



BY0200221

программы по энергосбережению для предприятий республиканского и областного подчинения;

в) исследовать, обосновать и разработать перспективную систему энергосберегающего энергетического оборудования для сельскохозяйственного производства;

г) автоматизировать некоторые технологические процессы, в т.ч. при регулировании и учете тепловой энергии, управлении световыми режимами и электропроводом в зависимости от заданных технологических процессов;

д) разработать энергосберегающие и природоохранные вакуумные насосы и модернизировать существующие и разработать новые устройства для охлаждения молока, в т.ч. использовать естественный холод, что снижает выброс в атмосферу смазочных материалов и озоноразрушающих хладагентов;

е) усовершенствовать существующие и разработать новые устройства для получения тепловой энергии, в т.ч. тепловые устройства, что повысило экономичность устройств и снизило вредные выбросы в атмосферу и позволило использовать местные виды топлива.

Из вредных выбросов, например, сернистый ангидрид даже в малых концентрациях действует раздражающе на слизистую оболочку и дыхательные пути. Одновременно он является ядом для многих растений и деревьев, особенно фруктовых и хвойных. Диоксид серы ускоряет коррозию металла и разрушает камень. Окись углерода и диоксид азота выступают в соединении с гемоглобином крови и, при больших концентрациях, угрожают жизни человека. Поэтому проблема охраны окружающей среды от промышленных загрязнений приобрела в настоящее время не только технико-экономическое, но и большое социальное значение.

Энергопотребление и взаимосвязанное с ним энергосбережение должны соответствовать целенаправленному удовлетворению потребностей человека в виде необходимой и достаточной по объему и ассортименту безопасной для здоровья продукции, поддержание на надлежащем уровне экологической среды и создания комфортных условий и жизни человека на передовом мировом уровне.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ^{137}Cs И ^{90}Sr В СИСТЕМЕ «ТВЕРДАЯ ФАЗА ПОЧВЫ – ПОЧВЕННЫЙ РАСТВОР»

Черевко Е.С., Данилович А.С.

Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

THE DISTRIBUTION OF ^{137}Cs AND ^{90}Sr IN THE SYSTEM «SOLID PHASE OF SOIL – SOIL SOLUTION». The mobility of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the system "solid phase of soil – soil solution" is analyzed for different soil types on the basis of coefficients of radionuclide distribution between solid and liquid phases. The values for received distribution coefficients allow us to differentiate soils in respect with radionuclide migration rate from the solid phase to the soil solution.

Одним из главных факторов, определяющих перераспределение ^{137}Cs и ^{90}Sr в экосистемах, является подвижность радионуклидов в почвах загрязненных территорий. Физико-химическое состояние и миграционные свойства радионуклидов в почве в значительной степени влияют на радиэкологическое состояние системы в целом. Важнейшую роль в процессах переноса радионуклидов играют почвенные воды, от состава и физико-химических характеристик которых зависит интенсивность миграции радионуклидов в почвенно-растительном покрове [1-3].

В настоящей работе анализируется подвижность ^{137}Cs и ^{90}Sr при перераспределении между твердой и жидкой фазами почвы. В качестве меры подвижности радионуклида используется коэффициент межфазного распределения K_d (л/кг), представляющий собой отношение удельных активностей твердой и жидкой почвенных фаз в равновесных или близких к равновесным условиям.

Объектами исследования служили образцы минеральной и органической почв, отобранные на территории контрольных участков, расположенных в Хойникском и Ветковском районах Гомельской области на расстоянии 10-160 км от ЧАЭС. Почвенные растворы получали методом высокоскоростного центрифугирования из образцов почв в состоянии полного водонасыщения в соответствии с методикой [3]. Образцы почв и почвенных растворов анализировали на содержание радионуклидов. ^{137}Cs определяли методом гамма-спектрометрии, ^{90}Sr — методом радиохимического анализа с идентификацией дочернего ^{90}Y с помощью радиометра КРК-1-01А. Нижние пределы определения радионуклидов: ^{137}Cs — 0,5, ^{90}Sr — 0,1 Бк/проба. Относительные ошибки анализа радионуклидов в большинстве исследованных образцов составляли 3-10 % по ^{137}Cs и 5-15 % по ^{90}Sr . Агрохимические свойства образцов почв и почвенных растворов определяли по принятым в почвоведении стандартным методикам.

