

Снижение эксхалиции дочерних продуктов радона из строительных материалов в воздух жилых помещений

Л.И. Хорзова, О.А.Быкадорова

Волгоградский государственный технический университет, г.Волгоград

Аннотация: Рассмотрен вопрос снижения эксхалиции дочерних продуктов радона из строительных материалов в воздух жилых помещений. Приведены характеристики материалов, полученных с использованием радиационной технологии.

Ключевые слова: радон, эксхалиция, эквивалентная доза, объемная активность, эманирование радона, проницаемость, полимеры, строительные материалы, гамма фон, радон, радионуклиды, альфа-частицы.

Накопление радона в жилых помещениях является весьма актуальной проблемой и привлекает внимание специалистов в развитых странах мира. Исследования показали, что дочерние продукты распада радона, попадая в организм человека интенсивно его облучают. Тем самым вызывая серьезные заболевания – рак лёгких, рак молочной железы и т.д. Люди, как правило даже не замечают этого излучения. Основными источниками поступления радона в жилой дом являются строительные материалы и почва (рис.1) [1; 2].

Поступление радона в среднестатистический стандартный жилой дом

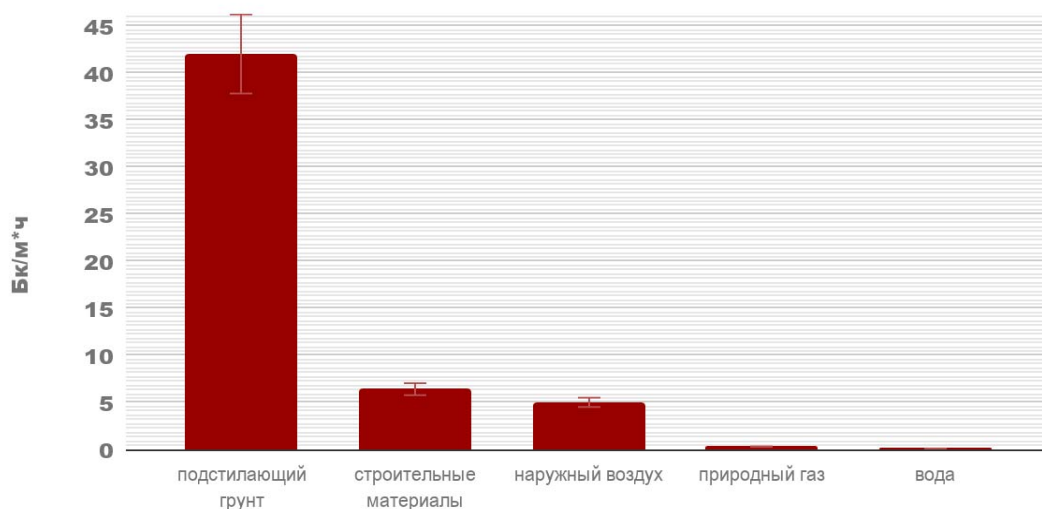


Рис.1. Поступление радона в среднестатистический стандартный жилой дом

Установлено, что появление злокачественных опухолей зависит от дозы облучения[3;4].

Величина объемной активности радона в разных странах отличается в десятки раз, так в одних странах объемная активность радона зарегистрирована на уровне 300 Бк/м³, в других - 20 000 Бк/м³ [1]. Принятые критерии защитных мероприятий в существующих зданиях в разных странах мира существенно отличаются друг от друга [3].

Так, в США защитные мероприятия считаются необходимыми при среднегодовой эквивалентной равновесной объемной активности дочерних продуктов радона более 190 Бк/м³, в Канаде [3] необходимость защитных мероприятий установлена при 550 Бк/м³, в Швеции [4]-400 Бк/м³.

В среднемировой эффективной эквивалентной дозе облучения человека естественными радионуклидами 2,4 мЗв/год доза облучения короткоживущими продуктами распада ²²²Rn составляет 1,1мЗв/год, а долгоживущими в цепочке ²¹⁰Pb→²¹⁰Bi→²¹⁰Po – 0,12мЗв/год [2].

