

УДК 523.532

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АНОМАЛЬНОГО ХВОСТА КОМЕТ

Сафаров А. Г.

CONDITIONS FOR EDUCATIONAL ANOMALOUS TAIL OF COMET

Safarov A. G.^{*,**}^{*} Tajik National University, Dushanbe, 734025, Republic of Tajikistan^{**} Institute of Astrophysics, Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, 734042, Republic of Tajikistan
e-mail: aj_safarov@mail.ru

Abstract. The time and velocity of ejection of dust particles of anomalous tails from cometary nuclei are determined. It is revealed that some comets cause the formation of an anomalous tail is the collision of their comet nucleus with other bodies of the solar system. An investigation of the formation conditions of the anomalous tail shows that the dust ejection velocity from the comet nucleus C/1851 U1, C/1885 X2, C/1921 E1, C/1925 V1, C/1930 D1, C/1975 V2, 2P/1924, 6P/1950 and 1976, 10P/1930, 7P/1933 and 35P/1939 O1 can be explained by the sublimation of the ice of the nucleus and the removal of dust by molecules. It was found that the comets C/1823 Y1, C/1882 R1, C/1883 D1, C/1888 R1, C/1892 E1, D/1894 F1, C/1932 M1, C/1954 O1, C/1968 H1, C/1969 T1, C/1973 E1, C/1995 O1, C/1999 S4, C/2004 Q2, 7P/1869 G1, 10P/1930, 19P/1918, 26P/1927 F1, 67P/1982, 73P/1930 J1, 96P/1986 J1 and 109P/1862 O1, formation of the anomalous tail and splitting of the comet nucleus was observed in one appearance. Nuclear splitting 70 % of these comets occurred as a result of a collision of the comet's nucleus with a meteoroid or fragments of their nuclei.

Keywords: comet, nuclei, anomalous tail, velocity, ejection of dust particles, collision.

Аномальный хвост кометы является относительно редким проявлением нестационарной активности ядра кометы и в рамках механической теории кометных форм объясняется взрывным выбросом из ядра кометы облака крупных частиц в сторону Солнца. Почему и как происходит такой выброс крупной пыли из ядра не всегда ясно. Это явление, видимо, связано со структурой и составом ядра кометы и взаимодействием ядра с другими телами Солнечной системы.

Согласно исследованиям аномальных хвостов комет C/1823 Y1, C/1844 Y1, C/1910 A1, C/1973 E1, 109P/1862 O1, определены скорости выброса частиц аномальных хвостов из ядер комет [1]. Скорости оказались более 1 км/с. С.В. Орлов [2] интерпретировал такие скорости как результат столкновения каменистого ядра кометы с метеороидами. Сейчас стало очевидно, что ядро кометы состоит из конгломерата различных льдов и тугоплавких метеороидных частиц [3, 4], а скорости извержения крупной пыли из ядра, превосходящие 1 км/с, значительно больше тепло-

вых скоростей молекул при сублимации льдов ядра и для обеспечения больших скоростей извержения пыли из ядра требуются другие механизмы.

Целью настоящей работы является выяснение скоростей извержения вещества аномального хвоста из ядра комет.

Методика определения времени и скорость выброса пылевых частиц из ядра кометы описано авторами в [5]. Результаты определения скорости выброса частиц аномального хвоста из ядер 50 комет представлены в табл. 1.

В табл. 1 приведены обозначения комет: T — дата прохождения кометы через перигелий орбиты, t — время наблюдения аномального хвоста, t_1 — время и V — скорость выброса частиц аномального хвоста из ядра кометы на гелиоцентрическом расстоянии r . Для некоторых комет за момент образования аномального хвоста принималось время крупной вспышки блеска кометы взято из работ [3, 6, 7]. Они указаны звездочкой (*) в 4-ом столбце. Для нескольких комет за момент образования аномального хвоста принималось

Сафаров Абдулджалол Гафурович, старший преподаватель кафедры астрономии физического факультета Таджикского национального университета, научный сотрудник отдела физика комет и астероидов Института астрофизики Академии наук Республики Таджикистан; e-mail: aj_safarov@mail.ru

