**Федеральное агентство по образованию**

**Уральский государственный лесотехнический университет**

**РЕФЕРАТ**

**РАДОН**

**Исполнитель: ИЭФ, гр.15**

**К.Н. Окопная**

**Руководитель: Т.Б. Голубева**

**Екатеринбург 2009**

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие сведения о радоне

[История открытия](#_Toc226958943)

Физические свойства радона

Х[имические свойства радона](#_Toc226958945)

Получение

Н[ахождение в природе](#_Toc226958947)

Применение радона

Р[адон в уральском регионе](#_Toc226958949)

Пути решения радоновой проблемы

З[аключение](#_Toc226958951)

Литература

**ВВЕДЕНИЕ**

**Везде и повсюду нас окружает атмосферный воздух. Из чего он состоит? Ответ не составляет труда: из 78,08 процента азота, 20,9 процента кислорода, 0,03 процента углекислого газа, 0,00005 процента водорода, около0,94 процента приходится на долю так называемых инертных газов. Последние были открыты всего лишь в конце прошлого столетия. Радон образуется при радиоактивном распаде радия и в ничтожных количествах встречается в содержащих уран материалах, а также в некоторых природных водах.**

Актуальность исследований. По данным Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ), Научного комитета по действию атомной радиации (НКДАР) ООН наибольшая часть дозы облучения (около 80 % от общей), получаемой населением в обычных условиях, связана именно с природными источниками радиации. Более половины этой дозы обусловлено присутствием газа радона и его дочерних продуктов распада (ДПР) в воздухе зданий, в которых человек проводит более 70 % времени.

**Радон - благородный инертный газ, приобретает в жизни человека все большее значение. К сожалению, преимущественно оно негативно – радон радиоактивен и потому опасен. А поскольку он непрерывно выделяется из почвы, то и распространен по всей земной коре, в подземной и поверхностной воде, в атмосфере, присутствует в каждом доме.**

**В цивилизованном обществе уже пришло сознание, что радоновая опасность является крупной и непростой комплексной проблемой, так как радиоэкологические процессы, вызываемые радоном, происходят на трех структурных уровнях материи: ядерном, атомно-молекулярном и макроскопическом. Поэтому решение ее подразделяется на задачи диагностики и технологии последующей нейтрализации воздействия радона на человека и биологические объекты.**

**В настоящее время после длительного отказа ведущих мировых держав от испытаний ядерного оружия риск получить значительную дозу облучения в сознании большинства людей связывается с действием атомных электростанций. Особенно после Чернобыльской катастрофы. Однако следует знать, что опасность облучения есть, даже если вы находитесь в собственном доме. Угрозу здесь представляет природный газ - радон и тяжелометаллические продукты его распада. Действие их человечество испытывает на себе на протяжении всего времени существования.**

Цель работы: Исследование природы радона, его соединений, влияние на человека, а так же исследование источников поступления радона в здание и оценка эффективности применения в качестве радонозащитных покрытий различных материалов.

**ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАДОНЕ**

**Уже с ХVI века людям было известно о гибельных последствиях пребывания в некоторых местностях и зонах, но о самом газе никто еще и не догадывался. В поселках рудокопов в горах южной Германии женщины по нескольку раз шли под венец: мужей уносила загадочная быстротекущая болезнь – «горняцкая чахотка». Практиковавшие в тех местах врачи упоминали о существовании забоев, в которых при отсутствии должной вентиляции люди испытывали одышку и усиленное сердцебиение, часто теряли сознание и иногда погибали. При этом ни на вкус, ни на запах в воздухе не обнаруживалось каких-либо примесей. Поэтому и неудивительно, что тогда считали - людей губят потревоженные горные духи. И только великий Парацельс, работавший врачом в такой же местности, писал о необходимости очищения воздуха в рудниках: «Мы обязаны предотвращать соприкосновение организма с эманациями металлов, ибо, если организм поврежден ими единожды, излечения уже не может быть».**

**Окончательно с «горняцкой чахоткой» разобрались только в 1937 г., установив, что эта болезнь есть ни что иное, как одна из форм рака легких, вызываемая высокой концентрацией радона.**

**Радоновая проблема изучается с самых ранних этапов развития ядерной физики, но особенно серьезно и масштабно она стала выявляться после моратория на ядерные взрывы и благодаря рассекречиванию полигонов. При сравнении эффектов облучения оказалось, что в каждой квартире, в каждой комнате есть свои локальные ядерные радоновые «полигончики».**

**Изотопы радона сорбируются (поглощаются) твердыми веществами. Наиболее продуктивным в этом отношении является уголь, поэтому угольные шахты должны находиться под усиленным вниманием правительства. Это же относится ко всем отраслям промышленности, потребляющим данный вид топлива.**

**Сорбированные атомы радона очень мобильны и продвигаются от поверхности твердого вещества в глубинные слои. Это относится к органическим и неорганическим коллоидам, биологическим тканям, что существенно обостряет радоновую опасность. Сорбирующие свойства веществ существенно зависят от температуры ранее адсорбированных компонентов, влагонасыщенности и многих других параметров. Эти свойства желательно привлекать к разработке различных антирадоновых средств.**

