

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГРУНТОВЫХ ВОД РАЙОНА г. ПЕРМИ

Г. А. Максимович, К. А. Горбунова

(Пермский госуниверситет)

В крупных городах в результате деятельности человека наблюдаются изменения условий питания, стока и разгрузки грунтовых вод, а также их уровня и температурного режима. Сказывается это и на формировании химического состава.

Кафедра динамической геологии и гидрогеологии Пермского университета обследовала на территории Перми около 500 колодцев. С 1957 г. по 1961 г. из них было отобрано 152 пробы воды на химический анализ.

В 1961—1964 гг. лаборатория геологии проводила режимные наблюдения за химическим составом 80 родников грунтовых, порово-трещинных грунтовых и порово-трещинных пластовых ненапорных вод.

Химический состав грунтовых вод города, вскрытых колодцами, изучен по данным 152 анализов. Минерализация составляет 109—2580 мг/л. В большей части колодцев она не превышает 1000 мг/л. Причиной высокой минерализации является значительное содержание в воде ионов: нитратного (до 404 мг/л), хлора (до 602 мг/л), сульфатного (до 488 мг/л), указывающее на бытовое загрязнение. Содержание этих компонентов и минерализация увеличиваются от окраин к центру (табл. 1).

Т а б л и ц а

Количество колодцев с различным содержанием некоторых ионов и минерализацией по районам города (проц.)

Показатели загрязнения		Район и количество колодцев					
		Весь город 152	Заму- лянка 29	Запани- ляха 14	Центр 19	Восточ- нее Егю- шихи 23	Право- бережье 67
Минерализация, г/л	< 0,5	53	59	29	нет	21	80
	0,5—1,0	32	41	43	37	48	20
	1,0—1,5	8	нет	14	16	31	нет
	1,5—2,0	6	нет	14	37	нет	нет
	> 2,0	1	нет	нет	10	нет	нет
SO ₄ ⁺ , мг/л	< 40	23	49	7	нет	нет	29
	40—100	31	49	22	5	43	29
	> 100	46	2	71	95	57	42
Cl ⁻ , мг/л	< 40	35	66	21	нет	9	42
	40—100	32	24	21	5	30	46
	> 100	33	10	58	95	61	12
NO ₂ ⁻ , мг/л	нет	28	30	21	нет	9	19
	< 0,1	36	10	21	37	69	37
	> 0,1	36	нет	58	63	22	44
NO ₃ ⁻ , мг/л	< 40	35	41	43	21	30	36
	40—100	28	38	21	21	22	28
	> 100	37	21	36	58	48	36
Окисление, мг/л O ₂	< 3	41	45	43	31	64	30
	3—5	35	34	36	26	32	36
	> 5	24	21	21	43	4	34
Жесткость, мг — экв	< 3	19	24	нет	нет	нет	34
	3—6	30	41	21	5	4	43
	6—9	18	24	29	5	22	16
	> 9	33	11	50	90	74	7

Химический состав воды определяется соотношением преобладающих ионов: гидрокарбонатного, сульфатного, хлоридного, нитратного, кальциевого, магниевого и натриевого. Гидрокарбонатный ион содержится в количестве от 24 до 758 мг/л, не превышая в большей части колодцев 400 мг/л. В загрязненных грунтовых водах он является преобладающим и при минерализации более 1 г/л, что объясняется, вероятно, увеличением растворимости карбонатов в присутствии нитратов, а также повышенной агрессивностью загрязненной воды.

Сульфатный ион не обнаружен только в одном колодце. 95% колодцев центральной части города имеют воду с содержанием сульфат-иона от 100 до 488 мг/л. Увеличение

содержания сульфат-иона от окраин к более густонаселенной центральной части города указывает на то, что одними из основных источников поступления его в воду являются процессы распада и окисления содержащих серу органических веществ растительного и животного происхождения. Ион хлора содержится в количествах от 1,77 до 602 мг/л. Распределение содержания его по площади такое же, как у сульфат-иона.

