

## ДУЮЩИЕ КОЛОДЦЫ, ВОРОНКИ И ТРЕЩИНЫ

В сообщающихся карстовых пустотах циркулируют не только воды, но и воздух. В отечественной литературе вопрос о движении воздуха в пещерах впервые осветил М. В. Ломоносов. В 1763 г. в качестве первого прибавления к работе «Первые основания металлургии или рудных дел» он опубликовал сочинение «О вольном движении воздуха в рудниках» [9]. Оно не привлекло внимания географов, так как посвящено горному делу. В этой работе М. В. Ломоносов рассматривает естественное движение воздуха в двух шахтных выработках, устья которых находятся на разных уровнях. Шахты эти соединены горизонтальной выработкой. Здесь, на стр. 167, мы находим примечание 3: «В Италии из некоторых пещер временем воздух выходит и производит на ближних полях дыхание ветра, что изъяснить можно без сомнения по первому положению § 13». § 13 гласит: «В летнее время воздух должен вливаться в высшей шахте, вытекать нижним», т. е. из шахты с устьем на более низком уровне.

Аэродинамическую теорию М. В. Ломоносова развил дальше Ю. Листов [8]. Он различал тягу плюс и минус, которые сменяются по сезонам. Весной, летом и частью осенью наблюдается тяга плюс. В октябре она почти совсем прекращается и начинается тяга минус. Всасывание холодного наружного воздуха осенью и зимой сменяется в весенне-летнее время вытеканием его из пещеры.

В подземных полостях вне зоны вечной мерзлоты преобладает положительная температура. Так, в дальних гротах Кунгурской ледяной пещеры она постоянна и составляет около  $7,5^{\circ}$  [1, 12]. В странах с холодной зимой, когда в карстовых пустотах воздух теплее наружного, он поднимается вверх и через трещины, поноры, карстовые воронки выходит на поверхность, а его место занимает надземный воздух, который поступает через расположенные ниже отверстия. Холодный наружный воздух нагревается под землей и также поднимается вверх. Движение это тем быстрее, чем больше разность температур холодного надземного и теплого подземного воздуха. Скорость движения зависит также от расчлененности местности. Чем больше столб теплого подземного воздуха, который легче наружного холодного, тем быстрее происходит движение. Играет роль и поперечное сечение подземных пустот. В широких пустотах скорость меньше, чем в узких.

В подземных карстовых пустотах в зоне горизонтальной циркуляции обычно имеется вода. Влажность здесь высока, и, например, в дальних гротах Кунгурской пещеры она составляет 94–99 %. Поэтому зимой над трещинами, понорами, воронками и колодцами, из которых выходит теплый воздух, часто наблюдается туман за счет конденсации паров охлажденного подземного воздуха. Восходящее движение воздуха в зоне вертикальной циркуляции продолжается до тех пор, пока на поверхности не установятся положительные температуры, одинаковые с подземными. В районе Кунгурской пещеры это происходит весной между 3 и 17 апреля и осенью между 23 сентября и 10 октября [11]. В это время обычно нет движения воздуха ни в подземные карстовые пустоты, ни из них.

В теплое время года – весной, летом и в начале осени, когда температура наружного воздуха выше, чем температура в подземных карстовых пустотах, наблюдается обратное нисходящее движение воздуха. Более холодный (по сравнению с наружным) подземный воздух выходит через пустоты зоны горизонтальной циркуляции, а на место его с поверхности через пустоты зоны вертикальной циркуляции засасывается наружный, более теплый воздух. Последний охлаждается от соприкосновения с холодными стенками подземных пустот и также выходит наружу в зоне горизонтальной циркуляции. Нисходящее движение продолжается до осеннего периода отсутствия тяги воздуха.

В Кунгурской пещере летом 1928 г. [1], по данным замеров во входе, наблюдались следующие скорости движения воздуха:

Дата	24 июня		25 июля				
Часы	23 ч.	1 ч.	2 ч. 30 м.	4 ч. 30 м.	8 ч.	12 ч.	14 ч.
м/сек	2,6–3,0	2,2–2,6	2,8	3,3	3,8	4,8	5,1

Наибольшая скорость движения составляла 5,1 м/сек. В течение суток скорость изменяется в зависимости от температуры наружного воздуха. Меньше всего она ночью, когда температура понижается, и максимальна после полудня, во время наибольшей наружной температуры.