**В Казахском национальном университете им. Аль-Фараби измерены высотные профили распределения радона по этажам зданий, в помещениях и на открытом воздухе. Известные закономерности подтвердились, но найдены и иные, которые экспериментально применяются для разработки антирадоновых технических средств. Установлено, что несколько раз в месяц содержание радона в приземной атмосфере может увеличиться во много раз. Эти «радоновые бури» сопровождаются резким увеличением радиоактивности в воздухе, не только способствуя развитию рака легких, но вызывая и функциональные нарушения у практически здоровых людей - примерно у 30% появляются одышка, учащенное сердцебиение, приступы мигрени, бессонница и т.д. Особую же опасность возмущения представляют для больных и пожилых людей, а также малышей.**

**Оказалось, что возникновение радоново-аэроионных бурь связано с физическими процессами, происходящими на Солнце, с появлением темных пятен на поверхности светила. Интересное предположение о возможном механизме, связывающем солнечную активность со значительным увеличением содержания радона, было сделано московским ученым А.Э. Шемьи-Заде. Проанализировав данные по радоновой активности атмосферы, полученные в Средней Азии, Прибалтике, Швеции и т.д., он выявил корреляцию уровня радоновой активности земной атмосферы с солнечными и геомагнитными процессами в различные годы и в разных регионах.**

**Концентрация радона в микропорах горных пород (обычных гранитах и базальтах) в миллионы раз выше, чем в приземной атмосфере и достигает 0,5-5,0 Бк/м3. Активность радона принято измерять в числе его распадов в 1 м3 - 1 Беккерель (Бк) соответствует одному распаду в секунду. Этот радон, как показали расчеты ученого, вследствие магнитострикционного сжатия-растяжения в высокочастотном поле геомагнитных возмущений «выжимается» из выходящих на поверхность микропор. Амплитуда магнитострикции, происходящей в постоянном по величине магнитном поле Земли, под действием малых геомагнитных возмущений пропорциональна содержанию магнетита в породе (обычно до 4 %), а частота определяется геомагнитными вариациями. Амплитуда магнитострикционного сжатия горных пород в поле геомагнитных возмущений очень мала, однако эффект вытеснения радона обусловлен во-первых высокой частотой возмущений, а во-вторых – высокой концентрацией газа. Оказывается, если в столбе атмосферного воздуха сечением в один километр «размешать» слой, выделенный из горных пород толщиной всего в один миллиметр, то концентрация радона в этом столбе возрастет в 10 раз.**

**ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ**

**После открытия радия, когда ученые с большим увлечением познавали тайны радиоактивности, было установлено, что твердые вещества, находившиеся в близком соседстве с солями радия, становились радиоактивными. Однако спустя несколько дней радиоактивность этих веществ исчезла бесследно.**

**Радон открывали неоднократно, и в отличие от других подобных историй каждое новое открытие не опровергало, а лишь дополняло предыдущие. Дело в том, что никто из ученых не имел дела с элементом радоном — элементом в обычном для нас понимании этого слова. Одно из нынешних определений элемента — «совокупность атомов с общим числом протонов в ядре», т. е. разница, может быть лишь в числе нейтронов. По существу элемент — совокупность изотопов. Но в первые годы нашего века еще не были открыты протон и нейтрон, не существовало самого понятия об изотонии.**

**Изучая ионизацию воздуха радиоактивными веществами, супруги Кюри заметили, что различные тела, находящиеся вблизи радиоактивного источника, приобретают радиоактивные свойства, которые сохраняются не которое время после удаления радиоактивного препарата. Мария Кюри-Склодовская назвала это явление индуцированной активностью. Другие исследователи и, прежде всего Резерфорд, пытались в 1899/1900 гг. объяснить это явление тем, что радиоактивное тело образует некоторое радиоактивное истечение, или эманацию (от лат. emanare - истекать и emanatio - истечение), пропитывающие окружающие тела. Однако, как оказалось, это явление свойственно не только препаратам радия, но и препаратам тория и актиния, хотя период индуцированной активности в последних случаях меньше, чем в случае радия. Обнаружилось также, что эманация способна вызывать фосфоресценцию некоторых веществ, например осадка сернистого цинка. Менделеев описал этот опыт, продемонстрированный ему супругами Кюри, весной 1902 г.**

**Вскоре Резерфорду и Содди удалось доказать, что эманация - это газообразное вещество, которое подчиняется закону Бойля и при охлаждении переходит в жидкое состояние, а исследование ее химических свойств показало, что эманация представляет собой инертный газ с атомным весом 222 (установленным позднее). Название эманация (Emanation) предложено Резерфордом, обнаружившим, что ее образование из радия сопровождается выделением гелия. Позднее это название было изменено на "эманация радия (Radium Emanation - Rа Em)" с тем, чтобы отличать ее от эманаций тория и актиния, которые в дальнейшем оказались изотопами эманации радия. В 1911 г. Рамзай, определивший атомный вес эманации радия, дал ей новое название "нитон (Niton)" от лат. nitens (блестящий, светящийся); этим названием он, очевидно, желал подчеркнуть свойство газа вызывать фосфоресценцию некоторых веществ. Позже, однако, было принято более точное название радон (Radon) - производное от слова "радий". Эманации тория и актиния (изотопы радона) стали именовать тороном (Thoron) и актиноном (Actinon).**

**Прежде всего, что за годы, прошедшие со дня открытия радона, его основные константы почти не уточнялись и не пересматривались. Это свидетельство высокого экспериментального мастерства тех, кто определил их впервые. Лишь температуру кипения (или перехода в жидкое состояние из газообразного) уточнили. В современных справочниках она указана совершенно определенно — минус 62° С.**