Таблица 1. Скорости извержения из ядра пылевых частиц аномального хвоста комет

Комета	T	t	t_1	V , км/с	r , а.е.
C/1844 Y1	14,2.12.1844	11.01.1845	15,23.11.1844	1,55	0,83
		12.01.1845	08.11.1844	0,48	0,86
		13.01.1845		0,38	0,88
		14.01.1845		0,98	0,91
		15.01.1845		0,84	0,93
		17.01.1845	02.12.1844	0,12	0,97
		29.01.1845		0,53	1,22
		30.01.1845		0,66	1,24
		31.01.1845		0,73	1,26
C/1851 U1	01,29.10.1851	22.10.1851	24.08.1851	0,14	0,73
		23.10.1851		0,18	0,75
		24.10.1851		0,19	0,77
		25.10.1851		0,28	0,79
C/1877 G1	27,30.04.1877	05.04.1877	27.03.1877	0,20	0,96
		15.05.1877	30.03.1877	0,48	1,07
C/1882 R1	17,72.09.1882	16.10.1882	14,29.05.1882	1,56	1,01
C/1883 D1	19,4.02.1883	28.02.1883	23.01.1883	0,28	0,81
		02.03.1883	19.01.1883	4,45	0,84
C/1885 X2	03,78.05.1886	01.05.1886	21,71.04.1886	0,02	0,48
C/1888 R1	31,66.05.1889	03.07.1889	26.04.1888	2,16	3,61
C/1892 E1	07,15.04.1892	02.04.1892	08.03.1892	2,62	1,05
D/1894 F1	09,93.0 2.1894	27.02.1894	08.02.1894	0,05	1,22
		28.02.1894		0,06	1,24
		29.02.1894		0,06	1,25
C/1910 A1	17,58.01.1910	26.01.1910	06,58.01.1910	0,92	0,40
		27.01.1910		0,67	0,43
		28.01.1910		0,52	0,45
		29.01.1910		0,44	0,48
		30.01.1910		0,44	0,51
		31.01.1910		0,34	0,54
C/1921 E1	10,45.05.1921	12.05.1921	01.05.1921	0,31	1,01
C/1922 U1	26,5.10.1922	06.11.1923	26.12.1921	0,90	3,93
C/1925 V1	07,26.12.1925	10.12.1925	20,26.09.1925	0,21	0,76
C/1930 D1	15,9.01.1930	24.02.1930	12,5.12.1929	0,02	1,26
C/1931 O1	11.06.1931	31.07.1931	15.06.1931*	1,10	1,33
		12.08.1931		1,10	1,45
C/1931 P1	25.08.1931	17.10.1931	23.08.1931*	3,35	1,15
		18.10.1931		3,48	1,48
C/1932 M1	24.09.1932	27.06.1932	23.06.1932	0,83	2,03
C/1935 A1	26,46.02.1935	19.02.1935	12.02.1935	0,69	0,82
C/1939 B1	06,85.02.1939	12.01.1940	28.01.1940	0,74	0,74
C/1954 O1	01,93.06.1954	02.08.1954	15,28.04.1954	0,21	1,31
		06,9.08.1954		0,13	1,37
		07,9.08.1954		0,25	1,37
C/1961 O1	17,49.07.1961	25.07.1961	04,51.04.1961*	1,72	0,39
		26.07.1961		1,75	0,43

Продолжение табл. 1

Комета	T	t	t_1	V , км/с	r , а.е.
C/1962 C1	01,66.04.1962	10.04.1962	10.10.1961*	0,32	0,42
		12.04.1962		0,81	0,49
		13.04.1962		0,88	0,53
		14.04.1962		0,43	0,55
		16.04.1962		0,25	0,62
		17.04.1962		0,23	0,64
		18.04.1962		0,21	0,67
		19.04.1962		0,21	0,70
		20.04.1962		0,23	0,73
		21.04.1962		0,25	0,76
		22.04.1962	0,33	0,78	
		23.04.1962	0,23	0,81	
		24.04.1962	0,31	0,84	
		25.04.1962	0,73	0,87	
		C/1963 A1	21,47.03.1963	25.02.1963	10,35.01.1963
10.05.1963	1,00			1,18	
25.05.1963	0,64			1,42	
30.05.1963	0,74			1,49	
16.07.1963	0,23			1,74	
21.07.1963	0,24			1,86	
27.07.1963	0,16			1,90	
C/1968 H1	16,27.05.1968	24.07.1968	03.05.1968	0,25	1,18
C/1969 T1	21,26.12.1969	26.12.1969	08.11.1969	0,003	0,49
C/1973 E1	28,4.12.1973	12.01.1974	20,4.11.1973	1,75	0,54
		14.01.1974		2,74	0,61
		16.01.1974		2,45	0,65
		17.01.1974		2,56	0,69
		20.01.1974		1,88	0,76
		23.01.1974		0,67	0,83
		26.01.1974		0,53	0,91
		09.02.1974		0,53	1,21
		13.02.1974		1,31	1,29
		23.02.1974		0,59	1,47
		24.02.1974		1,93	1,51
		25.02.1974		1,67	1,52
		26.02.1974		1,05	1,60
C/1975 V2	21,18.12.1975	03.01.1975	10.12.1975	0,02	0,58
C/1980 O1	22,44.06.1980	14.08.1980	06.05.1980	0,24	1,23
		15.08.1980		0,26	1,24
		17.08.1980		0,44	1,29
		19.08.1980		0,81	1,31
		29.08.1980	21,8.04.1980	2,16	1,47
		03.09.1980		2,23	1,57
		04.09.1980		1,89	1,59
		06.09.1980		1,09	1,61
		07.09.1980		1,02	1,63

