

УДК 551.42 (575.2)(04)

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ И В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ

В.С. Чередниченко, А.С. Мадибеков

Приводится сравнительный анализ концентраций микроэлементов, выпавших на единицу площади подстилающей поверхности с атмосферными осадками и в снежном покрове на южной части территории Казахстана.

**Ключевые слова:** концентрации загрязняющих веществ; осадки; снежный покров.

В работах [1, 2] было рассмотрено распределение концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферных осадках и в снежном покрове. Показано, что в снежном покрове анионы и катионы в течение периода его залегания по различным причинам практически не накапливаются. В то же время снежный покров является важным средством изучения загрязнения атмосферы взвешенными веществами, поскольку в снежном покрове накапливаются не только те вещества, которые поступают вместе со снегом, но также осаждаются взвешенные частицы в промежутках между выпадением снега. Это осаждение происходит в течение всего периода залегания снежного покрова, поэтому было интересно выполнить сравнительный анализ выпадения различных загрязняющих веществ на единицу площади из атмосферных осадков холодного периода (с ноября по апрель), а также их накопления в снежном

покрове. Период залегания снежного покрова, в зависимости от места расположения, составляет от 10 до 90% от продолжительности холодного периода. Естественно, что из осадков холодного периода может выпасть значительное количество загрязняющих веществ, несмотря на то, что они вымываются из атмосферы только те вещества, которые были в подоблачном слое на момент выпадения осадков. Данные, приведенные в работе [3] подтверждают правильность наших выводов.

Рассмотрим распределение тяжелых металлов в атмосферных осадках и в снежном покрове. Как показано на рис. 1 максимальные выпадения Cd на единицу площади в снежном покрове имеют место в районе Жезказгана и Балкаша. В Жезказгане, значения Cd выпавшего со снегом, составили 0,23 мг/м<sup>2</sup>, а количество Cd, выпавшего с осадками холодного периода, составило 0,18 мг/м<sup>2</sup>. При этом средняя продол-

