

МОНИТОРИНГ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ АРКТИКИ

Е.Ф.ВОЛКОВА, А.В.КОНОПЛЕВ (НПО «ТАЙФУН»)

В марте-апреле 2008 г. на метеостанции Валькаркай (Чукотский АО) была смонтирована и запущена в работу станция мониторинга стойких органических загрязнителей (СО₃) в атмосферном воздухе. На станции с апреля 2008 г. проводится регулярный еженедельный отбор проб атмосферного воздуха для последующего количественного определения в них полихлорированных бифенилов (ПХБ), некоторых хлорорганических пестицидов (ХОП) и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Целью этих исследований является получение объективных данных по загрязнению атмосферного воздуха СО₃ в Российской Арктике, их сравнение с результатами аналогичных исследований в глобальной Арктике, проводимых в рамках программ мониторинга Канады, Норвегии, Финляндии (рис. 1).

Станция мониторинга СО₃ Валькаркай (рис. 2) расположена в самой северной точке материковой части Чукотки, на берегу Восточно-Сибирского моря приблизительно в 40 км к северу от г. Певека и имеет координаты 70°05'10" с.ш. и 170°55'28" в.д. В пределах 250 км от метеостанции Валькаркай нет других населенных пунктов, кроме г. Певека, или промышленных предприятий, которые могут послужить возможными источниками загрязнения воздуха СО₃. Для сопоставимости получаемых результатов с данными сети арктических станций мониторинга в настоящей работе использовались методы отбора проб и их анализа, идентичные использованным в Канаде и Норвегии. В основе метода отбора проб воздуха лежит прокачка воздуха через слои фильтрующего материала. При этом происходит отдельный отбор аэрозольной и газовой фракций СО₃, твердые частицы оседают на фильтре из стекловолокна, газовая фракция - на двух слоях пенополиуретанового сорбента, расположенных непосредственно за фильтром. Пробоотборная установка (рис. 3) состоит из впускного устройства (обладает селективностью по отношению к размеру взвешенных частиц: частицы с аэродинамическим диаметром больше 10 мкм оседают в специальном резервуаре), картриджа с фильтрами, стабилизатора расхода воздуха, компрессора и таймера. Отбор проб проводится непрерывно в течение одной недели. При нормальной работе установки объем воздуха, прокачиваемого

за неделю через фильтр и сорбенты, составляет около 11,000 м³.

Анализ СО₃ в пробах воздуха проводили в лаборатории химико-аналитического центра НПО «Тайфун». Каждая проба экстрагировалась в аппарате Сокслета гексаном (пенополиуретановые сорбенты) или дихлорметаном (фильтры) в течение 20 часов. После введения изотопно-меченых стандартов и процедур очистки содержание СО₃ в экстрактах определяли методом хромато-масс-спектрометрии на приборах VARIAN Saturn 2200 T (ПХБ и ХОП) и Hewlett Packard 5890/5972A (ПАУ).

В период с апреля по сентябрь 2008 г. среднемесячная концентрация в воздухе (газовая фаза и взвешенные частицы) смеси конгенов ПХБ (63 индивидуальных соединения) в районе метеостанции Валькаркай находилась в пределах от 10,26 до 683,34 пг/м³ (средняя за весь период - около 147,44 пг/м³). Максимальные концентрации наблюдались в апреле-мае 2008 г. Следует отметить, что наблюдаемые уровни ПХБ на Чукотке относятся к наиболее высоким среди данных по всем станциям мониторинга СО₃ глобальной Арктики. Был рассчитан вклад различных гомологических групп ПХБ в их общее содержание в воздухе. Было установлено, что в рассматриваемый период 2008 г. в атмосферном воздухе на метеостанции Валькаркай преобладали пентахлорированные гомологи ПХБ



Рис. 1. Географическое положение станций мониторинга СО₃ в Арктике



Рис. 2. Внешний вид станции мониторинга CO_2 на полярной метеостанции Валькаркай. Фото автора

(более 40 %). Такое распределение характерно для промышленных смесей ПХБ.