Продолжение табл. 1

Комета	T	t	t_1	V , км/с	r , а.е.
C/1984 N1	12,13.08.1984	29.08.1984	03,46.07.1984	1,04	0,55
		03,51.09.1984		1,04	0,68
		09,5.09.1984		0,73	0,81
		10,1.09.1984		0,27	0,83
		13,11.09.1984		0,50	0,90
		20,48.09.1984		0,62	1,04
		21,39.09.1984		0,36	1,06
		25,32.09.1984		0,18	1,14
		27,38.09.1984		0,05	1,18
C/1987 P1	07,27.11.1987	08.01.1988	01,16.09.1987	1,61	1,38
		09.01.1988		1,63	1,39
		10.01.1988		1,39	1,41
		17.01.1988		1,27	1,49
		18.01.1988		1,31	1,51
C/1995 O1	01.04.1997	05.10.1997	01.04.1996	0,41	2,93
		03.01.1988		0,21	3,95
		19.01.1988		0,17	4,32
		26.02.1988	24.06.1996	0,51	4,51
		22.03.1998		0,041	4,75
		02.04.1998		0,059	4,86
		22.04.1998		0,198	5,08
C/1999 T2	24,46.11.2000	24.04.1999	24.05.1998	0,20	6,08
C/1999 S4	18,28.07.2000	26,9.07.2000	17,75.07.2000*	0,003	0,76
		27,9.07.2000		0,003	0,76
C/1999 H1	11,17.07.1999	09.08.1999	14,0206.1999	3,23	0,92
		12.08.1999		1,64	0,96
		13.08.1999		1,66	0,97
		19.08.1999		0,80	1,05
		22.08.1999		1,94	1,08
C/2002 T7	23.04.2004	25.04.2004	01.04.2004	1,55	0,61
		05.05.2004		2,14	0,66
		15.05.2004	04,06.04.2004	0,43	0,77
		20.05.2004	28,2.03.2004	0,50	0,84
C/2004 Q2	24,83.01.2005	13.12.2004	30.09.2004	2,09	1,47
		14.12.2004		2,26	1,59
		15.12.2004		2,30	1,61
C/2004 F4	17,09.04.2004	02.05.2004	01.04.2004	0,90	0,55
C/2011 A2	01,6.01.2011	11,54.01.2011	29.06.2009	0,016	1,75
2P/1924	31,93.10.1924	05.10.1924	21.07.1924*	0,08	0,73
6P/1950	06,37.06.1950	14.07.1950	21.06.1950*	0,12	1,44
		18.07.1950		0,29	1,46
7P/1869 G1	30,44.06.1869	11.05.1869	25.04.1869**	1,22	1,13
7P/1933	18,79.05.1933	23.05.1933	01.05.1933**	0,79	1,11
10P/1930	05,78.10.1930	18.11.1930	23.09.1930	0,07	1,41
19P/1918	01,49.11.1918	31.08.1918	29.07.1918	0,27	1,69
26P/1927	10,24.05.1927	01.06.1927	23.04.1927	0,005	0,99

Окончание табл. 1

Комета	T	t	t_1	V , км/с	r , а.е.
34D/1938 J1	18,48.06.1938	06.05.1938	28.04.1938	0,19	1,32
		10.05.1938		0,16	1,29
35P/1939	09,46.08.1939	20.10.1939	09,46.08.1939	0,025	1,51
67P/1982	12,09.11.1982	24.12.1982	12,6.10.1982**	0,15	1,43
73P/1930 J1	14,19.06.1930	24.05.1930	01.05.1930	0,08	1,07
		27.05.1930		0,51	1,08
96P/1986 J1	23,19.04.1986	13,45.05.1986	30,81.03.1986*	0,56	0,68
		26,92.05.1986		0,025	0,98
		07,99.06.1986		0,023	1,11
		25,29.06.1986		0,414	1,51
		26,28.06.1986		0,70	1,53
		30,94.06.1986		0,50	1,60
		03,93.07.1986		0,47	1,65

время деления ядра по [3, 8]. В табл. 1 они указаны двумя звездочками (**).

Скорость выброса пылевых частиц из ядер комет C/1851 U1, C/1877 G1, C/1883 D1, D/1894 F1, C/1921 E1, C/1925 V1, C/1930 D1, C/1954 O1, C/1962 C1, C/1968 H1, C/1969 T1, C/1975 V2, C/1995 O1, C/1999 T2, C/2011 A2, 2P/1924, 6P/1950, 10P/1930, 19P/1918, 26P/1927 F1, 34P/1938 J1, 35P/1939 O1, 67P/1982 и 73P/1930 лежат в пределах 0,003 до 0,4 км/с и такие скорости можно объяснить сублимацией льдов ядра и выносом. Но выброс вещества аномального хвоста выше указанных комет произошел на больших расстояниях от Солнца (табл. 2).

На таких расстояниях приток солнечной энергии не может обеспечить большие скорости выброса крупных пылевых частиц с поверхности ядра кометы за исключением комет C/1851 U1, C/1885 X2, C/1921 E1, C/1925 V1, C/1930 D1, C/1975 V2, 2P/1924, 6P/1950 и 1976, 10P/1930, 7P/1933 и 35P/1939 O1. Одновременно у других вышеуказанных комет на этом же расстоянии наблюдалось и деление ядра. Такие кометы испытывают незначительную фрагментацию ядра. Это происходит за счет образования аномального хвоста, газопылевых струй и пылевых галосов. Известно, что у комет главного пояса астероидов в результате столкновения с астероидом или метеороидом наблюдается пылевых хвостов и их ядро разрушается на несколько фрагментов [9]. У комет C/1888 R1, C/1922 U1, C/1932 M1, C/1995 O1 и C/1999 T2 аномальный хвост наблюдалось в поясе астероидов.

