

Г. А. МАКСИМОВИЧ и Г. Г. КОБЯК
К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ВОД ПОДЗЕМНЫХ ОЗЕР

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом 30 I 1941)

Среди разнообразных озер земного шара наименее изучен их подземный тип. Даже в обстоятельных классификациях озер они обычно не выделяются⁽¹⁾, и по большей части просто указываются карстовые озера^(3, 4, 6, 8, 9). Еще меньше изучен состав воды подземных озер. В. И. Вернадский⁽²⁾ выделяет пресные коррозионные воды подземных водоемов (вид 176 – карстовые воды) и подземные соляные озера (вид 282), отнесенные почему-то к надземным водам. Между тем своеобразная разность озер – подземные – представляет значительный интерес.

Из пользующихся мировой известностью можно отметить озера Мамонтовой пещеры в Америке, озеро Эльрихской пещеры близ Нордгаузена глубиной до 15,5 м. В СССР имеется также ряд подземных озер. В частности, такие озера известны в пещерах Кизеловского⁽¹⁾ и Кунгурского районов Молотовской области.

В настоящей работе приводятся результаты изучения состава воды озер Кунгурской ледяной пещеры. Г. Г. Кобяк выполнял химические анализы.

Подземные озера в карстовых пещерах образуются в углублениях, в которых накопление глинистого материала задерживает воду. Подобные условия имеют место и в Кунгурской ледяной пещере, где установлено 36 подземных озер. Из них наиболее доступны озера в гротах Титаническом и Колизей, находящиеся в части пещеры, обычно посещаемой экскурсантами.

Озеро в гроте Титаническом имеет площадь в 750 м². Глубина его в среднем около 4 м; наибольшая отмеченная глубина составляет около 6 м. Толщина глинистого покрова в этом гроте около 1 м. В результате произведенных анализов проб [см. таблицу, графы 1, 2], отобранных с промежутком почти в 6 лет, можно отнести озеро в гроте Титаническом к минеральным (соляным)⁽²⁾. Сумма минеральных составных частей превышает 2 г/л. Преобладающими в диссоциированной части являются Са и SO₄, что вполне естественно для пещеры, находящейся в гипсово-ангидритной толще, залегающей среди известняков.

Меньшее значение имеют Mg и HCO₃. Обращает на себя внимание сравнительно значительное содержание SiO₂ (H₂SiO₃).

Менее полный анализ физико-химической лаборатории Уральского института физиотерапии и курортологии (таблица, графа 3), относящийся к 1935 г., в общем дает ту же картину.

Анализы воды подземных озер

	Вода озера в Титаническом гроте			Вода из озера в гроте Колизей		Вода, капающая из воронки в Эфирном гроте
	1	2	3	4	5	
Удельный вес воды при 20°	–	1,00206	–	–	1,00237	–
В 1 литре содержится грамм:						
Сухой остаток воды при 110°	2,1812	2,1902	–	2,3349	2,3360	1,1734
Сухой остаток при прокаливании	2,0425	2,0373	–	2,1469	2,1571	1,0766
Потеря при прокаливании	0,1387	0,1529	–	0,1880	0,1789	0,0968
Na	0,0019	0,0021	0,0391	0,0013	0,0015	0,0006
K	0,0001	0,0002	–	Следы	0,0001	Следы
Ca	0,5672	0,5669	0,4867	0,5456	0,5459	0,2654
Mg	0,0246	0,0244	0,0423	0,0579	0,0580	0,0346
Cl	0,0030	0,0035	0,0035	0,0017	0,0026	Следы
SO ₄	1,3630	1,3602	1,2970	1,4736	1,4717	0,7220
HCO ₃	0,1200	0,1217	–	0,0801	0,0836	0,0546
SiO ₄	0,0098	0,0100	–	0,0112	0,0110	0,0078
Al ₂ O ₃	} 0,0023	0,0012	–	} 0,0021	0,0006	} 0,0017
Fe ₂ O ₃		0,0003	–		Следы	
Жесткость в немецких градусах						
Общая	85,05	84,96	–	89,70	89,77	45,14
Устраняемая	5,52	5,68	–	3,68	3,84	2,51
Постоянная	79,53	79,28	–	86,02	85,93	42,63
Время взятия пробы	XII 1934	6 IV 1940	15 X – 1935*	XII 1934	29 III 1940	XII 1934
Аналитик	Г. Г. Кобяк	Г. Г. Кобяк	Овчинникова	Г. Г. Кобяк	Г. Г. Кобяк	Г. Г. Кобяк

