

и утечки ртути могут произойти при добыче нефти или газа и во время их переработки, технологической обработки, хранения, транспортировки и окончательного использования, при этом в числе источников ртути может быть пластовая вода, образующаяся в результате первичного разделения воды, газа и нефти; также вентилирование оборудования.

Также, ртуть может попадать в атмосферу при горении газовых факелов, а далее вместе с осадками осаждаться на водной поверхности. Откуда рыбы, занимая верхнее трофическое звено в гидрэкосистеме, активно аккумулируют различные элементы, в том числе ртуть.

#### Литература

1. Гордеева О.Н., Белоголова Г.А., Гребенщикова В.И. Распределение и миграция тяжелых металлов и мышьяка // Проблемы региональной экологии, 2010. – № 3. – С. 108-113.
2. Евтушенко Н.Ю., Данилко О.В. Особенности накопления тяжелых металлов в тканях рыб Кременчугского водохранилища // Гидробиологический журнал, 1996. – Т. 32. – № 4. – С. 20-27.
3. Моисеенко Т.И., Кудрявцева Л.П. Оценка геохимического фона и антропогенной нагрузки по биоаккумуляции микроэлементов в организме рыб // Водные ресурсы, 2005. – № 6. – С. 700-711.
4. Выбросы ртути в нефтегазовой отрасли: Межправительственный комитет для ведения переговоров по подготовке имеющего обязательную юридическую силу глобального документа по ртути // Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде, 2011. – С. 1-7.

### МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ НЕРАСТВОРИМЫХ ЧАСТИЦ СНЕГА В ОКРЕСТНОСТЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА Г. ОМСКА

**М.И. Третьякова, В.В. Литау**

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Введение. Нефтеперерабатывающая промышленность занимает второе место по загрязнению атмосферы в г. Омске. Многообразие продукции, применяемых технологий и видов сырья определяют широкий спектр загрязнителей атмосферного воздуха, водных бассейнов и почв [5]. Ряд выбросов, сбросов и отходов производства характеризуется существенными объемами и высокой токсичностью [1]. Известно, что выбросы нефтехимической промышленности отрицательно влияют на здоровье человека. Например, тайваньскими учеными было показано, что загрязнение воздуха в районе нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) отрицательно влияет на исход беременности [14]. Кроме того, в районах расположения НПЗ широко распространены аллергические заболевания [4].

Омский нефтеперерабатывающий завод, «Газпромнефть-Омский НПЗ», дочернее предприятие компании «Газпром нефть», расположено в г. Омске (Советский административный округ), является одним из самых современных нефтеперерабатывающих заводов России, и одним из крупнейших в мире. Основные технологические процессы ОАО «Газпромнефть-Омский НПЗ»: обессоливание и обезвоживание нефти, первичная переработка нефти, каталитический крекинг, сернокислотное алкилирование, каталитическое риформирование, гидроочистка дизельного топлива, производство ароматических углеводородов и другие [8].

Предприятие выпускает порядка 50 видов нефтепродуктов: автомобильные бензины, топливо для дизельных и реактивных двигателей, бытовой газ, топочный мазут, бензол, толуол, ортоксилол, параксиллол, битум, кокс, техническую серу и другую продукцию, востребованную на рынке. Омский нефтеперерабатывающий завод – единственный отечественный производитель катализаторов крекинга [8].

Методика исследования. В конце февраля 2014 г. проводили отбор проб снега в зоне влияния Омского нефтеперерабатывающего завода. Точки были расположены по векторной системе согласно главенствующему направлению ветра в северо-восточном направлении на расстоянии 50 м, 1, 3,5 и 5,5 км от границ завода, последняя точка приходится на территорию жилого района (пос. Омский). Всего было отобрано 4 пробы. При планировании точек учитывали рекомендации РД 52.04.186-89 и результаты снегеохимической съемки на территории города, которая была осуществлена нами в 2013 г. По итогам данной съемки были выявлен ореол пылевого загрязнения снежного покрова в окрестностях НПЗ [13]. В качестве фоновой площадки была выбрана д. Москаленки, в 100 км на запад от города. Всего в фоновом районе было отобрано 5 проб.