Это свидетельствует о вероятном столкновении метеороидов с ядрами этих комет.

При поиске механизмов образования аномального хвоста комет оказалось, что более чем у 100 комет наблюдалось деление ядра [3, 8]. Логично было ожидать, что после деления ядра у кометы должен сформироваться аномальный хвост. Однако это не так и только у комет C/1823 Y1, C/1882 R1, C/1883 D1, C/1888 R1, C/1892 E1, D/1894 F1, C/1932 M1, C/1935 A1, C/1954 O1, C/1968 H1, C/1969 T1, C/1973 E1, C/1995 O1, C/1999 S4, C/2004 Q2, 2P/1924, 7P/1869 G1, 10P/1930, 19P/1918, 26P/1927 F1, 67P/1982, 73P/1930 J1, 96P/1986 J1 и 109P/1862 O1 в одном появлении наблюдались и аномальный хвост и признаки деления ядра кометы. Одна из причин разрушения ядра состоит в том, что большинство комет, ядро которых подвергалось распаду, находились на близком расстоянии к Солнцу [8]. Скорость разлета фрагментов ядер комет в основном находится в диапазоне от нескольких метров до десятков метров в секунду [3, 10]. Это свидетельствует о малой вероятности столкновения ядра кометы с другими малыми телами Солнечной системы. К тому же распределение точек разрушения кометных ядер не свидетельствует о повышении частоты случаев распада в поясе астероидов [6]. Эти результаты были подтверждены в [8]. В списке MAC приведено 713 наименований метеорных потоков. К сожалению большинство этих потоков не считаются подтвержденными, их считают гипотетическими потоками. Средняя пространственная плотность межпланетного вещества состав-

Таблица 2

Комета	q , а.е.	r , а.е.
D/1894 F1	1,147	1,25
C/1921 E1	1,008	1,20
C/1930 D1	1,087	1,26
C/1954 O1	0,677	1,31
C/1968 H1	1,160	1,18
C/1995 O1	0,913	3,5
C/1999 T2	3,037	6,08
C/2011 A2	1,75	1,76
6P/1950	1,377	1,44
10P/1930	1,318	1,41
19P/1918	1,395	1,69
34P/1938 J1	1,182	1,32
35P/1939 O1	3,388	6,09
67P/1982	1,306	1,67
73P/1930	1,011	1,08

ляет 10^{-22} г/см³. Это вещество в основном пополняется за счет активных комет. Они обнаружены в космических экспериментах «Пионер-8», «Пионер-9», «Гелиос» и «HEOS-2» и их называют α -метеороидами [11]. При таком распределении вещества в Солнечной системе комета во время движения по своей орбите сталкивается с метеороидами. Если орбита кометы пересекает метеороидный рой, ее ядро бомбардируется метеороидами. При столкновении ядра кометы с другим космическим телом идёт одновременный выброс. При ударе выбрасывается многочисленные частицы с разной природой, соответственно размеры частицы не все одинаковы и скорость выброса будет разной.

При образования аномального хвоста и разрушении ядра у комет C/1882 R1, C1883 D1, C/1892 E1, D/1894 F1 и C/1999 S4 произошли столкновения. Остается загадкой, произошли ли столкновения у других комет. У кометы C/1954 O1 неоднократно произошла вспышка [6, 7], а комета C/1955 O1 является одной из активных.

Оказалось образование аномальных хвостов у комет C/1844 Y1, C/1910 A1, C/1962 C1, C/1963 A1, C/1995 O1 и 96P/1986 J1 имеет синхронное происхождение.

Авторами составлен каталог комет с аномальными хвостами [12]. Каталог включает в себе 80 комет. В каталоге 47 комет движутся вокруг Солнца по почти параболическим орбитам, 32 кометы являются периодическими

и 1 комета считается исчезнувшей. Соотношение комет с расстояниями перигелия орбиты $q < 1$ и $q > 1$ составляет 52:28. Перигелийные расстояния их орбит расположены в интервале от 0,062 до 3,38 а.е. Соотношение орбит с прямым и обратным движениями равно 60:20. Статистическое исследование аномальных хвостов показали, что вероятность регистрации с Земли образования аномального хвоста комет высока на гелио- и геоцентрических расстояниях 0,4–1,6 а.е (рис. 1–2) [12, 13].

Большие пики наблюдаются на гелиоцентрическом расстоянии 0,7 и от 0,9 до 1,1 а.е. (рис. 1), а также на геоцентрических расстояниях 0,5, $0,9 \div 1,1$ и $1,3 \div 1,5$ а.е. (рис. 2). Образование аномального хвоста у комет происходит и на больших расстояниях от Солнца, между орбитами Марса и Юпитера (рис. 1–4). Также наблюдается отдельные пики в районе орбиты Венеры и Марса.

Причиной этого может быть столкновение метеороидов с ядрами комет и разрушение ядра комет под действием возмущений Юпитера, Марса или Венеры.

Выявлено, что максимальное число аномального хвоста комет приходится на район перигелия орбиты ($r - q \approx 0$) (рис. 4). Это можно объяснить воздействием притяжением Солнца, большим притоком солнечной лучевой энергии на ядро кометы и большой скоростью сублимации льдов ядра.