Пещеры с движением воздуха в них называются ветровыми.

Циркуляция воздуха в Кунгурской ледяной пещере была изучена В. Я. Альтбергом [1, 2]. А. А. Крубер, продолжая работы М. В. Ломоносова и Ю. Листова, четко показал движение воздуха в ветровых пещерах [7]. Из зарубежных ветровых пещер можно отметить Деветашскую, находящуюся в Болгарии, в средних Балканах, в 20 км к северу от Ловеча, на правом берегу р. Осмы. В главной галерее и некоторых боковых здесь наблюдается сильное движение воздуха, достигающее 1,2–1,8 м/сек. [14].

Выход теплого воздуха наблюдается зимой из карстовых воронок над Кунгурской ледяной пещерой. М. М. Толстихина для центральной части Уфимского плато указывает, что здесь, по данным местных жителей, на вершине грядок или отдельных бугров зимой местами нет снега. Он протаивает до почвы. Образуются своеобразные снеговые воронки глубиной до 1 м и даже 1,5 м и диаметром в несколько метров. «Воронки в снегу обычно располагаются группами и над ними поднимается пар». Осмотр в конце августа 1929 г. одной из таких площадок на склоне горы около дер. Бурунгут, близ устья р. Юрезань, привел к открытию струи холодного воздуха, которая выходила из осыпи известняков, покрывавшей склон [18].

Ю. А. Билибин для Алданского района в Сибири указывал на наличие циркуляции воздуха в подземных

карстовых пустотах. Им установлено наличие двух систем отверстий. Одни, называемые им выходными, располагаются вдоль границы известняков кембрия и кристаллического докембрийского фундамента. Вторые, называемые им входными, расположены на более высоком уровне. В карстовых полостях здесь также наблюдается постоянное движение воздуха, за счет разности уровней и разницы температур наружного и внутреннего воздуха. Летом холодный воздух выходит из нижних отверстий наружу, а через верхние засасывается теплый воздух. Зимой наблюдается циркуляция в обратном направлении. По мнению Ю. А. Билибина, эта подземная циркуляция теплого воздуха сильно способствует уничтожению вечной мерзлоты [5, 13].

В. А. Апродов указывает, что для Молотовской обл. очень характерны мощные воздушные, а в ряде случаев и газовые струи, приуроченные к трещинам в палеозойских отложениях [4].

И. А. Печеркину удалось наблюдать такие струи в феврале 1954 г. в г. Чусовом Молотовской обл. Поездка его была вызвана заявлениями местных жителей о наличии «вулканических явлений» в виде пара. Поводом для этого послужило интенсивное выделение облаков тумана из бровки крутого берега, возвышающегося над городом на 70 м. Облака эти, хорошо видные на фоне неба, особенно сильны были, когда мороз доходил до  $-30^{\circ}$ . Обследованием установлено, что «пар» выделялся из зияющих трещин в верхнекаменноугольных светло-серых массивных толстослоистых известняках. Трещины эти, шириной до 15 см и общей длиной до 1000 м, расположены параллельно долине р. Чусовой. Это трещины бортового отпора, установленные А. Г. Лыкошиным в долине р. Уфы [10] и В. П. Седовым в долине р. Ангары [16], заполненные частично различным материалом. В трещине на глубине 6 м термометр показал  $5,5^{\circ}$ . По сведениям местных жителей, интенсивный туман наблюдался на том же месте и в холодную зиму 1939–1940 гг.

Дующие колодцы описаны во Франции в известняковых карстовых областях Каррансона и Алье [19]. Е. А. Мартель указывает [21], что дующие колодцы имеются и в Швейцарии. Интенсивный выход воздуха наблюдается, когда атмосферное давление понижается.

В Австралии на карстовой равнине Нулларбор, находящейся севернее Большого Австралийского залива, имеются карстовые колодцы 1–2 м в поперечнике, в одни из которых воздух засасывается, а из других выходит на поверхность [15].

В северной Австралии при бурении на воду и вскрытии карстовых пустот образовался такой сильный воздушный ток, что отбрасывал в сторону шляпу, которую держали над устьем скважины [20].