Работы по отбору и подготовке снеговых проб выполняли с учетом методических рекомендаций [10] и на основе многолетнего практического опыта эколого-геохимических исследований на территории юга Западной Сибири [2, 9-11].

Пробы отбирали с ненарушенной структурой снегового покрова шурфами на всю мощность, исключая нижний пятисантиметровый припочвенный слой. При отборе каждой пробы измеряли стороны и глубину шурфа, а также фиксировали время (в сутках) от начала снегостава до даты отбора. Таяние проб снега осуществляли при комнатной температуре. Снеготалую воду фильтровали через бумажный фильтр типа «синяя лента». Полученный после фильтрования твердый осадок снега высушивали и просеивали с выделением фракции менее 1 мм, которую затем и анализировали инструментальным нейтронно-активационным анализом в аттестованной ядерно-геохимической лаборатории МИНОЦ «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ.

Анализ данных производился согласно работе [7, 9]. Проводили расчет коэффициента концентрации (КК) как отношение содержания элемента в твердом осадке снега (С) к его фоновому содержанию (Сф):  $КК = С/Сф$ ; общей нагрузки, которая создается поступлением каждого из химических элементов из атмосферы на снеговой покров (среднесуточный приток элемента из атмосферы на снеговой покров):  $Робц = С \cdot P_n$ ,

мг/(км<sup>2</sup>·сут), где С - концентрация элемента (мг/кг) в твердом осадке снега, Pn - пылевая нагрузка, (кг/(км<sup>2</sup>·сут)), Pn=Po/S·t, Po – масса твердого осадка снега (кг); S – площадь шурфа (км<sup>2</sup>); t – время от начала снегостава до даты отбора снега (сут.). Суммарный показатель загрязнения рассчитывали по формуле Zc = ΣКК-(n-1), где n – число учитываемых элементов с КК > 1.

Результаты и их обсуждение. По результатам исследования среднее значение величины пылевой нагрузки (38,5 кг/(км<sup>2</sup>·сут.)) в северо-восточной зоне влияния нефтехимического завода соответствует низкой степени загрязнения согласно градации в работе [7, 9]. Величина пылевой нагрузки превышает фон (3,9 кг/(км<sup>2</sup>·сут.) в 10 раз (табл. 1). Высокое значение величины пылевой нагрузки (51,8 кг/(км<sup>2</sup>·сут.) наблюдается в жилой зоне пос. Омский (в 5,5 км от НПЗ).

Таблица 1

*Величина пылевой нагрузки и суммарный показатель загрязнения в северо-восточной зоне влияния Омского нефтеперерабатывающего завода, 2014 г.*

Расстояние от границ завода	50 м	1 км	3,5 км	5,5 км	Среднее	Фон
Пылевая нагрузка, кг/км <sup>2</sup> ·сут.	37,1	29,0	36,1	51,8	38,5	3,9
Суммарный показатель загрязнения	59	114	90,9	97,7	90,6	

Анализ данных площадной снегогеохимической съемки на территории г. Омска в 2013 году показал, что повышенные концентрации Вг, La и Сг в пробах твердого осадка снега приходились на территорию Советского административного округа, где расположен НПЗ.

В результате анализа полученных результатов за 2014 год было установлено, что концентрации Вг, La, Сг, а также Ва, Nd, Се, Sm, Eu, Yb значительно превышают фоновые значения (табл. 2). Выявлены аномальные концентрации La, превышение фон в 65 раз. Содержание Вг превышает фон в 2,5 раза, Сг - в 1,2 раза, Ва - в 4,3 раза, Nd - в 6 раз, Се - в 8,2 раза, Sm - в 3,3 раза, Eu - в 4,3 раза и Yb - в 2,9 раз. Максимальные значения концентраций La, Се, Eu и Сг зафиксированы в пробах, отобранных на расстоянии 1 км, а минимальные концентрации данных элементов - в 50 м от границ завода. Наибольшие концентрации Ва, Вг, Yb и Nd определены в пробах с территории жилой зоны пос. Омский (5,5 км от границ завода).