Из комет имевшие аномальных хвостов только у комет C/1680 V1, C/1882 R1,

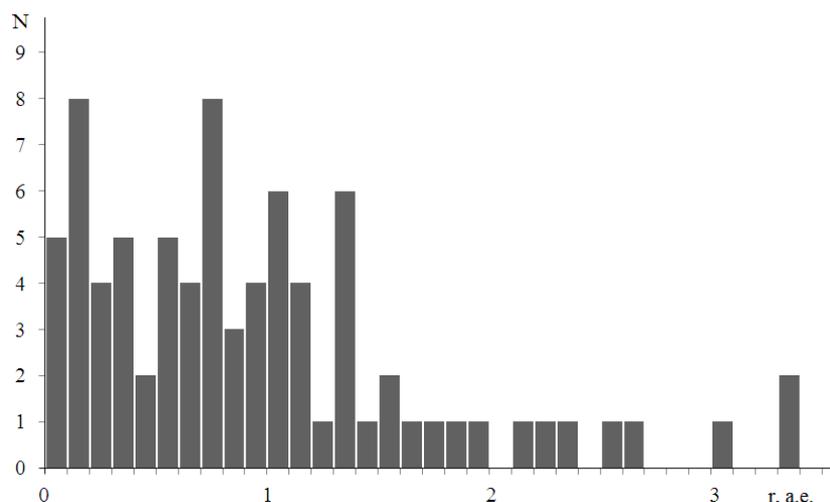


Рис. 1. Зависимость числа комет N с аномальным хвостом от гелиоцентрического расстояния r

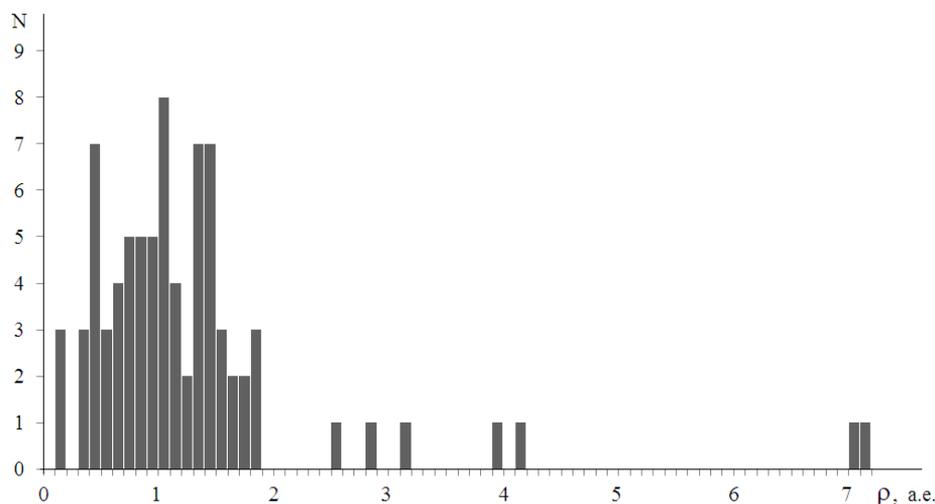


Рис. 2. Зависимость числа комет N с аномальным хвостом от геоцентрического расстояния ρ

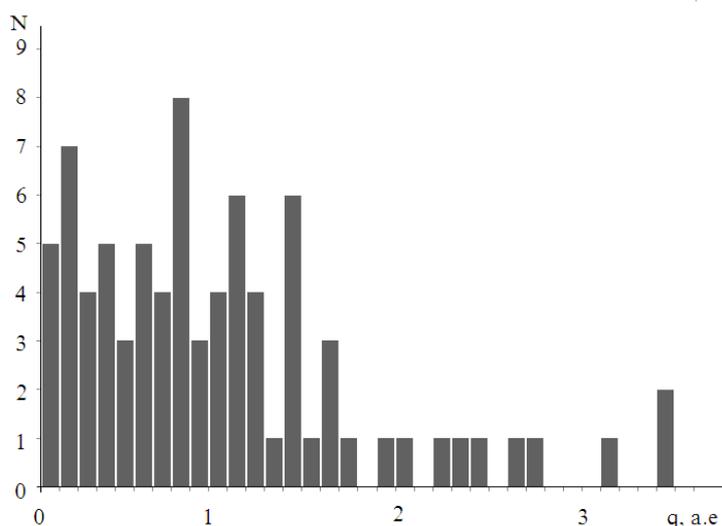
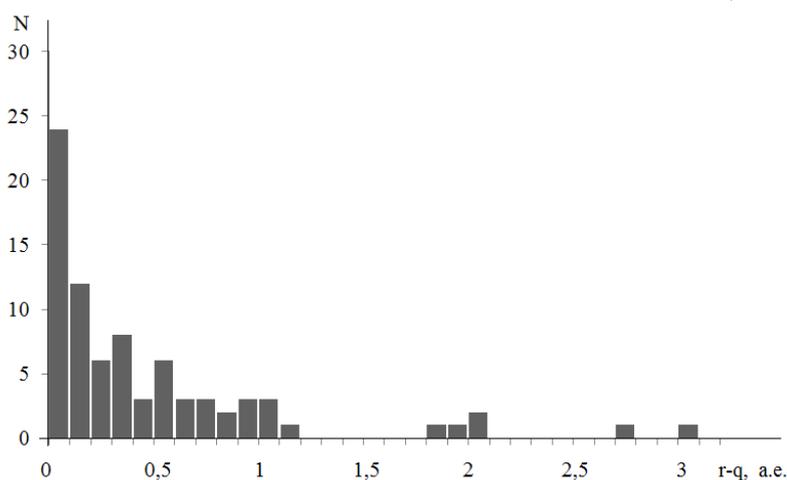
C/1961 O1 и C/1962 C1 расстояние перигелий меньше $q = 0,07$ а.е. Скорости выброса пылевых частиц солнцезарапающих комет достигает до $V = 0,1$ км/с [14].

