

Федеральное государственное учреждение науки  
ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ  
Уральского отделения РАН

# Горное эхо

№ 4 (73)

октябрь 2018

июнь 2019



**В НОМЕРЕ**

	<i>Барях А.А.</i> К читателю .....	1
	<b>ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ</b>	
	<i>Степанов Ю.И.</i> Краткие итоги научно-организационной деятельности ГИ УрО РАН в 2018 году .....	2
	<b>КОНФЕРЕНЦИИ</b>	
	<i>Ярославцев А.Г.</i> Инженерная и рудная геофизика 2019 – юбилей в Геленджике .....	4
	<i>Бычков С.Г., Долгаль А.С., Новикова П.Н.</i> 46-я сессия Международного семинара «Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей» имени Д.Г. Успенского .....	6
	<i>Максимович Н.Г., Мещерякова О.Ю.</i> XXI Сергеевские чтения «Эколого- экономический баланс природопользования в горнопромышленных районах» .....	12
	<i>Гусева Н.С.</i> XX Уральская молодежная научная школа по геофизике .....	17
	<i>Кабанова Н.А.</i> Форум «Ни дня без науки» .....	19
	<b>НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ</b>	
	<i>Максимович Н.Г., Мещерякова О.Ю.</i> Гидротехнические сооружения на сульфатных породах.....	21
	<i>Суханов А.Е.</i> Инженерные чемпионаты по решению бизнес-кейсов.....	25
	<b>ИЗ ЖИЗНИ ИНСТИТУТА</b>	
	<i>Трушкова Н.А., Третьякова Н.Г.</i> Горняк чемпион!.....	27
	<b>НАС БЛАГОДАРИЯТ</b>	
	.....	32
	<b>ПОЗДРАВЛЯЕМ</b>	
	.....	3-я стр. обложки





**Н.Г. МАКСИМОВИЧ, О.Ю. МЕЩЕРЯКОВА**  
*Естественнoнаучный институт Пермского государственного  
национального исследовательского университета*

## ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ НА СУЛЬФАТНЫХ ПОРОДАХ

На земном шаре широко развиты карстующиеся породы, которые занимают около трети площади поверхности суши (51 млн. км<sup>2</sup>), из них гипсы и ангидриты – 7 млн. км<sup>2</sup> [5]. На рисунке 1 представлены основные районы развития карста, в том числе и в гипсах.