* Дата производства анализа.

В гроте Колизей озеро значительно меньших размеров. Толщина глинистого покрова здесь уже около 0,75 м. Вода в этом озере также минерализована, причем сумма минеральных составных частей даже несколько больше: 2,3349–2,3360 г/л. Состав воды мало изменяется, хотя пробы отобраны с промежутком в 6 лет. Необходимо учесть, что обе пробы отобраны в зимнее время (таблица, графа 4 и 5).

Преобладающими составными частями в воде также являются Са и SO₄. Озеро в гроте Колизей отличается только большим, чем вдвое, содержанием Mg и несколько меньшим содержанием HCO₃, Na и Cl. Последнее, быть может, находится в связи с тем, что это озеро гораздо меньше посещается, чем в гроте Титаническом.

Для выявления происхождения минерализации озера была отобрана вода, капающая в гроте Эфирном из органной трубы (таблица, графа 6). Вода эта примерно вдвое меньше минерализована. Необходимо учесть, что вода, капающая в Эфирном гроте, попадает в пещеру по большим сравнительно карстовым пустотам. Это – карстовые воронки на поверхности а вблизи грота органная труба значительного диаметра (2 м). Благодаря сравнительно быстрому продвижению от дневной поверхности она несколько в меньшей степени минерализуется. Надо полагать, что при более медленном передвижении, по небольшим пустотам и трещинам, минерализация воды будет выше.

Вдвое большая минерализация озерной воды по сравнению с проникающей по большим карстовым пустотам может быть объяснена несколькими причинами. С одной стороны, тем, что в озера проникает более минерализованная вода по небольшим трещинам и пустотам. С другой, наличие берегов, сложенных гипсами и ангидритом, приводит к дополнительной минерализации озерной воды, за счет растворения пород. Известную роль играет и испарение воды в озере.

Приведенные данные указывают, пока еще на небольшом материале, что воды подземных озер карста в гипсово-ангидритных породах необходимо отнести к минеральным [соленным по терминологии В. И. Вернадского⁽²⁾].

В. И. Вернадский коррозионные воды подземных водоемов относит к пресным. Возможно, что для карста в известняках мы и имеем пресные озера. Это нуждается в проверке.

Подземные соляные озера (типа Бахардена в Копет-Даге) необходимо дополнить водами коррозионных подземных озер в гипсово-ангидритных породах. Воды подземных озер в каменной соли⁽⁵⁾, возможно, относятся к рассолам.

Кафедры динамической геологии и аналитической химии
Молотовского государственного университета

Поступило
30 I 1941

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. А. Васильев, Угленосные отложения Западного склона Урала, 185 (1932). ² В. И. Вернадский, История прир. вод, ч. 1, вып. I (1933); вып. II (1934); вып. III (1936). ³ L. W. Collet, Les lacs, Paris (1925). ⁴ W.M. Davis, Proceedings of the Boston Soc. of Natural History, XXI (1883). ⁵ А. И. Дзэнс-Литовский и Е. И. Шашерова, Зап. Всерос. мин. об-ва, 2 сер., 69, вып. 4, 549 (1940). ⁶ A. Penck, Morphologie der Erdoberfläche (1894). ⁷ М. А. Первухин, Землеведение, 39, 6, 526 (1937). ⁸ A. Philippson, Grundzüge d. allgem. Geographie, II (1931). ⁹ F. Richthofen, Neumayer's Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen (1875).