При столкновении ядра кометы с метеороидом скорость разлёта фрагментов ядра будет значительно больше и в атмосферу кометы должны поступать крупные пылевые частицы, которые сформируют аномальный хвост. При скорости соударения порядка 10–30 км/с максимальные скорости выброса метеороидных частиц из ядра кометы достигают 0,5–1,5 км/с [15]. Из результатов табл. 1 следует, что скорость выброса вещества аномального хвоста 60 % комет соответствует условиям столкновения ядра с метеороида-

ми. Если предполагать, что при образовании аномального хвоста порождается, хотя бы один метеороидный рой, то существует вероятность образования новых метеороидных роев, связанных с аномальными хвостами комет [16, 17].

Из рис. 5 следует, что наиболее вероятным гелиоцентрическим расстоянием наблюдения аномальных хвостов комет является расстояния от 0,4 до 1,6 а.е. Это может быть связано с условиями видимости комет.

Таким образом (рис. 5), полученные результаты показывают, что скорости выброса метеороидных частиц лежат в пределах от 0,003 до 4,5 км/с. Из рис. 6 видно, что у большинства комет скорость выброса лежит

Рис. 3. Зависимость числа комет N с аномальным хвостом от расстояния перигелия орбиты q Рис. 4. Зависимость числа комет N с аномальным хвостом от $r - q$

в пределах $0 \leq V \leq 0,4$ км/с. Кометы имеют очень широкий спектр физических характеристик, химического состава и структуры ядра. Такой состав ядра кометы сильно влияет на характеристики их активности. В перигелии орбиты температура поверхности ядра, покрытого пылью, достигает 370 К, а если поверхность состоит из чистого льда, максимальная температура составляет 203 К [4]. При таких температурах суммирующие молекулы могут обеспечить скорости выброса пыли из ядра кометы до 0,4 км/с.

Для других комет скорости выброса очень велики. Такие скорости в основном образуются при столкновении ядер комет с метеороидом. У большинства комет, у которых яд-

ра подвергались распаду, скорость выброса высока. У них наблюдались также и другие виды активности ядра. У комет, у которых скорость выброса пылевых частиц из ядра высока, имеют связь с метеороидными роями [16, 17].

Выводы

Определены время и скорость выброса пылевых частиц аномальных хвостов из ядер комет. Выявлено, что у комет C/1883 D1, C/1888 R1, D/1894 F1, C/1922 U1, C/1931 O1, C/1931 P1, C/1932 M2, C/1935 A1, C/1939 B1, C/1954 O1, C/1968 H1, C/1973 E1, C/1987 P1, C/1999 T2, C/1999 H1, C/2002 T7, C/2004 F4, 7P/1869 G1, 19P/1918, 34P/1938 J1, 67P/1982

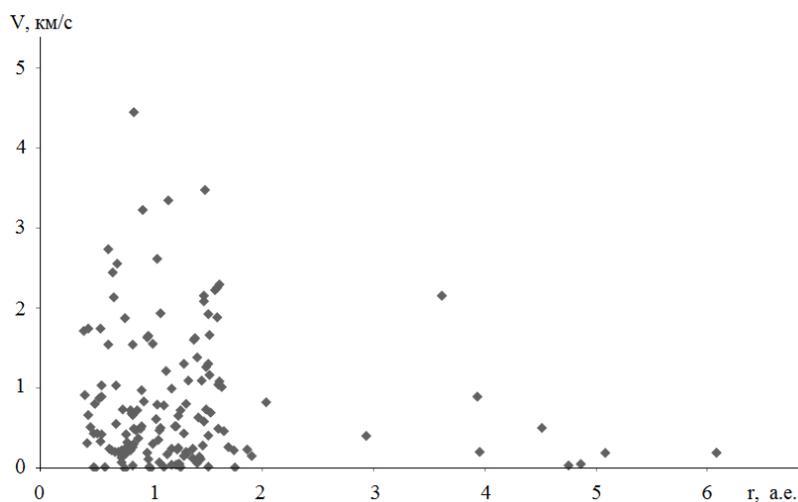


Рис. 5. Зависимости скорости выброса V пылевых частиц аномального хвоста от гелиоцентрического расстояния r

