

**ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В СНЕГОТАЛОЙ ВОДЕ В
ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА Г. ПАВЛОДАР (РЕСПУБЛИКА
КАЗАХСТАН)**

А.А. Кулсейтова

Научный руководитель доцент А.Н. Третьяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема происхождения и поведения полиароматических углеводородов (ПАУ) в окружающей среде весьма актуальна, так как они обладают канцерогенной, мутагенной активностью и стабильностью в окружающей среде. Подобные вещества способны оказывать весьма сильное воздействие на окружающую среду. В настоящее время известно несколько десятков активных канцерогенов класса ПАУ. При достижении определённой концентрации ПАУ вызывают катастрофические нарушения в экологии. Самое важное, что экологическая система после такого воздействия не сможет восстановиться уже никогда. Он обнаруживается в атмосфере, почвах, водоемах и может присутствовать в различных источниках водоснабжения.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – это химические соединения, состоящие из двух и более сцепленных бензольных колец.

Основные источники образования канцерогенных и токсичных ПАУ имеют антропогенное или техногенное (промышленность, транспорт) и абиогенное (вулканическая деятельность, месторождения полезных ископаемых) происхождение. В настоящее время самый значительный вклад вносят техногенные источники, которые образуются при сжигании углеводородного топлива в промышленности и энергетике, производстве кокса, работе двигателей внутреннего сгорания. Из-за своей токсичности и канцерогенные ПАУ отнесены к приоритетным загрязняющим веществам. С прогрессом аналитической техники их определение все больше используется при эколого-геохимических оценках техногенеза. К ПАУ относятся сотни соединений, среди которых наиболее токсичны 3,4-бенз(а)пирен (БП) и 1,12-бензперилен (БПЛ), особенно часто определяемые в объектах окружающей среды. 3,4-бенз(а)пирен в 70 – 80 % случаев занимает первое место среди веществ, определяющих высокий уровень загрязнения в российских городах и других городах СНГ [3].

В атмосферном воздухе наиболее часто определяются высокоактивные соединения - бенз(а)пирен, дибенз(а,h)антрацен, дибенз(а,i)пирен, бенз(б)флуорантен, а также относительно слабые канцерогены - бенз(а)антрацен, бенз(е)пирен и другие. В РФ установлены ПДК или ОБУВ для шести представителей ПАУ (бенз(а)пирена, антрацен, аценафтен, нафталин, пирен и фенантрен), но пока только для атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны.

В атмосфере ПАУ преимущественно сорбированы на твердых частицах аэрозоля. Размеры частиц в значительной степени определяют дальнейшее поведение ПАУ и их осаждение из атмосферного воздуха. В снежный покров ПАУ выпадают при сухом осаждении и с атмосферными осадками, это приводит к накоплению их в почвах и поверхностных водах [2].

Техногенные аномалии ПАУ в снежном покрове вокруг металлургических комбинатов и ТЭЦ часто имеют более компактную конфигурацию и высокую контрастность по сравнению с аномалиями тяжелых металлов. Наиболее интенсивно загрязнение ПАУ в городах с черной и цветной, главным образом алюминиевой промышленностью, где вокруг промплощадок их содержание в снеге в десятки и сотни раз больше фоновых значений. Предельно-допустимые концентрации ПАУ, в частности для 3,4-бенз(а)пирена, установлены только для водоемов - 5 нг/л. Попадающие в почву и природные воды ПАУ могут мигрировать, связываться твердыми фазами и взвесями, трансформироваться в другие соединения [5].

Как известно [1, 4], исследование снежного покрова является удобным и экономичным способом получения данных о поступлении загрязняющих веществ из атмосферы на подстилающую поверхность. Особый интерес снежный покров представляет при изучении процессов длительного загрязнения (месяц, сезон), поскольку как естественный планшет-накопитель дает действительную величину сухих и влажных выпадений в холодное время года.