Расчет суммарного показателя загрязнения показал, что в северо-восточной зоне влияния НПЗ данная величина составляет в среднем 90,6, это соответствует средней степени загрязнения согласно [7, 9]. Максимальное значение суммарного показателя загрязнения наблюдается на расстоянии 1 км от границ завода (табл. 1).

Среднее значение среднесуточного притока элементов из атмосферы на снеговой покров превышает фоновые значения: La – в 637 раз, Вг - в 27 раз, Сг - в 11 раз, Ва – в 44 раза, Nd - в 286 раз, Се - в 81 раз, Sm - в 32 раза, Eu - в 42 раза и Yb - в 28 раз. Максимальное значение величины среднесуточного притока элементов приходится на территорию жилой зоны пос. Омский – 5,5 км от границ завода, тогда как минимальные значения приходится на расстояние 50 м от границ завода. Согласно работе [16], накопления загрязняющих веществ низкое в непосредственной близости от НПЗ.

Таблица 2

*Среднее содержание химических элементов в твердом осадке снега и среднесуточный приток элементов из атмосферы на снежный покров в северо-восточной зоне влияния Омского нефтеперерабатывающего завода, 2014 г.*

Элемент	Содержание, мг/кг						Среднесуточный приток элементов, мг/(км <sup>2</sup> ·сут)					
	50 м	1 км	3,5 км	5,5 км	Среднее	Фон	0,5 км	1 км	3,5 км	5,5 км	Среднее	Фон
La	1190	2311	1705	1828	1758	26,9	44149	66990	61595	94682	66854	104
Се	8,5	494	385	412	325	39,5	316	14342	13920	21367	12486	154
Nd	55,2	75,2	82,9	92,2	76,4	12,7	2049	2181	2996	4776	3000	10,5
Sm	8,9	10,4	11,3	10,2	10,2	3,1	332	302	407	528	392	12,1
Eu	3,3	3,5	3,1	2,3	3	0,7	122	101	111	117	113	2,7
Yb	5,7	5,7	6,3	6,3	6	2,1	211	165	228	324	232	8,2
Вг	10,5	2,3	16,3	16,4	11,4	4,5	389	67,3	587	849,9	47	17,6
Сг	294	726	387	245	413,4	345	10930	21061	13993	12688	14668	1345
Ва	941	980	828	1388	1034	240	34907	28401	29909	71879	41274	936

Согласно работе [2] во время каталитического крекинга, который широко используется в нефтехимии (в том числе и на «Газпромнефть-Омский НПЗ»), используются цеолит катализаторы, а они обогащаются редкоземельными элементами. Кроме того, известно, что отработанные хромовые катализаторы, использующиеся в нефтехимической промышленности, и содержащие в основном хром в виде Сг (VI), являются

одним из наиболее токсичных отходов [6]. На территории г. Хьюстона (Техас) расположен нефтеперерабатывающий завод со схожим технологическим процессом, что и на Омском НПЗ. По результатам исследования состава катализаторов, почвы и взвешенных частиц (2,5 мм) в зоне влияния НПЗ г. Хьюстона были выявлены повышенные концентрации лантана и лантаноидов в данных объектах [15].

Поступление брома в атмосферу вероятно связано с технологическими процессами на НПЗ. В работе [12] было показано, что бром является одним из элементов-индикаторов в пробах снежного покрова в зоне воздействия Томского нефтехимического комбината.