ГЕОХИМИЯ

Г. А. МАКСИМОВИЧ и Г. Г. КОБЯК

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ВОД ПОДЗЕМНЫХ ОЗЕР

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом 30 I 1941)

Среди разнообразных озер земного шара наименее изучен их подземный тип. Даже в обстоятельных классификациях озер они обычно не выделяются (7), и по большей части просто указываются карстовые озера (3, 4, 6, 8, 9). Еще меньше изучен состав воды подземных озер. В. И. Вернадский (2) выделяет пресные коррозионные воды подземных водоемов (вид 176—карстовые воды) и подземные соляные озера (вид 282), отнесенные почему-то к надземным водам. Между тем своеобразная разность озер—подземные—представляет значительный интерес.

Из пользующихся мировой известностью можно отметить озера Мамоновой пещеры в Америке, озеро Эльрихской пещеры близ Нордгаузена глубиною до 15,5 м. В СССР имеется также ряд подземных озер. В частности, такие озера известны в пещерах Кизеловского (1) и Кунгурского районов Молотовской области.

В настоящей работе приводятся результаты изучения состава воды озер Кунгурской ледяной пещеры. Г. Г. Кобяк выполнял химические анализы.

Подземные озера в карстовых пещерах образуются в углублениях, в которых накопление глинистого материала задерживает воду. Подобные условия имеют место и в Кунгурской ледяной пещере, где установлено 36 подземных озер. Из них наиболее доступны озера в гротах Титаническом и Колизей, находящиеся в части пещеры, обычно посещаемой экскурсантами.

Озеро в гроте Титаническом имеет площадь в 750 м². Глубина его в среднем около 4 м; наибольшая отмеченная глубина составляет около 6 м. Толщина глинистого покрова в этом гроте около 1 м. В результате произведенных анализов проб [см. таблицу, графы 1, 2], отобранных с промежутком почти в 6 лет, можно отнести озеро в гроте Титаническом к минеральным (соляным) (2). Сумма минеральных составных частей превышает 2 г/л. Преобладающими в диссоциированной части являются Са и SO₄, что вполне естественно для пещеры, находящейся в гипсово-ангидритной толще, залегающей среди известняков.

Меньшее значение имеют Mg и HCO₃. Обращает на себя внимание сравнительно значительное содержание SiO₂ (H₂SiO₃).

Менее полный анализ физико-химической лаборатории Уральского института физиотерапии и курортологии (таблица, графа 3), относящийся к 1935 г., в общем дает ту же картину.

Анализы воды подземных озер

	Вода озера в Титаническом гроте			Вода из озера в гроте Колизей		Вода, капающая из воронки в Эфирном гроте
	1	2	3	4	5	
Удельный вес воды при 20°	—	1,00206	—	—	1,00237	—
В 1 литре содержится грамм:						
Сухой остаток воды при 110°	2,1812	2,1902	—	2,3349	2,3360	1,1734
Сухой остаток при прокаливании	2,0425	2,0373	—	2,1469	2,1571	1,0766
Потеря при прокаливании	0,1387	0,1529	—	0,1880	0,1789	0,0968
Na	0,0019	0,0021	0,0391	0,0043	0,0015	0,0006
K	0,0001	0,0002	—	Следы	0,0001	Следы
Ca	0,5672	0,5669	0,4867	0,5456	0,5459	0,2654
Mg	0,0246	0,0244	0,0423	0,0579	0,0580	0,0346
Cl	0,0030	0,0035	0,0035	0,0017	0,0026	Следы
SO ₄	1,3630	1,3602	1,2970	1,4730	1,4717	0,7220
HCO ₃	0,1200	0,1217	—	0,0801	0,0836	0,0546
SiO ₂	0,0098	0,0100	—	0,0112	0,0110	0,0078
Al ₂ O ₃	} 0,0023	0,0012	—	} 0,0021	0,0006	} 0,0017
Fe ₂ O ₃		0,0003	—		Следы	
Жесткость в немецких градусах						
Общая	85,05	84,96	—	89,70	89,77	45,14
Устранимая	5,52	5,68	—	3,68	3,84	2,51
Постоянная	79,53	79,28	—	86,02	85,53	42,63
Время взятия пробы	XII 1934	6 IV 1940	15 X— 1935*	XII 1934	29 III 1940	XII 1934
Аналитик	Г. Г. Кобяк	Г. Г. Кобяк	Овчинникова	Г. Г. Кобяк	Г. Г. Кобяк	Г. Г. Кобяк

* Дата производства анализа.