С целью определения ПАУ в зоне влияния Павлодарского нефтехимического завода проводился отбор проб снега в январе 2014-2015гг (рис.). Пробы отбирали на северо-востоке от границ предприятия согласно главенствующему направлению ветра. Работы по отбору и подготовке снежных проб выполнялись с учетом методических рекомендаций [1], руководстве по контролю загрязнения атмосферы и на основе многолетнего практического опыта эколого-геохимических исследований на территории западной Сибири [4, 6, 7]. Содержания ПАУ в снеготалой воде определялся флуориметрическим методом в лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ с применением анализатора жидкости «ФЛЮОРАТ-02-ПАНОРАМА». Объем пробы снеготалой воды для определения содержания ПАУ должен быть не менее 1000 см³. Для оценки загрязнения ПАУ в зоне влияния Павлодарского нефтехимического завода было исследовано 10 проб снега.

В таблицах 1, 2 представлены данные по содержанию ПАУ в снеготалой воде в зоне влияния нефтехимического завода г. Павлодара.

Как видно из представленных данных (табл. 1), наиболее высокая концентрация ПАУ в пробе № 4 оно составляет 163 нг/л, а минимальная концентрация ПАУ в пробе № 1 составляет 79,59 нг/л.

Предварительный анализ данных наблюдений показал, что наиболее значительные выпадения ПАУ на снеговой покров происходят в ближней зоне (до 1,2 км). Из таблицы 2 видно, что максимальное содержание ПАУ наблюдается в пробе № 14 – 907,4 нг/л, а минимальное содержание в пробе № 17 – 131,22 нг/л.

Таблица 1

Содержание ПАУ (нг/л) в пробах снега в зоне влияния нефтехимического завода г. Павлодар, 2014 г.

№ пробы	1	2	3	4	5
Расстояние от предприятий, м	600	300	800	300	1500
Содержание ПАУ, нг/л	79,59	86,1	116	163	102,7

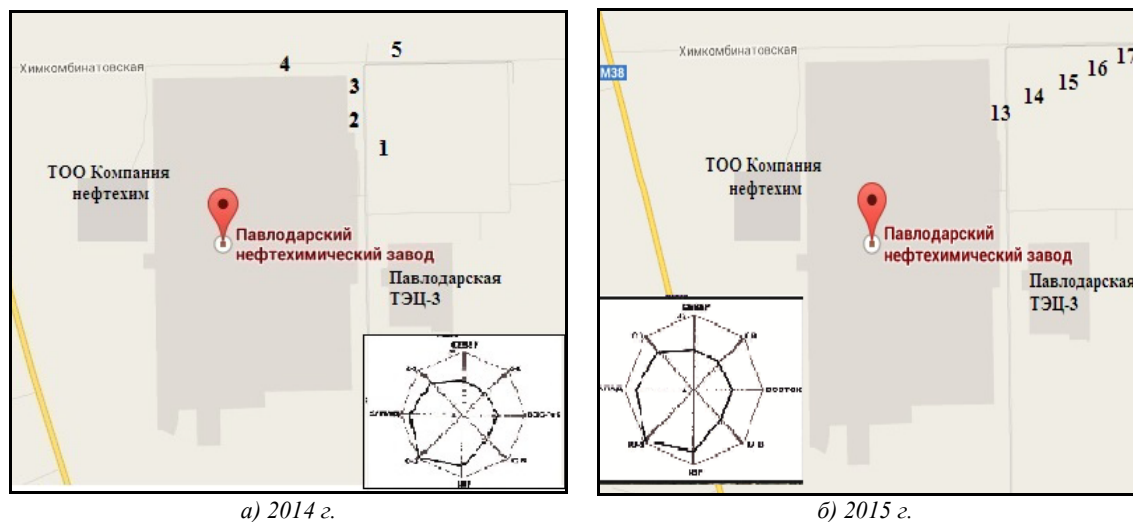


Рис. Точки отбора проб снега в зоне влияния нефтехимического завода г. Павлодар

Таблица 2

Содержание ПАУ (нг/л) в пробах снега в зоне влияния нефтехимического завода г. Павлодар, 2015 г.

