

более 800, О-изобутилметилфосфоната (основного продукта деструкции вещества типа -Vx) – более 700, метилфосфоновой кислоты (конечный продукт трансформации данного ОВ во внешней среде) – около 500.

Данные вещества, специфические для объекта уничтожения химического оружия, в компонентах окружающей среды, промышленных выбросах в атмосферу и в отходах при эксплуатации объекта уничтожения химического оружия, не обнаружены. Это свидетельствует о том, что объект уничтожения химического оружия 1205 работает в штатном режиме, а выбранная технология уничтожения отравляющего вещества типа-Vx методом детоксикации непосредственно в боеприпасе с последующим термическим обезвреживанием полученных реакционных масс полностью соответствует принципу безопасности при уничтожении отравляющих веществ.

Региональным центром государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области проводится последовательная, многосторонняя работа с органами исполнительной власти, уполномоченных в области государственного надзора за процессом уничтожения ОВ, Правительством Кировской области, широким кругом общественных организаций, СМИ и населением, что даёт возможность снизить социальную напряжённость в районе действующего объекта уничтожения химического оружия. Организациями, уполномоченными осуществлять государ-

ственный надзор за деятельностью объекта хранения и уничтожения химического оружия, утверждены и согласованы Регламенты обеспечения государственного контроля и мониторинга, в соответствии с которыми проводится работа РЦГЭКиМ по Кировской области. Ежемесячно информация о результатах аналитического контроля процесса уничтожения ОВ направляется в Управления Ростехнадзора, Росгидромета, Росприроднадзора и Роспотребнадзора по Кировской области, Администрацию Правительства Кировской области и Мирнинского городского поселения. Систематически выпускаются бюллетени с освещением наиболее актуальных вопросов, поступающих от населения. Сотрудники центра с материалами о ходе государственного экологического контроля и мониторинга окружающей природной среды на территории в районе действующего объекта уничтожения химического оружия участвуют в семинарах, встречах с населением, в работе различного рода комиссий, советов и т. д. На базе РЦГЭКиМ работает общественная приемная, куда приходят и звонят жители Кировской области, которые тем или иным образом интересуются процессом уничтожения химического оружия в Кировской области. Двери нашего центра открыты для всех заинтересованных представителей органов власти, СМИ, общественных организаций, различного рода делегаций, населения, учащихся вузов, техникумов и школ г. Кирова и области.

УДК 631.46:631.45

Фосфор в природных средах зоны защитных мероприятий объекта УХО в окрестностях станции Леонидовка Пензенской области

© 2008. А.И. Иванов, П.А. Иванов, Н.С. Озерова

Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Пензенской области,
e-mail: rcgekim@mail.ru

В статье изложены результаты мониторинга содержания фосфора в природных средах объекта УХО в районе станции Леонидовка Пензенской области.

The article presents the results of phosphorus content monitoring in the natural environment around the CWDO around Leonidovka station in Penza region.

Ключевые слова: общий и подвижный фосфор, сезонная динамика, фоновое обследование, иммобилизация подвижных форм фосфора

Фосфор – важнейший химический элемент, без которого невозможно функционирование живых систем. В то же время некоторые органические соединения, в которые он

входит, обладают очень высокой токсичностью. Среди них, в первую очередь, следует назвать отравляющие вещества последних поколений – зарин, зоман и вещества типа-Vх. В связи с этим одним из важнейших ингредиентов, подлежащих контролю при фоновых обследованиях и в ходе эксплуатации объектов уничтожения химического оружия (УХО), является общий фосфор.