В гроте Колизей озеро значительно меньших размеров. Толщина глинистого покрова здесь уже около 0,75 м. Вода в этом озере также минерализована, причем сумма минеральных составных частей даже несколько больше: 2,3349—2,3360 г/л. Состав воды мало изменяется, хотя пробы отобраны с промежутком в 6 лет. Необходимо учесть, что обе пробы отобраны в зимнее время (таблица, графа 4 и 5).

Преобладающими составными частями в воде также являются Ca и SO₄. Озеро в гроте Колизей отличается только большим, чем вдвое, содержанием Mg и несколько меньшим содержанием HCO₃, Na и Cl. Последнее, быть может, находится в связи с тем, что это озеро гораздо меньше посещается, чем в гроте Титаническом.

Для выявления происхождения минерализации озера была отобрана вода, капающая в гроте Эфирном из органичной трубы (таблица, графа 6). Вода эта примерно вдвое меньше минерализована. Необходимо учесть, что вода, капающая в Эфирном гроте, попадает в пещеру по большим сравнительно карстовым пустотам. Это—карстовые воронки на поверхности а вблизи грота органичная труба значительного диаметра (2 м). Благодаря сравнительно быстрому продвижению от дневной поверхности она несколь-

ко в меньшей степени минерализуется. Надо полагать, что при более медленном передвижении, по небольшим пустотам и трещинам, минерализация воды будет выше.

Двое большая минерализация озерной воды по сравнению с проникающей по большим карстовым пустотам может быть объяснена несколькими причинами. С одной стороны, тем, что в озера проникает более минерализованная вода по небольшим трещинам и пустотам. С другой, наличие берегов, сложенных гипсами и ангидритом, приводит к дополнительной минерализации озерной воды, за счет растворения пород. Известную роль играет и испарение воды в озере.

Приведенные данные указывают, пока еще на небольшом материале, что воды подземных озер карста в гипсово-ангидритных породах необходимо отнести к минеральным [соленым по терминологии В. И. Вернадского⁽²⁾].

В. И. Вернадский коррозионные воды подземных водоемов относит к пресным. Возможно, что для карста в известняках мы и имеем пресные озера. Это нуждается в проверке.

Подземные соляные озера (типа Бахардена в Копет-Даге) необходимо дополнить водами коррозионных подземных озер в гипсово-ангидритных породах. Воды подземных озер в каменной соли⁽³⁾, возможно, относятся к рассолам.

Кафедры динамической геологии и аналитической химии
Молотовского государственного университета

Поступило
30 I 1941

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. А. Васильев, Угленосные отложения Западного склона Урала, 185 (1932). ² В. И. Вернадский, История прир. вод, ч. 1, вып. I (1933); вып. II (1934); вып. III (1936). ³ L. W. Collet, Les lacs, Paris (1925). ⁴ W. M. Davis, Proceedings of the Boston Soc. of Natural History, XXI (1883). ⁵ А. И. Дзене-Литовский и Е. И. Шашерова, Зап. Всерос. мин. об-ва, 2 сер., 69, вып. 4, 549 (1940). ⁶ А. Ренк, Morphologie der Erdoberfläche (1894). ⁷ М. А. Первухин, Землеведение, 39, 6, 526 (1937). ⁸ A. Philippson, Grundzüge d. allgem. Geographie, II (1931). ⁹ F. Richtofen, Neumayer's Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen (1875).