

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ И КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНЫЕ СВОЙСТВА СНЕГОВОГО ПОКРОВА ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Представлена характеристика химического состава талого снега: исследована зависимость величины общей минерализации от относительного вклада сульфат-иона. Показан рост величины pH снеговой воды на примере промышленных городов Челябинской области.

Ключевые слова: атмосферные осадки, снеговой покров, общая минерализация, сульфат-ион, pH снеговой воды.

I. Gracheva

GENERAL SALINITY AND ACID-BASE OF SNOW COVER OF URBAN SITES OF CHELYABINSK REGION

The characteristics of chemical composition of snow melt water are described as well as the relationship between general salinity and sulphate-ion of snow melt water. The growth of pH of snow melt water is shown based on the example of industrial territories of Chelyabinsk Region.

Keywords: atmospheric precipitation, snow cover chemical composition, general mineralization, sulphate-ion, pH of snow melt water.

На протяжении многих десятилетий острой экологической проблемой в Челябинской области является состояние атмосферного воздуха промышленных городов. Современное промышленное производство выбрасывает в атмосферу огромное количество загрязняющих веществ, оказывающих большое влияние на формирование химического состава атмосферных осадков. Степень загрязненности атмосферы над любым населенным пунктом можно определить путем анализа химического состава не только самого воздуха, но и атмосферных осадков, выпадающих на эту местность.

Мы проанализировали данные, полученные в результате исследований снегового покрова в небольших промышленных городах Челябинской области Кыштым, Касли и Карабаш. Снеговые съемки проводились в соответствии с ме-

тодическими указаниями. (Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. Утв. главным государственным санитарным врачом СССР от 15.05.1990 № 5174-90).

Для анализа были выбраны величина общей минерализации и кислотность среды (рН) как показатели наличия загрязняющих веществ в атмосферных осадках и снеговом покрове. При обработке данных мы опирались на результаты работ Л. Е. Черняевой [4], С. М. Абдуллаева и др. [1, 2, 3], в которых проводится сравнительный анализ этих показателей в жидких и твердых осадках, выпавших на промышленных и незагрязненных сельскохозяйственных территориях.

Для химического состава осадков промышленно освоенных территорий и сельской местности характерны существенные различия по относительному содержанию основных анионов и катионов [1, 2, 3, 4]. Кроме того наблюдаются различия химического состава между осадками летнего и зимнего периодов. Результаты исследований Л. Е. Черняевой показали, что для территории Челябинской области характерны осадки смешанного сульфатно-гидрокарбонатного класса в холодный период и сульфатного — в теплый [4].

Анализ табл. 1 показывает, что средние значения минерализации в разные годы исследований практически одинаковы и соответствуют средним значениям осадков холодного периода на промышленно освоенных территориях Уральского региона и в два раза превышают средние значения в регионах сельскохозяйственного освоения.

Таблица 1

Минерализация талых вод в промышленных городах Челябинской области

Город, год исследований	Кол-во проб	Минерализация (мг/л)			Основные источники воздействия
		мин.	макс.	ср.	
Карабаш, 2000	66	20,0	125,7	46,5	Карабашский медеплавильный комбинат
Кыштым, 1992	95	14,5	202,0	46,6	Кыштымский медеэлектролитный завод
Касли, 1993	64	16,1	260,0	48,0	Машиностроительный завод
Свежевыпавшие осадки (в среднем по Уралу) за период 1993–2001 гг.					
Теплый период		36,10			Зоны промышленных территорий
Холодный период		45,70			
Теплый период		23,4			Зоны преимущественно сельскохозяйственного освоения
Холодный период		27,0			

В характере распределения значений по интервалам также отмечается общая для всех городов закономерность. Более половины проб (от 65% до 69%) показали величину минерализации в интервале 20–45 мг/л, а очень высокие значения — более 100 мг/л — встречаются в единичных случаях, что говорит о примерно одинаковом уровне загрязнения.

Поскольку химический состав осадков свидетельствует о текущем состоянии атмосферы, а состояние снегового покрова дает представление о накопленном за холодный период уровне загрязняющих веществ, представляет интерес сравнение химического состава осадков и снегового покрова.

На рис. 1 отражены особенности распределения основных ионов в твердых осадках урбанизированных территорий Урала и в снеговой воде. Анализ показывает, что относительный вклад хлорид-иона в общую минерализацию талой воды в г. Касли почти в два раза выше, чем в свежеснеговых осадках за счет снижения доли карбонат-иона и основных катионов.

