилиси, ул. М.Александрзе, 1

В данной работе представлены результаты исследования скорости роста свободно взвешенных градин при различной температуре и влажности искусственной облачной среды.

На рис.1 показаны осредненные данные об изменении во времени в течение 15 мин с интервалами по 3 мин диаметра и массы градин в облачной среде при сухом и мокром режимах роста. Для сухого режима роста кривые построены для трех диапазонов влажности: 0.8-2.0 г/м³ (среднее по 10 опытам); 2.1-3.0 г/м³ (среднее по 13 опытам) и 3.1-5.0 г/м³ (среднее по 12 опытам). Для мокрого режима роста – один диапазон влажности: 3.1-5.0 г/м³ (среднее по 8 опытам). Определение режимов роста града было проведено в соответствии с монографией [1].

Как следует из этих рисунков и табл.1, рост градин во времени хорошо аппроксимируется экспоненциальной функцией (уровень значимости коэффициентов детерминации R^2 не хуже 0.01).

В табл.1 представлены соответствующие значения коэффициентов уравнений регрессии для роста диаметра и массы градин при сухом и мокром режимах роста. Здесь же приведены соответствующие значения 68% - х доверительных интервалов (CONF 68% (+/-)) для значений коэффициентов a и b уравнений регрессии. Начальные размеры градин составляли 15-17 мм по диаметру (соответственно массы – 1.6-2.2 г). Указанные начальные размеры были выбраны из соображений, что выпадающие из облака градины диаметром 15-17 мм тают в атмосфере и практически не достигают поверхности Земли. Градины больших размеров уже достигают ее [1,2]. Так, например, по [1] выпадающие из облака градины диаметром 30 и 35 мм достигают поверхности земли с диаметрами соответственно 14 и 22 мм.

Рис.1 наглядно демонстрирует зависимость прироста размеров и массы градин от влажности среды, особенно хорошо проявляющуюся при сухом режиме. Что касается сравнения роста градин в сухом и мокром режимах при одинаковых диапазонах влажности (3.1-5.0 г/м³), то здесь есть свои нюансы. В течение первых 12 мин рост размеров градин происходит примерно одинаково, а затем рост размеров градин при мокром режиме опережает этот рост при сухом. Рост массы же градин в сухом режиме выше роста в мокром режиме практически для всего времени эксперимента. Иными словами при этих влажностях в режиме сухого и мокрого роста плотность градин ρ , получается различная.

Так, по нашим оценкам при $w = 0.8-2.0$ г/м³, $\rho_s = (0.84 \pm 0.016)$ г/см³; $w = 2.1-3.0$ г/м³, $\rho_s = (0.81 \pm 0.0116)$ г/см³; $w = 3.1-5.0$ г/м³, $\rho_s = (0.85 \pm 0.0115)$ г/см³ (сухой рост); $w = 3.1-5.0$ г/м³, $\rho_w = (0.70 \pm 0.05)$ г/см³ (мокрый рост при $T = -6 \div -7$ °C) и $w = 4.4-5.0$ г/м³, $\rho_w = (0.86 \pm 0.08)$ г/см³ (мокрый рост при $T = -8 \div -10$ °C). Таким образом при высоких температурах плотность градин получается ниже, чем при низких. По всей видимости при высоких температурах это связано с более высокой шероховатостью поверхности градин, а также наличием выпуклостей и выступов, увеличивающих ее размер. При низких температурах плотность градин при примерно одинаковых влажностях для сухого и мокрого режимов роста мало отличаются друг от друга.

Количественные характеристики скоростей роста размеров и масс градин для диаметров градин 20, 25, 30, 35 и 40 мм представлены в табл.2. Здесь же приведены данные о времени, необходимом для достижения указанных выше размеров градин при их росте от начального размера (15-17 мм). Расчеты проведены в соответствии с данными табл. 1. Отметим, что для диаметров градин

выше 24 мм (водность 0.8-2.0 г/м³), 27 мм (водность 2.1-3.0 г/м³) и 30 мм (водность 3.1-5.0 г/м³) данные о скоростях роста размеров и масс градин являются аппроксимацией по соответствующим формулам табл. 1.