Большую роль в формировании химического состава грунтовых вод крупных населенных пунктов играют соединения азота, являющиеся конечными продуктами распада сложных органических веществ животного и растительного происхождения. Признаком свежего загрязнения является наличие в водах ионов аммония и нитритного. Содержание иона аммония в большей части колодцев не превышает десятых долей мг/л, в ряде колодцев достигает 1—4 мг/л и в двух — 30 и 35 мг/л. Нитритный ион не обнаружен примерно в третьей части обследованных колодцев. Максимальное содержание его составляет 30 мг/л. При окислении нитритный ион переходит в нитратный. Содержание нитратного иона в большей части колодцев превышает 40 мг/л, достигая в одном колодце 404 мг/л. Нитратное загрязнение возрастает от окраин к центру города. Рост суммы ионов нитратного, сульфатного и хлоридного ограничивается минерализацией 1 г/л, достигая максимальной величины 0,7 г/л. Дальнейшее изменение минерализации идет в основном за счет карбонатов кальция, растворимость которых в загрязненных водах значительно возрастает. Катионный состав грунтовых вод характеризуется преобладанием иона кальция. Содержание его колеблется от 12 до 480 мг/л. Ионы магния, натрия (и калия) обычно занимают второе и третье место. Причиной высокой окисляемости является загрязнение грунтовых вод органическими соединениями. В 135 колодцах она составляет 0,4—12,2 мг/л O₂, возрастая к центру. Жесткость изменяется от 1,0 до 29,9 мг-экв. Половина колодцев имеет жесткую или очень жесткую воду. Величина pH колеблется от 5,6 до 8,4, составляя в большей части колодцев 6,4—8,0.

Территория города находится в пределах зоны преобладания гидрокарбонатной гидрохимической формации. Длительное загрязнение подземных вод привело к появлению не типичных для данной зоны сульфатных, хлоридных и нитратных вод. Гидрохимические фации, определяемые загрязнением, исключительно разнообразны.

Таблица 2

Изменение минерализации и гидрохимических фаций родника 93, мг/л

1961	1962	1963	1964
—	421 NO ₃ — Cl — Ca	458 NO ₃ — Cl — Ca	469 NO ₃ — Cl — Ca
—	—	367 NO ₃ — Cl — Ca	362 NO ₃ — Cl — Ca
—	450 NO ₃ — Ca — Na	357 NO ₃ — HCO ₃ — Ca	454 NO ₃ — Cl — Ca
—	367 NO ₃ — Cl — Ca	321 Cl — NO ₃ — Ca	—
430 NO ₃ — Ca — Cl	296 Cl — NO ₃ — Ca	382 NO ₃ — Cl — Ca	—
540 NO ₃ — Cl — SO ₄	410 NO ₃ — Cl — Ca	756 NO ₃ — Na — Cl	—
462 NO ₃ — Cl — Ca	337 NO ₃ — Cl — HCO ₃	594 NO ₃ — Cl — Ca	—
340 NO ₃ — Cl — Ca	368 NO ₃ — Cl — Ca	348 NO ₃ — Cl — Ca	470 NO ₃ — Cl — SO ₄
300 SO ₄ — Cl — Ca	355 NO ₃ — Cl — Ca	599 NO ₃ — Na — Cl	—
273 Cl — Ca — SO ₄	329 NO ₃ — Cl — Ca	671 NO ₃ — Na — Cl	—
269 Cl — Ca — SO ₄	513 NO ₃ — Cl — Ca	584 NO ₃ — Cl — Ca	—
278 NO ₃ — Cl — Ca	394 NO ₃ — Cl — Ca	470 NO ₃ — Cl — Ca	—

По данным В. В. Рудометова, на территории Верхней Курьи грунтовые воды относятся к нитратной гидрохимической фации с минерализацией 130—515 мг/л, которая представлена 8 гидрофаднями. Содержание нитратов в большей части колодцев составляет 70—120 мг/л. На территории Средней Курьи наблюдается закономерное изменение состава грунтовых вод вниз по потоку к Каме. На более высоких отметках грунтовые воды имеют среднюю минерализацию 286 мг/л и гидрокарбонатный состав (рис. 1).



Средняя минерализация и гидрохимические фации грунтовых вод района Средней Курьи.