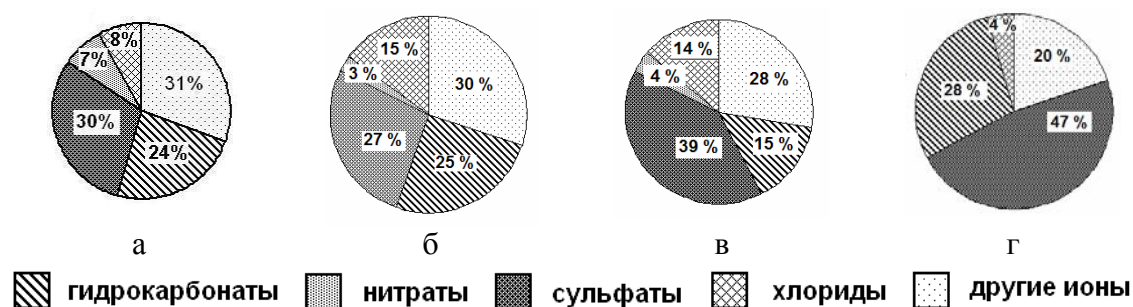


Рис. 1. Относительный вклад основных ионов в общую минерализацию: атмосферных осадков холодного периода в районах интенсивного промышленного освоения (а); в снеговом покрове городов Касли (б); Кыштым (в); Карабаш (г)

В снеговой воде городов Карабаш и Кыштым выявлено значительное увеличение доли сульфат-иона (с 30% до 47%) в общей минерализации, что объясняется структурой выбросов, связанной с медеплавильным производством.

Перераспределение основных ионов в величине общей минерализации влечет за собой изменение класса снеговой воды с природного сульфатно-гидрокарбонатного на гидрокарбонатно-сульфатный в г. Карабаш, сульфатный в г. Кыштым и хлоридный в г. Касли (табл. 2).

Таблица 2
Химический состав твердых осадков и снеговой воды в промышленных городах

	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	М*	Химическая формула**
Уральский регион (твердые осадки)	11,0	13,70	3,7	6,38	1,74	5,01	45,7	$\text{HCO}_3^- (25)$ $\text{Ca}^{2+} (22)$
Касли	4,9	9,31	14,6	2,8	2,0	3,01	47,9	$\text{Cl}^- (25)$ $\text{Ca}^{2+} (16)$
Кыштым	4,3	11,4	3,8	2,7	2,4	2,5	46,5	$\text{SO}_4^{2-} (23)$ $\text{Mg}^{2+} (20)$
Карабаш	9,7	21,2	1,6	4,5	2,4	1,1	40,5	$\text{SO}_4^{2-} (30)$ HCO_3^- (28) $\text{Ca}^{2+} (17)$

* М — общая минерализация.

** В пересчете на %-эквивалент.

Установленная нами зависимость величины минерализации от относительного вклада сульфат-иона характеризуется высоким и умеренным коэффициентами корреляции (рис. 2).

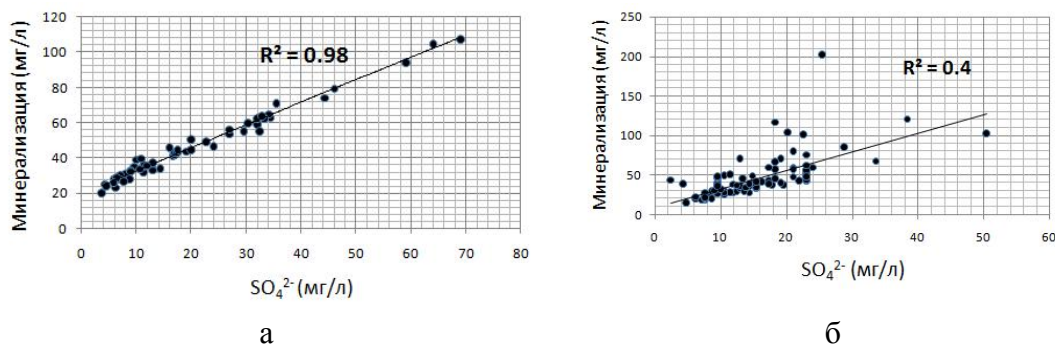


Рис. 2. Зависимость общей минерализации от концентрации в снеговой воде (мг/л) сульфат-ионов: а) в г. Карабаш; б) в г. Кыштым

Показатель кислотности среды (рН) также является одной из важных физико-химических характеристик атмосферных вод. Наряду с показателем общей минерализации он позволяет в известной мере судить о локальном загрязнении воздушного бассейна, поскольку показывает отклонение от показателя незагрязненных атмосферных осадков с величиной рН = 5,6.