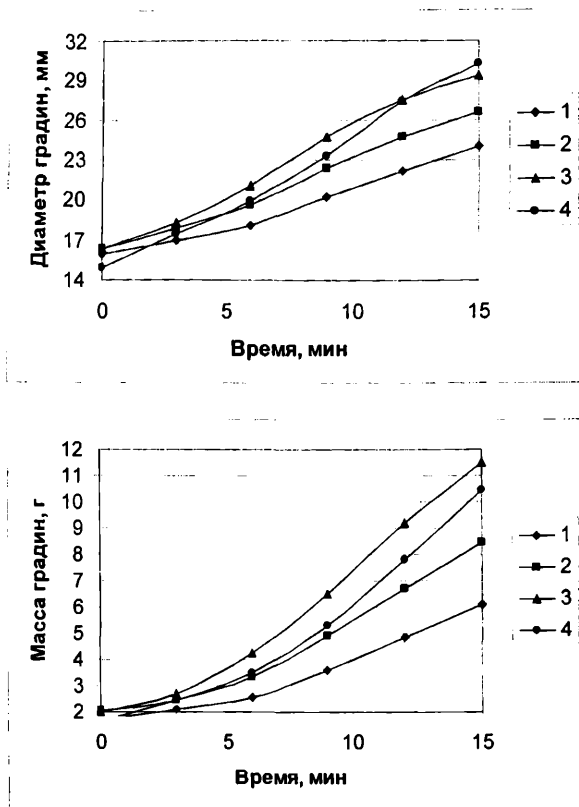


Рис.1

Изменение во времени диаметра (верхний график) и массы градин (нижний график) в искусственной облачной среде.

1. Водность от 0.8 до 2.0 г/м³, (сухой рост)
 2. Водность от 2.1 до 3.0 г/м³, (сухой рост)
 3. Водность от 3.1 до 5.0 г/м³, (сухой рост)
 4. Водность от 3.1 до 5.0 г/м³, (мокрый рост).
- Температура от -6 до -7 °С

Как следует из табл.2 с ростом водности существенно уменьшается время достижения градин одних и тех же размеров, и соответственно, увеличивается скорость роста диаметра и масс градин. Так, например, при водностях, соответствующих 0.8-2.0 г/м³, 2.1-3.0 г/м³ и 3.1-5.0 г/м³ градина достигает диаметра 30 мм от начального, равного 15-17 мм, за 23, 18 и 15 мин. С увеличением размеров градины растет скорость роста диаметра и массы градин. Так, в частности, при водности 3.1-5.0 г/м³ для градин диаметром 20, 30 и 40 мм скорость роста диаметра и массы градин, соответственно, составляет 0.79, 1.19, 1.59 мм/мин и 0.42, 1.31, 2.94 г/мин при сухом росте, и 0.95, 1.42, 1.9 мм/мин и 0.43, 1.19, 2.46 г/мин при мокром росте (табл.2). При тех же

водностях диаметр градины удваивается примерно за 17 мин при сухом росте и 15 мин при мокром росте, масса градины увеличивается в шесть раз примерно за 15 мин при обоих режимах роста.

Табл. 1

Коэффициенты уравнений регрессии для роста диаметра (D) и массы (M) градин

Режим роста	w г/м ³	R^2	a	CONF 68% (+/-)	b	CONF 68% (+/-)
$D = a \exp(bx)$						
Сухой	0.8-2.0	0.993	15.59	0.227	0.0287	0.0014
Сухой	2.1-3.0	0.994	16.326	0.26	0.0333	0.0015
Сухой	3.1-5.0	0.982	16.652	0.564	0.0397	0.0032
Мокрый	3.1-5.0	0.996	15.109	0.306	0.0474	0.0018
$M = a \exp(bx)$						
Сухой	0.8-2.0	0.994	1.609	0.084	0.0895	0.0043
Сухой	2.1-3.0	0.993	1.961	0.129	0.0986	0.0053
Сухой	3.1-5.0	0.986	2.238	0.263	0.1117	0.0092
Мокрый	3.1-5.0	0.996	1.781	0.121	0.1192	0.0053