**Еще надо добавить, что ушло в прошлое представление об абсолютной химической инертности радона, как, впрочем, и других тяжелых благородных газов. Еще до войны член-корреспондент Академии наук СССР Б.А. Никитин в ленинградском Радиевом институте получил и исследовал первые комплексные соединения радона — с водой, фенолом и некоторыми другими веществами. Уже из формул этих соединений: Rn • 6H2O, Rn • 2CH3С6H5, Rn • 2С6Н5ОН — видно, что это так называемые соединения включения, что радон в них связан с молекулами воды или органического вещества лишь силами Ван-дер-Вальса. Позже, в 60-х годах, были получены и истинные соединения радона. По сложившимся к этому времени теоретическим представлениям о галогенидах благородных газов, достаточной химической стойкостью должны обладать соединения радона: RnF2, RnF4, RnCl4, RnF6.**

**Фториды радона были получены сразу же после первых фторидов ксенона, однако точно идентифицировать их не удалось. Скорее всего, полученное малолетучее вещество представляет собой смесь фторидов радона.**

**Радон, открытый Дорном, это самый долгоживущий изотоп элемента № 86. Образуется при α-распаде радия-226. Массовое число этого изотопа — 222, период полураспада — 3,82 суток. Существует в природе как одно из промежуточных звеньев в цепи распада урана-238.**

**Эманация тория (торон), открытая Резерфордом и Оуэнсом, член другого естественного радиоактивного семейства — семейства тория. Это изотоп с массовым числом 220 и периодом полураспада 54,5 секунды.**

**Актинон, открытый Дебьерном, тоже член радиоактивного семейства тория. Это третий природный изотоп радона и из природных — самый короткоживущий. Его период полураспада меньше четырех секунд (точнее 3,92 секунды), массовое число — 219.**

**Всего сейчас известно 19 изотопов радона с массовыми числами 204 и от 206 до 224. Искусственным путем получено 16 изотопов. Нейтронодефицитные изотопы с массовыми числами до 212 получают в реакциях глубокого расщепления ядер урана и тория высокоэнергичными протонами. Эти изотопы нужны для получения и исследования искусственного элемента астата. Эффективный метод разделения нейтронодефицитных изотопов радона разработали недавно в Объединенном институте ядерных исследований.**

**ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАДОНА**

**Благородные газы – бесцветные одноатомные газы без цвета и запаха.
Инертные газы обладают более высокой электропроводностью по сравнению с другими газами и при прохождении через них тока ярко светятся: гелий ярко-жёлтым светом, потому что в его сравнительно простом спектре двойная жёлтая линия преобладает над всеми другими; неон огненно красным светом, так как самые яркие его линии лежат в красной части спектра.
Насыщенный характер атомных молекул инертных газов сказывается и в том, что инертные газы имеют более низкие точки сжижения и замерзания, чем другие газы с тем же молекулярным весом.**

**Радон светится в темноте, без нагревания испускает тепло, со временем образует новые элементы: один из них - газообразный, другой - твердое вещество. Он в 110 раз тяжелее водорода, в 55 раз тяжелее гелия, в 7 с лишним раз тяжелее воздуха. Один литр этого газа весит почти 10 г (точнее 9,9 г).**

**Радон - бесцветный газ, химически совершенно инертный. Радон лучше других инертных газов растворяется в воде (в 100 объемах воды растворяется до 50 объемов радона). При охлаждении до минус 62°С радон сгущается в жидкость, которая в 7 раз тяжелее воды (удельный вес жидкого радона почти равен удельному весу цинка). При минус 71°С радон "замерзает". Количество радона, выделяемое солями радия, очень мало, и чтобы получить 1 л радона, нужно иметь более 500 кг радия, в то время как на всем земном шаре в 1950 г. его было получено не более 700 г.**

**Радон - радиоактивный элемент. Испуская α-лучи, он превращается в гелий и твердый, тоже радиоактивный элемента который является одним из промежуточных продуктов в цепи радиоактивных превращений радия.**

**Естественно было ожидать, что столь химически инертные вещества, как инертные газы, не должны влиять и на живые организмы. Но это не так. Вдыхание высших инертных газов (конечно в смеси с кислородом) приводит человека в состояние, сходное с опьянением алкоголем. Наркотическое действие инертных газов обуславливается растворением в нервных тканях. Чем выше атомный вес инертного газа, тем больше его растворимость и тем сильнее его наркотическое действие.**

**ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАДОНА**

**Ко времени открытия радона, типичного представителя благородных газов, существовало мнение, что элементы этой группы химически инертны и не способны образовывать истинные химические соединения. Известны были лишь клатраты, образование которых происходит за счет сил Ван-дер-Ваальса. К их числу относятся гидраты ксенона, криптона и аргона, которые получаются сжатием соответствующего газа над водой до давления, превышающего упругость диссоциации гидрата при данной температуре. Для получения аналогичных клатратов радона и обнаружения его по изменению упругости пара потребовалось бы практически недоступное количество этого элемента. Новый метод получения клатратных соединений благородных газов был предложен Б.А. Никитиным и состоял в изоморфном соосаждении молекулярного соединения радона с кристаллами специфического носителя. Изучая поведение радона при процессах соосаждения его с гидратами сернистого газа и сероводорода, Никитин показал, что существует гидрат радона, который изоморфно соосаждается с SO2Ч6H2O и H2SЧ6H2O. Масса радона в этих опытах составляла 10-11 г. Аналогично получены клатратные соединения радона с рядом органических соединений, например с толуолом и фенолом.**