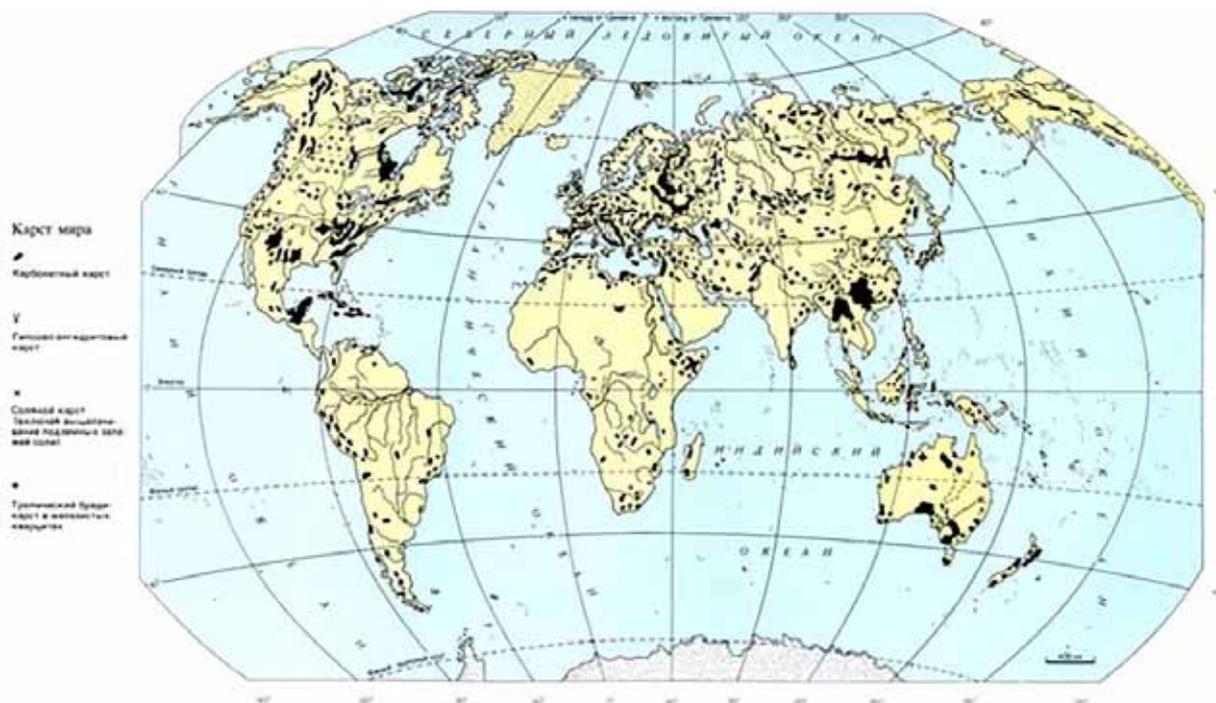


Рис. 1. Развитие карста на земном шаре [1]

Гипсовый карст, наряду с соляным, является наиболее опасным по сравнению с карбонатным, в связи с этим одним из неблагоприятных инженерно-геологических условий строительства гидротехнических сооружений является наличие в их основании гипса. Возведение водоподпорных сооружений может привести к изменению гидродинамического режима, появлению в массиве вод, не насыщенных сульфатом кальция. Это создает условия для развития или интенсификации карста, что ставит под угрозу существование сооружений. Активизация карста может быть также связана с увеличением трещиноватости вследствие фильтрационных деформаций, выветривания пород в процессе строительства. Определенную роль играет увеличение растворимости пород под действием нагрузки от сооружения.

Практика строительства плотин на гипсоносных породах показывает [3, 4, 6], что даже небольшие количества гипса в случае его растворения могут привести к крайне нежелательным последствиям. Меньшая несущая способность гипса по сравнению с известняками приводит к обрушению сводов даже небольших полостей.

В мире насчитывается около 80 (действующих, недостроенных, разрушенных) плотин, в основании которых залегают сульфатные породы (табл. 1) (рис. 2) [2-4; 6-18].