Дующие трещины известны и в районах развития трещиноватых изверженных пород. Так, на северном склоне горы Развалка (Минеральные Воды) при проходке шурфа и скважины в делювии, состоящем из глыб трахита, наблюдалась сильная струя холодного воздуха изнутри горы наружу. В скважине сила струи была настолько сильна, что брошенный в нее сухой лист моментально выталкивался и поднимался вверх. Струи холодного воздуха, вытекающие из некоторых щелей и отверстий между глыбами, наблюдаются и на поверхности [6].

В Армении на склонах вулкана Алагез в пещерах и углублениях наблюдаются струи холодного воздуха с температурой до  $5^{\circ}$ , сопровождающиеся подземными шумами, получившими местное звукоподражательное название «гыр-гыр».

Исследования летом 1929 г. показали, что в с. Кош в углублении на склоне горы с 11 ч. утра до 3 ч. ночи наблюдается движение воздуха из трещин наружу. Скорость движения от 1 м/сек. нарастает в 15–17 ч. до 6,5–7 м/сек. И к 3 ч. Ночи падает почти до 0. По данным специального прибора, звуки появляются в 11 ч. Утра и нарастают до 15 ч., а затем сила их уменьшается и к 3 ч. ночи они исчезают. После 3 ч. начинается слабое обратное движение воздуха в пещеру, которое продолжается до 11 ч. утра. В это время температуры в пещере и вне ее почти равны и звуков нет. Днем же во время движения воздуха из пещеры температура в ней падает до  $5^{\circ}$ . Сила шума прямо пропорциональна величине термического градиента и обратно пропорциональна величине отверстия. В период максимального различия метеорологических режимов на глубине и на поверхности наблюдаются наибольшие шумы. Большие отверстия характеризуются шумами только в весенний период, когда имеет место наибольшая разность температур. Уменьшением величины отверстий удалось искусственно получить гыр-гыры [3, 17]. В отличие от карстовых областей, мы имеем здесь смену направления движения воздуха в течение суток.

#### Литература

- [1] Альтберг В. Я. Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере в 1928 г., ч. I. Изв. Гос. гидрол. инст., № 26–27, 1930.
- [2] Альтберг В. Я. Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере в 1929–1930 гг., ч. II. Изв. Гос. гидрол. инст., № 32, 1931.
- [3] Альтберг В. Я. О некоторых результатах ориентировочного обследования шумов в пещерах Алагеза, произведенного в 1932 г. Алагез, потухший вулкан Армянского нагорья. Т. 2, в. 1, Тр. СОПС АН СССР, сер. закавказск., в. 5, 1932.
- [4] Апродов В. А. Особенности карстообразования в Молотовской области. Геогр. сб., № 1, 1952.
- [5] Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей. 1938.
- [6] Головина-Ковалева О. Ф. Образование льда на северном склоне Развалки (район Кавказских Минеральных вод). Бюлл. Моек. общ. исп. прир., отд. геол., т. 8, в. 3–4, 1930.
- [7] Круббер А. А. Общее земледведение, ч. II, 1937.
- [8] Листов Ю. Пещеры-ледники. Материалы для геологии России, т. 12, 1883.
- [9] Ломоносов М. В. О вольном движении воздуха в рудниках. Первое прибавление к книге «Первые основания металлургии или рудных дел». 1763. Поли. собр. соч., ч. 4, 1794.
- [10] Лыкошин А. Г. Трещины бортового отпора. Бюлл. Моек. общ. исп. прир., т. 28, в. 4, 1953.
- [11] Максимович Г. А. и Н. А. Максимович. Ледяная пещера. Свердлов. ГИЗ, 1937.
- [12] Максимович Г. А. Кунгурская ледяная пещера. Тезисы докладов Молотовской карстово-спелеологической конференции, 1947.