Объемная активность дочерних продуктов радона в воздухе жилых помещений зависит от многих факторов, но основной вклад в объемную активность радона вносят строительные конструкции помещений и эманирование радона из почвы [5;6].

Дочерние продукты радона имеют, в основном, α- излучение с энергией - 4,7 МэВ [7]. Пробег альфа-частиц в воздухе описывается соотношением:

$$R_{\alpha} = k E^{3/2}, \quad (1)$$

где R_{α} – пробег, см; k - численный коэффициент, зависящий от температуры и давления; E - энергия α-частиц, МэВ.

При температуре 15 °С и давлении 760 мм рт.ст. $k = 0,318$, т.е.

$$R_{\alpha}=0,318 \sqrt{E^3}, \text{ см.} \quad (2)$$

В любом другом веществе пробег с точностью $\pm 15\%$ подсчитывается по формуле:

$$R_{\alpha} = \frac{10^{-4}}{\rho} \sqrt{AE^3}, \text{ см}, \quad (3)$$

где: A - атомный вес материала: ρ - плотность, г/см^3 .

Следует отметить, что в биологической ткани ($\rho = 0,95 \text{ г/см}^3$) пробег α -частиц с энергией 4,7 Мэ В составляет 40 мкм.

Поэтому любые покрытия строительных конструкции помещений могут быть использованы для защиты от эксхалиция дочерних продуктов радона, которые выделяются из строительных материалов и конструкций помещений [8].

Основными мероприятиями по снижению активности дочерних продуктов радона в помещении является отказ от использования в строительстве зданий материалов с аномально высокой удельной активностью радона и применение в качестве отделочных материалов плохо проницаемые для ^{226}Ra [8].

Поэтому исследование строительных материалов и сырья на содержание в них ^{226}Ra является актуальной и необходимой задачей.

Были исследованы группы полимерных материалов, выполненных по разным технологиям [9]. На основе различных полимеров можно получить разнообразные материалы: пленки, листы, рулонные и вспененные, плиты, водонепроницаемые, коррозионностойкие, негорючие и др. изоляционные и отделочные материалы. Эти материалы обладают рядом ценных физико-механических в том числе средняя плотность их может колебаться в пределах от 10 до 2000 кг/м^3 , прочность может достигать до 200 МПа и более. Эти и другие свойства характеризуют полимерные материалы как универсальные.

Полимерные материалы могут производиться двумя способами: термохимическим и радиационно-химическим. В настоящее время более распро-

странен термохимический способ производства. Однако он имеет существенный недостаток - неполная степень конверсии полимеров. Этот недостаток приводит в ряде случаев к повышенным химическим показателям в материале.

При радиационно-химическом способе производства конверсия полимеров при их отверждении практически полная, а затраты энергии на производство единицы продукции - значительно меньше [10], чем при термохимическом способе.

Исследованные нами основные физико-механические и радиационные показатели разработанных радиационно-модифицированных материалов (см. таблицу 1) позволили сделать вывод, что эти материалы могут быть конкурентоспособными для использования в качестве отделочных материалов для снижения объемной активности радона в помещениях а также для снижения гамма фона помещения, так как эффективные удельные активности таких материалов в 10-15 раз ниже традиционных строительных материалов. [11]

Таблица 1

Характеристики материалов, полученных с использованием радиационной технологии

Характеристика	Радиационно-модифицированные		Многоцветные плитки с радиационно-отвержденным лаковым покрытием	
	волоконистые плиты	Мраморовидные гипсополимерные плиты	на основе термопластов с наполнителем (20:80)	на основе реакто-пластов с наполнителем (20:80)



Размеры (длина, ширина, толщина), мм	2500x1200x4:20	600x400x10:15	300x300x3 150x150x3	300x300x3 150x150x3
Плотность, кг/м ³	1100-1200	1800-2100	2000-2100	1900-2000
Содержание полимера, %	18-25	10-15	15-20	15-20
Предел прочности:				
при изгибе, МПа	40-50	25-35	40-45	15-20
при сжатии, МПа	100-120	60-10	-	-
Эффективная удельная активность, Бк/кг	6,4-8,8	1,8-5,4	18,4-20,2	18,4-20,2

