

УДК 502.521

## К МЕТОДИКЕ ОРГАНИЗАЦИИ ГЕОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

© 2010 Т.М. Побережная

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск

Поступила в редакцию 22.03.2010

На примере организации геохимического мониторинга в зоне влияния крупнейшего в мире завода по сжижению природного газа предложен комплекс методов оценки фоновое состояние почвенного покрова и прогноз его изменений, основанный на модели ожидаемого воздействия от источника загрязнения.

Ключевые слова: *геохимический мониторинг, закисление природной среды, микроэлементный состав почв, подвижные формы элементов*

18 февраля 2009 г. в районе поселка Пригородное на юге Сахалина был введен в эксплуатацию крупнейший в мире завод по сжижению природного газа (СПГ). Оборудование предприятия рассчитано на работу в течение 25-45 лет, мощность завода – 9,6 млн. тонн сжиженного газа в год. При этом 8% газа, поступающего по трубопроводу с месторождений северо-восточного шельфа Сахалина, будет сжигаться для внутреннего потребления предприятия. Согласно модельным расчетам суммарный валовой годовой выброс в атмосферу от сжигания газа не превысит 9887,9836 тонн [4]. Среди 26 наименований загрязняющих веществ основными загрязнителями являются CO<sub>2</sub> – 5565,9458 т/год, NO<sub>2</sub> – 1965,4974 т/год, SO<sub>2</sub> – 769,777 т/год, сажа – 553,7424 т/год.

При организации многолетних наблюдений за состоянием основных компонентов экосистем в зоне влияния выбросов завода мы исходили из предположения закисления атмосферных осадков в его ближайшем обрамлении. С одной стороны, наше предположение базировалось на большом количестве выбросов оксидов азота и серы при эксплуатации завода, с другой стороны, на климатических особенностях района. К последним относится большое количество дней с туманами, морозящими дождями, характерных для весны и для первой половины лета на побережье Анивского залива. По хорошо изученному механизму образования кислотных осадков перечисленные выше оксиды неметаллов будут образовывать с капельками атмосферной влаги соответствующие кислоты. Таким образом, оксиды серы и азота, поступающие в атмосферу при сжигании природного газа, будут оказывать прямое и косвенное воздействие на окружающие экосистемы, прежде всего на почвы и фитоценозы. Прямое воздействие будет происходить при непосредственном контакте оксидов в газообразной и водорастворимой форме с почвой и органами растений, а косвенное – через изменение таких жизненно важных для растений

почвенных свойств, как снижение pH, потеря элементов минерального питания вследствие их кислотного выщелачивания.

**Основной целью проводимых исследований** является выбор объектов и методов, наиболее эффективных для проведения геохимического мониторинга почвенного покрова в зоне влияния завода СПГ.

**Материалы и методы.** На первом этапе организации многолетних наблюдений были заложены 3 мониторинговые площадки в километровой зоне с северной, восточной и северо-западной стороны от завода СПГ до начала его эксплуатации. Организация научно обоснованного экологического мониторинга в зоне воздействия промышленного объекта до начала его эксплуатации дает большое преимущество, т.к. позволит с большей достоверностью выявить и оценить его воздействие и неизбежные изменения в окружающих экосистемах. Комплекс методов наблюдений за состоянием прилегающих фитоценозов и почв определялся исходя из предположения, что основное воздействие на экосистемы будет осуществляться через закисление окружающей природной среды в процессе эксплуатации завода.

Почвенно-геохимические исследования проводились на основе ландшафтно-геохимических методов [2]. На каждой площадке экологического мониторинга проходились почвенные шурфы. Глубина шурфов определялась появлением воды или почвообразующей породы. Методика отбора образцов на комплексный анализ заключалась в отборе пробы из каждого генетического горизонта по вертикали почвенного профиля. Всего отобрано 30 почвенных образцов. В точках наблюдения обязательно отмечалась форма рельефа, тип растительности, мощность, окраска, литологический состав почвенных горизонтов. При обработке полевых и аналитических материалов это позволило охарактеризовать окислительно-восстановительные условия в ландшафтах, выявить закономерности распределения микроэлементов в почвах в зависимости от ландшафтно-геохимической обстановки. В почвенных образцах определялись валовые и подвижные формы Cd, Pb, Cu, Zn, Cr, Fe, Mn атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре

*Побережная Татьяна Михайловна, кандидат геолого-минералогических наук, заведующая лабораторией. E-mail: ptm@imgg.ru*

типа ААС–3. Подвижные формы микроэлементов определялись в ацетатно-аммонийном буферном растворе. При анализе почвенных образцов использовалось так же спектрографическое определение массовой доли 37 элементов на спектрографе СТЭ-1 и ИСП-30. Аналитические работы выполнены в аккредитованной Госстандартом испытательной лаборатории Дальинформгеоцентра (г. Южно-Сахалинск).