- [13] Пармузин Ю. П. Вопросы карстования Сибири. Изв. ВГО, № 1, 1934.
- [14] Петров П. Девет- ташката пещера. Трудове на Българското Природозпитателно Дружество, т. 13, София, 1928; т. 14, 1929.
- [15] Потемкин М. П. Австралия. Учпедгиз, 1930.
- [16] Седов В. П. Инженерно-геологические условия и карстовые явления района Черемховского промышленного комбината. Тр. Моск. геол.-разв. инст., т. 6, 1937.
- [17] Сырников П. И. Подземные шумы Алагеза. Алагез, потухший вулкан Армянского нагорья. Т. II, в. 1, Тр. СОПС АН СССР, сер. Закавказск., в. 3, 1932.
- [18] Толстихина М. М. Подземные воды и карстовые явления в центральной части Уфимского плато. Изв. Всес. геол.-разв. объедин., т. 61, в. 92, 1932.
- [19] Bouř gin A. Fonctionnement des puits soufflants. Ann. Mines, -sér. 13, t. 14, livr. 9, 1938.
- [20] Danes J. V. Karststudien in Australien. Vestnik Královské České Společnosti nauk. Třída Math.-Přirod., 1916.
- [21] Martel E. A. L'évolution souterraine. Paris, 1908.

Г. А. Максимович

## ДУЮЩИЕ КОЛОДЦЫ, ВОРОНКИ И ТРЕЩИНЫ

В сообщающихся карстовых пустотах циркулируют не только воды, но и воздух. В отечественной литературе вопрос о движении воздуха в пещерах впервые осветил М. В. Ломоносов. В 1763 г. в качестве первого прибавления к работе «Первые основания металлургии или рудных дел» он опубликовал сочинение «О вольном движении воздуха в рудниках» [9]. Оно не привлекло внимания географов, так как посвящено горному делу. В этой работе М. В. Ломоносов рассматривает естественное движение воздуха в двух шахтных выработках, устья которых находятся на разных уровнях. Шахты эти соединены горизонтальной выработкой. Здесь, на стр. 167, мы находим примечание 3: «В Италии из некоторых пещер временем воздух выходит и производит на ближних полях дыхание ветра, что изъяснить можно без сомнения по первому положению § 15». § 15 гласит: «В летнее время воздух должен вливаться в высшей шахте, вытекать нижним», т. е. из шахты с устьем на более низком уровне.

Аэродинамическую теорию М. В. Ломоносова развил дальше Ю. Листов [8]. Он различал тягу плюс и минус, которые сменяются по сезонам. Весной, летом и частью осенью наблюдается тяга плюс. В октябре она почти совсем прекращается и начинается тяга минус. Всасывание холодного наружного воздуха осенью и зимой сменяется в весенне-летнее время вытеканием его из пещеры.

В подземных полостях вне зоны вечной мерзлоты преобладает положительная температура. Так, в дальних гротах Кунгурской ледяной пещеры она постоянна и составляет около  $7.5^{\circ}$  [1, 12]. В странах с холодной зимой, когда в карстовых пустотах воздух теплее наружного, он поднимается вверх и через трещины, поноры, карстовые воронки выходит на поверхность, а его место занимает надземный воздух, который поступает через расположенные ниже отверстия. Холодный наружный воздух нагревается под землей и также поднимается вверх. Движение это тем быстрее, чем больше разность температур холодного надземного и теплого подземного воздуха. Скорость движения зависит также от расчлененности местности. Чем больше столб теплого подземного воздуха, который легче наружного холодного, тем быстрее происходит движение. Играет роль и поперечное сечение подземных пустот. В широких пустотах скорость меньше, чем в узких.

В подземных карстовых пустотах в зоне горизонтальной циркуляции обычно имеется вода. Влажность здесь высока, и, например, в дальних гротах Кунгурской пещеры она составляет 94—99%. Поэтому зимой над трещинами, понорами, воронками и колодцами, из которых выходит теплый воздух, часто наблюдается туман за счет конденсации паров охлажденного подземного воздуха. Восходящее движение воздуха в зоне вертикальной циркуляции продолжается до тех пор, пока на поверхности не установятся положительные температуры, одинаковые с подземными. В районе Кунгурской пещеры это происходит весной между 3 и 17 апреля и осенью между 23 сентября и 10 октября [11]. В это время обычно нет движения воздуха ни в подземные карстовые пустоты, ни из них.