**Исследования химии радона возможны лишь с субмикроколичествами этого элемента при использовании в качестве специфических носителей соединений ксенона. Следует, однако, учитывать, что между ксеноном и радоном находится 32 элемента (наряду с 5d-, 6s- и 6р-происходит заполнение 4f-орбит), что определяет большую металличность радона по сравнению с ксеноном.**

**Первое истинное соединение радона —дифторид радона — было получено в 1962 г. вскоре после синтеза первых фторидов ксенона. RnF2 образуется как при непосредственном взаимодействии газообразных радона и фтора при 400°С, так и при окислении его дифторидом криптона, ди- и тетрафторидами ксенона и некоторыми другими окислителями. Дифторид радона устойчив до 200° С и восстанавливается до элементарного радона водородом при 500°С и давлении H2, равном 20 МПа. Идентификация дифторида радона осуществлена путем изучения его сокристаллизации с фторидами и другими производными ксенона.**

**Ни с одним окислителей не получено соединение радона, где его степень окисления была бы выше +2. Причиной этого является большая устойчивость промежуточного продукта фторирования (RnF+X-) по сравнению с аналогичной формой ксенона. Это обусловлено большей ионностью связи в случае радонсодержащей частицы. Как показали дальнейшие исследования, преодолеть кинетический барьер реакций образования высших фторидов радона можно либо введением в реакционную систему дифторида никеля, обладающего наивысшей каталитической активностью в процессах фторирования ксенона, либо осуществлением реакции фторирования в присутствии бромида натрия. В последнем случае большая, чем у дифторида радона, фтордонорная способность фторида натрия позволяет конвертировать RnF+ в RnF2 в результате реакции: RnF+SbF6 + NaF = RnF2 + Na+SbF6. RnF2 фторируется с образованием высших фторидов, при гидролизе которых образуются высшие оксиды радона. Подтверждением образования соединений радона в высших валентных состояниях является эффективная сокристаллизация ксенатов и радонатов бария.**

**Долгое время не находили условий, при которых благородные газы могли бы вступать в химическое взаимодействие. Они не образовывали истинных химических соединений. Иными словами их валентность равнялась нулю. На этом основании было решено новую группу химических элементов считать нулевой. Малая химическая активность благородных газов объясняется жёсткой восьмиэлектронной конфигурацией внешнего электронного слоя. Поляризуемость атомов растёт с увеличением числа электронных слоёв. Следовательно, она должна увеличиваться при переходе от гелия к радону. В этом же направлении должна увеличиваться и реакционная способность благородных газов.
Так, уже в 1924 году высказывалась идея, что некоторые соединения тяжелых инертных газов (в частности, фториды и хлориды ксенона) термодинамически вполне стабильны и могут существовать при обычных условиях. Через девять лет эту идею поддержали и развили известные теоретики — Полинг и Оддо. Изучение электронной структуры оболочек криптона и ксенона с позиций квантовой механики привело к заключению, что эти газы в состоянии образовывать устойчивые соединения с фтором. Нашлись и экспериментаторы, решившие проверить гипотезу, но шло время, ставились опыты, а фторид ксенона не получался. В результате почти все работы в этой области были прекращены, и мнение об абсолютной инертности благородных газов утвердилось окончательно.**

**Исторически первым и наиболее распространенным является радиометрический метод определения радона по радиоактивности продуктов его распада и сравнению ее с активностью эталона.**

**Изотоп 222Rn может быть определен и непосредственно по интенсивности собственного α-излучения. Удобным методом определения радона в воде является экстракция его толуолом с последующим измерением активности толуольного раствора с помощью жидкостного сцинтилляционного счетчика.**

**При концентрациях радона в воздухе значительно ниже предельно допустимых определение его целесообразно проводить после предварительного концентрирования путем химического связывания подходящими окислителями, например BrF2SbF6, O2SbF6 и др.**

**ПОЛУЧЕНИЕ**

Для получения радона через водный раствор любой соли радия продувают воздух, который уносит с собой образующийся при радиоактивном распаде радия радон. Далее воздух тщательно фильтруют для отделения микрокапель раствора, содержащего соль радия, которые могут быть захвачены током воздуха. Для получения собственно радона из смеси газов удаляют химически активные вещества ([кислород](http://ru.science.wikia.com/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4), водород, водяные пары и т. Д.), остаток конденсируют жидким азотом, затем из конденсата отгоняют азот и другие инертные газы ([аргон](http://ru.science.wikia.com/wiki/%D0%90%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%BD), неон и т.д).