Табл. 2

Время достижения градинами заданных размеров и скорости роста их диаметра (D') и массы (M') при этих размерах в зависимости от условий эксперимента

Режим роста	D , мм	Время достижения D , мин	D' , мм/мин	M' , г/мин
Сухой $w =$ 0.8-2.0 г/м ³	20	8.7	0.57	0.31
	25	16.5	0.72	0.63
	30	22.8	0.86	1.11
	35	28.2	1.00	1.79
	40	32.8	1.15	2.72
Сухой $w =$ 2.1-3.0 г/м ³	20	6.1	0.67	0.35
	25	12.8	0.83	0.68
	30	18.3	1.00	1.17
	35	22.9	1.17	1.85
	40	26.9	1.33	2.75
Сухой $w =$ 3.1-5.0 г/м ³	20	4.6	0.79	0.42
	25	10.2	0.99	0.78
	30	14.8	1.19	1.31
	35	18.7	1.39	2.02
	40	22.1	1.59	2.94
Мокрый $w =$ 3.1-5.0 г/м ³	20	5.9	0.95	0.43
	25	10.6	1.19	0.75
	30	14.5	1.42	1.19
	35	17.7	1.66	1.76
	40	20.5	1.90	2.46

Сравнение наших результатов по скорости роста массы градин различного размера с аналогичными результатами, полученными в ВГИ [3], но для закрепленных градин, показывает следующее. В условиях мокрого роста при водности 5 г/м³ скорость роста массы закрепленной градины диаметром 20, 25, 30 мм в жидкокапельной среде составляла соответственно 0.39 г/мин, 0.45 г/мин, 0.46 г/мин. В нашем эксперименте эта скорость при меньшей водности (3.1-5.0 г/м³) для градин тех же размеров соответствовала 0.43 г/мин, 0.75 г/мин, 1.19 г/мин (табл.2).

Таким образом, для закрепленной и свободно взвешенной градины для диаметра 20 мм скорости роста массы градины различаются незначительно. Однако для диаметров 25 мм и 30 мм это различие существенное и составляет примерно 170% и 260% по отношению к скорости роста массы закрепленной градины.

Литература

1. Хоргуани В.Г. – Микрофизика зарождения и роста града, М., Гидрометеониздат, 1984, 188 с.
2. Ludlam F.H.- The hail problem, Nubila, Anno I, N1, 1958, pp. 12-96.
3. Эмба Я.А., Хоргуани В.Г., Тлисов М.И.- О влиянии кристаллической фазы на рост градин, Тр. ВГИ, вып. 29, II, Гидрометеониздат, 1975, с. 151-162.

სატყვის მარცვლების ზრდის სიჩქარე ხელოვნური გარემოს სხვადასხვა წყლიანობისა და ტემპერატურისათვის

ბლიაძე თ.

რეზიუმე

წარმოდგენილია თავისუფლად შეწონილი სეტყვის მარცვლების ზრდის სიჩქარის კვლევის შედეგები ხელოვნური გარემოს სხვადასხვა წყლიანობისა და ტემპერატურისათვის.

СКОРОСТЬ РОСТА ГРАДИН ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ВОДНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЕ ИСКУССТВЕННОЙ ОБЛАЧНОЙ СРЕДЫ

Блиадзе Т.Г.

Реферат

Представлены результаты исследования скорости роста свободно взвешенных градин при различной температуре и водности искусственной облачной среды

RATE OF GROWTH IN THE HAILSTONES AT DIFFERENT WATER CONTENT AND TEMPERATURE OF ARTIFICIAL CLOUD MEDIUM

Bliaдзе T.

Abstract

The results of investigating the rate of growth in the freely weighed hailstones with a different temperature and the water content of artificial cloud medium are represented