

Изучение снежного покрова как индикатора степени загрязнения природной среды и состояния древесной растительности Подмоскovie

*А. Н. Жидков, Л. Л. Коженков, А. А. Мартынюк –
Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства
и механизации лесного хозяйства*

Степень загрязнения атмосферы зависит от количества выбросов вредных веществ и их химического состава. Осаждаясь на земную поверхность под влиянием гравитации или вымываясь из атмосферы осадками, химические вещества сорбируются снежным покровом и в дальнейшем мигрируют в сопредельные среды: воду и почву. Концентрация химических токсикантов в снежном покрове является хорошим индикатором степени загрязнения атмосферы промышленными выбросами.

Ключевые слова: промышленные выбросы, токсические вещества, снежный покров, санитарное состояние лесных насаждений

STUDY OF SNOW AS INDICATOR OF ENVIRONMENTAL POLLUTION AND FOREST VEGETATION OF MOSCOW REGION

*A. Zhidkov, L. Kozhenkov, A. Martynuk – Russian Research Institute for Silviculture
and Mechanization of Forestry*

The degree of air pollution depends on the quantity of emissions and their chemical composition. Deposited on the earth's surface under the influence of gravity or flushed out of the atmosphere by precipitation, the chemicals are absorbed snow and subsequently migrate to the neighboring environment: water and soil. The concentration of chemical toxicants in the snow cover is a good indicator of the degree of pollution of the atmosphere by industrial emissions.

Key words: industrial emissions, toxic substances, snow cover, healthiness of forest

Цель исследований – дать оценку влияния на окружающую природную территорию токсичных веществ, выбрасываемых коксохимическим производством в атмосферный воздух. Осаждаясь на земную поверхность под влиянием гравитационных сил или вымываясь из атмосферы осадками [1, 4, 6, 7], вещества сорбируются снежным покровом и могут в дальнейшем мигрировать в другие сопредельные среды: воды и почву. Поэтому содержание выбрасываемых веществ в снеге служит важным диагностическим показателем загрязнения [1], что и было использовано при оценке влияния предприятия на окружающую природную среду.

Бензол, нафталин, бенз(а)пирен и цианиды являются распространенными загрязняющими веществами, поступающими в поверхностные воды от коксохимических, нефтеперерабатывающих, анилинокрасочных и других химических предприятий. Несмотря на то что указанные соединения, особенно бензол, не столь активно взаимодействуют с атмосферными осадками, как сернистый ангидрид и оксиды азота, их наличие в поверхностных водах отрицательно влияет на древесно-кустарниковую растительность.

По нашим данным, в обследованном районе произрастает 38 пород деревьев. Практически все древесно-кустарниковые насаждения искусственного происхождения. При этом 65% всех обследованных деревьев представлено 4 породами, что говорит о низком биологическом разнообразии. В настоящее время в насаждениях объекта исследований преобладает липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) – 39% состава древесных насаждений. В меньшем количестве представлены берёза повислая (*Betula pendula* Roth.) – 11,9%, клён остролистный (*Acer platanoides* L.) – 8,9, рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) – 7,4, тополь чёрный (*Populus nigra* L.) – 3,9, вяз шершавый (*Ulmus scabra* Mill.) – 3,5, ива ломкая (*Salix fragilis* L.) – 2,8, клён ясенелистный (*Acer negundo* L.) – 2,7, тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) – 2,4, яблоня (род *Malus*) – 2,0%. Хвойные породы присутствуют в небольшом количестве (2,4%) и всего несколько видов: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), ели обыкно-

венная (*Picea abies* L.) и колючая (*Picea pungens* Engelm.), пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.), туя западная (*Thuja occidentalis* L.).

В обследованных объектах преобладают деревья IV класса возраста (45–60 лет). Молодые посадки до 15 лет составляют 25,8%. Посадки создавались крупномерным посадочным материалом липы мелколистной, берёзы бородавчатой, каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) со значительным преобладанием липы мелколистной. В ассортименте кустарников 80% составляют дёрен белый (*Cornus alba* L.), боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea* Pall.) и пузыреплодник калинолистный [*Physocarpus opulifolia* (L.) Maxim.].

Наиболее распространенные виды древесных растений вблизи промышленного объекта – липа мелколистная, клён остролистный, береза бородавчатая и рябина обыкновенная; из кустарников – дёрен белый, боярышник кроваво-красный и пузыреплодник калинолистный. Они входят в основной ассортимент деревьев и кустарников Московской области и рекомендованы Главным ботаническим садом АН СССР в 1990 г. в качестве основного, ведущего ассортимента для массовых посадок. На основе учета комплекса показателей, из которых складывается перспективность растений для Московского региона, перечисленные виды древесных растений включены в I группу перспективности. Таким образом, используемая древесно-кустарниковая растительность является наиболее адаптированной к условиям произрастания в индустриальной среде.

Основным видом деятельности изучаемого промышленного объекта является производство кокса с очисткой коксового газа от химических продуктов коксования. Предприятие производит кокс металлургический, каменноугольную смолу, сырой бензол, коксовый газ, инертные газы. Производственная мощность предприятия – 1219,3 тыс. т кокса в год.