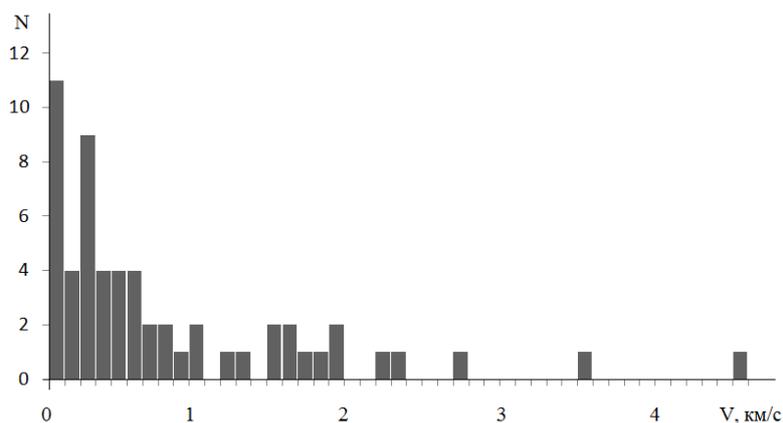


Рис. 6. Распределение числа комет N по скоростям V выброс частиц аномального хвоста комет

и 109P/1862 O1 причиной образования аномального хвоста является столкновение их ядра с другими телами Солнечной системы.

Исследование условий образования аномального хвоста показывает, что скорости извержения пыли из ядра комет C/1851 U1, C/1885 X2, C/1921 E1, C/1925 V1, C/1930 D1, C/1975 V2, 2P/1924, 6P/1950 и 1976, 10P/1930, 7P/1933 и 35P/1939 O1 можно объяснить сублимацией льдов ядра и выносом пыли молекулами.

Выявлено, что причиной образования аномального хвоста у комет C/1844 Y1, C/1910 A1, C/1962 C1, C/1963 A1, C/1995 O1 и 96P/1986 J1 является результатом синхронного выброса пылевых частиц из ядер комет.

Обнаружено, что у комет C/1823 Y1, C/1882 R1, C/1883 D1, C/1888 R1, C/1892 E1,

D/1894 F1, C/1932 M1, C/1935 A1, C/1954 O1, C/1968 H1, C/1969 T1, C/1973 E1, C/1995 O1, C/1999 S4, C/2004 Q2, 7P/1869 G1, 10P/1930, 19P/1918, 26P/1927 F1, 67P/1982, 73P/1930 J1, 96P/1986 J1 и 109P/1862 O1 в одном появлении наблюдалось образование аномального хвоста и деление ядра кометы. Деление ядра 70 % этих комет произошло в результате столкновения ядра кометы с метеороидом или фрагментами их ядер.

Литература

1. Ибадинов Х.И., Сафаров А.Г. Скорости выброса метеороидных частиц из ядер комет // ДАН РТ. 2015. Т. 58. № 11. С. 983–989.
2. Орлов С.В. Кометы. М.: ОНТИ. 1935. 280 с.
3. Boehnhardt H. Comet splitting – observations and model scenarios // Earths, Moon, Planets.

