

автотранспортных средств образуются именно в период с 7 до 13 часов, когда большинство людей едет на работу. В то же время недостаточная организация автотранспортных потоков стимулирует образование «пробок» на дорогах, которые значительно увеличивают поступление выхлопных газов в атмосферу. Здесь уместно сказать, что недостаточное количество парковок стимулирует создание подобной ситуации. Ведь в качестве парковочного места используется место на дорогах, что способно уменьшить их пропускную способность до 2 раз. Кроме того вокруг города действует самая большая в республике агломерация, и ежедневно большие потоки людей едут в Алматы из пригородов. По последним данным, в Алматы имеются около 600 тысяч автомашин, и количество их с каждым днем растет. Ежегодно ими выделяется в воздух города около 250—260 тысяч тонн вредных отходов. Таким образом, на каждого алматинца приходится более 200 кг вредных веществ [4].

Литература

1. Даулбаева А. Н. Динамика изменения концентрации основных загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы города Алматы: дис. ... PhD экологических наук, – Алматы, 2012. – 140 с.
2. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. Выпуск №5 (151), – Астана, 2012, – 140 с.
3. Климат Алма-Аты / под ред. Х.А. Ахмеджанова, Ц.А. Швер. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 264 с.
4. Комплексная программа оздоровления экологической обстановки г. Алматы на 1999-2015 гг. «Таза ауа - жанга дауа». - Алматы: Алматинское городское управление по охране окружающей среды, 2002, – 123 с.
5. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М., 1991. – 556 с.

О НЕОБХОДИМОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДЫ НА ДЕЙТЕРИЙ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА

Ш.Б. Жакупова¹, М.Т. Джамбаев²

Научные руководители заведующая лабораторией А.В. Липихина¹, профессор
Л.П. Рихванов²

¹Научно-исследовательский институт радиационной медицины и экологии, г. Семей,
Республика Казахстан

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Тяжелая вода (D₂O), изотопная разновидность воды, в которой лёгкий атом водорода ¹H замещен его тяжёлым изотопом ²H – дейтерием D. Впервые открыта в природной воде Г. Юри и Э. Ф. Осборном (США) в 1932 и выделена из неё в 1933 Г. Н. Льюисом и Р. Макдональдом (США) [4]. Разница между тяжелой водой и обычной заключается в их плотности. Тяжелая вода плотнее обычной. В природе ее содержание в соотношении атома дейтерия с атомом водорода составляет 1 на 5000-7000. Содержание тяжелой воды определяется с помощью масс-спектрального анализа, денсиметрии и методом инфракрасной спектроскопии [4]. Физические свойства тяжелой воды тоже отличаются от обычной. Температура закипания тяжелой воды 101,43°C, температура замерзания 3,81°C, плотность 1,104 г/см³. Химические свойства D₂O и H₂O сильно не отличаются. Характерным отличием D₂O является замедление или ускорение скорости химических реакций до 2-3 раз.

Исходя из своих химических особенностей, тяжелая вода применяется в ядерной физике и энергетике как замедлитель нейтронов и теплоносителя в ядерных реакторах. В биологии, химии и гидрологии как изотопный индикатор. Часто тяжелая вода применяется как источник дейтерия, который в свою очередь, может применяться как ядерное топливо в энергетике, основанной на управляемом термоядерном синтезе. Для такого применения тяжелая вода должна иметь концентрацию дейтерия не менее 99,81 молярных %. В мире производство тяжелой воды составляет несколько тысяч тонн в год. В основном производится в Канаде, США, Индии и в Норвегии. Отмечается высокая стоимость производственной тяжелой воды (200-250 долларов за кг), поскольку ее производство очень энергоемко. Обычно получают тяжелую воду из обычной воды или водорода методами изотопного обмена воды и сероводорода, дистилляции водорода или многоступенчатого электролиза [7].