Анализ табл. 3 показывает, что, несмотря на основной вклад в минерализацию снеговой воды сульфат-иона, закисления снеговой воды не происходит, реакция среды характеризуется как слабощелочная.

Таблица 3

Показатель кислотности (рН) снеговой воды городов Челябинской области

Город	Год исследований	Кол-во проб	рН			
			мин.	макс.	ср.	Частота случаев рН > 6,1 (в %)
Касли	1993	64	5,70	7,69	6,48	81
Кыштым	1992	95	5,36	7,30	6,42	73
Карабаш	2000	66	5,05	6,63	6,18	71

Вопрос интерпретации мониторинга кислотности дождя и снега в Челябинске и Магнитогорске поднимался С. М. Абдуллаевым [1], который выделяет различные по генезису факторы, определяющие сдвиг значений показателя рН в сторону щелочности (увеличение зольности выбросов, частой повторяемостью неблагоприятных метеоусловий и т. д.) [1, 3].

На изменение показателя кислотности снеговой воды в сторону щелочности оказывают влияние и другие факторы. Так, в г. Касли нами установлена зависимость между показателем рН, ионами Ca²⁺ и HCO₃⁻ (рис. 3).

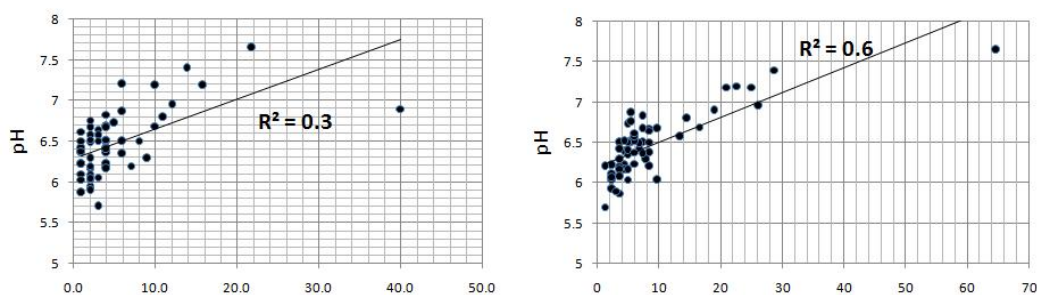


Рис. 3. Зависимость величины pH от концентрации в снеговой воде (мг/л) ионов кальция (слева) и гидрокарбонат-иона (справа) в г. Касли. Концентрации приведены в мг/л

При анализе пространственного распределения (рис. 4) четко прослеживается совпадение зон высоких концентраций ионов кальция и повышенных значений pH.