Основными источниками выбросов в атмосферу углеподготовительного цеха являются вагоноопрокидыватель, открытый склад угля, дымовые трубы гаража размораживания, трубы ас-

пирационных систем закрытого склада угля, оборудования дробильного и дозирочного отделений, общеобменной вентиляции помещений.

Основные загрязняющие вещества: угольная пыль (код – 2909), азота диоксид (код – 0301), азота оксид (код – 0304), ангидрид сернистый (код – 0330), углерода оксид (код – 0337), сажа (код – 0328).

В настоящее время на промышленном объекте эксплуатируется 28 установок очистки аспирационного воздуха от пыли со средним КПД 88,61%. В целом эксплуатация систем очистки выбросов от взвешенных веществ и эффективность их работы признаются удовлетворительными.

От источников выбросов объекта исследований в атмосферный воздух выделяется 49 ингредиентов. Валовый выброс эмиссий предприятия составляет 2209,18104 т в год. Из них на бензол приходится 11,67 т/год (0,53%); нафталин – 5,65 т/год (0,25%); бенз(а)пирен – 0,008 т/год (0,0003 %); цианиды – 1,755 т/год (0,08%). На перспективу развития предприятия перечень вредных веществ не изменится. В процессе исследований пробы снега отбирались снегомером на всю толщину покрова; смешанная проба составлялась из 15–20 индивидуальных. Одновременно с отбором проб проводилась снегомерная съемка (измерение глубины снега – 20 пар в каждой точке; его плотности – 3 замера в каждой точке), что позволяет определить влагозапасы в снеге и вычислить количество выпавших загрязняющих веществ за зимний период.

Места отбора проб на промышленной площадке приурочивали к основным производственным цехам предприятия. Отбор проб за пределами промышленной площадки выполняли по радиусам, направленным по основным трансектам (траекториям по румбам азимутов: север, северо-восток, восток, юго-восток, юг, юго-запад, запад, северо-запад) от промышленных площадок. Контрольные пробы снега были отобраны на участках, расположенных на удалении 12 км от источников выбросов. В результате снегомерной съёмки были определены следующие показатели:

Объёмная плотность снега (d):

$$d = \frac{n}{10 \times h}, \quad (1)$$

где:

n – средний отсчёт по линейке весов;

h – высота снежного покрова, мм.

Запас влаги (Q) на 1 га, мм:

$$Q = 10 \times h \times d. \quad (2)$$

Выпадение загрязняющих веществ (N) за зимний период, кг/га:

$$N = \frac{Q \times c}{100}, \quad (3)$$

где c – концентрация примеси в снеге, мг/л = мг/кг.

Химико-аналитическое определение интересующих нас загрязняющих веществ выполнялось аттестованной и аккредитованной лабораторией филиала ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Московской области». Определение бензола, нафталина, бенз(а)пирена и цианидов проводилось по ПНД Ф14.2:4.70–96 (2004) Методика выполнения измерений массовой концентрации полициклических ароматических углеводородов в питьевых и природных водах методом газожидкостной хроматографии; ПНД Ф 14.1: 2. 144–98 (2007) Методика выполнения измерений массовых концентраций органических веществ в сточных и поверхностных водах газохроматографическим методом с использованием газовой экстракции и универсального пробоотборника; ПНД Ф 14.1:2:4. 186-2002 (2006) Методика выполнения измерений массовой концентрации бенз(а)пирена в пробах природных, питьевых и сточных вод методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02» в качестве флуориметрического детектора; ПНД Ф 14. 1:2: 4. 146–99 (2008) Методика выполнения измерений массовых концентраций цианидов токсичных фотометрическим методом в пробах природной, питьевой и сточной воды на анализаторе жидкости «Флюорат-02» [2, 3, 5]. Применялся хроматограф «Кристалл 2000 М», система высокоэффективной жидкостной хроматогра-

фии (ВЭЖХ) «Люмахром» с детектором «Флюорат 02-2» и анализатор «Флюорат 02-3». В процессе исследований на территории площадью около 150 км² была проведена снегомерная съемка и отобраны смешанные образцы снежного покрова.

Высота снежного покрова колебалась в пределах от 9 до 52 см, плотность снега изменялась в течение суточного цикла от 0,224 до 0,413 г/см³. Замеренный водородный показатель снеговой воды имеет реакцию, близкую к нейтральной.

Химические анализы снежного покрова показывают, что концентрации бензола и нафталина на порядок ниже предельно допустимых. Концентрации бенз(а)пирена также невысоки: на территории завода в точке 10, где отмечается его максимальная концентрация, она составила 0,1 мкг на 1 л (0,0001 мг/дм³) при ПДК = 0,02 мг/дм³.

Исследования также показали наличие ионов цианидов в 2 точках на территории предприятия (точка 5 и 7), а также в точках 13, 16 и 22, за пределами промышленной площадки, однако концентрации их в несколько раз меньше ПДК: 0,005–0,006 мг/дм³ (ПДК = 0,035 мг/дм³).