Фоновое содержание фосфора в природных средах определялось центральной аналитической лабораторией Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга по Пензенской области с 2006-го по 2008 г. Определение содержания общего фосфора в изучаемых средах осуществлялось с помощью методик, разработанных ФГУ ГосНИИЭНП (МВИ №031-01-207-06 «Методика выполнения измерений содержания общего фосфора в атмосферном воздухе фотометрическим методом»; МВИ 031-02-208-06 «Методика выполнения измерений содержания общего фосфора в природной воде фотометрическим методом»; МВИ 031-03-183-05 «Методика выполнения измерений содержания общего фосфора в почве фотометрическим методом»). Данные методики разработаны для оценки состояния природной среды при проведении экологического мониторинга, экологического и санитарно-промышленного контроля в районах расположения бывших предприятий по производству отравляющих веществ и объектов по хранению и уничтожению химического оружия. Определение фосфат-ионов осуществляется на основе их взаимодействия в кислой среде с молибдатом аммония и образования фосфорномолибденовой гетерополиоксидной кислоты, которая восстанавливается аскорбиновой кислотой в присутствии сурьмяно-виннокислого калия до фосфорномолибденового комплекса, окрашенного в голубой цвет. Предварительно содержащиеся в пробах органические соединения фосфора переводились в фосфаты путём минерализации. Для более точного экологического контроля в природной воде, кроме общего фосфора, определялось содержание фосфатов по методике ПНДФ 14.1:2.112-97 «Методика выполнения измерений массовой концентрации фосфат-ионов в пробах природных очищенных сточных вод фотометрическим методом восстановлением аскорбиновой кислотой». Подвижные соединения фосфора в почвах определялись по методу Кирсанова в модификации ЦИАНО (ГОСТ 26207). Метод основан на извлечении под-

вижных соединений фосфора из почвы раствором соляной кислоты и последующем определении фосфора в виде синего фосфорномолибденового комплекса на фотоэлектроколориметре (КФК-3).

Как показали наши исследования, содержание фосфора в воздухе характеризуется сезонной динамикой, которая определяется сроками цветения ветроопыляемых растений, пыльца которых богата соединениями рассматриваемого элемента. Поэтому максимальное содержание данного ингредиента наблюдается обычно во втором квартале, т. е. в апреле, мае и июне. В первой половине апреля цветёт лещина обыкновенная, которая присутствует в зоне защитных мероприятий (ЗЗМ) на большинстве точек отбора проб. В конце апреля цветёт берёза, которая также является широко распространённым видом на изучаемой территории. В первой половине мая из лесных ветроопыляемых растений массовое цветение характерно для осоки волосистой – основного доминанта травяного покрова ЗЗМ. Конец мая – начало июня – время развития микроспорофиллов сосны обыкновенной, которая также выбрасывает в атмосферу большое количество пыльцы. В третьем квартале количество пыльцы снижается в связи с тем, что основные доминанты растительного покрова уже отцветают. В этот период в воздух попадает пыльца злаков и полыни, которые на данной территории присутствуют в незначительном количестве, а также споры грибов. В четвертом квартале и, соответственно, в первом, т. е. поздней осенью и в зимнее время, содержание фосфора оказывается минимальным. Динамику содержания фосфора в воздухе ЗЗМ в 2007-м и в 2008 г. отражают рис. 1 и рис. 2. Рассматриваемая причина повышения содержания фосфора в весенне-летний период подтверждается данными микроскопирования, т. к. на фильтрах при отборе проб всегда проявляются пыльца и споры грибов.

При изучении химического состава снега в ряде проб отмечалось содержание фосфатов и общего фосфора, несколько превышающее фоновое значение (рис. 3). Оно отмечалось в пос. Леонидовка и других населённых пунктах. Вероятно, источником фосфора являются выбросы из печных труб, отапливаемых дровами, т. к. концентрация фосфора в основном коррелирует с повышенным показателем рН. Вне населённых пунктов источником фосфора могло быть сжигание порубочных остатков, производившееся