Установлено, что содержание радионуклидов в почвенных растворах водонасыщенных почв варьирует в широких пределах: 5,5-77 Бк/л по ^{137}Cs при уровне загрязнения почв от 6,0 до 390 Бк/кг и 1,9-520 Бк/л по ^{90}Sr при уровне загрязнения почв от 1,0 до 28 Бк/кг. Относительное количество ^{90}Sr , перешедшего в поровый раствор (0,4 – 1,9 %), как правило, более чем на порядок выше, чем ^{137}Cs (0,02 – 0,05 % от общего содержания радионуклида в почве).

Показано, что в дерново-подзолистых почвах легкого механического состава (песчаных и супесчаных) подвижность ^{137}Cs при переходе из твердой в жидкую фазу выше, чем в пойменных дерновых супесчаных почвах. Установленные коэффициенты межфазного распределения ^{137}Cs для дерново-подзолистых почв (290-1420 л/кг) заметно уступают коэффициенту распределения для пойменной дерновой почвы (4650 л/кг). В соответствии с уменьшением подвижности ^{137}Cs при переходе из твердой в жидкую почвенную фазу исследованные органические почвы можно расположить в следующем порядке: *высокоорганические* (280±40 л/кг) >> *сильно минерализованные торфянистость* (2790±590 л/кг) > *торфяно-глебовые почвы* (5550-12360 л/кг). В скобках приведены соответствующие $K_d^{137}\text{Cs}$.

В большинстве почв по подвижности ^{90}Sr значительно превосходит ^{137}Cs . Об этом свидетельствуют значительно более низкие коэффициенты межфазного распределения $K_d^{90}\text{Sr}$ по сравнению с $K_d^{137}\text{Cs}$. При этом $K_d^{90}\text{Sr}$ варьируют в гораздо более узких пределах (45-540 л/кг) по сравнению с $K_d^{137}\text{Cs}$ (280-12360 л/кг). В одних и тех же почвенных средах



BY0200222

коэффициенты межфазного распределения $K_d^{90}\text{Sr}$ более чем на порядок уступают $K_d^{137}\text{Cs}$. Исключение составляет высокоорганическая почва Т-6 (96 % органических компонентов по массе), в которой $K_d^{90}\text{Sr}$ достигает максимального значения (540 л/кг) и почти вдвое превышает $K_d^{137}\text{Cs}$ (280 л/кг). Это свидетельствует о более высокой подвижности ^{137}Cs по сравнению со ^{90}Sr в расматриваемой почве, что соответствует более высокому запасу обменной формы ^{137}Cs по сравнению со ^{90}Sr в этой высокоорганической почве.

Существенную разницу в значениях коэффициентов межфазного распределения цезия и стронция можно объяснить различиями в механизмах фиксации данных радионуклидов. Высокую степень закрепления цезия почвами связывают с его селективной ионообменной сорбцией и эффективной фиксацией глинистыми минералами определенной структуры. Селективная сорбция протекает на сорбционных центрах FES (frayed edge sites) — местах нарушений кристаллической решетки глинистых минералов, представляющих собой расширенные области межпакетных пространств по краям базальных плоскостей минералов. Фиксация радиоиотопа осуществляется путем диффузии катионов цезия в межпоровое пространство кристаллической решетки [4, 5]. Во всех типах почв основная часть ^{137}Cs находится в прочносвязанном (фиксированном) состоянии [1, 3].

В минеральных и торфяно-болотных почвах с содержанием органических компонентов $\leq 60\%$ поведение ^{137}Cs в основном определяется селективными сорбционными центрами. В высокоорганических почвах значительно возрастает роль сорбционно-десорбционных процессов на неселективных центрах, к которым относятся планарные места на поверхности почвенных минералов и места локализации функциональных групп органических компонентов, входящих в структуру сорбционного комплекса почв и участвующих в катионном обмене (карбоксильные, гидроксильные и др.) [4]. ^{137}Cs , расположенный на этих центрах, может участвовать в катионном обмене с сопредельной водной фазой. При этом подвижность ^{137}Cs существенно зависит от концентрации катионов K^+ и NH_4^+ , конкурирующих за сорбционные центры. В большинстве изученных растворов концентрация ионов калия значительно превышала концентрацию ионов аммония. В этих случаях именно катионы калия оказывали основное влияние на поведение радиоактивного цезия.