**Как указывалось ранее, источником получения естественного изотопа 222Rn является 226Ra. В равновесии с 1 г радия находится 0,6 мкл радона. Попытки выделения радона из неорганических солей радия показали, что даже при температуре, близкой к температуре плавления, радон из них полностью не извлекается. Высокой эманирующей способностью обладают соли органических кислот (пальмитиновой, стеариновой, капроновой), а также гидроксиды тяжелых металлов. Для приготовления высокоэманирующего источника соединение радия, как правило, соосаждается с бариевыми солями указанных органических кислот или гидроксидами железа и тория. Эффективным является также выделение радона из водных растворов солей радия. Обычно растворы радия оставляют на некоторое время в ампуле для накопления радона; через определенные промежутки времени радон откачивают. Выделение радона после очистки, как правило, осуществляется физическими методами, например, адсорбцией активированным углем с последующей десорбцией при 350°С.**

**Помимо физических методов улавливания радона (адсорбционные, криогенные и др.), эффективное выделение радона из газовой смеси может быть достигнуто путем превращения его под действием окислителей в нелетучую химическую форму. Так, радон практически количественно может быть поглощен солями состава ClF2SbF6, BrF2SbF6, O2SbF6 и некоторыми жидкими фторогалидами в результате образования нелетучих солей состава RnF+X-, где X- — сложный анион.**

**Выделение искусственно получаемых изотопов радона, в основном 211Rn (Т = 14 ч), связано с отделением его от материала мишени — тория и сложной смеси продуктов реакций глубокого отщепления.**

**НАХОЖДЕНИЕ В ПРИРОДЕ**

**Радон в ничтожных количествах находится в растворенном состоянии в водах минеральных источников, озер и лечебных грязях. Он находится в воздухе, наполняющем пещеры, гроты, глубокие узкие долины. В атмосферном воздухе количество радона измеряется величинами порядка 5·10-18 % - 5·10-21 % по объему.**

Входит в состав радиоактивных рядов 238U, 235U и 232Th. Ядра радона постоянно возникают в природе при радиоактивном распаде материнских ядер. Равновесное содержание в земной коре 7·10−16% по массе. Ввиду химической инертности радон относительно легко покидает кристаллическую решётку «родительского» минерала и попадает в подземные воды, природные газы и воздух. Поскольку наиболее долгоживущим из четырёх природных изотопов радона является 222Rn, именно его содержание в этих средах максимально.

Концентрация радона в воздухе зависит в первую очередь от геологической обстановки (так, граниты, в которых много урана, являются активными источниками радона, в то же время над поверхностью морей радона мало), а также от погоды (во время дождя микротрещины, по которым радон поступает из почвы, заполняются водой; снежный покров также препятствует доступу радона в воздух).

**ПРИМЕНЕНИЕ РАДОНА**

**Справедливости ради нельзя не отметить и некоторые** [**лечебные свойства радона**](http://creofam.ru/)**, связанные с применением так называемых радоновых ванн. Они оказываются полезными при лечении ряда хронических заболеваний: язвенной болезни двенадцатиперстной кишки и желудка, ревматизма, остеохондроза, бронхиальной астмы, экзем и др.** [**Радонотерапия может заменить плохо переносимые лекарства**](http://creofam.ru/)**. В отличие от сероводородных, углекислых, грязевых ванн, радоновые переносятся гораздо легче. Но подобные процедуры должны проводиться под строгим контролем специалистов, так как лечебные дозы газа в радоновых ваннах значительно ниже предельно допустимых норм. В этом случае польза и вред радона конкурируют друг с другом. Так, специалисты подсчитали, что отрицательный эффект при приеме сеанса из 15 радоновых ванн по 15 минут каждая равносилен выкуриванию 6 сигарет (считается, что одна сигарета может сократить срок жизни на 15 минут). Поэтому возможный вред от радоновых ванн считается несущественным при лечении заболеваний.**

**При определении дозы радиации вредной для здоровья человека существуют две концепции. Первая исходит из представления о том, что есть некая пороговая доза, ниже которой радиация не только безвредна, но даже полезна для организма. Эта теория возникла, очевидно, по аналогии с представлением о малых дозах ядов, помогающих лечить ряд болезней, или малых доз алкоголя, улучшающих самочувствие человека. Однако если малые дозы ядов или алкоголя попросту активизируют отдельные клетки организма, то даже незначительные дозы излучения попросту уничтожают их. Поэтому авторы придерживаются другой, беспороговой концепции. Согласно ей вероятность заболевания раком прямо пропорциональна полученной в течение жизни дозы радиации. А значит не существует никакой минимальной дозы, ниже которой радиация была бы безвредной.**

**Радон используется в сельском хозяйстве для активации кормов домашних животных , в металлургии в качестве индикатора при определении скорости газовых потоков в доменных печах, газопроводах. В геологии измерение содержания радона в воздухе и воде применяется для поиска месторождений урана и тория, в гидрологии — для исследования взаимодействия грунтовых и речных вод.**

**Радон находит широкое применение для исследования твердофазных превращений. Основой этих исследований является эманационный метод, позволяющий изучать зависимость скорости выделения радона от физических и химических превращений, происходящих при нагревании твердых веществ, содержащих радий.**

**Радон применяется также при изучении диффузии и явлений переноса в твердых телах, при исследовании скорости движения и обнаружения утечек газов в трубопроводах.**

Во всем мире прилагаются громадные усилия для решения проблемы прогноза землетрясений, но тем не менее мы часто оказываемся бессильны перед неожиданным натиском стихии земных недр. Поэтому не прекращаются поиски новых предвестников сейсмических событий. Исследования последних лет [5-7] привели к идее прогноза сейсмических событий на основе изучения процесса выделений (эксгаляции) газа радона из массива горных пород. Анализ этих данных возвращает нас к старой теории упругой отдачи Джильберта-Рейда (1911 год), согласно которой накопление энергии в массиве горных пород перед землетрясением и сброс этой энергии в процессе землетрясения происходят в областях, где эти породы испытывают упругую деформацию.