Плотины на гипсоносных основаниях

№ п/п	Плотина	Страна	Состояние («+» – «действует»)
<b>РОССИЯ И БЛИЖНЕЕ ЗАРУБЕЖЬЕ</b>			
1	Байпазинская	Таджикистан	+
2	Братская	Россия	+
3	Ереванская	Армения	+
4	Ирганайская	Россия	+
5	Камская	Россия	+
6	Миатлинская	Россия	+
7	Мингечаурская	Азербайджан	+
8	Нижне-Кафирниганская	Таджикистан	не построена
9	Нуркская	Таджикистан	+
10	Плотина на р. Ирень	Россия, Пермский край	не построена
11	Плотина на реке Оса	Россия	+
12	Рогунская	Таджикистан	+
13	Сангтудинская	Таджикистан	+
14	Тбилисская	Грузия	+
15	Туполангская	Узбекистан	+
	Фархадская	Узбекистан	+
17	Худаферинская	Иран	+
18	Чебоксарская	Россия	+
19	Чиркейская	Россия	
<b>ЕВРОПА</b>			
20	Аллоз	Испания	+
21	Альтер-Штольб	Австрия	не построена, прекращены изыскания
22	Бирсфельден	Швейцария	+
23	Жела	Италия	+
24	Кавсак	Турция	+
25	Каспе	Испания	+
26	Ла Лотета	Испания	+
27	Монт Сенис	Франция	+
28	Хесингейм	Германия	+
29	Риан	Франция	не построена, прекращены изыскания
30	Сен-Бом	Франция	не достроена
31	Сан-Джуан	Испания	+
32	Сен-Жан-де-Мориен	Франция	не действует
33	Сен-Лоран	Испания	+
34	Эстремера	Испания	+
<b>АЗИЯ</b>			
35	Бадуш	Ирак	+
36	Гхейсарах	Иран	+
37	Дербенди-Хан	Ирак	+
38	Джарех	Иран	+
39	Докан	Ирак	+
40	Кхерсан III	Иран	+
41	Кхода Афарин	Иран	+
42	Кхорад	Иран	+
43	Марун	Иран	+
44	Мосул (бывшая дамба Саддама)	Ирак	+
45	Рава	Ирак	+
46	Таннур	Иордания	+
47	Тартар	Ирак	+
48	Фатха	Ирак	не построена
49	Хадита (Аль-Кадесия)	Ирак	+
50	Хит	Ирак	+
51	Хоушипо	Китай	+
<b>АФРИКА</b>			
52	Джедра	Алжир	+
53	Фоум эль-Жерза	Алжир	+
54	Джоумин	Тунис	+
<b>СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА</b>			
55	Редрок	США, Айова	+
56	Тетон	США, Айдахо	+

57	Анкор	США, Вайоминг	+
58	Буэно Виста	США, Калифорния	+
59	Драй Каньон	США, Калифорния	+
60	Кастейк	США, Калифорния	+
61	Сан-Фернандо	США, Калифорния	+
62	Олив-Хилс	США, Калифорния	+
63	Рэтл-снейк Биг Сейг	США, Калифорния	+
64	Картер Лейк	США, Колорадо	+
65	Хостуф	США, Колорадо	+
66	Авалон	США, Нью-Мексико	+
67	Макмилан	США, Нью-Мексико	+
68	Хондо	США, Нью-Мексико	+
69	Мозес Сандерс Тауэр	США, Нью-Йорк	+
70	Кларк Каньон	США, Монтана	+
71	Фонтанелле	США, Оклахома	+
72	Сендфорд	США, Техас	+
73	Куайл Крик	США, Юта	разрушена
74	Панош	США, Калифорния	+
75	Сент-Френсис	США, Калифорния	не действует после аварии
76	Мангум Верхняя	США, Оклахома	не достроена, прекращены изыскания
77	Мангум Нижняя	США, Оклахома	ведутся изыскания
78	Седар Ридж	США, Техас	+
<b>ЮЖНАЯ И ЦЕНТРАЛЬНАЯ АМЕРИКА</b>			
79	Каза де Пиетро	Аргентина	+
80	Эль Изиро	Венесуэла	+
81	Пебль де Пава	Гватемала	+
82	Поэкос	Перу	+

Наличие растворимых пород и развитие карстовых процессов в районе напорных гидротехнических сооружений создает серьезные проблемы при их эксплуатации, значительно повышает стоимость строительства и ремонта, а в ряде случаев может привести к авариям и к разрушению плотины, что сопровождается человеческими жертвами. Как показала практика, стоимость ремонтных работ, связанных с развитием карстовых процессов, может быть сопоставима со стоимостью сооружения.



Рис. 2. Распространение плотин на гипсоносных основаниях в мире

Отметим, что явные ошибки при изысканиях, проектировании, эксплуатации и организации наблюдений повторяются из года в год на протяжении длительного времени. Это во многом обусловлено тем, что к настоящему времени не обобщен опыт строительства плотин на растворимых породах, нет четких методических подходов к количественной оценке карстовых процессов в зоне влияния плотин.