Ближе к Каме появляются сульфатные воды со средней минерализацией 410 мг/л и вблизи реки в наиболее густонаселенной части поселка — нитратные и хлоридные воды со средней минерализацией 514 мг/л. Наблюдения за химическим режимом ряда родников грунтовых вод показали, что минерализация и загрязнение их за последние годы увеличились. У родника 93, расположенного в Нижней Курье, средняя минерализация в 1962 г. была 393 мг/л, а в 1963 г. — 500 мг/л, среднее содержание нитратов соответственно — 143 и 200 мг/л. Наименьшие значения этих показателей отмечены в мае 1962 г. и в апреле 1963 г. Изменение минерализации и гидрохимических фаций родника 93 (Нижняя Курья) показано в таблице 2. Рост среднегодовой минерализации и содержания нитратного иона

установлен для многих родников грунтовых вод аллювиальных отложений и порово-трещинных грунтовых вод (таблица 3).

Таблица 3

Изменение среднегодовой минерализации (М) и содержания нитратного иона (мг/л) за 1962—1963 гг.

№ родников	М ср. (1961—1964)	М ср.		NO ₃ ⁻ ср. (1961—1964 г.)	NO ₃ ⁻ ср.	
		1962	1963		1962	1963
93	427	393	500	171	143	200
35	661	629	732	58	46	70
43	908	885	932	134	119	150
30	776	740	803	170	155	186
4	427	451	465	70	61	80
1	404	385	469	69	58	80
74	931	966	993	98	76	121

Приведение данные показывают, что в городе идет неуклонный рост минерализации и в основном нитратного загрязнения грунтовых вод не только в пространстве, но и во времени. Этот процесс, вероятно, будет замедлен переходом на полную канализацию.

Загрязнение грунтовых вод оказывает влияние на химический состав рек и водохранилищ.



Техническая

ИНФОРМАЦИЯ

60

ЗАПАДНО-УРАЛЬСКОЕ ЦЕНТРАЛЬНОЕ БЮРО
ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

1966 г.

ГИГИЕНА ВОДОСНАБЖЕНИЯ

№ 23 (343)

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГРУНТОВЫХ ВОД РАЙОНА г. ПЕРМИ

Г. А. Максимович, К. А. Горбунова
(Пермский госуниверситет)

В крупных городах в результате деятельности человека наблюдаются изменения условий питания, стока и разгрузки грунтовых вод, а также их уровня и температурного режима. Сказывается это и на формировании химического состава.

Кафедра динамической геологии и гидрогеологии Пермского университета обследовала на территории Перми около 500 колодцев. С 1957 г. по 1961 г. из них было отобрано 152 пробы воды на химический анализ.

В 1961—1964 гг. лаборатория геологии проводила режимные наблюдения за химическим составом 80 родников грунтовых, порово-трещинных грунтовых и порово-трещинных пластовых ненапорных вод.

Химический состав грунтовых вод города, вскрытых колодцами, изучен по данным 152 анализов. Минерализация составляет 109—2580 мг/л. В большей части колодцев она не превышает 1000 мг/л. Причиной высокой минерализации является значительное содержание в воде ионов: нитратного (до 404 мг/л), хлора (до 602 мг/л), сульфатного (до 488 мг/л), указывающее на бытовое загрязнение. Содержание этих компонентов и минерализация увеличиваются от окраин к центру (табл. 1).

Химический состав воды определяется соотношением преобладающих ионов: гидрокарбонатного, сульфатного, хлоридного, нитратного, кальциевого, магниевое и натриевого.

Гидрокарбонатный ион содержится в количестве от 24 до 758 мг/л, не превышая в большей части колодцев 400 мг/л. В за-

Таблица

Количество колодцев с различным содержанием некоторых ионов и минерализацией по районам города (проц.)