В теплое время года — весной, летом и в начале осени, когда температура наружного воздуха выше, чем температура в подземных карстовых пустотах, наблюдается обратное нисходящее движение воздуха. Более холодный (по сравнению с наружным) подземный воздух выходит через пустоты зоны горизонтальной циркуляции, а на место его с поверхности через пустоты зоны вертикальной циркуляции засасывается наружный, более теплый воздух. Последний охлаждается от соприкосновения с холодными стенками подземных пустот и также выходит наружу в зоне горизонтальной циркуляции. Нисходящее движение продолжается до осеннего периода отсутствия тяги воздуха.

В Кунгурской пещере летом 1928 г. [1], по данным замеров во входе, наблюдались следующие скорости движения воздуха:

		25 июля					
Дата . . . . .	24 июня						
Часы . . . . .	23 ч.	1 ч.	2 ч. 30 м.	4 ч. 30 м.	8 ч.	12 ч.	14 ч.
М/сек. . . . .	2.6—3.0	2.2—2.6	2.8	3.3	3.8	4.8	5.1

Наибольшая скорость движения составляла 5.1 м/сек. В течение суток скорость изменяется в зависимости от температуры наружного воздуха. Меньше всего она ночью, когда температура понижается, и максимальна после полудня, во время наибольшей наружной температуры.

Пещеры с движением воздуха в них называются ветровыми.

Циркуляция воздуха в Кунгурской ледяной пещере была изучена В. Я. Альтбергом [3, 2]. А. А. Крубер, продолжая работы М. В. Ломоносова и Ю. Листова, четко показал движение воздуха в ветровых пещерах [7]. Из зарубежных ветровых пещер можно отметить Деветашскую, находящуюся в Болгарии, в средних Балканах, в 20 км к северу от Ловеча, на правом берегу р. Осмы. В главной галерее и некоторых боковых здесь наблюдается сильное движение воздуха, достигающее 1.2—1.8 м/сек. [14].

Выход теплого воздуха наблюдается зимой из карстовых воронок над Кунгурской ледяной пещерой. М. М. Толстихина для центральной части Уфимского плато указывает, что здесь, по данным местных жителей, на вершине грядок или отдельных бугров зимой местами нет снега. Он протавляет до почвы. Образуются своеобразные снеговые воронки глубиной до 1 м и даже 1.5 м и диаметром в несколько метров. «Воронки в снегу обычно располагаются группами и над ними поднимается пар». Осмотр в конце августа 1929 г. одной из таких площадок на склоне горы около дер. Бурунгут, близ устья р. Юрезань, привел к открытию струи холодного воздуха, которая выходила из осыпи известняков, покрывавшей склон [18].

Ю. А. Билибин для Алданского района в Сибири указывал на наличие циркуляции воздуха в подземных карстовых пустотах. Им установлено наличие двух систем отверстий. Одни, называемые им выходными, располагаются вдоль границы известняков кембрия и кристаллического докембрийского фундамента. Вторые, называемые им входными, расположены на более высоком уровне. В карстовых полостях здесь также наблюдается постоянное движение воздуха, за счет разности уровней и разницы температур наружного и внутреннего воздуха. Летом холодный воздух выходит из нижних отверстий наружу, а через верхние засасывается теплый воздух. Зимой наблюдается циркуляция в обратном направлении. По мнению Ю. А. Билибина, эта подземная циркуляция теплого воздуха сильно способствует уничтожению вечной мерзлоты [3, 13].

В. А. Апродов указывает, что для Молотовской обл. очень характерны мощные воздушные, а в ряде случаев и газовые струи, приуроченные к трещинам в палеозойских отложениях [4].

И. А. Печеркину удалось наблюдать такие струи в феврале 1954 г. в г. Чусовом Молотовской обл. Поездка его была вызвана заявлениями местных жителей о наличии «вулканических явлений» в виде пара. Поводом для этого послужило интенсивное выделение облаков тумана из бровки крутого берега, возвышающегося над городом на 70 м. Облака эти, хорошо видимые на фоне неба, особенно сильны были, когда мороз доходил до  $-30^{\circ}$ . Обследованием установлено, что «пар» выделялся из зияющих трещин в верхнекаменноугольных светло-серых массивных толстослоистых известняках. Трещины эти, шириной до 15 см и общей длиной до 1000 м, расположены параллельно долине р. Чусовой. Это трещины бортового отпора, установленные А. Г. Лыкошиным в долине р. Уфы [10] и В. П. Седовым в долине р. Ангары [16], заполненные частично различным материком. В трещине на глубине 6 м термометр показал  $5.5^{\circ}$ . По сведениям местных жителей, интенсивный туман наблюдался на том же месте и в холодную зиму 1939—1940 гг.