Комплексный подход к оценке состояния оснований плотин на растворимых породах должен включать в себя: 1) анализ данных гидрохимических и гидродинамических наблюдений, 2) лабораторные исследования механизма химических и физико-химических процессов в основании; 3) математическое моделирование фильтрации для выявления изменения фильтрационных параметров пород во времени. Такие исследования позволят оценивать эффективность противофильтрационных мероприятий, своевременно выявлять нежелательные процессы в основании плотины и разрабатывать меры для их устранения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (задание 5.6881.2017/8.9).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздецкий, Н. А. Карст // Н. А. Гвоздецкий. – Москва: Изд-во «Мысль», 1981. – 214 с.
2. Геология и плотины. – М.; Л.: Госэнергоиздат, 1959. – Т. 1. – 182 с.
3. Лыкошин А. Г. Карст и гидротехническое строительство. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1968. – 183 с.
4. Лыкошин А. Г., Молоков Л. А., Парабучев И. А. Карст и строительство гидротехнических сооружений. – М.: Гидропроект, 1992. – 322 с.
5. Максимович Г. А. Основы карстоведения. – Пермь, 1963. – Т. 1. – 444 с.
6. Максимович Н. Г. Безопасность плотин на растворимых породах (на примере Камской ГЭС). – Пермь: ООО ПС «Гармония», 2006. – 212 с.
7. Маслов Н. Н., Науменко В. Г. Условия устойчивости напорных сооружений на загипсованных породах // Растворение и выщелачивание горных пород. – М.: Госстройиздат, 1957. – С. 71-81.
8. Недрига В. П., Покровский Г. И., Демьянова Э. А. Строительство плотин на основаниях, содержащих водорастворимые соли // Совершенствование систем водоснабжения, очистки сточных вод и сооружений промышленной гидротехники. – М.: ВОДГЕО, 1984. – С. 53-57.
9. Родевич И. В. Исследование гидрогеохимического режима лессовых оснований гидросооружений с целью контроля химической суффозии // Известия ВНИИГ. – 1989. – С. 40-46.
10. Скрипко Е. С., Туткевич В. А., Молоков Л. А. Нурекская плотина на р. Вахш // Геология и плотины. – М.: Энергия, 1984. – Т. 9. – С. 4-25.
11. Cooper A. H., Galow R. C. Avoiding gypsum geohazards: guidance for planning and construction // Technical report WC/98/5. – Nottingham: British Geological Survey, 1998.
12. Gougazeh M., Al-Shabatat A. Geological and geotechnical properties of soil materials at Tannur dam, Wadi Al Hasa, South Jordan. – Journal of Taibah University for Science. – № 7. – 2013. – P. 216-224.
13. Gunnar B. Anhydrite and gypsum problems in engineering geology // American Geological Institute. – V. 7. – Jan-Jul, 1965.
14. Hansen M. Seepage Evaluation of Quail Creek South Dam In Southwest Utah // [http://gsa.confex.com/gsa/2002AM/finalprogram/abstract\\_45813.htm](http://gsa.confex.com/gsa/2002AM/finalprogram/abstract_45813.htm)
15. James A. H., Lupton A. R. Gypsum and anhydrite in foundations of hydraulic structures // Geotechnique. – 1978. – № 3. – P. 249-272.
16. Johnson K. S. Problems of dam construction in areas of gypsum karst. Oklahoma, USA // Карстование XXI век: теоретическое и практическое значение: материалы междунар. симпоз. – Пермь, 2004. – С. 236-240.
17. Klimchouk, A., Forti, P., Cooper, A. 1996. Gypsum karst of the World: a brief overview. In: Gypsum Karst of the World, Ed. By Klimchouk, A., Lowe, D., Cooper, A., Sauro, U. International Journal of Speleology, Volume 25. Chapter II.1. Published by SocietaSpeleologicaItaliana. L'Aquila, pp159-181.
18. Milanovic P. T. Geological engineering in karst: Dams, Reservoirs, Grouting, Groundwater Protection // Water Tapping Tunneling. – Belgrad: Zebra, 2000.