Изменения содержания радона перед землетрясением впервые были замечены в Советском Союзе, где десятилетнее возрастание количества радона, растворенного в воде глубоких скважин, сменилось резким его падением перед Ташкентским землетрясением 1966 года (магнитуда 5.3)

Способ прогноза землетрясений, заключающийся в проведении режимных наблюдений изменения концентрации радона в массиве горных пород, отличается тем, что производят бурение специальных наблюдательных скважин, глубина которых менее глубины уровня грунтовых вод и в каждой из этих скважин непрерывно регистрируют динамику выделения радона из массива горных пород и суммарное количество сейсмической энергии, поступившей в каждую наблюдательную скважину. И по серии наблюдений во времени выделяют зоны с последовательным уменьшением или увеличением выделения радона с учетом поступившей сейсмической энергии, указанные зоны наносят на карту исследуемого района и по площади зоны динамического уменьшения выделения радона судят о положении эпицентра и магнитуде ожидаемого землетрясения, а по динамике уменьшения и/или увеличения выделения радона в наблюдательных скважинах судят о времени ожидаемого сейсмического события.

РАДОН В УРАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

Практически самая высокая в России загрязненность воздуха связана не только с тем, что на Урале со времен заводчиков Демидовых сосредоточены крупнейшие промышленные предприятия страны. Почва и старые Уральские горы изобилуют разломами, которые излучают радон, проникающий в наши дома. По количеству точек, где это происходит, Свердловская область находится на втором месте в стране.

Но когда же так громко заговорили о проблеме радона у нас на Урале? В конце 80-х, когда появился первый меодический документ по контролю радона в жилищах. Затем вышло постановление екатеринбургской мерии о том, что во всем сдаваемом жилье должны проводиться измерения радона. А в 94 году начала реализовываться Федеральная целевая программа «Радон». В ней была и региональная часть, которая, в частности, касалась Свердловсой области.

Ранее финансирование ее, в частности из экологического Фонда, шло активнее, да и качественных измерений было больше. Институт промышленной экологии УрО РАН участвовал в этой программе и проводил в год несколько сот измерений. В итоге сейчас имеются материалы о проведении измерений более чем в трех тысячах жилищ Свердловской области.

На фоне карты Уральского региона достаточное количество населенных пунктов находится в местах с относительно высоким уровнем радоновой опасности. Грубо говоря территории Свердловской области разделили на 2 части. В первой уровень радоновой опасности относительно выше чем во второй, а в другой относительно ниже чем в первой. Доверять можно лишь реальным измерениям.

По данным полученным институтом промышленной экологии УрО РАН, высоким уровнем облучения радоном подвергается 50 тысяч человек.

В 1,1 процент жилищ Свердловской области объемная активность радона превышает гигиенический норматив для существующих зданий. Один процент соответствует, примерно 20 тысячам жилищ в Свердловской области.

радон физический химический экология

ПУТИ РЕШЕНИЯ РАДОНОВОЙ ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время остаётся актуальной проблема облучения людей радиоактивным газом радоном. Ещё в XVI веке отмечена большая смертность горняков Чехии, Германии. В 50 – е годы ХХ века появились объяснения этому факту. Было доказано, что радиоактивный газ радон, присутствующий в шахтах урановых рудников, оказывает губительное действие на организм человека. Интересно проследить, как изменилось отношение к проблеме влияния радона в наши дни.

Анализ научно – популярных изданий показывает долю внутреннего облучения от различных источников радиации.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Источники радиации. | Среднегодовая эффективная доза облучения, мЗв |
| ЕстественныеИскусственные источники, используемые в медицинеРадиоактивные осадкиАтомная энергия | 20,40,020,001 |
| **Всего** | 2,4 |

Из таблицы следует, что 66% внутреннего облучения определяется земными радионуклидами. Согласно оценкам учёных радон и его дочерние продукты распада обеспечивают примерно ¾ годовой эффективной дозы облучения, которую получает население от земных источников радиации.

По оценкам учёных радон – 222 с точки зрения вклада в суммарную дозу облучения в 20 раз мощнее других изотопов. Этот изотоп изучается больше других и называется просто радоном. Основными источниками радона являются почва и строительные материалы.

Все строительные материалы, почва, земная кора содержат радионуклиды радия – 226 и тория – 232. В результате распада этих изотопов возникает радиоактивный газ – радон. Кроме этого при α – распадах образуются ядра, находящиеся в возбуждённом состоянии, которые переходя в основное состояние испускают γ – кванты. Эти γ – кванты формируют радиоактивный фон помещений, в которых мы находимся. Интересен тот факт, что радон, являясь инертным газом, не образует аэрозолей, т.е. не присоединяется к пылинкам, тяжёлым ионам и т.д. Из – за химической инертности и большого периода полураспада радон – 222 может мигрировать по трещинам, порам почвы и породы на большие расстояния, причём длительно (около 10 дней).

Долго вопрос о биологическом влиянии радона оставался открытым. Оказалось, что при распаде все три изотопа радона образуют дочерние продукты распада (ДПР). Они являются химически активными. Большая часть ДПР, присоединяя электроны, становятся ионами, легко присоединяются к аэрозолям воздуха, становясь его составной частью. Принцип регистрации радона в воздухе основан на регистрации ионов ДПР. Попадая в дыхательные пути ДПР радона, вызывают радиационные повреждения лёгких и бронхов.