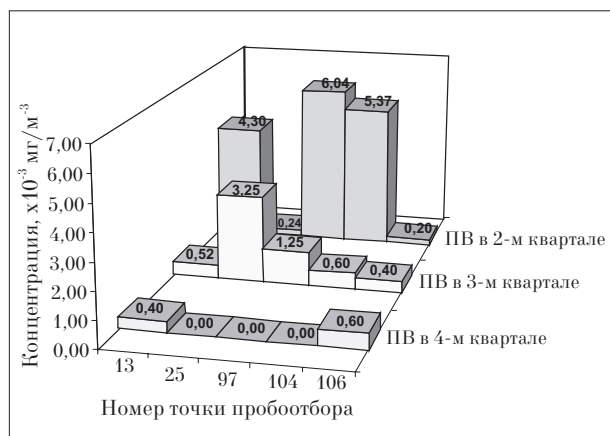


Рис. 1. Уровень содержания общего фосфора в воздухе в 2007 г.

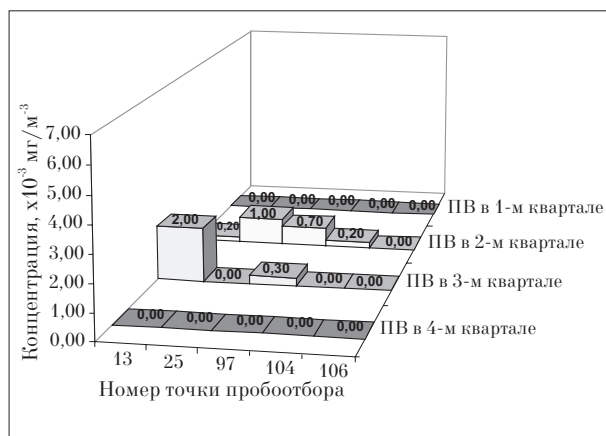


Рис. 2. Уровень содержания общего фосфора в воздухе в 2008 г.

в 2007 и 2008 гг. на территории ЗЗМ в значительных объёмах.

Как показал анализ, загрязнения природных вод фосфат-анионами в среднегодовом режиме, превышений ПДК по данному ингредиенту нигде отмечено не было. Однако в разных реперных точках содержание фосфат-анионов было неодинаковым (рис. 4). Наименьшим оно казалось там, где водоносным слоем и водоупором являются бескарбонатные породы, пески и песчаники. В остальных точках содержание фосфат-анионов варьировало от 0,48 до 0,56 мг/л. В Пензенском водохранилище и ручье Кичкилейка оно было несколько меньшим. Повышенное содержание фосфат-анионов в большинстве водотоков ЗЗМ связано с тем, что для грунтовых вод в этих точках водоупором являются мергели и мергелистые глины мелового возраста, содер-

жащие конкреции фосфоритов. Правильность этого мнения подтверждается тем, что повышенное содержание фосфат-анионов в ряде случаев коррелирует с повышенной жесткостью. Как показали наши исследования на территории заповедника «Приволжская лесостепь», где мергели залегают ещё глубже, а водоносные горизонты связаны исключительно с силикатными породами верхнего палеогена, показатели среднего содержания фосфат-анионов и жесткости были ещё ниже. В содержании фосфат-анионов по сезонам имеются определённые колебания. Так, по большинству точек максимальное содержание фосфат-анионов наблюдалось в третьем квартале. Это относится, в первую очередь, к тем водотокам, в питании которых основное значение имеет подземная вода. Те водотоки, в питании которых преобладает поверхност-