Средние концентрации изомеров гексахлорциклопексана (ГХЦГ) в районе метеостанции Валькаркай в период с апреля по сентябрь 2008 г составили около 27 и 1,2 нг/м^3 для α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ соответственно. Максимальные концентрации ГХЦГ наблюдались в апреле-мае, а в июле-сентябре 2008 г. содержание данных веществ в воздухе резко сократилось и было ниже пределов обнаружения. Средние концентрации 4,4'-ДДЕ и 4,4'-ДДТ в воздухе на метеостанции Валькаркай в апреле-сентябре 2008 г составили около 4 и 1,5 нг/м^3 соответственно. Для этих соединений также характерно относительное уменьшение содержания во второй половине рассматриваемого периода, однако в менее значительной степени. Возможной причиной повышенных концентраций этих пестицидов в апреле-мае может быть их вынос воздушными массами из районов Юга Азии.

Помимо проб атмосферного воздуха на станции мониторинга Валькаркай отбирались пробы почвы для определения общего фона загрязнения территории исследуемыми веществами и пробы снега для оценки выпадений. В пробах снега, отобранных за период с 27.03.2008 г. по 16.04.2008 г., обнаружено 20 конгенов ПХБ. Анализ проб показал, что суммарная концентрация ПХБ в снеге 3,86-10,2 нг/дм^3 , что соответствует средним выпадениям 630 нг/м^2 . Содержание конгенов ПХБ в почве отражает их аккумуляцию за продолжительный период времени. Суммарная концентрация ПХБ в почве находилась в диапазоне 0,25-1,70 мкг/кг что соответствует фоновым

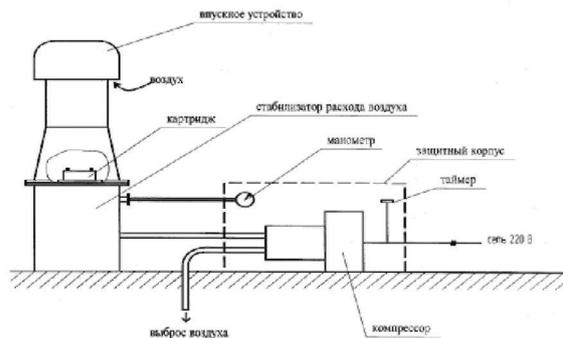


Рис. 3. Схема установки для отбора проб атмосферного воздуха на содержание CO_2

уровням отдаленных районов и значительно ниже предельно допустимой концентрации (ПДК) этих соединений, установленной в России (60 мкг/кг).

В мае-сентябре 2008 г зависимость концентрации смеси ПХБ в атмосферном воздухе на Чукотке от температуры приземного слоя воздуха была выражена достаточно четко. То же относится и к ДДТ и ДДЕ. Это свидетельствует о том, что во время отбора проб атмосферное загрязнение этими соединениями в Валькаркае было обусловлено преимущественно испарением данных соединений с подстилающей поверхности, нежели их дальним переносом. Таким образом, установленная зависимость концентрации в атмосферном воздухе некоторых CO_2 (суммарная концентрация в газовой фазе и во взвешенных частицах) от температуры воздуха дала возможность предположить, что за период отбора проб атмосферное загрязнение ПХБ, ДДТ и его метаболитами в Валькаркае было, вероятно, обусловлено преимущественно локальными источниками, в частности испарением данных соединений с подстилающей поверхности, нежели их дальним переносом. Доминирующее же влияние на концентрацию большинства изученных ХОП (кроме ДДТ) в приземном слое воздуха на Чукотке может оказывать дальний перенос.

В целом результаты обобщения и анализа данных наблюдений CO_2 в атмосферном воздухе на Чукотке показали, что уровни загрязнения являются фоновыми, характерными для районов, удаленных от прямых источников CO_2 . Тем не менее массовая концентрация конгенов ПХБ на станции Валькаркай - одна из самых высоких, наблюдаемых на станциях мониторинга глобальной Арктики.