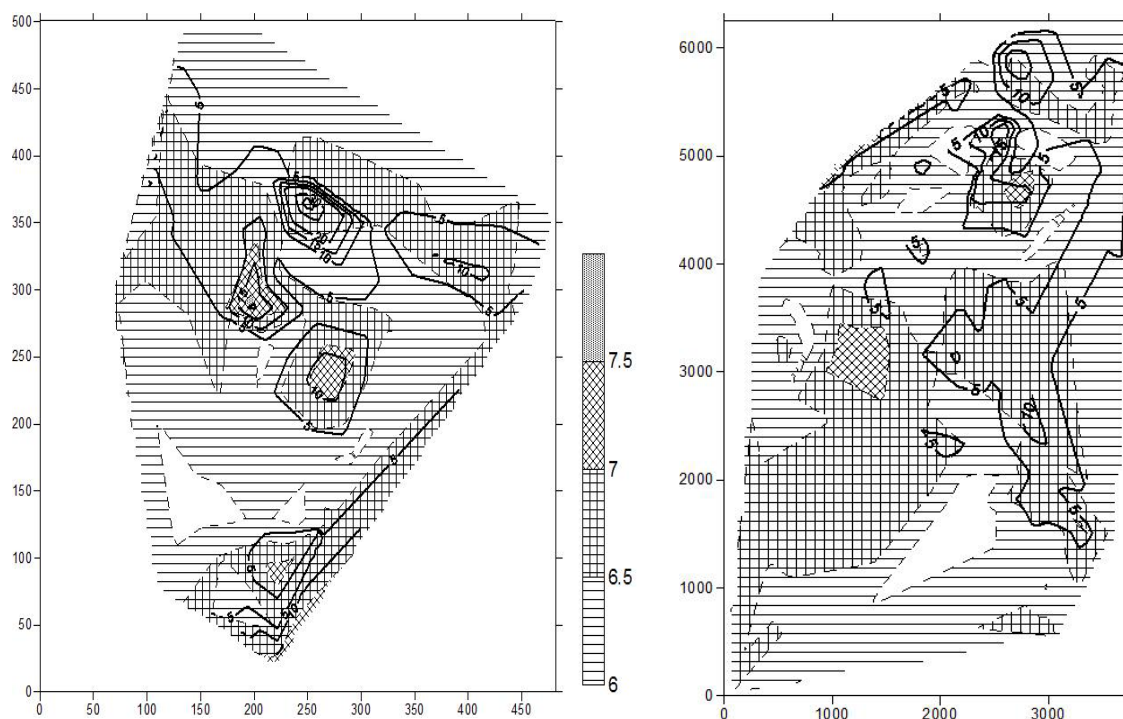


Рис. 4. Распределение значений pH (штриховкой) и концентраций ионов кальция (сплошная линия) в мг/л в снеговой воде г. Касли (слева), и г. Кыштым (справа)

Выводы

Обработка данных, полученных в результате исследования снегового покрова промышленных городов Челябинской области, показала, что в последние десятилетия на локальном уровне наблюдается смещение кислотного показателя атмосферных осадков и талых вод в сторону щелочности, увеличение вклада в общую минерализацию сульфатов и других основных ионов, что приводит к изменению природного класса атмосферных вод.

Установлена достоверная зависимость между увеличением концентраций сульфат-иона и ростом минерализации. Однако это увеличение не приводит к подкислению талых вод. Сдвиг реакции среды в сторону щелочности объясняется повышенными концентрациями кальция, что подтверждается совпадением зон с повышенными концентрациями ионов кальция и высоких значений рН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абдуллаев С. М., Гальшиева Н. П., Баймлер Т. А. Балина А. В., Смолина Е. В.* Вопросы интерпретации мониторинга кислотности дождя и снега в Челябинске // *Материалы Межрегиональной научно-практической конференции «Экологическая политика в обеспечении устойчивого развития Челябинской области».* 7–8 декабря 2005. Челябинск, 2005. С. 132–136.
2. *Абдуллаев С. М., Грачева И. В., Сапельцева Ю. А., Агеев С. Г.* К вопросу о региональном и локальном уровне загрязнения атмосферы // *Вестник Челябинского государственного университета. Сер. «Экология».* 2010. Вып. 4. № 8. С. 5–10.
3. *Абдуллаев С. М., Кораблева Е. Г., Сапельцева Ю. А., Егорова А. В., Бабинцева В. А., Неверова Е. А.* Оценка жизненного цикла природно-антропогенных систем // *Вестник Челябинского государственного университета. Сер. «Экология».* 2008. Вып. 3. № 17. С. 41–53.
4. *Черняева Л. Е., Черняев М. А., Могиленских А. К.* Химический состав атмосферных осадков. Урал и Приуралье. Л.: Гидрометеоиздат, 1978. 179 с.

REFERENCES

1. *Abdullaev S. M., Galysheva N. P., Bajmлер T. A. Balina A. V., Smolina E. V.* Voprosy interpretacii monitoringa kislotnosti dozhdja i snega v CHeljabinske // *Materialy Mezhhregional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii «JEkologicheskaja politika v obespechenii ustojchivogo razvitija CHeljabinskoj oblasti».* 7–8 dekabrja 2005. CHeljabinsk, 2005. S. 132–136.
2. *Abdullaev S. M., Gracheva I. V., Sapel'ceva JU. A., Ageev S. G.* K voprosu o regional'nom i lokal'nom urovne zagrjaznenija atmosfery // *Vestnik CHeljabinskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. «JEkologija».* 2010. Vyp. 4. № 8. S.5–110.
3. *Abdullaev S. M., Korableva E. G., Sapel'ceva JU.A., Egorova A.V., Babinceva V. A., Neverova E. A.* Ocenka zhiznennogo cikla prirodno-antropogennyh sistem // *Vestnik CHeljabinskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. «JEkologija».* 2008. Vyp. 3. № 17. S. 41–53.
4. *Chernjaeva L. E., CHernjaev M. A., Mogilenskih A. K.* Himicheskij sostav atmosfernih osadkov. Ural i Priural'e. L.: Gidrometeoizdat, 1978. 179 s.