Какими путями радон появляется в воздухе. Проанализировав данные можно выделить следующие источники атмосферного радона:

Таблица 2

|  |  |
| --- | --- |
| Источники радона | Мощность выделения 1012Бк/год |
| Выход из почвыГрунтовые водыОкеанФосфатные отходыУгольные отходыСжигание угляПриродный газ | 740 105185 105111 104740 10274033,3370 |

Радон освобождается из почвы и воды повсюду, однако в разных точках земного шара его концентрация в наружном воздухе различна. Средний уровень концентрации радона в воздухе примерно равен 2 Бк/м3.

Оказалось, что основную часть дозы обусловленную радоном человек получает находясь в закрытом, непроветренном помещении. В зонах с умеренным климатом концентрация радона в закрытом помещении примерно в 8 раз выше, чем в наружном воздухе. Поэтому нам было интересно узнать, что является основным источником радона в доме. Анализ данных печати приведён в таблице:

Таблица 3

|  |  |
| --- | --- |
| Источники радона в доме | Доля от общего поступления, % |
| Почва и породы под зданиемВнешний воздухСтроительные материалыВодаПриродный газ | 7013754 |

Из приведённых данных следует, что объёмная активность радона в воздухе помещений формируется в основном из почвы. Концентрация радона в почве определяется содержанием в ней радионуклидов радия-226, тория-228, строением почвы и влажностью. Строение и структура земной коры определяет диффузионные процессы атомов радона, их миграционную способность. Миграция атомов радона увеличивается с увеличением влажности почвы. Эмиссия радона из почвы имеет сезонный характер.

Повышение температуры вызывает расширение пор в почве, а следовательно, увеличивает выделение радона. Кроме того, повышение температуры усиливает испарение воды, с которой в окружающее пространство выносится радиоактивный газ радон. Повышение атмосферного давления способствует проникновению воздуха вглубь почвы, концентрация радона при этом падает. Напротив, при понижении внешнего давления богатый радоном грунтовый газ устремляется к поверхности и концентрация радона в атмосфере увеличивается.

Важным фактором, уменьшающим поступление радона в помещение, является выбор территории для строительства. Кроме почвы и воздуха источником радона в доме являются строительные материалы. Испарение радона из гранул микрочастиц породы или стройматериала называется эксхаляцией. Эксхаляция радона из строительных материалов зависит от содержания в них радия, плотности, пористости материала, параметрами помещения, толщины стен, вентиляции помещений. Объёмная активность радона в воздухе помещения всегда выше, чем в атмосферном воздухе. Для характеристики строительных материалов вводится понятие длины диффузии радона в веществе.

Из стены выходят только те атомы радона, которые находятся в порах материала на глубине не большей, чем длина диффузии. На схеме представлены пути проникновения в помещение:

* Через щели в монолитных полах;
* Через монтажные соединения;
* Через трещины в стенах;
* Через промежутки вокруг труб;
* Через полости стен.

По оценкам исследований скорость поступления радона в одноэтажный дом составляет 20 Бк/м3час, при этом вклад бетона и других стройматериалов в эту дозу составляет всего 2 Бк/м3час. Содержание радиоактивного газа радона в воздухе помещений определяется содержанием в стройматериалах радия и тория. Применение в производстве стройматериалов с использованием безотходных технологий сказывается на объёмной активности радона в помещении. Использование кальций – силикатных шлаков, полученных при переработке фосфатных руд, пустых пород из отвалов обогатительных фабрик уменьшает загрязнение окружающей среды, удешевляет производство стройматериалов, человека радоном. Особенно высокой удельной активностью обладают блоки из фосфогинса, квасцовых глинистых сланцев. С 1980 г. производство такого газобетона прекращено из – за высокой концентрации радия и тория.

При оценках радонового риска всегда надо помнить, что вклад собственно радона в облучение относительно невелик. При радиоактивном равновесии между радоном и его дочерних продуктов распада(ДПР) этот вклад не превышает 2%. Поэтому доза облучения легких от ДПР радона определяется величиной, эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона:

СRn экв= nRnFRn= 0,1046nRaA+ 0,5161nRaB+ 0,3793nRaC,

где nRn, nRaA, nRaB, nRaC– объемные активности радона и его ДПР Бк/м3, соответственно; FRn –коэффициент равновесия, который определяется как отношение эквивалентной равновесной объемной активности радона в воздухе к реальной объемной активности радона. На практике всегда FRn< 1 (0,4–0,5).

Нормативы ЭРОА радона в воздухе жилых зданий,Бк/м:

Ещё одним источником радона в помещениях является природный газ. При сгорании газа радон накапливается в кухне, котельных, прачечных и распространяются по зданию. Поэтому очень важно в местах сгорания природного газа иметь вытяжные шкафы.