Степень загрязнения атмосферы зависит от количества выбросов вредных веществ и их химического состава, высоты, на которой осуществляются выбросы, и от климатических условий, определяющих перенос, рассеивание и превращение выбрасываемых веществ. Согласно РД 52.04.186–89 концентрации загрязняющих веществ достигают максимального значения на расстоянии от 10 до 40 высот труб. На промышленной площадке приземный слой воздуха может быть повышенным за счёт неорганизованных выбросов.

Трубы, выбрасывающие нафталин и бензол, имеют максимальную высоту 13 м, следовательно радиус их возможного влияния – от 130 до 520 м, т. е. они воздействуют исключительно на промышленную площадку завода. Трубы, выбрасывающие цианистый водород, имеют максимальную высоту 35 м, следовательно радиус их возможного воздействия от 350 до 1400 м.

Среднестатистическое экологическое состояние 4 основных наиболее распространенных ли-

ственных древесных пород, произрастающих в районе исследований, отражено на рисунке.

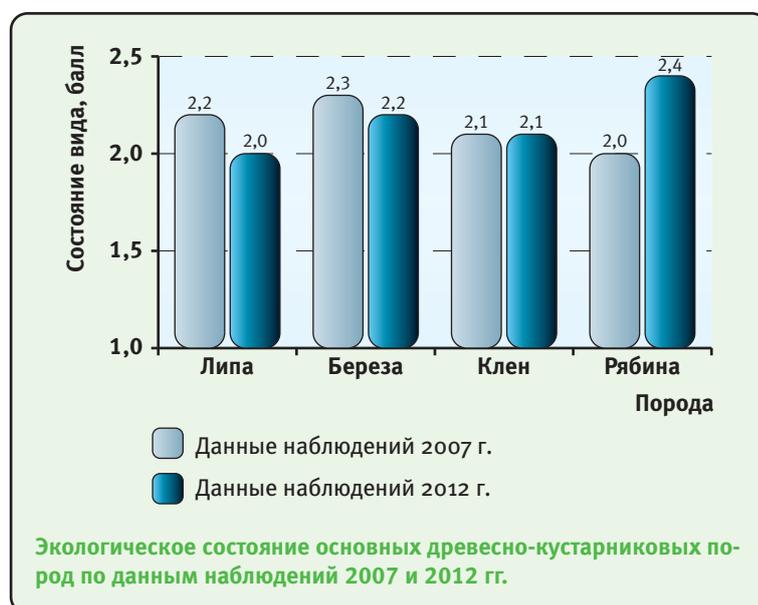
Состояние древесно-кустарниковой растительности оценивалось по стандартной комплексной 5-балльной оценке: здоровые деревья – 1 балл, слабоослабленные – 2; угнетенные – 3; усыхающие деревья – 4, засохшие деревья – 5 баллов.

Гистограмма на рисунке показывает, что почти все исследуемые деревья слабоослабленные (2-й балл), однако за прошедшие 5 лет их состояние практически не ухудшилось, что свидетельствует о стабильности условий местопрорастания. Незначительно ухудшилось экологическое состояние рябины (*Sobus aucuparia*), что можно связать с экстремально засушливым 2010 г.

На промышленной площадке коксохимического производства трубы, выбрасывающие в атмосферу бенз(а)пирен, имеют высоту 80 м, следовательно радиус их возможного воздействия на территорию – от 800 до 3200 м. В этой зоне находится ряд населенных пунктов Московского региона.

Исследования позволили сделать следующие выводы:

- миграция загрязнителей атмосферного воздуха на исследуемой территории совпадает с розой ветров;
- концентрации бензола, нафталина, бенз(а)пирена и цианидов ниже предельно допу-



стимых согласно гигиеническим нормативам ГН 2.1.5. 1315–03: «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»;

➤ среднее поступление бензола, нафталина, бенз(а)пирена и цианидов на промышленную площадку предприятия за зимний период достигает 14 г/га;

➤ в районе исследований оптимизирована структура зелёных насаждений: высаживаются

не чувствительные к атмосферному загрязнению хвойные деревья и кустарники, а относительно газоустойчивые лиственные древесные породы;

➤ поступление указанных токсичных веществ с территории коксохимического предприятия не оказывает критического воздействия на экологическое состояние таких основных видов древесно-кустарниковой растительности, как, например, липа, береза, клен остролистный и рябина обыкновенная.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Василенко, Н. В. Мониторинг загрязнения снежного покрова / Н. В. Василенко, И. М. Назаров, Ш. Д. Фридман. – Л. : Гидрометеоиздат, 1985. – 184 с.
2. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест». – М., 2003. – 56 с.
3. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». – М., 2003. – 78 с.
4. Израэль, Ю. А. Кислотные дожди / Ю. А. Израэль, И. М. Назаров, А. Я. Пресман. – Л. : Гидрометеоиздат, 1989. – 269 с.
5. Новиков, Ю. В. Методы исследования качества воды водоёмов / Ю. В. Новиков, К. О. Ласточкина, З. Н. Болдина. – М. : Медицина, 1990. – 400 с.
6. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04. 186–89. – М., 1991. – 1228 с.
7. Хорват, Л. Кислотный дождь / Л. Хорват. – М. : Стройиздат, 1990. – 81 с.