2005. vol. 89. P. 91–115.
4. Weissman P.R., Asphaug E., Lowry S.C. Structure and Density of Cometary Nuclei // Comets II. Tucson. Univ. of Arizona Press. 2004. P. 337–357.
 5. Ибадинов Х.И., Сафаров А.Г. Исследование скорости извержения крупной пыли из ядра комет по наблюдениям их аномального хвоста // ДАН РТ. 2012. Т. 55. № 3. С. 207–211.
 6. Pittich E.P. Space distribution of the splitting and outbursts of comets // Bull. Astron. Inst. Czech. 1971. vol. 22. No 4. pp. 143–153.
 7. Андриенко Д.А., Ващенко В.Н. Вспышка блеска комет // ПКФ. 1981. №16. С. 3–20.
 8. Ибадинов Х.И., Буриев А.М. Закономерности деления ядра комет // Изв. АН РТ, Отд. физ-мат., хим., геол. и техн. н. 2011. № 3 (144). С. 47–62.
 9. Jewitt D., Ishiguro M., Weaver H., Agarwal J., Mutchler M., Larson S. Hubble space telescope Investigation main-belt comet 133P/Elst-Pizarro // The Astronomical Journal. 2014. Vol. 147. P. 117–129.
 10. Шестака И.С. О скоростях разлёта фрагментов кометных ядер // Астрон. Вестник. 1992. Т. 26. № 5. С. 43–51.
 11. Grun E., Pailer N., Fechtig H., Kissel J. Orbital and physical characteristics of micrometeoroids in the inner Solar system as observed by Helios-1 // Planet. Space Sci. 1980. Vol. 28. P. 333–349.
 12. Ибадинов Х.И., Сафаров А.Г. Некоторые закономерности образования аномального хвоста комет // Изв. АН РТ. Отд. физ-мат., хим., геол. и техн. н. 2015. № 4 (146). С. 47–56.
 13. Ibadinov K.I., Buriev A.M., Safarov A.G. Nonstationary activity of comets nuclei // Astronomy and Astrophysical Transaction. 2012. Vol. 27. Iss. 3. P. 499–502.
 14. Sekanina Z. Solar and heliospheric observatory sungrazing with prominent tails: evidence on dust-production peculiarities // Astrophysical Journal. 2000. Vol. 545. December 10. P. L69–L72.
 15. Melosh H.J. A speed limit for impact-ejected spalls // Lunar and Planet Sci. Absctr. Pap. 15th Conf. 12-16 March, Houston. Tex., s.a. 1984. Vol. 15. P. 538–539.
 16. Ibadinov K.I., Buriev A.M., Safarov A.G., Rahmonov A.A. Active processes in cometary nucleus and new meteoroid swarms // Advances in Space Research. 2015. Vol. 56. P. 187–189.
 17. Ибадинов Х.И., Сафаров А.Г. Связь метеороидных роёв с образованием аномального хвоста комет // Вестник ТНУ, серия естественных наук. 2017. №1/2. С. 111–115.
 2. Orlov S.V. *Kometi* [Comets]. Moscow, ONTI Publ., 1935, 280 p.
 3. Boehnhardt H. Comet splitting – observations and model scenarios. *Earths, Moon, Planets*, 2005, vol. 89, pp. 91–115.
 4. Weissman P.R., Asphaug E., Lowry S.C. *Structure and Density of Cometary Nuclei. Comets II*, Tucson, Univ. of Arizona Press, 2004, pp. 337–357.
 5. Ibadinov Kh.I., Safarov A.G. Issledovanie skorosti izverjenie khupnojo pili iz yadra comet po nabludeniyam ikh anomalnogo khvosta [Investigation of the ejection velocity of big dust particles from comet nucleus on the basis of its anti tail observation]. *Dokladi Akademii nauk Respubliki Tadjikistan* [Reports of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan], 2012, vol. 55, no. 3, pp. 207–211.
 6. Pittich E.P. Space distribution of the splitting and outbursts of comets. *Bull. Astron. Inst. Czech.*, 1971, vol. 22, no 4, pp. 143–153.
 7. Andrienko D.A., Vashchenko V.N. Vspishka bleska comet [Outbursts og cometary brightness]. *Problemy kosmicheskogo fiziki* [Problems of Space Physics], 1981, no 16, pp. 3–20.
 8. Ibadinov Kh.I., Buriev A.M. Zakonomernosti deleniya yadra komet [The laws of comet nucleus splitting]. *Izvestiya Akademii nauk Respubliki Tadjikistan. Otdel fiziko-matematicheskikh, khimicheskikh, geologicheskikh i tekhnicheskikh nauk* [News of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Department of the Physical, Mathematical, Geological and Technical Sciences], 2011, no. 3 (144), pp. 47–62.
 9. Jewitt D., Ishiguro M., Weaver H., Agarwal J., Mutchler M., Larson S. Hubble space telescope Investigation main-belt comet 133P/Elst-Pizarro. *The Astronomical Journal*, 2014, vol. 147, pp. 117–129.
 10. Shestaka I.S. O skorostiyakh razljota fragmentov kometnikh ayder [On separation velocities of fragments from splitting cometary nuclei]. *Astronomicheskiji Vestnik* [Sol. Syst. Res.], 1992, vol. 26, no 5, pp. 43–51.
 11. Grun E., Pailer N., Fechtig H., Kissel J. Orbital and physical characteristics of micrometeoroids in the inner Solar system as observed by Helios-1. *Planet. Space Sci.*, 1980, vol. 28, pp. 333–349.
 12. Ibadinov Kh.I., Safarov A.G. Nekotorie zakonomernosti obrazovaniya anomalnogo khvosta komet [Some laws abnormal tail formation in the comets]. *Izvestiya Akademii nauk Respubliki Tadjikistan. Otdel fiziko-matematicheskikh, khimicheskikh, geologicheskikh i tekhnicheskikh nauk* [News of the Academy of Sciences of the

References

1. Ibadinov Kh.I., Safarov A.G. Skorosti vibrosa meteoroidnikh chastic iz yader komet [Ejection

- Republic of Tajikistan. Department of the Physical, Mathematical, Geological and Technical Sciences], 2015, no. 4 (161), pp. 47–56.
13. Ibadinov K.I., Buriev A.M., Safarov A.G. Non-stationary activity of comets nuclei. *Astronomy and Astrophysical Transaction*, 2012, vol. 27, iss. 3, pp. 499–502.
 14. Sekanina Z. Solar and heliospheric observatory sungrazing with prominent tails: evidence on dust-production peculiarities. *Astrophysical Journal*, 2000, vol. 545, December 10, pp. L69–L72.
 15. Melosh H.J. A speed limit for impact-ejected spalls. *Lunar and Planet Sci. Absctr. Proc. of 15th Conf. 12-16 March, Houston. Tex., s.a. 1984*, vol. 15, pp. 538-539.
 16. Ibadinov K.I., Buriev A.M., Safarov A.G., Rahmonov A.A. Active processes in cometary nucleus and new meteoroid swarms. *Advances in Space Research*, 2015, vol. 56, pp. 187–189.
 17. Ibadinov K.I., Safarov A.G. Svyaz meteoroidnikh rojov s obrazovaniem anomalnogo khvosta komet [Communication with meteoroid swarms of abnormal tail of the comets]. *Vestnik TNU, seriya estestvennikh nauk* [Bull. of TSU, Series of natural sciences], 2017, no. 1/2, pp. 111–115.

© Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества, 2017

© Сафаров А. Г., 2017

Статья поступила 30 октября 2017 г.