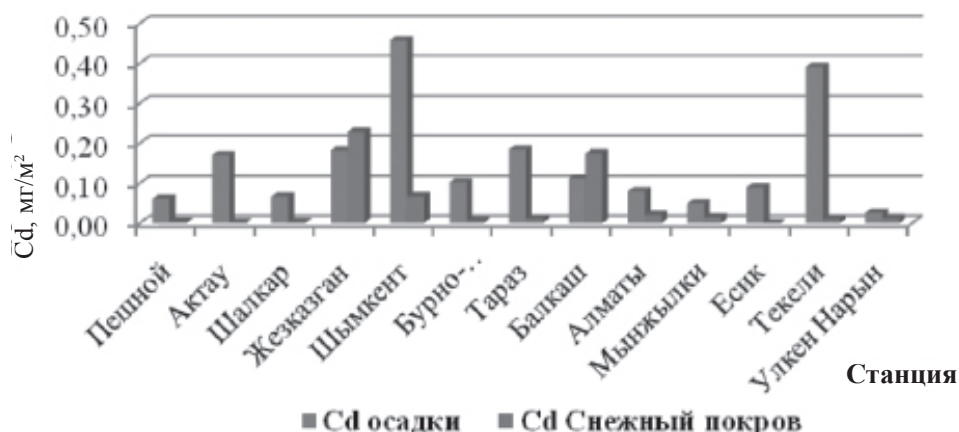


Рис. 1. Гистограмма средних выпадений Cd на м<sup>2</sup>, мг/м<sup>2</sup>

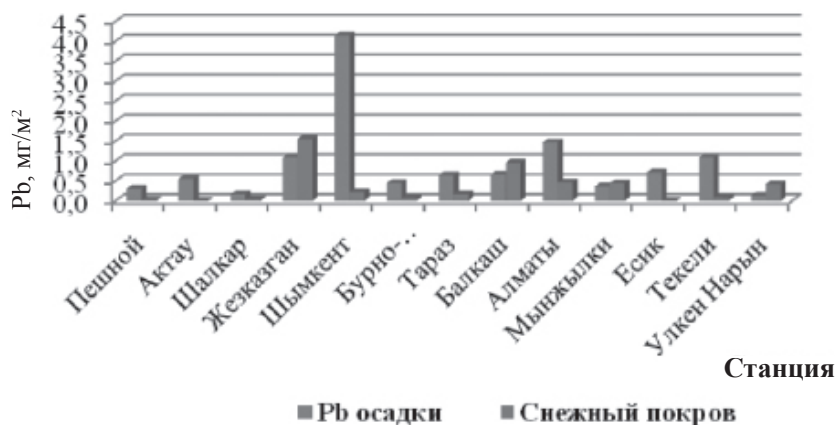


Рис. 2. Гистограмма средних выпадений Pb, мг/м²

жительность залегания снежного покрова в Жезказгане составило 73 дня, в то же время средняя продолжительность холодного периода составляет 181 день. Таким образом, за весь период залегания снежного покрова на его поверхность выпало в сухом виде Cd больше, нежели с осадками за весь холодный период. На снежный покров в районе источника выбросов обычно осаждаются самые крупные взвешенные частицы, а легкие переносятся на значительные расстояния. Именно эти взвешенные частицы, и содержащийся в них Cd, обеспечили такие концентрации в снежном покрове. Схожая ситуация отмечается и в Балкаше, где продолжительность залегания в среднем составляет 67 дней. В Шымкенте наблюдались особенно большие величины Cd, выпавшего с осадками – более 0,46 мг/м². Средняя продолжительность залегания снежного покрова составила 27 дней. Различные выпадения Cd с осадками и можно объяснить тем, что значительное количество Cd было привнесено извне.

Аналогичная ситуация имеет место и в Текели, где залегание снежного покрова продолжалось в среднем 22 дня, и выпало меньше 0,01 мг/м², в то время, как с осадками выпало 0,39 мг/м². На станции Мынжылки средний период залегания снежного покрова составляет 181 день, однако в нем Cd значительно меньше (0,05 мг/м² в осадках и 0,014 мг/м² в СП), чем выпало с осадками, при общем небольшом количестве выпавшего Cd. Минимальные выпадения Cd наблюдались и на станции Улкен-Нарын (0,03 мг/м² в осадках и 0,012 мг/м² в снежном покрове, где, как и на станции Мынжылки, весь выпавший Cd в осадках и в СП поступили извне.

На рис. 2 приведена гистограмма выпадений на единицу площади Pb на станциях рас-

сматриваемой территории. Как и для кадмия количество свинца, выпавшего на поверхность снега, превышает количество свинца, выпавшего с жидкими осадками. На станциях Жезказган и Балкаш в среднем выпадает (1,09 мг/м² в осадках и 1,56 мг/м² в снежном покрове в Жезказгане и 0,66 и 0,96 мг/м² в Балкаше). С осадками за весь холодный период в Жезказгане выпало 1,09, а в Балкаше – 0,66 мг/м². На станциях Мынжылки – 0,44 и Улкен-Нарыне – 0,42 мг/м² в снежном покрове свинца оказалось значительно больше, чем его выпало с осадками. Такой результат нам представляется закономерным и объясняется тем, что в промежутках между выпадениями осадков имели место выпадения сухих взвешенных частиц, в которых содержался свинец.

Самое большое количество свинца с осадками выпало на станции Шымкент – более 4,15 мг/м², в снежном покрове его значительно меньше – порядка 0,22 мг/м². В целом же за пределами значимых источников выбросов свинца, его концентрации в снежном покрове, значительно ниже, чем поступает с осадками, это обусловлено значительным превышением продолжительности холодного периода над продолжительностью периода залегания снежного покрова и поступлением в эти регионы Pb только с мелкими взвешенными частицами.

Гистограмма на рис. 3 показывает, что нет ни одной станции на рассматриваемой территории, где бы количество Си, поступающей в снежный покров, было бы больше чем с осадками.

Только на станции Мынжылки эти величины близки, однако с осадками его поступает немного больше (2,76 мг/м² с осадками и 2,32 мг/м² в снежный покров). Наибольшее количество меди поступает в снежный покров на станции Алматы

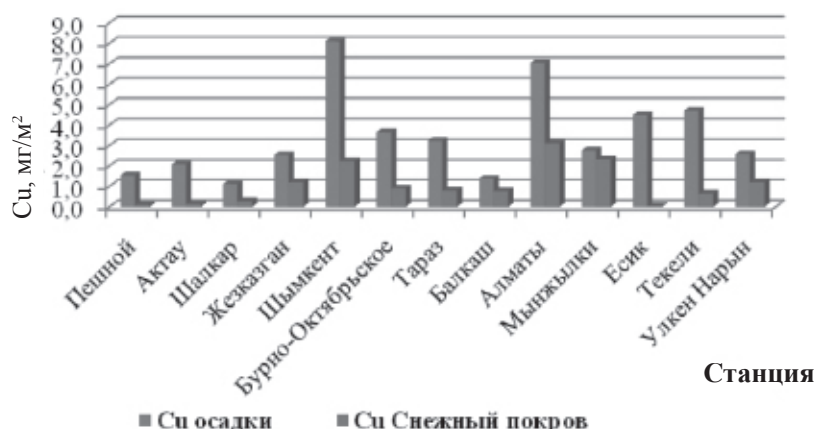


Рис. 3. Гистограмма средних выпадений Cu, мг/м<sup>2</sup>

и Мынжылки – 3,10 и 2,32 мг/м<sup>2</sup> соответственно. Близкая величина наблюдается в Шымкенте – 2,23 мг/м<sup>2</sup>, на всех других станциях эти величины не превышают 1 мг/м<sup>2</sup>.