Таким образом, результаты наших наблюдений, а также анализ литературы позволяет предположить, что поступление Br, La, Cr, Nd, Ce, Sm, Eu и Yb вероятно связано с выбросами нефтехимического завода. Среднесуточный приток этих элементов из атмосферы на снежный покров и пылевая нагрузка увеличивается по мере удаления от границ завода от 50 м до 5,5 км.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта BP Exploration Operating Company Limited.*

#### Литература

1. Большая Энциклопедия Нефти Газа [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://www.ngpedia.ru/id305220p1.html> (дата обращения: 18.01.2015).
2. Бортникова С.Б., Рапута В.Ф., Девятова А.Ю., Юдахин Ф.Н. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирска) // Геоэкология, 2009. – № 6. – С. 515–525.
3. Бром и его соединения [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://toxi.dyn dns.org/base/nonorganic/Bromum.htm> (дата обращения: 20.01.2015).
4. Влияние городской среды на здоровье населения [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://polezny-sovety.narod.ru/article-vliyanie-gorodskoy.html> (дата обращения: 15.01.2015).
5. Ворожцова Н.В. Задачи по физике с эколого-краеведческим содержанием [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://nsportal.ru/shkola/fizika/library/2011/07/09/ekologiya-omskoy-oblasti-zadachi-s-ekologo-kraevedcheskim> (дата обращения: 16.01.2015).
6. Интенсификация редкометалльных технологий [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://inramtech.ru/tehnologiya-utilizacii-otrabotannog2> (дата обращения: 22.01.2015).
7. 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 г., №5174-90 [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://www.law.edu.ru/norm/norm.asp?normID=1275817> (дата обращения: 25.01.2015).
8. ОАО «Газпромнефть – ОНПЗ» [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://onpz.gazprom-neft.ru/company/> (дата обращения: 16.01.2015).
9. Саэт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
10. Язиков Е.Г. Разработка методологии комплексной эколого-геохимической оценки состояния природной среды (на примере объектов юга Западной Сибири) // Известия Томского политехнического университета, 2011. – Т. 304. – № 1. – С. 325-336.
11. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв. – Томск: Изд. Томского политехнического университета, 2010. – 264 с.
12. 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.
13. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Литая В.В., Третьякова М.И., Лончакова А.Д. Оценка пылевого загрязнения территории г. Омска по данным снеговой съемки // Оптика атмосферы и океана, 2015. – Т. 28. – № 3. – С. 256-259.
14. Yang C.Y., Chang C.C., Chuang H.Y., Ho C.K., Wu T.N., Chang P.Y. Increased risk of preterm delivery among people living near the three oil refineries in Taiwan // Environment International, 2004. – Vol. 30. – P. 337-342.
15. Kulkarni P., Chellama S., Fraser M.P. Lanthanum and lanthanides in atmospheric fine particles and their apportionment to refinery and petrochemical operations in Houston, TX // Atmospheric Environment, 2006. – Vol. 40. – P. 508-520.
16. Krastinytea V., Baltreinaite E., Lietuvninkas A. Analysis of snow – cap pollution for air quality assessment in the vicinity of an oil refinery // Environmental Technology, 2013. – Vol. 34. – P. 757-763.

### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

**А.А. Усов, Т.О. Перемитина, И.Г. Яценко**

Научный руководитель доцент Т.О. Перемитина

*Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия*

Опасным фактором негативного воздействия нефтедобывающего комплекса на экологию Западной Сибири является химическое загрязнение атмосферы в результате сжигания попутного нефтяного газа в факелах. Россия является мировым «лидером» по факельному сжиганию попутного нефтяного газа (ПНГ). Больше всего сжигается ПНГ в Восточной Сибири и Ханты-Мансийском автономном округе – суммарно почти 70 % всего объема факельного сжигания ПНГ в стране [5].

Некоторые негативные последствия от сжигания ПНГ для экосистем включают: сокращение лесных территорий, повышение уровня пожароопасности лесов; механическое, химическое и термическое повреждение растительности и почвенного покрова; снижение численности и видового разнообразия животных, насекомых и