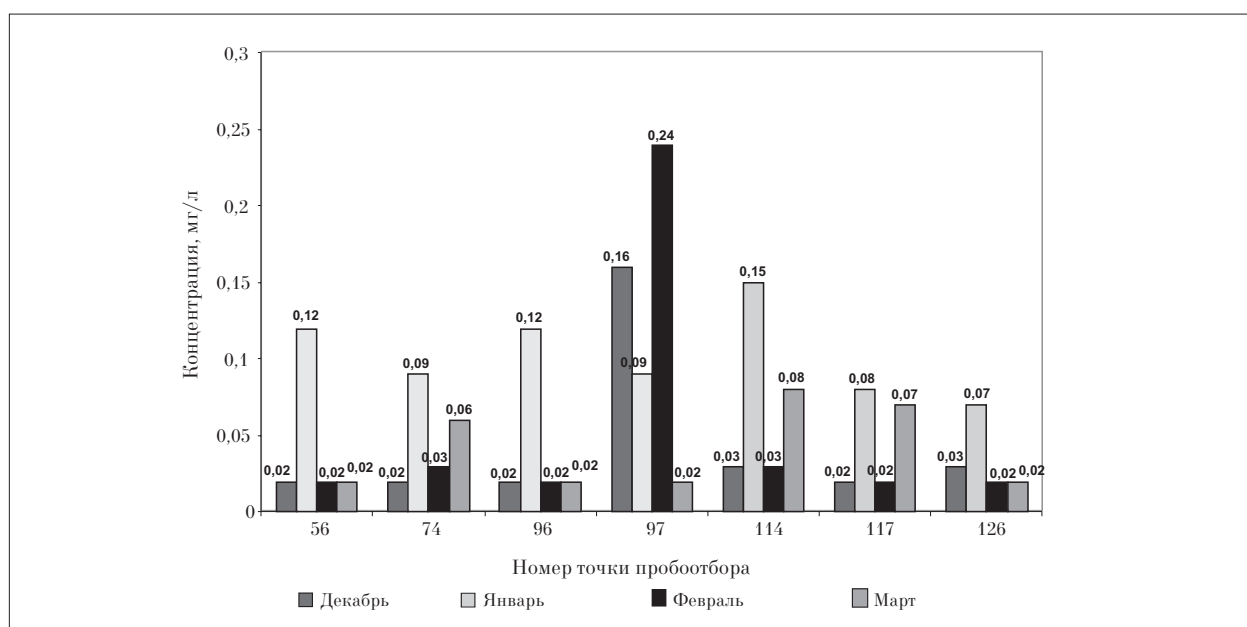


Рис. 3. Уровень содержания общего фосфора в снежном покрове за 2007 – 2008 гг.

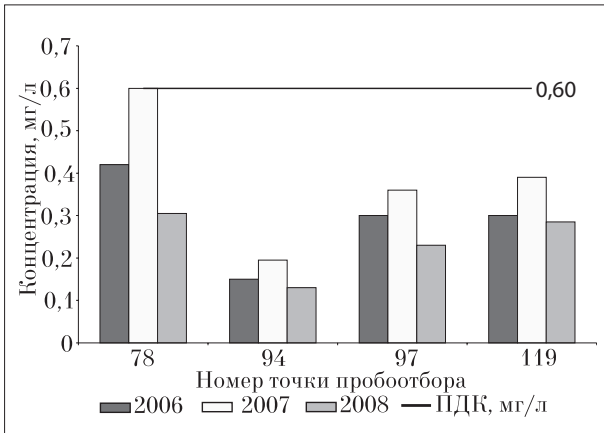


Рис. 4. Уровень содержания фосфатов в природной воде в 2006 – 2008 гг.