Литература

1. Mabuchi K., Land Ch. E., Akiba S. Radiation, Smoking and Lung Cancer // RERF Update, 1991. Vol. 3, N 4. pp. 7-8.
2. Зорина Л.В., Стасов В.В., Бураева Е.А. Техногенный ²¹⁰Pb в атмосфере промышленного центра в холодный период года // Инженерный Вестник Дона, 2008, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2008/76
3. US Radiation Policy Council (FRL-1527-1) Notice of Inquiry //Federal Register. 1980. Vol. 45. N 126. pp. 4-508.
4. Strandén E., Berteid L. Radon in Dwelling and Influencing factors // Health Phys. 1980. Vol. pp. 275-284.

5. Крисюк Э.М. Радиационный фон помещений. М.: Энергоатомиздат, 1989. -120 с.
6. Стасов В.В., Зорина Л.В., Морозов А.Н., Бураева Е.А. Исследование связи радионуклидного состава почвенных фракций и атмосферных аэрозолей // Инженерный Вестник Дона, 2007, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2007/29
7. Nazaroff W.W. An Improved Technique for Measuring Working Levels of Radon Daughters in Residences // Health Phys. 1980. Vol. 39. P. 683.
8. Хорзова Л.И. Методология радиационного контроля в строительной индустрии и управления снижением дозовых нагрузок населения: дис. ... канд. тех. наук: 05.14.16. Волгоград, 2000. 244 с.
9. Пикаев А.К. Современная радиационная химия. Твердое тело и полимеры. Прикладные аспекты. М.: Наука, 1987. – 446 с.
10. Козлов Ю.Д., Хорзова Л.И. Российские высокие энергосберегающие технологии в индустрии. // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды. Материалы Международной конференции. 2002. С. 34-38.
11. Wadach J.B., Clarke W.A., Nitschke L.A. Testing of Inexpensive Radon Migration Techigues in New-York State Houmes // Ibil. 1984. Vol. 47. P. 205.

References

1. Mabuchi K., Land Ch. E., Akiba S. Radiation, Smoking and Lung Cancer RERF Update, 1991. Vol. 3, N 4. pp. 7-8.
 2. Zorina L.V., Stasov V.V., Buraeva E.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2008, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2008/76
 3. US Radiation Policy Council (FRL-1527-1) Notice of Inguiry Federal Register. 1980. Vol. 45. N 126. pp. 4-508.
 4. Stranden E., Berteid L. Radon in Dwelling and Influencing factors Health Phys. 1980. Vol. pp. 275-284.
-



5. Krisjuk Je.M. Radiacionnyj fon pomeshhenij [Radiation background of premises]. M.: Jenergoatomizdat, 1989.120 p.
6. Stasov V.V., Zorina L.V., Morozov A.N., Buraeva E.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2007, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2007/29
7. Nazaroff W.W. An Improved Technique for Measuring Working Levels of Radon Daughters in Residences Health Phys. 1980. Vol. 39. P. 683.
8. Horzova L.I. Metodologija radiacionnogo kontrolja v stroitel'noj industrii i upravlenija snizheniem dozovyh nagruzok naselenija:[Methodology of radiation control in the construction industry and management of the reduction of dose loads of the population] dis. ... kand. teh. nauk: 05.14.16. Volgograd, 2000. 244 p.
9. Pikaev A.K. Sovremennaja radiacionnaja himija. Tverdoe telo i polimery. Prikladnye aspekty [Modern radiation chemistry. Solid body and polymers. Applied aspects]. M.: Nauka, 1987. 446 p.
10. Kozlov Ju.D., Horzova L.I. Kachestvo vnutrennego vozduha i okruzhashhej sredy. Materialy Mezhdunarodnoj konferencii (Quality of indoor air and environment. Materials of the International Conference). 2002. pp. 34-38.
11. Wadach J.B., Clarke W.A., Nitschke L.A. Testing of Inexpensive Radon Migration Techigues in New-York State Houmes Ibil. 1984. Vol. 47. P. 205.