Для ^{90}Sr характерна неселективная сорбция почвами. Установлено, что поведение ^{90}Sr существенно зависит от запаса обменной формы радионуклида, катионообменной емкости почвы, ионной силы и кислотности почвенного раствора, а также концентрации основных конкурирующих ионов (Ca^{2+} , Mg^{2+}). Кроме того, заметное влияние оказывает соотношение водорастворимых и малоподвижных компонентов почвенного гумуса, с которыми ^{90}Sr образует комплексные соединения [6, 7].

Таким образом, из полученных данных следует, что, в целом, сорбционная способность твердой фазы почв по отношению к ^{90}Sr значительно ниже, чем по отношению к ^{137}Cs . В результате, ^{90}Sr поступает в поровые воды почв в значительно большем относительном количестве, чем ^{137}Cs . Это во многом определяет более высокую подвижность и биологическую доступность ^{90}Sr в почвенно-растительном покрове по сравнению с ^{137}Cs . Установленные коэффициенты распределения радионуклидов позволяют дифференцировать почвы по подвижности и биологической доступности радионуклидов. Полученные данные могут быть использованы в качестве основы для усовершенствования существующих методов снижения накопления радионуклидов растениями путем ограничения их перехода из твердой фазы почв в почвенные растворы.

Литература

1. Овсянникова С.В., Соколик Г.А., Эйсмонт Е.А. и др. // Изв. НАН Беларуси. Серия хим. наук. – 1999. – № 3. – С. 119–122.
2. Соколик Г.А., Овсянникова С.В., Кильчицкая С.Л. и др. // Доклады НАН Беларуси – 1999. – Вып. 43, № 2. – С. 103–109.
3. Овсянникова С.В., Соколик Г.А., Эйсмонт Е.А. и др. // Геохимия. – 2000. – № 2. – С. 222–234.
4. Sawhney, B.L. Selective sorption and fixation of cations by clay minerals: a review. // *Clays and Clay Minerals*. 1972. - Vol. 20. - P. 93-110.
5. *Minerals in soil environments*. / Ed. by Dixon, J.B. and Weed, S.B. Madison, Wis. Soil Sci. Soc. Am., 1977.
6. Варшал Г.М., Велюханова Т.К., Кошчева И.Я. // Гуминовые вещества в биосфере. – М.: Наука, 1993. – С. 97-117.
7. Агапкина Г.И., Тихомиров Ф.А. / Органические соединения радионуклидов в почвенных растворах и их роль в поступлении элементов в растения. // *Экология* – 1991. – № 6. – С. 22-28.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ДОЗЫ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ПОТРЕБЛЕНИЕМ МЕСТНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Щекин Ю.К., Скурат В.В., Матюкова О.Г.

Институт радиэкологических проблем Национальной Академии Наук Республики Беларусь, Минск, Республика Беларусь

The efficiency of some protective measures on decrease of the population internal irradiation dose caused by the local feed products consumption. The influence of an additional bringing of sodium fertilizers in the ground and a restriction of a local feed products consumption on the size of annual internal irradiation dose is investigated.

В результате катастрофы на Чернобыльской АЭС на Республику Беларусь выпало порядка 70% от всей радиоактивности, выброшенной из аварийного блока, вследствие чего свыше 60 тысяч гектаров сельскохозяйственных угодий оказались загрязнены цезием-137 с плотностью загрязнения свыше 555 КБк/м², из них около 2 тысяч гектаров имеют плотность загрязнения свыше 1480 КБк/м². Несмотря на принятые меры по переселению людей из наиболее загрязненных мест, значительная часть населения осталась проживать на территориях, где допустимые дозы облучения