С атмосферными осадками наибольшее количество меди поступает в Шымкенте и составляет до 8,10 мг/м<sup>2</sup>, а также в Алматы – до 7,04 мг/м<sup>2</sup>. Самые незначительные величины меди выпадают в Балкаше, а также в Западном Казахстане (Шалкар – 1,26, Пешной – 1,54 мг/м<sup>2</sup>).

Величины осаждения As на снежный покров и с осадками достигают своих максимальных значений на станциях Жезказган и Балкаш (рис. 4). Несмотря на относительно небольшую продолжительность залегания снежного покрова, здесь выпадает значительно больше мышьяка, чем его поступает с осадками и особенно это характерно для станции Балкаш, где накопления мышьяка в снежном покрове достигают 1,34 мг/м<sup>2</sup>. Что же касается атмосферных осадков, то выпадения

с ними мышьяка в два раза меньше и составляет около 0,7 мг/м<sup>2</sup> [4].

В Жезказгане со снегом и с осадками поступает близкое количество мышьяка – 0,84 и 0,76 мг/м<sup>2</sup>. В Шымкенте с осадками выпадает самое большое количество мышьяка – до 1,8 мг/м<sup>2</sup>, а в снежном покрове его накопления составляют 0,28 мг/м<sup>2</sup>.

Разное количество мышьяка, выпадающего у источников его выбросов (Балкаш, Шымкент, Жезказган), и очень незначительное количество As, выпадающего за пределами перечисленных районов (Алматы, Мынжылки, Есик, и д. р.), а также в Западном Казахстане указывает на то, что мышьяк довольно быстро вымывается из атмосферы.

Сравнительный анализ среднесезонных данных по содержанию тяжелых металлов в атмосферных осадках и в снежном покрове позволяет сделать следующие выводы.

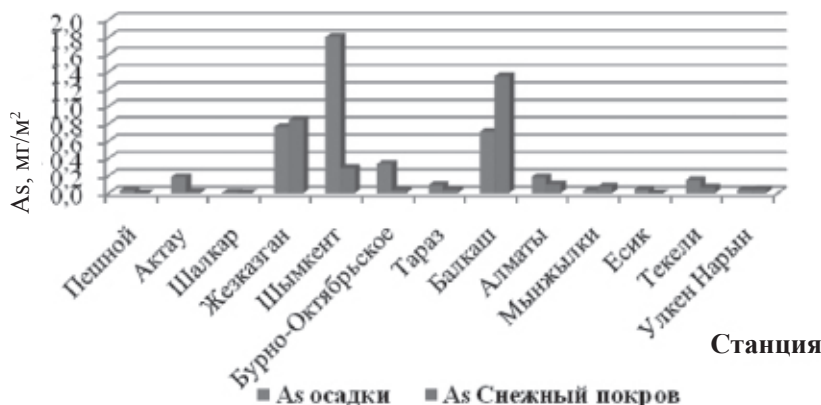


Рис. 4. Гистограмма средних выпадений As, мг/м<sup>2</sup>

Расчет величин средних выпадений тяжелых металлов на единицу площади Южной части Казахстана, позволил определить районы, наиболее подверженные техногенезу (Шымкент, Жезказган, Балкаш). Установлено значительное количество тяжелых металлов, выпадающих на единицу площади.

Выявлено, что с увеличением количества осадков увеличиваются выпадения с ними микроэлементов.

Установлено, что некоторые тяжелые металлы (As) довольно быстро вымываются из атмосферы, в основном в районе их поступления в атмосферу.

Отмечено значительное количество тяжелых металлов, выпадающих в виде сухого осаждения на снежный покров в районах источников выбросов. По большинству металлов в районе Балкаша и Жезказгана оно в два и более раз превышает количество металлов, выпадающих непосредственно с осадками за тот же период времени.

## *Литература*

1. Основные химические характеристики осадков над Южной частью Казахстана // Матер. межд. научно-практич. конф. “Современные тенденции и закономерности в развитии географической науки в Республике Казахстан”. Алматы, 2010. С. 161–165.
2. Особенности загрязнения снежного покрова тяжелыми металлами Южного Казахстана // Матер. межд. практич. конф. “VI Жандаевские чтения”. Алматы: Қазақ университетү, 2011.
3. *Валетдинов А.Р.* Новые методы исследования загрязнения окружающей среды химическими элементами по результатам мониторинга снежного покрова. Казань, 2006. 134 с.
4. Анализ химического состава атмосферных осадков города Балкаша // Матер. межд. конф. студ. и молод. уч. “Мир науки”, посв. 20-лет. Независимости Республики Казахстан. Алматы, 18–22 апреля 2011 г. Алматы, 2011.