Тяжёлая вода и биологические процессы

Особенности химических свойств тяжелой воды проявляются в исследовании различных биологических процессов. Исследования разных ученых в разное время показали о негативном воздействии тяжелой воды на растительность и живые организмы. Отмечаются и случаи адаптации некоторых клеток бактерий, водорослей и растений к росту на тяжелой воде. Как правило, это живые организмы с более простой морфологией. Эти факты свидетельствуют о негативном воздействии тяжелой воды на живой организм. Необходимо отметить, что тяжелая вода токсична в слабой степени. Основное негативное воздействие происходит вследствие замедления химических реакций, проходящих в живых организмах с привычной скоростью, необходимой для нормальной жизнедеятельности [7].

Об этом свидетельствуют исследования российских ученых, показавших, что тяжелая вода тормозит рост бактерий, водорослей, высших растений и культуры тканей животных. В результате экспериментов, проведенных над млекопитающими (собаки, мыши, крысы), они обнаружили, что замещение 25 % водорода в тканях дейтерием приводит к стерильности, а иногда даже и необратимой [6].

Основные изменения в организме млекопитающих, подвергшихся эксперименту следующие: расстройство обмена веществ, разрушение почек. Значимую роль играет и продолжительность употребления тяжелой воды. Так, млекопитающие, которых поили тяжелой водой, в течение недели погибли, 50% воды в их

организме была заменена дейтерием. Более простые, такие как рыбы, беспозвоночные погибают лишь в 90 % дейтерировании воды в организме. Как уже говорилось ранее, простейшие способны адаптироваться, а некоторые способны и жить даже в чистой тяжелой воде [8]. Организм человека тоже может перенести без вреда небольшое количество тяжелой воды, употребленной один раз. Несколько стаканов выпитой человеком тяжелой воды будут выведены из организма через несколько дней.

Было исследовано воздействие так называемой «легкой воды» со сниженной концентрацией дейтерия до 50 %. В результате было установлено что «легкая вода» положительно воздействует на живой организм, способствуя увеличению биомассы, количества семян, ускорению развития половых органов [6].

Концентрации тяжелых изотопов (дейтерия и кислорода-18) в образцах воды из различных источников представлены в таблице в относительных единицах [3].

Таблица

Содержание дейтерия и кислорода-18 в образцах воды из различных источников

	Международный стандарт стабильных изотопов воды (МАГАТЭ)	Озеро Байкал	Городской водопровод, г. Москва	Каспийское море, р-н Актау	Средиземное море, р-н г. Ашкелон	Опресненная вода после установки г. Ашкелон	Вода из потребительского крана, г. Ашкелон
$\delta D, \text{‰}, \text{SMOW}$	0,00	-118	-90	-28	+5	+6	-27
$\delta^{18}\text{O}, \text{‰}, \text{SMOW}$	0,00	-15,7	-7,0	-4,8	+0,8	+0,8	-4,7

Тяжёлая вода и здоровье

Есть установленный факт, что изотоп дейтерия водопроводной воды негативно влияет на организм человека, повреждая гены, вызывая онкологические заболевания, и инициируя старение организма [10]. Поэтому, вода потребляемая населением с природным содержанием изотопов дейтерия вредна для здоровья, тем более если речь идет об опресненной морской воде, где изотопов дейтерия природно больше. К примеру, в 2006 г. в Израиле было окончено строительство одной из самых больших в мире опреснительных установок, и опресненная морская вода была введена в питьевой рацион населения г. Ашкелон.

Институтом экологии человека в Киеве было исследовано опресненная морская вода и сделано заключение: вода не пригодна для питьевого употребления и вредна для человека. Аналогичное исследование было проведено и институтом геологии в Москве, и сделаны следующие заключения:

- в результате опреснения воды в ее содержании не изменяется количество дейтерия, которое было до опреснения.

- содержания тяжелых изотопов Каспийского моря исследованного в районе г. Актау и в водопроводе г. Ашкелон одинаковы. Здесь необходимо учесть, что в Ашкелоне вода после опреснения разбавляется пресной водой.