Показатели загрязнения		Район и количество колодцев					
		Весь город 152	Заму- ланка 29	Задани- лиха 14	Центр 19	Восточ- нее Егю- шихи 23	Право- бережье 67
Минерализация, г/л	< 0,5	53	59	29	нет	21	80
	0,5—1,0	32	41	43	37	48	20
	1,0—1,5	8	нет	14	16	31	нет
	1,5—2,0	6	нет	14	37	нет	нет
	> 2,0	1	нет	нет	10	нет	нет
SO ₄ ²⁻ , мг/л	< 40	23	49	7	нет	нет	29
	40—100	31	49	22	5	43	29
	> 100	46	2	71	95	57	42
Cl ⁻ , мг/л	< 40	35	66	21	нет	9	42
	40—100	32	24	21	5	30	46
	> 100	33	10	58	95	61	12
NO ₂ ⁻ , мг/л	нет	28	90	21	нет	9	19
	< 0,1	36	10	21	37	69	37
	> 0,1	36	нет	58	63	22	44
NO ₃ ⁻ , мг/л	< 40	35	41	43	21	30	36
	40—100	28	38	21	21	22	28
	> 100	37	21	36	58	48	36
Окисление, мг/л O ₂	< 3	41	45	43	31	64	30
	3—5	35	34	36	26	32	36
	> 5	24	21	21	43	4	34
Жесткость, мг — экв	< 3	19	24	нет	нет	нет	34
	3—6	30	41	21	5	4	43
	6—9	18	24	29	5	22	16
	> 9	33	11	50	90	74	7

грязненных грунтовых водах он является преобладающим и при минерализации более 1 г/л, что объясняется, вероятно, увеличени-

ем растворимости карбонатов в присутствии нитратов, а также повышенной агрессивностью загрязненной воды.

Сульфатный ион не обнаружен только в одном колодце. 95% колодцев центральной части города имеют воду с содержанием сульфат-иона от 100 до 488 мг/л. Увеличение содержания сульфат-иона от окраин к более густонаселенной центральной части города указывает на то, что одними из основных источников поступления его в воду являются процессы распада и окисления содержащих серу органических веществ растительного и животного происхождения. Ион хлора содержится в количествах от 1,77 до 602 мг/л. Распределение содержания его по площади такое же, как у сульфат-иона.

Большую роль в формировании химического состава грунтовых вод крупных населенных пунктов играют соединения азота, являющиеся конечными продуктами распада сложных органических веществ животного и растительного происхождения.

Признаком свежего загрязнения является наличие в водах ионов аммония и нитритного. Содержание иона аммония в большей части колодцев не превышает десятых долей мг/л, в ряде колодцев достигает 1—4 мг/л и в двух — 30 и 35 мг/л. Нитритный ион не обнаружен примерно в третьей части обследованных колодцев. Максимальное содержание его составляет 30 мг/л. При окислении нитритный ион переходит в нитратный.

Содержание нитратного иона в большей части колодцев превышает 40 мг/л, достигая в одном колодце 404 мг/л. Нитратное загрязнение возрастает от окраин к центру города.

Рост суммы ионов нитратного, сульфатного и хлоридного ограничивается минерализацией 1 г/л, достигая максимальной величины 0,7 г/л. Дальнейшее изменение минерализации идет в основном за счет карбонатов кальция, растворимость которых в загрязненных водах значительно возрастает. Катионный состав грунтовых вод характеризуется преобладанием иона кальция. Содержание его колеблется от 12 до 480 мг/л. Ионы магния, натрия (и калия) обычно занимают второе и третье место. Причиной высокой окисляемости является загрязнение грунтовых вод органическими соединениями. В 135 колодцах она составляет 0,4—12,2 мг/л O_2 , возрастая к центру. Жесткость изменяется от 1,0 до 29,9 мг-экв. Половина колодцев имеет жесткую или очень жесткую воду. Величина pH колеблется от 5,6 до 8,4, составляя в большей части колодцев 6,4—8,0.

Территория города находится в пределах зоны преобладания гидрокарбонатной гидрохимической формации. Длительное загрязнение подземных вод привело к появлению не типичных для данной зоны сульфатных, хлоридных и нитратных вод. Гидрохимические фации, определяемые загрязнением, исключительно разнообразны.