**В связи с наблюдаемым сегодня в мире строительным бумом опасность радонового заражения необходимо учитывать при выборе и строительных материалов, и мест постройки домов.**

**Оказывается, что глинозем, применявшийся десятилетиями в Швеции, кальций-силикатный шлак и фосфоргипс, широко использовавшиеся при изготовлении цемента, штукатурки, строительных блоков, также обладают высокой радиоактивностью. Однако основным источником радона в помещениях являются не строительные материалы, а грунт под самим домом, даже если этот грунт содержит вполне приемлемую активность радия - 30-40 Бк/м3. Наши дома построены как бы на губке, пропитанной радоном! Расчеты показывают, что если в обычной комнате объемом 50 м3, присутствует всего 0,5 м3 почвенного воздуха, то активность радона в ней составляет 300-400 Бк/м3. То есть дома представляют собой коробки, улавливающие радон, «выдыхаемый» землей.**

**Можно привести следующие данные содержания свободного радона в различных горных породах**

При строительстве новых зданий предусматриваются (должны предусматриваться.) выполнение радонозащитных мероприятий; ответственность за проведение таких мероприятий, а также за оценку доз от природных источников и осуществление мероприятий по их снижению, Федеральным законом “О радиационной безопасности населения” N3-Ф3 от 9.01.96г. и разработанными на его основе Нормами радиационной безопасности НРБ-96 от 10.04.96г, **возлагается на администрацию территорий**. Основные направления (мероприятия) Региональных и Федеральных программ “Радон” 1996-2000 гг. следующие:

* Радиационно-гигиеническое обследование населения и народно-хозяйственных объектов;
* Радиоэкологическое сопровождение строительства зданий и сооружений.
* Разработка и реализация мероприятий по снижению облучения населения.
* Оценка состояния здоровья и осуществление профилактических медицинских мероприятий для групп радиационного риска.
* Приборно-методическое и метрологическое обеспечение работ.
* Информационное обеспечение.
* Решение этих проблем требует значительных финансовых затрат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В проблеме радона остается много нерешенных вопросов. С одной стороны, они имеют чисто научный интерес, а с другой – без их решения сложно проводить какие-либо практические работы, например в рамках Федеральной программы «Радон».

Кратко эти проблемы можно сформулировать в следующем виде.

1. Модели радиационных рисков при облучении радоном получены на основе анализа данных по облучению шахтеров. До сих пор неясно, насколько справедлив перенос этой модели риска на облучение в жилищах.

2. Достаточно неоднозначна проблема определения эффективных доз облучения при воздействии ДПР радона и торона. Для корректного перехода от ЭРОА радона или торона к эффективной дозе необходимо принимать во внимание такие факторы, как доля свободных атомов и распределение активности по размерам аэрозолей. Публикуемые в настоящее время оценки связи иногда различаются в насколько раз.

3. До сих пор не существует надежной формализованной математической модели, описывающей процессы накопления радона, торона и их ДПР в атмосфере помещений с учетом всех путей поступления, параметров строительных материалов, покрытий и т.п.

4. Существуют проблемы, связанные с уточнением региональных особенностей формирования доз облучения от радона и его ДПР

ЛИТЕРАТУРА

1. Андруз, Дж. Введение в химию окружающей среды. Пер. с англ. – М: Мир, 1999. – 271 с.: ил.
2. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия. Учеб. для вузов / Н.С. Ахметов. – 7-е изд., стер. – М.: Высш.шк., 2008. – 743 с., ил.
3. Буторина, М.В. Инженерная экология и менеджмент: Учебник / М.В. Буторина и др.: под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадина.- М.: Логос, 2003. – 528 с.:ил.
4. Девакеев Р, Инертные газы: история открытия, свойства, применение. [Электронный ресурс] / Р. Девакеев. – 2006. – Режим доступа: www.ref.uz/download.php?id=15623
5. Колосов, А.Е. Радон 222,его влияние на человека. [Электронный ресурс] / А.Е. Колосов. Московская средняя школа имени Ивана Ярыгина, 2007. – Режим доступа: ef-concurs.dya.ru/2007-2008/docs/03002.doc
6. Короновский Н.В., Абрамов В.А. Землетрясения: Причины, последствия, прогноз // Соросовский Образовательный Журнал. 1998. № 12. С. 71-78.
7. Коттон, Ф. Современная неорганическая химия, 2 часть. Пер. с англ. / Ф.Коттон, Дж. Уилкинсон : под ред. К.В. Астахова.- М.: Мир, 1969. –495 с.:ил.
8. Нефёдов, В.Д. Радиохимия. [Электронный ресурс] / В.Д. Нефёдов и др. – М: Высшая школа,1985. – Режим доступа: <http://www.library.ospu.odessa.ua/online/books/RadioChimie/Predislov.html>
9. Николайкин, Н.И. Экология: учебник дл вузов [Тест]/Н.И. Николайкин.- М.: Дрофа, 2005.- с.421-422
10. Уткин, В.И. Газовое дыхание Земли / В.И. Уткин // Соросовский Образовательный Журнал. - 1997. - № 1. С. 57–64.
11. Уткин, В.И. Радон и проблема тектонических землятрясений [Электронный ресурс] / В.И. Уткин Уральский государственный профессионально-педагогический университет, 2000. – Режим доступа: http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/1133.html
12. Уткин, В.И. Радоновая проблема в экологии [Электронный ресурс] / В.И. Уткин Уральский государственный профессионально-педагогический университет, 2000. – Режим доступа: http://209.85.129.132/search?q=cache:zprKCPOwKBcJ:www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf
13. Хуторянский, Я, Радоновый портрет: версия уральских экологов/ Я. Хуторянский // Стройкомплекс среднего Урала. -2003. -№1. С 52-55.