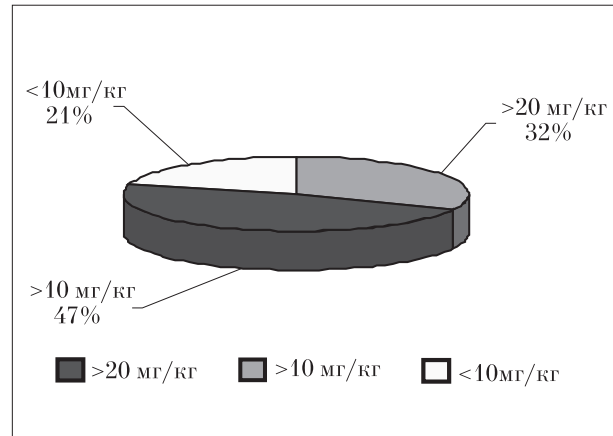


Рис. 5. Соотношение площадей с различным содержанием фосфора

ный сток, максимальное содержание фосфат-анионов совпало с весенним половодьем (первый квартал) и максимальным выпадением осадков в июле и октябре. В Пензенском водохранилище содержание фосфат-анионов максимальным было в третьем квартале. Оно составило 0,77 мг/л, превысив, таким образом, ПДК в 1,3 раза. Это объясняется цветением воды в связи с массовым развитием сине-зелёных водорослей и гибелью молоди рыб. Кроме того, в этом водоёме в осеннюю межень наблюдается максимальный показатель рН воды – 8,7, при среднем за последние 5 лет – 7,7, что также объясняется названными выше причинами.

При фоновом обследовании территории из химических элементов, входящих в состав почвы, наибольшее внимание было уделено фосфору. Самыми обеспеченными подвижным фосфором оказались наиболее приподнятые участки водораздельного плато, занятые среднемоющими суглинистыми почвами. Они образовали как бы сплошной массив в центральной и северо-западной части изучаемой территории, т. е. как раз с наветренной стороны от проектируемого объекта УХО. То, что отмеченное явление удалось зафиксировать до начала работы завода крайне важно, так как подобное распределение фосфора в почвах могло бы быть отнесено в будущем на счёт загрязнения от объекта УХО. По содержанию подвижного фосфора почвы района исследований могут быть отнесены к очень низким и среднеобеспеченным (рис. 5).

Повышенное содержание подвижного фосфора в различных горизонтах почвенного профиля может зависеть от двух факторов – содержания рассматриваемого элемента в материнской породе и концентрации его в листе и, соответственно, в опаде древесных по-

род. Кроме того, оба указанных фактора могут действовать одновременно. Как показало изучение распределения подвижного фосфора по почвенным профилям, для почв относительно богатых этим элементом возможно три основных типа его распределения (рис. 6).

Повышенное содержание фосфора в изученных разновидностях светло-серых лесных почв в большинстве случаев коррелирует с высокими показателями рН. Эта закономерность наблюдается всегда при первом и втором типах распределения фосфора по почвенному профилю. В третьем случае она может нарушаться, так как корни древесных растений – концентраторов фосфора могут извлекать его из минеральных пород, залегающих значительно глубже основной материнской породы.

Содержание общего фосфора в почвах района исследования имеет сходный характер с содержанием подвижного фосфора, т. е. наиболее обеспеченными оказываются почвы