**Результаты и их обсуждение.** Для проверки принятой рабочей модели основного воздействия завода через 1,5 месяца после его пуска в эксплуатацию был опробован снежный покров на расстоянии 800 м, 1500 м и 3000 м от завода. По химиче-

скому составу снега можно косвенно оценить состояние атмосферного воздуха. В талой снеговой воде определялись основные катионы и анионы, рН, общая минерализация. Результаты химического анализа показывают изменения по многим параметрам по мере приближения к заводу (табл. 1). В первую очередь необходимо отметить увеличение кислотности в снежном покрове, что подтверждает наше предположение о скором проявлении основного воздействия завода на окружающую среду – ее закисления. Кроме этого, уже сейчас наблюдается увеличение общей минерализации осадков и содержания в них катионов натрия, калия, кальция, анионов хлора и сульфата.

**Таблица 1.** Химический состав снега (талой воды)

Расстояние от завода	рН	Общ. минер.	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	$\frac{NO_3^-}{NO_2^-}$	SiO <sub>2</sub>
3000 м	5,8	13	0,8	0,3	0,2	0,6	<0,2	0,4	<0,05	5,7	0,8	$\frac{<0,1}{<0,01}$	0.3
1500 м	5,3	12	1,0	0,3	0,3	0,9	<0,2	0,1	<0,05	4,8	0,9	$\frac{<0,1}{<0,01}$	0.2
800 м	5,2	23	3,5	0,7	0,2	1,6	<0,2	0,4	<0,05	11,0	2,4	$\frac{<0,1}{<0,01}$	0.4

*Примечание:* общая минерализация и содержания ионов в мг/л

Подвижность тяжелых металлов в почвах зависит от кислотно-щелочных условий, которые будут меняться в сторону закисления вследствие загрязнения атмосферы выбросами оксидов серы и азота при сжигании природного газа в ходе эксплуатации завода СПГ. В связи с этим, по нашему мнению, именно содержания подвижных форм металлов в почвах быстрее всего будут меняться под воздействием выбросов завода и до начала эксплуатации завода в пределах пробных площадок проведена оценка фоновых содержаний подвижных форм тяжелых металлов в почвенном покрове.

Под влиянием содержащихся в выбросах завода углеводородов в окружающих почвах будет меняться и окислительно-восстановительный режим в сторону снижения доли свободного кислорода, формированию более восстановительных условий. Как показали проведенные ранее исследования [3], окислительно-восстановительные условия в изучаемых почвах влияют на распределение тяжелых металлов. Почвы с восстановительной глеевой обстановкой характеризуются более низкими валовыми содержаниями и более высокими содержаниями подвижных форм Zn и Pb. Особенно четко это прослеживается в распределении Zn. Фоновое содержание подвижных форм этого металла в почвах с восстановительной глеевой средой вдвое больше, чем в почвах с окислительной обстановкой. Доля подвижных форм цинка в восстановительных условиях возрастает в 2,5 раза и достигает 10% от валового содержания. Для свинца прослеживается аналогичная тенденция распределения валовых и подвижных форм в зависимости от окислительно-восстановительной обстановки почв. В распределении Cu и Cr такой закономерности не наблюдается. Для хрома в целом

характерна самая низкая способность образования подвижных форм в изученных почвах – 2% от валового содержания. Установлена так же способность подвижных форм Zn, Mn, Fe, Pb накапливаться в верхних органогенных горизонтах различных типов почв и способность подвижных форм Zn, Pb, Cu, Mn к концентрированию на вертикальных геохимических барьерах на границах смены генетических горизонтов почв.

Весьма информативным при закислении окружающей природной среды является также такой параметр почвы, как ее солевой состав. Для его определения в почвенных образцах проводился химический анализ водной вытяжки на содержание катионов натрия, калия, кальция, магния и анионов хлора, бикарбоната, сульфата. Определялся так же рН водной вытяжки, общая минерализация. На основе полученных аналитических данных для почвенных разрезов на каждой площадке построен фоновый солевой профиль. Приведенные выше данные по изменению рН и катионно-анионного состава снежного покрова в обрамлении завода в течение одного не полного сезона его эксплуатации позволяют предположить, что солевой состав почв будет меняться быстрее, чем другие параметры.

