Радионуклидный состав, структура, размер частиц, образующихся при не штатных, аварийных ситуациях на технических ядерных объектах зависят от многих факторов – мощности, типа взрыва, механизма его возникновения, а также состава конструкционных материалов и т.д. Подавляющее число радионуклидов, в аварийных высоко температурных ситуациях, не образуют самостоятельных частиц, а захватываются твердой фазой конструкционных материалов. При этом радионуклиды либо входят в состав этой фазы, либо закрепляются на аэрозолях. При стабилизации, первыми начинают конденсироваться тугоплавкие химические элементы. К ним относятся продукты активации конструкционных материалов. При этом образуются так называемые «горячие частицы».

Частицы достаточно большой массы распространяются в атмосфере на относительно небольшие расстояния (~100 м). Среднее время пребывания тяжелых частиц в атмосфере – несколько часов. Аэрозоли и чрезвычайно малые частицы выбрасываются в тропосферу и с воздушными потоками распространяются в глобальном масштабе. Среднее время пребывания в тропосфере ~30 ч. Часть самих тонкодисперсных частиц попадает в стратосферу, распределяется в ней довольно равномерно при перемешивании воздушных потоков и может переноситься из одного полушария в другое. Среднее время пребывания таких частиц в стратосфере ~2 года. Каждая из групп частиц выпадает на земную поверхность по-разному [4]:

- в ближней к месту аварии зоне, преимущественно выпадают радионуклиды, продукты активации конструкционных материалов – легированных сталей: железа, хрома, марганца.
- на больших расстояниях, выпадают частицы содержащие радионуклиды ^{90}Sr, ^{131}I, ^{140}Ba.
- в глобальном масштабе, с частицами на земную поверхность выпадают радионуклиды – продукты реакций ядерного синтеза и деления.

Различают две основные формы «горячих» частиц: водорастворимую (ионную) форму радионуклидов и нерастворимую (сплавленные частицы, коллоиды и др.) форму радионуклидов. Соотношение между ними зависит от условий не штатных, аварийных ситуаций на технических ядерных объектах, от физико-химических свойств радионуклидов и их носителей. Так, в выпадениях, содержащих высокие концентрации серы, увеличена доля радионуклидов в виде нерастворимых сульфатов (^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{144}Ce и др.). В зависимости от различных параметров содержание радионуклидов в нерастворимой фракции увеличивается в ряду $^{90}Sr < {}^{137}Cs < {}^{95}Nb < {}^{144}Ce$ в ориентировочном соотношении 18:47:56:84. Это соотношение варьирует в зависимости от типа выпадения (осадки, снег, сухие выпадения), их химического состава и запыленности атмосферы. От формы радионуклидов в растворимой фракции существенно зависит первичное поведение их в гидросфере.

Растворимое состояние радионуклидов может быть катионным, анионным и нейтральным. Преобладающей формой в глобальных выпадениях 60-х годов – катионная (от 50 до 100 %), которая была представлена такими соединениями как хлориды, нитраты (^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{144}Ce), бикарбонаты (^{90}Sr); сульфаты (^{137}Cs). Доля анионной и нейтральной форм, как правило, в виде различных органических и неорганических комплексных соединений радионуклидов, составляла в выпадениях от 0 до 54 %, причем относительная доля в этой форме увеличивается в ряду $^{90}Sr < {}^{137}Cs < {}^{144}Ce$.

Среди основных радионуклидов, продуктов глобальных выпадений, играющих существенную роль в радиогидроэкологии, наибольшее внимание привлекают следующие группы радионуклиды:

- продукты реакций ядерного синтеза и деления – ^{3}H, $^{84,90}Sr$, ^{95}Zr, ^{95}Nb, $^{103,106}Ru$, ^{131}I, ^{137}Cs, ^{140}Ba, $^{141,144}Ce$, ^{144}Pr, ^{147}Pm;
- продукты реакций активации ^{14}C, ^{51}Cr, ^{54}Mn, ^{55}Fe, ^{65}Zn;
- трансурановые радионуклиды $^{238\text{-}241}Pu$ и ^{241}Am.

В продолжение исследований процессов миграции радионуклидов по гидрологическим путям, начатых нами в [1] указанные радионуклиды, представители перечисленных групп, будут использованы в качестве субъекта исследования в натурных экспериментах и экспериментальном моделировании трансформации миграционных форм и физико-химического состояния радионуклидов в процессе прохождения геохимических барьеров.

Список литературы

1. Голубев А.М., Волков А.А. Априорная оценка геохимических барьеров в процессе миграции радионуклидов по гидрологическим путям // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 11. – С. 83–84.

2. Громов В.В., Москвин А.И., Сапожников Ю.А. Техногенная радиоактивность мирового океана. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 272 с.

3. Крышев И.И., Сазыкина Т.Г. Математическое моделирование миграции радионуклидов в водных экосистемах. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 152 с.

4. Пути миграции искусственных радионуклидов в окружающей среде: Радиоэкология после Чернобыля / под ред. Ф. Уорнера, Р. Харрисона. – М.: Мир, 1999. – 512 с.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СВОЙСТВА СИСТЕМНЫХ ИНСЕКТИЦИДОВ

Орлин Н.А., Всехвальнова А.В.