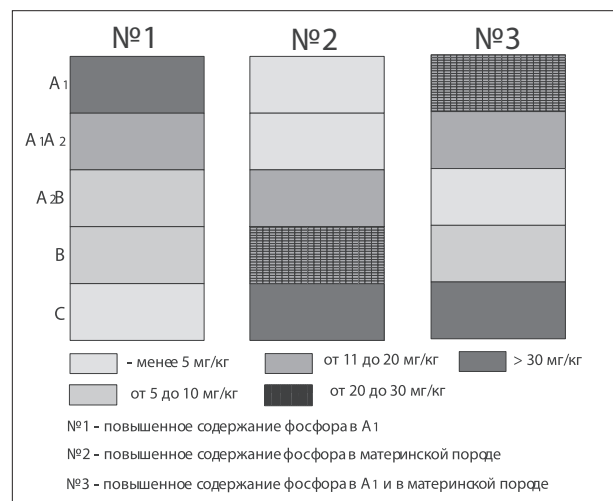


Рис. 6. Три типа распределения фосфора в светло-серых лесных почвах

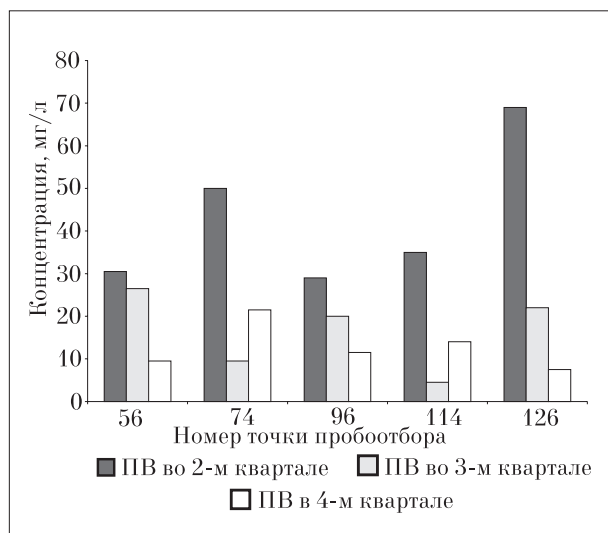


Рис. 7. Сезонная динамика содержания общего фосфора в серых лесных почвах ЗЗМ в 2007 г.

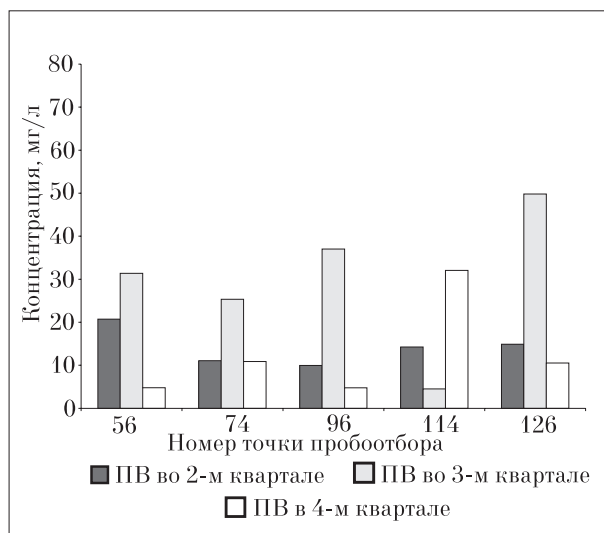


Рис. 7. Сезонная динамика содержания общего фосфора в серых лесных почвах ЗЗМ в 2008 г.

тяжелосуглинистые и суглинистые, менее обеспеченными песчаные и супесчаные.

Интерес с точки зрения мониторинга объекта УХО представляет сезонная динамика содержания общего фосфора, на которую оказывает влияние микробиологическая деятельность и иммобилизация подвижных форм данного элемента древесными растениями. В 2007 г. максимальное содержание фосфатов наблюдалось во 2-м квартале (рис. 7), а в 2008 г. в 3-м квартале (рис. 8). Это связано с тем, что в июне 2007 г. стояла сухая жаркая погода, неблагоприятная для протекания микробиологических процессов, которые вызывают деструкцию лесной подстилки и почвенного гумуса. В 2008 г. максимальное содержание наблюдалось в 3-м квартале. Это связано с тем, что во 2-й половине мая и в начале июня осадки выпадали регулярно, что способствовало активной жизнедеятельности микроорганизмов. Таким образом, динамика содержания фосфатов в светло-лесных почвах водоразделов находится в тесной зависимости

от метеоусловий, которые, в свою очередь, определяют интенсивность микробиологических процессов.

Как показали наши исследования, при отборе почвенных образцов на пробных площадях наблюдается горизонтальная неравномерность в содержании общего фосфора. Минимальное содержание фосфора наблюдается в подкروновых зонах дуба. В подкروновых зонах сосны и берёзы содержание фосфора выше. Это связано, в первую очередь, с тем, что дуб предъявляет повышенные требования к плодородию почвы, забирая из неё максимальное количество элементов минерального питания. Это подтверждается анализом содержания фосфора в листе. В частности, в листе дуба содержание фосфора в 1,5 раза выше, чем в хвое сосны и листе берёзы.

Описанную сезонную динамику и горизонтальную неравномерность содержания фосфора в почве необходимо учитывать при проведении экологического мониторинга объекта УХО.