- концентрация тяжёлых изотопов в ашкелонском водопроводе (после разбавления пресной водой) в 2 раза выше, чем в московском водопроводе и в 4 раза выше, чем в воде озера Байкал [5].

В г. Шевченко (сейчас Актау, Казахстан) в 1972 году были построены атомная электростанция и опреснительная установка на берегу Каспия. Через 15 лет после пуска установки и применения опресненной воды «возросло количество онкологических заболеваний, рождение мёртвых и неполноценных детей, другие тяжкие заболевания» [2]. Медики предупредили: к 2030 году каждый второй житель Актау будет онкологическим больным (в городе проживают 100 тыс. человек). В настоящее время опресненная вода там используется для коммунальных служб.

Врачами в Онкологических Центрах России, Украины и Венгрии в начале 90-х годов был сделан вывод, что уменьшение количества дейтерия на 10-35% в водопроводной воде, то есть на 0,015-0,045 г. в одном литре достаточно для лечения больных [10]. В 1993 г. были впервые опубликованы исследования венгерского микробиолога Г. Шомлаи, что вода с малым содержанием изотопов дейтерия (легкая вода) позволяет уменьшить концентрацию дейтерия в клетках организма и, тем самым, оздоровить организм, замедлить скорость размножения раковых клеток и даже остановить развитие рака [11]. Также опубликовали свои исследования по лечению онкологических больных обедненной дейтерием водой Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена и НИИ Канцерогенеза Российского Онкологического Научного центра им. Н.Н. Блохина. Они подтвердили, что уменьшение дейтерия в организме тормозит процессы размножения опухолевых клеток и рост опухолей, приводит к нормализации биохимических реакций, улучшению функционирования иммунной системы, подавляет метастазирование. Полное изъятие дейтерия из употребленной в пищу воды привело бы к ускорению обменных процессов в организме человека, а, следовательно, к увеличению его физической и интеллектуальной активности. Но существуют опасения, что полное изъятие из воды дейтерия приведет к сокращению общей длительности человеческой жизни [10].

Организм человека почти на 70% состоит из воды. И в этой воде 0,015% дейтерия. По количественному содержанию (в атомных процентах) он занимает 12-е место среди химических элементов, из которых состоит организм человека. В этом отношении его следует отнести к разряду микроэлементов. Содержание таких микроэлементов как медь, железо, цинк, молибден, марганец в нашем теле в десятки и сотни раз меньше, чем дейтерия. Что же случится, если удалить весь дейтерий? На этот вопрос науке еще предстоит ответить. Пока же

несомненным является тот факт, что, меняя количественное содержание дейтерия в растительном или животном организме, мы можем ускорять или замедлять ход жизненных процессов.

Литература

1. Бердышев Г.Д. Аквабиотика – наука о роли воды в жизненных процессах. – Киев, 2003. – 128 с.
2. Водоснабжение Израиля // Интернет издание isra.com, 2007 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.isra.com/news/86251> (дата обращения: 11.02.2014)
3. Ветштейн В. Еще раз о качестве питьевой воды. // Интернет издание ecoimper.net [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ecoimper.net/articles/Shevchenko.htm> (дата обращения: 11.02.2014)
4. Киршенбаум И. Тяжелая вода. Физические свойства и методы анализа. – М., 1953. – 488 с.
5. Лихцер А. Опресненная морская питьевая вода – благо или страшная беда? Наука против Невежества // Интернет издание pensiaolim.org [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pensiaolim.org/techno/Magazine/Lichzer.htm> (дата обращения: 11.02.2014)
6. Лобышев В.Н., Калининченко Л. П. Изотопные эффекты D₂O в биологических системах. – М.: Наука, 1978. – 215 с.
7. Мосин О.В. Всё о дейтерии и тяжелой воде. // Интернет издание voda.kmw.kz [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://voda.kmw.kz/PDF/1_tyajelaya_voda.pdf (дата обращения: 11.02.2014)
8. Мосин, О. В., Игнатов, И. Изотопные эффекты дейтерия в клетках бактерий и микроводорослей при росте на тяжелой воде (D₂O) // Вода: химия и экология. – М., 2012. – № 3. – С. 83-94.
9. Мэрфи Дж.М., Юри К.И., Киршенбаум И. Производство тяжелой воды. – М., 1961. – 518 с.
10. Сергеева Н.С. и др. Исследование влияния воды с пониженным содержанием дейтерия на рост опухолевых клеток человека в экспериментах in vitro // Материалы конференции «Новые биотехнологические и телемедицинские технологии XXI века». – Петрозаводск, 2003. – С. 68–72.
11. Somlyai G., Jancso G. et al. Naturally occurring deuterium is essential for the normal growth rate of cells // FEBS Letters, – 1993. – Vol. 317. – Iss. 1-2. – P. 1–4.