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир, e-mail: OrNik@mail.ru

Инсектициды – это химические препараты, предназначенные для борьбы с вредными насекомыми, наносящими существенный урон сельскохозяйственным культурам фермеров

и дачников. Подсчитано, что ежегодные мировые потери сельскохозяйственной продукции от насекомых-вредителей оценивается десятками миллиардов долларов. Поэтому производство инсектицидов в целом увеличивается. Однако, под действием различных факторов может происходить снижение эффективности инсектицидов или образование трудно разрушаемых метаболитов, которые в дальнейшем будут накапливаться в почве и растениях, а затем попадать в организм животных и человека. Поэтому становится актуальным мониторинг накопления этих веществ в окружающей среде, а также изучение процессов, которые могут происходить с ними под влиянием естественных и антропогенных факторов.

По характеру проникновения в организм насекомого инсектициды делятся, в основном, на контактные и системные. Контактные инсектициды убивают вредных насекомых при попадании препарата на тело насекомого. В этом случае эффективность препарата сильно зависит от погодных условий, прежде всего, от осадков. Системные (кишечные) инсектициды поглощаются растениями. Они проникают через поры листьев и через корневую систему вглубь растения и распределяются по всему растению. Поражающее действие наступает при употреблении насекомым в пищу отравленных частей растения. Системные инсектициды могут одновременно выступать и как контактные препараты. В этом заключается их преимущество перед контактными инсектицидами.

В данной работе нами исследовано влияние природных и антропогенных факторов на эффективность двух системных инсектицидов – имидаклоприда и диметоата. Имидаклоприд принадлежит к классу хлорникотинилов. Его брутто формула $C_9H_{10}ClN_5O_2$. Механизм действия инсектицида основан на блокировании работы белковых рецепторов нервных клеток насекомых, приводящее к параличу и смерти насекомого. Препарат действует как острый контактный и кишечный инсектицид. Диметоат – серо- и фосфорсодержащий инсектицид. Его брутто формула $C_5H_{12}NO_3PS_2$. По своему действию на насекомых диметоат напоминает имидаклоприд.

Для выяснения степени влияния конкретных климатических условий на устойчивость инсектицидных препаратов и на эффективность их воздействия на насекомых, исследования проводились при различных значениях pH среды, интенсивности солнечного ультрафиолета и наличии на природных объектах ионов тяжелых металлов. В природных условиях гидролиз имидаклоприда протекает с отщеплением хлора, а диметоата – с выделением фосфат-иона. По этим фрагментам можно экспериментально определять степень гидролиза с течением времени. Так, за месячный срок при значениях pH = 5,7 и 10 имидаклоприд гидролизуется на 20%. Диметоат за этот период разлагается на 79% при pH = 5 на 48% при pH = 7 и на 90% при pH = 10. Воздействие солнечного ультрафиолета ускоряет гидролиз инсектицидов. Так, при pH = 7 под действием ультрафиолета за исследованный период времени разложение имидаклоприда составило 23%, а диметоата достигло 57%. Изучено влияние ионов тяжелых металлов на состояние обоих инсектицидов. При соприкосновении с ионами металлов инсектициды образуют комплексные соединения. Используя компьютерную программу Chem 3D Ultra 9.0 методом PM3, рассчитали заряды на атомах инсектицидов. Выяснено, что оба инсектицида являются бидентантными лигандами и образуют комплексы следующего состава: $[Me(\text{инсектицид})_2]^{2+}$. Образующиеся комплексы замедляют гидролиз инсектицидов. Диметоат распадается только на 16%, а имидаклоприд – на 38% при pH = 7 за 30 дней. Замедление гидролиза может приводить к накоплению этих веществ в окружающей среде.

Исследование исектицидной активности препаратов проводили на майских и колорадских жуках. Сначала препараты использовали как контактные исектициды. Опрыскивали ими насекомых и наблюдали за из поведением. Майские жуки погибали за 9 минут от действия диметоата и за 6 минут от имидаклоприда. Гибель колорадских жуков наступала через 8 минут после обработки диметоатом и через 7 минут от действия имидаклоприда. С целью изучения влияния инсектицидов как системных препаратов, опрыскивали растения раствором этих веществ. После часовой экспозиции остаточное количество инсектицидов смывали с растений, затем помещали жуков. Подопыные жуки начинали питаться. Гибель майских жуков от диметоата наступала через 16 минут, а колорадских – через 14 минут. Имидаклоприд действовал быстрее: гибель майских жуков наступала через 4 минуты, а колорадских жуков – через 7 минут. Системные инсектициды являются препаратами двойного удара. Первый удар по насекомым они наносят сразу после попадания на них препарата. Второй удар настигает тех насекомых, которые прилетели позже.

В зависимости от конкретных условий предпочтение можно отдать диметоату, если проводить обработку в солнечные дни, так как в этом случае препарат быстрее гидролизуется. При наличии в природной среде ионов тяжелых металлов следует предпочесть обработку растений имидаклопридом.