Дующие колодцы описаны во Франции в известняковых карстовых областях Карансона и Алье [19]. Е. А. Мартель указывает [21], что дующие колодцы имеются и в Швейцарии. Интенсивный выход воздуха наблюдается, когда атмосферное давление понижается.

В Австралии на карстовой равнине Нулларбор, находящейся севернее Большого Австралийского залива, имеются карстовые колодцы 1—2 м в поперечнике, в одни из которых воздух засасывается, а из других выходит на поверхность [15].

В северной Австралии при бурении на воду и вскрытии карстовых пустот образовался такой сильный воздушный ток, что отбрасывал в сторону шляпу, которую держали над устьем скважины [20].

Дующие трещины известны и в районах развития трещиноватых изверженных пород. Так, на северном склоне горы Развалка (Минеральные Воды) при проходе шурфа и скважины в делювии, состоящем из глыб трахита, наблюдалась сильная струя холодного воздуха изнутри горы наружу. В скважине сила струи была настолько сильна, что брошенный в нее сухой лист моментально выталкивался и поднимался вверх. Струи холодного воздуха, вытекающие из некоторых щелей и отверстий между глыбами, наблюдаются и на поверхности [6].

В Армении на склонах вулкана Алагез в пещерах и углублениях наблюдаются струи холодного воздуха с температурой до  $5^{\circ}$ , сопровождающиеся подземными шумами, полувившими местное звукоподражательное название «гыр-гыр».

Исследования летом 1929 г. показали, что в с. Кош в углублении на склоне горы с 11 ч. утра до 3 ч. ночи наблюдается движение воздуха из трещин наружу. Скорость движения от 1 м/сек. нарастает в 15—17 ч. до 6.5—7 м/сек. и к 3 ч. ночи падает почти до 0. По данным специального прибора, звуки появляются в 11 ч. утра и нарастают до 15 ч., а затем сила их уменьшается и к 3 ч. ночи они исчезают. После 3 ч. начинается слабое обратное движение воздуха в пещеру, которое продолжается до 11 ч. утра. В это время температуры в пещере и вне ее почти равны и звуков нет. Днем же во время движения воздуха из пещеры температура в ней падает до  $5^{\circ}$ . Сила шума прямо пропорциональна величине термического градиента и обратно пропорциональна величине отверстия. В период максимального различия метеорологических режимов на глубине и на поверхности наблюдаются наибольшие шумы. Большие отверстия характеризуются шумами только в весенний период, когда имеет место наибольшая разность температур. Уменьшением величины отверстий удалось искусственно получить гыр-гыры [3, 17]. В отличие от карстовых областей, мы имеем здесь смену направления движения воздуха в течение суток.