Таким образом, на этапе оценки фоновых состояний почвенного покрова в зоне воздействия завода СПГ установлено, что на заложенных для многолетних наблюдений пробных площадках почвенный покров различается по типу (торфянистые, бурые лесные глееватые, бурые лесные оподзоленные почвы) и фоновому солевому составу. Почвы исследованных площадок отличаются также содержаниями микроэлементов в валовой и подвижной форме. На площадке, расположенной с восточной стороны завода, в почвах обнаружена

ландшафтная геохимическая аномалия. Почвы этой площадки характеризуются повышенным геохимическим фоном большинства микроэлементов по сравнению с другими эталонными площадками, а по отдельным элементам – аномально высоким. Так, в гумусовом горизонте отмечаются аномально высокие для изученных почв содержания висмута –  $0.05 \cdot 10^{-3}$  %, цинка –  $20 \cdot 10^{-3}$  % и серебра –  $0.1 \cdot 10^{-3}$  %. Очевидно, что выявленная геохимическая аномалия связана с особенностями состава материнских пород на этом участке, обломки которых имеют видимые следы гидротермального изменения. Полученный результат подтверждает важное методическое значение проведения фоновых исследований до начала эксплуатации завода, что позволит избежать открытия ложного техногенного загрязнения при оценке его влияния на следующих этапах мониторинга.

#### Выводы:

1. Организация экологического мониторинга предполагает многолетние систематические наблюдения за изменениями выбранных объектов исследования. Периодичность наблюдений, на наш взгляд, зависит от скорости реагирования того или иного параметра экосистемы на воздействие завода СПГ, в первую очередь на загрязнение атмосферного воздуха и закисление среды. Последнее, исходя из данных, полученных по изменению состава снега в окрестностях завода в первые месяцы его эксплуатации, проявится весьма скоро. По нашим данным, наиболее быстрые изменения следует ожидать в солевом профиле почв и в содержаниях подвижных форм тяжелых металлов. В связи с этим, мы планируем провести повторные наблюдения солевого состава почв и концентраций подвижных форм элементов на контрольных участках через 3 года с начала эксплуатации завода, а остальных геохимических параметров почв – через 5 лет.

2. Общее методическое значение имеет установленная в ходе проведенных исследований способность валовых и подвижных форм тяжелых металлов накапливаться в верхних органогенных почвенных горизонтах и на вертикальных геохимических барьерах на границах смены генетических горизонтов различных типов почв, которые, как известно, могут располагаться на разных глубинах. Это имеет большое значение при методике отбора образцов при инженерно-экологических изысканиях. В частности, существующие рекомендации по отбору материала в пробу с определенной глубины [1] могут привести к завышению или занижению природного геохимического фона, открытию ложных загрязнений. Методические рекомендации, по мнению автора, должны быть направлены на привязку опробования к определенным генетическим горизонтам почвы, к их центральным частям и избегания попадания в пробу материала с пограничных участков.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Инженерно-экологические изыскания для строительства. СП 11-102-97. – М.: Госстрой России, 1997. – 41 с.
2. *Перельман, А.И.* Геохимия ландшафта / *А.И. Перельман, Н.С. Касимов.* – М.: Астрей-2000, 1999. – 768 с.
3. *Побережная, Т.М.* Особенности распределения валовых и подвижных форм тяжелых металлов в природных и техногенных ландшафтах Сахалина // *Геоэкология.* – 2006. - №4. – С. 375-378.
4. *Побережная, Т.М.* Организация экологического мониторинга в зоне воздействия завода СПГ на юге Сахалина / *Т.М. Побережная, Р.Н. Сабиров, А.В. Копанина* и др. // *Вестник ДВО РАН.* – 2009. - № 6. – С. 60-67.

## TO THE METHOD OF ORGANIZATION THE GEOCHEMICAL MONITORING OF SOIL COVER

© 2010 Т.М. Poberezhnaya

Institute of Sea Geology and Geophysics FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk

On an example of organization the geochemical monitoring in a catchment area of the world's largest factory on natural gas liquation the complex of methods of estimation the background condition of soil cover and forecasting of its changes based on the model of expected influence from polluter is offered.

Key words: *geochemical monitoring, acidification, microelement compound of soils, mobile forms of elements*