По данным В. В. Рудометова, на территории Верхней Курьи грунтовые воды относятся к нитратной гидрохимической фации с минерализацией 130—515 мг/л, которая представлена 8 гидрофа-

Таблица 2

Изменение минерализации и гидрохимических фаций родника 93, мг/л

1961	1962	1963	1964
—	421 NO ₃ — Cl — Ca	458 NO ₃ — Cl — Ca	469 NO ₃ — Cl — Ca
—	—	367 NO ₃ — Cl — Ca	362 NO ₃ — Cl — Ca
—	450 NO ₃ — Ca — Na	357 NO ₃ — HCO ₃ — Ca	454 NO ₃ — Cl — Ca
—	367 NO ₃ — Cl — Ca	321 Cl — NO ₃ — Ca	—
430 NO ₃ — Ca — Cl	296 Cl — NO ₃ — Ca	382 NO ₃ — Cl — Ca	—
540 NO ₃ — Cl — SO ₄	410 NO ₃ — Cl — Ca	756 NO ₃ — Na — Cl	—
462 NO ₃ — Cl — Ca	337 NO ₃ — Cl — HCO ₃	594 NO ₃ — Cl — Ca	—
340 NO ₃ — Cl — Ca	368 NO ₃ — Cl — Ca	348 NO ₃ — Cl — Ca	470 NO ₃ — Cl — SO ₄
300 SO ₄ — Cl — Ca	355 NO ₃ — Cl — Ca	599 NO ₃ — Na — Cl	—
273 Cl — Ca — SO ₄	329 NO ₃ — Cl — Ca	671 NO ₃ — Na — Cl	—
269 Cl — Ca — SO ₄	513 NO ₃ — Cl — Ca	584 NO ₃ — Cl — Ca	—
278 NO ₃ — Cl — Ca	394 NO ₃ — Cl — Ca	470 NO ₃ — Cl — Ca	—

дними. Содержание нитратов в большей части колодцев составляет 70—120 мг/л.

На территории Средней Курьи наблюдается закономерное изменение состава грунтовых вод вниз по потоку к Каме. На более высоких отметках грунтовые воды имеют среднюю минерализацию 286 мг/л и гидрокарбонатный состав (рис. 1).



Средняя минерализация и гидрохимические фации грунтовых вод района Средней Курьи.

Ближе к Каме появляются сульфатные воды со средней минерализацией 410 мг/л и вблизи реки в наиболее густонаселенной части поселка — нитратные и хлоридные воды со средней минерализацией 514 мг/л.

Наблюдения за химическим режимом ряда родников грунтовых вод показали, что минерализация и загрязнение их за последние годы увеличились. У родника 93, расположенного в Нижней Курье, средняя минерализация в 1962 г. была 393 мг/л, а в 1963 г. — 500 мг/л, среднее содержание нитратов соответственно — 143 и 200 мг/л. Наименьшие значения этих показателей отмечены в мае 1962 г. и в апреле 1963 г. Изменение минерализации и гидрохимических фаций родника 93 (Нижняя Курья) показано в таблице 2.

Рост среднегодовой минерализации и содержания нитратного иона установлен для многих родников грунтовых вод аллювиальных отложений и порово-трещинных грунтовых вод (таблица 3).

Таблица 3

Изменение среднегодовой минерализации (М) и содержания нитратного иона (мг/л) за 1962—1963 гг.

№ родников	М ср. (1961—1964)	М ср.		NO ₃ ⁻ ср. (1961—1964 г.)	NO ₃ ⁻ ср.	
		1962	1963		1962	1963
93	427	393	500	171	143	200
35	661	629	732	58	46	70
43	908	885	932	134	119	150
30	776	740	803	170	155	186
4	427	451	465	70	61	80
1	404	385	469	69	58	80
74	931	966	993	98	76	121

Приведенные данные показывают, что в городе идет неуклонный рост минерализации и в основном нитратного загрязнения грунтовых вод не только в пространстве, но и во времени. Этот процесс, вероятно, будет замедлен переходом на полную канализацию.

Загрязнение грунтовых вод оказывает влияние на химический состав рек и водохранилищ.

Ответственные за выпуск *М. А. Новожилова,*
Э. М. Деменова.

ЛБ90501	Формат 60×90 ^{1/16} 17/IX-1966 г.	0,375 печ. л. Изд. № 648.	0,38 уч.-изд. л. Тираж 1000 экз.	Заказ 1769.
---------	---	------------------------------	-------------------------------------	-------------

Пермь, типография № 2 управления по печати.