## Литература

- [1] Альтберг В. Я. Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере в 1928 г., ч. I. Изв. Гос. гидрол. инст., № 26—27, 1930. — [2] Альтберг В. Я. Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере в 1929—1930 гг., ч. II. Изв. Гос. гидрол. инст., № 32, 1931. — [3] Альтберг В. Я. О некоторых результатах ориентировочного обследования шумов в пещерах Алагеца, произведенного в 1932 г. Алагез, потухший вулкан Армянского нагорья. Т. 2, в. 1, Тр. СОПС АН СССР, сер. закавказск., в. 5, 1932. — [4] Апродов В. А. Особенности карстообразования в Молотовской области. Геогр. сб., № 1, 1952. — [5] Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей. 1938. — [6] Головина-Ковалева О. Ф. Образование льда на северном склоне Развалки (район Кавказских Минеральных вод). Бюлл. Моск. общ. исп. прир., отд. геол., т. 8, в. 3—4, 1930. — [7] Круббер А. А. Общее землеведение, ч. II, 1937. — [8] Листов Ю. Пещеры-ледники. Материалы для геологии России, т. 12, 1885. — [9] Ломоносов М. В. О вольном движении воздуха в рудниках. Первое прибавление к книге «Первые основания металлургии или рудных дел». 1763. Полн. собр. соч., ч. 4, 1794. — [10] Лыкошин А. Г. Трещины бортового отпора. Бюлл. Моск. общ. исп. прир., т. 28, в. 4, 1953. — [11] Максимович Г. А. и Н. А. Максимович. Ледяная пещера. Свердл. ГИЗ, 1937. — [12] Максимович Г. А. Кунгурская ледяная пещера. Тезисы докладов Молотовской карстово-спелеологической конференции, 1947. — [13] Пармузин Ю. П. Вопросы карстования Сибири. Изв. ВГО, № 1, 1954. — [14] Петров П. Деветашката пещера. Трудове на Българското Природоизпитателно Дружество, т. 13, София, 1928; т. 14, 1929. — [15] Потемкин М. П. Австралия. Учпедгиз, 1950. — [16] Седов В. П. Инженерно-геологические условия и карстовые явления района Черемховского промышленного комбината. Тр. Моск. геол.-разв. инст., т. 6, 1937. — [17] Сыриков П. И. Подземные шумы Алагеца. Алагез, потухший вулкан Армянского нагорья. Т. II, в. 1, Тр. СОПС АН СССР, сер. закавказск., в. 5, 1932. — [18] Толстихина М. М. Подземные воды и карстовые явления в центральной части Уфимского плато. Изв. Всес. геол.-разв. объедин., т. 61, в. 92, 1932. — [19] Bourgin A. Fonctionnement des puits soufflants. Ann. Mines, sér. 13, t. 14, livr. 9, 1938. — [20] Daneš J. V. Karststudien in Australien. Věstník Královské České Společnosti nauk. Třída Math.-Přirod., 1916. — [21] Martel E. A. L'évolution souterraine. Paris, 1908.

А. В. Ступишин

## О ПЕРВОМ ОПИСАНИИ КАРСТА СИБИРИ

Вопросы изучения карста и истории его исследования в СССР за последнее время стали привлекать к себе особенное внимание.

Начало историографии карста нашей страны устанавливается Г. А. Максимовичем с 1689 г. [2]. История же изучения карста Сибири, как удалось выяснить автору этих строк, начинается не с 1815 г. [3], а почти на целое столетие раньше.

В 1730 г. Ф. И. Страленберг опубликовал книгу [4], в которой сообщил материалы о природе, истории, общественно-экономическом состоянии нашей страны. Ф. И. Страленберг являлся участником первой академической экспедиции (1720—1722), что позволило ему в феврале 1722 г. ознакомиться с пещерой «между селениями Абакан и Краснояр». Описание Енисейской пещеры заслуживает внимания.

Пещера находилась в горе, на высоте 40 м. «У самого свода и у отверстия, — отмечает Страленберг, — образовались от теплого испарения, исходящего из пещеры, и от внешнего холода много тысяч ледяных сосулков, которые были не круглой формы, а представляли из себя шестигранные заостренные цилиндры» (стр. 373). В самой же пещере было тепло. Внимание Страленберга привлек уход дыма (при курении) в глубь пещеры. Затем выяснилось, что пещера имеет соединение с верхней. В пещере были обнаружены летучие мыши (двух видов).

Впервые в литературе, на примере Енисейской пещеры, были описаны льды сублимационного происхождения, отмечена вертикальная этажность пещерных форм и установлена зимняя циркуляция воздуха.

Ф. И. Страленберг, также впервые в литературе, выделил главу «Пещеры» ([4], стр. 371—373), в которой касается еще трех пещер: Кунгурской, Печорской, Обской, но описание их уже не заслуживает внимания. По автору, в Кунгурской пещере (знаменитой, как известно, пещерными льдами) произрастают растения и текут реки с водопадами. Как указывает А. И. Андреев [1], Страленберг использовал в книге план Кунгурской пещеры, составленный С. Ремезовым и его сыном в 1703 г., без указания авторства.

## Литература

- [1] Андреев А. И. Очерки по источниковедению Сибири. XVII век. Изд. Главсевморпути, 1940. — [2] Максимович Г. А. О первом описании ледяных пещер. Изв. ВГО, № 1, 1952. — [3] Пармузин Ю. П. Вопросы карстования Сибири. Изв. ВГО, № 1, 1954. — [4] Strahlenberg Ph. I. Das Nord- und Ostliche Theil von Europa und Asien. Stockholm, 1730.