ХАРАКТЕР РАДИОАКТИВНОСТИ ПОЧВ КИТАЙСКОЙ ПРОВИНЦИИ ГУАНДУН И ПОЧВ ФРАНЦУЗСКОГО РЕГИОНА ОВЕРНЬ

А.Н. Злобина

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Характер радиоактивности в почвах изменяется от чисто-урановой ($U \gg Th$, что характерно для почв острова Ньюе) до смешанной уран-ториевой ($Th/U > 2,5$) и ториевой ($Th/U > 5$, как это имеет место в почвах провинции Гуандунг). Причиной формирования высоких концентраций естественных радиоактивных элементов в почвах, прежде всего, могут быть высокие концентрации этих компонентов в первичных почвообразующих породах, а также различные геологические процессы, приводящие к накоплению радиоактивных элементов, например, инсоляционные процессы накопления урана, а также техногенное загрязнение радиоактивными компонентами вокруг горно-перерабатывающих предприятий [2].

Целью данной работы является изучение природы высокой радиоактивности почвы южно-китайской провинции Гуандун и почвы французского региона Овернь (вблизи города Виши), а также их сравнительная геохимическая характеристика.

Предварительный гамма-спектрометрический анализ китайской почвы показал, что она характеризуется ториевой природой радиоактивности ($Th - 190$ Бк/кг; U (по Ra) – 120 Бк/кг; $K^{40} - 150$ Бк/кг).

Результаты ИНАА пробы китайской почвы показывает, что максимальное накопление радиоактивных элементов отмечается во фракции $-0,04$ и глинистой фракциях. При этом, максимум накопления U отмечается в тонкой песчаной фракции (22,7 г/т), а Th в глинистой фракции (110,4 г/т). Ториево-урановые отношения в них соответственно изменяются от 4,3 до 9. В тонкой песковой ($<0,04$) и глинистой ($<0,01$) фракциях происходит максимальное накопление редких земель, Та и ряда других элементов.

В связи с этим, дальнейшему более детальному анализу была подвергнута глинисто-илистая составляющая почвы. Глинистая фракция также была подвержена электронно-микроскопическому анализу, по данным которого во фракции были выявлены фосфаты тяжелых и легких редких земель, минералы монацита, а также торит и редкоземельная цериевая фаза с торием. Самым распространенными минералами являются оксиды железа и титана, соединения меди с цинком, циркон и барит. Также присутствуют микроминералы серебра с серой, возможно, сульфиды серебра, микроминеральные образования висмута и серы, диоксид циркония (бадделейд), медно-никелевые соединения.

Методом инструментального нейтронно-активационного анализа была исследована почва французского региона Овернь, который показал, что именно в тонкой песковой ($<0,04$) и ($<0,01$) фракциях происходит максимальное накопление редких земель и радиоактивных элементов, как и в случае с китайской почвой. Дальнейшим этапом было сравнение содержаний элементов в тонкодисперсных фракциях французской и китайской почв (рис. 1).