№ пробы	13	14	15	16	17
Расстояние от предприятий, м	300	600	900	1200	1500
Содержание ПАУ, нг/л	871,2	907,4	675,9	209,88	131,22

Сравнение содержаний ПАУ в пробах снега в зоне влияния нефтехимического завода г. Павлодара, отобранных в 2014 г., с содержаниями ПАУ в пробах, отобранных в 2015 г., показало высоко значимые различия. Полученные результаты свидетельствуют о том, что содержание ПАУ проб снега в зоне влияния нефтехимического завода г. Павлодара в 2015 году увеличилось по сравнению с предыдущим годом. Концентрация ПАУ в пробах снега в зоне влияния нефтехимического завода г. Павлодара за 2014 год находится в пределах 79,59-163 нг/л, а за 2015 год – в пределах 209,88-907,4 нг/л.

Сравнительный анализ полученных данных и настоящее исследование проб снега в зоне влияния нефтехимического завода г. Павлодара свидетельствует о постоянном нарастании ее антропогенного загрязнения, повышение ПАУ (907,4 нг/л), что подтверждает необходимость постоянного контроля за содержанием ПАУ, канцерогенов, мутагенов и токсикантов в изучаемом регионе.

Литература

1. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. –Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 185 с.
2. Образование и выгорание бенз(а)пирена при сжигании углеводородных топлив / С.В. Лукачев, А.А. Горбатко, С.Г. Матвеев. – М.: Машиностроение. 1999. — 153 с.
3. РД 52.24.440-2006. «Сумма массовых концентраций 4-7 ядерных полициклических ароматических углеводородов в водах. Методика выполнения измерений люминесцентным методом с использованием тонкослойной хроматографии.»
4. Способ определения загрязнённости снегового покрова техногенными компонентами: пат. №2229737 Россия, МПК7G01V9/00/ Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю., Таловская А.В.; заявитель и патентообладатель Томский политех. ун-т. – № 2002127851; заявл.17.10.2002; опубл. 27.05.2004.
5. Трифонова, Т. А. Экологическая геохимия : словарь-справочник. – Владимир: Ред.- издат. комплекс ВлГУ, 2005. – 140 с.
6. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Осипова Н.А., Филимоненко Е.А. Состав пылеаэрозолей и оценка экологического риска в зоне влияния предприятий нефтегазового комплекса // Газовая промышленность, 2013. – № 12 (699). – С. 82-85.

7. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 264 с.

ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (AS, CR, CO, SB, BA) В НЕРАСТВОРИМОМ ОСАДКЕ СНЕГА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ТЭЦ-5 Г. ОМСКА

А.Д. Лончакова, В.В. Литау

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Крупные города, на сегодняшний день, являются масштабными промышленными центрами, которые в свою очередь являются источниками выбросов опасных, токсичных химических элементов. В зависимости от класса опасности элементы наносят вред различной степени окружающей среде, а также в целом экосистеме, и в частности здоровью человека. Именно поэтому, важно наблюдать за накоплением тяжелых металлов в различных природных средах современных агломераций [6].

Снегогеохимические исследования являются современным методом оценки уровня загрязнения городов, так как снег перекрывает открытую поверхность почвы, что уменьшает естественное пылевыведение с территории [5, 8].

Анализ пространственного распределения токсичных элементов в снежном покрове в зоне влияния ТЭЦ-5 г. Омска проводили в 2013 и 2014 гг. Основное и резервное топливо Омской ТЭЦ-5 – это экибастузский каменный уголь, а также используется природный газ, растопочное топливо – мазут. Недостатком используемого угля является его высокая зольность (более 40 %) и, как следствие, увеличение объемов выбросов твердых частиц в атмосферу. Высота труб 275 и 180 м. Таким образом, функционирование теплоэлектростанции, где преимущественно используется высокозольный уголь, обуславливает актуальность оценки пространственного переноса твердых веществ от данного объекта на территорию города, т. к. ТЭЦ-5 расположена в жилых кварталах.

В 2014 г. отбор проб снега проводили по векторной системе наблюдения в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска, данная система используется для определения дальности переноса выбросов предприятий [7]. ТЭЦ-5 выбрана для более детального изучения, после проведенной нами снегогеохимической съемки на территории г. Омска в 2013 г. Результаты съемки позволили выявить ореолы высоких значений величины пылевой нагрузки на снежный покров [2], а также содержания токсичных элементов в нерастворимых частицах снега в окрестностях ТЭЦ-5. В 2014 г. отбор проб снега проводился на расстоянии 0,75; 1,5; 3 и 4 км в северо-восточном направлении, согласно главенствующему направлению ветра, на расстоянии 1; 1,5; 2; 2,9; 3,5; 4,5 и 6 км - в восточном от труб ТЭЦ-5, так как более вероятен разнос вещества именно в этом направлении согласно [7]. Для сравнения результатов были отобраны пробы в западном направлении на расстоянии 0,75 и 1,3 км от труб предприятия. Всего отобрано 13 проб. В качестве фоновых значений были использованы данные работы [8] по Среднему Васюгану, в 553 км от г. Омска.

Отбор и подготовку проб снега выполняли с учетом методических рекомендаций ИМГРЭ [4], руководства по контролю загрязнения атмосферы [7] и многолетнего практического опыта эколого-геохимических исследований на территории юга Западной Сибири сотрудников кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ. Лабораторно – аналитические исследования нерастворимой фазы снегового покрова проводились в аттестованной ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ. Метод анализа – инструментальный нейтронно-активационный.

Анализ данных производился согласно работе [8, 10]. Проводили расчет общей нагрузки (1), которая создается поступлением каждого из химических элементов из атмосферы на снеговой покров (среднесуточный приток элемента):

$$Робц = C \cdot Pn, \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут}), \quad (1)$$

где C - концентрация отдельных элементов (мг/кг) в нерастворимых частицах снега, Pn - пылевая нагрузка, (кг/(м².сут)).

Расчет фактора обогащения производили по формуле (2):

$$\Phi_{\text{обогащения}} = (X/Sc)_{\text{взвесь}} / (X/Sc)_{\text{земной коры}} \quad (2)$$

где X – элемент, взвесь – нерастворимые частицы снега, данные содержания в земной коре [10].

Следует отметить, что величины среднего содержания элементов в нерастворимых частицах снега для территории города Омска в 2013 г. были использованы при анализе данных за 2014 г.

Анализ данных показал, что среднее содержание хрома в нерастворимых частицах снега в зоне влияния ТЭЦ-5, по всем направлениям, изменяется от 40,6 до 52 мг/кг. Содержание хрома не превышает величины среднего значения содержания элемента в нерастворимых частицах снега для г. Омска (1191 мг/кг), а также и региональное фоновое значение (366 мг/кг) (табл.). Среднесуточный приток хрома из атмосферы на снежный покров в западном направлении не превышает фоновое значение (2198 мг/(км²*сут)), в восточном фон превышен в 2,6 раза, в северо-восточном – в 2 раза.

Содержание кобальта в пробах, взятых в северо-восточном, восточном и западном направлении, находится примерно на одном уровне – 11,5 мг/кг, данное значение соответствует величине среднего значения содержания кобальта в нерастворимых частицах снега для города (12 мг/кг), а также не превышает фон (22 мг/кг). Среднесуточный приток кобальта из атмосферы на снежный покров в 4,8 раз превышает фоновое значение (132 мг/(км².сут)) в западном направлении, в 13 раз – в восточном и в 9,8 раз в северо-восточном.