

ВЛИЯНИЕ РАЗБРОСА УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ R_a , T_h , K НЕКОТОРЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ВЕЛИЧИНУ ИХ ЭФФЕКТИВНОЙ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Л.Н.Вилинская, А.Н.Писаренко, Г.М.Бурлак

Государственная академия строительства и архитектуры, Одесса

Инновационные направления строительного производства [1] характеризуются следующими основными особенностями современного жилищного строительства: повысились требования к теплосбережению ограждающих конструкций домов (переход на использование теплосберегающих разновидностей строительных материалов ограждающих внешних стен); изменилось отношение потребителей к комфортности жилья, в том числе и к радиационному качеству; изменилась специфика выбора конструктивных решений жилых домов в условиях ограниченных возможностей наличия земельных участков в пределах городов и значимости радонопоствупления из грунта.

Известно, что вклад источников ионизирующего излучения строительного производства на величину суммарной эффективной дозы облучения составляет около 70% [2]. Это связано с содержанием различных радионуклидов в строительных материалах ограждающих конструкций помещений здания и в подстилающем грунте под зданием. Большую часть (до 80%) времени население развитых стран проводит внутри помещения. Основную дозу облучения от природных источников (естественных радионуклидов и продуктов их распада) человек получает, находясь в закрытом непрветриваемом помещении. На дозу внешнего облучения влияют естественные радионуклиды, содержащиеся в строительных материалах, а на дозу внутреннего облучения - содержание радия и особенности конструкции здания.

На основе рекомендаций Международной комиссии по радиологической защите в Украине разработаны нормативно-правовые документы: нормы радиационной безопасности Украины [3], Государственные строительные нормы Украины «Система норм и правил снижения уровня ионизирующих излучений естественных радионуклидов в строительстве» [4,5], Закон Украины «О защите человека от воздействия ионизирующих излучений» [6], в которых для регламентированных радиационных параметров установлены

допустимые уровни и контрольные уровни, значения которых должны быть ниже допустимых уровней этих параметров. Регламентируемыми радиационными параметрами являются: 1) эффективная удельная активность строительных материалов (конструкций), 2) мощность поглощенной дозы в помещениях здания, 3) эквивалентная равновесная объемная активность радона и его дочерних продуктов распада в воздухе помещений здания. Соблюдение этих норм является обязательным для всех лиц, принимающих участие в проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, а также изготавливающих строительные материалы и конструкции. В связи с этим весьма актуальным является изучение радиационных характеристик строительных материалов, оценка радиационного качества жилых и промышленных помещений, а также проведение мероприятий радиационного контроля. —

В нормативно-правовых документах определена концепция радиационной защиты человека, которая состоит в сохранении здоровья человека от ущерба, связанного с воздействием ионизирующего излучения, обеспечении безопасной работы с источниками ионизирующего излучения и охране окружающей среды. Для обеспечения радиационного качества жилья в соответствии с концепцией радиационной защиты человека необходимо изучение свойств и параметров источников ионизирующих излучений строительного производства, методов их определения, оценки уровня радиационной безопасности здания. Однако анализ состояния системы радиационного контроля строительного производства показал, что она не в полной мере отвечает требованиям современной концепции радиационной защиты и требует инноваций.

Главными источниками поступления в строительные материалы естественных радионуклидов являются минералы и горные породы, происхождение которых связано с включением в их состав всех радиоактивных элементов, возникших в период формирования и развития планеты. Радиационные свойства горных пород оцениваются содержанием естественных радионуклидов в них и имеют выраженные региональные отличия. Согласно [3], содержание доминирующих естественных радионуклидов (радия-226, тория-232, калия-40) в строительных материалах оценивается по их удельной активности $A_{y\partial Ra}$, $Bк/кг$, а также по суммарной эффективной удельной активности $A_{эф}$, $Bк/кг$:

$$A_{эф} = A_{y\partial Ra} + 1,31A_{y\partial Th} + 0,085A_{y\partial K}, \quad (1)$$

где 1,31; 0,085 – взвешивающие коэффициенты тория-232, калия-40 по отношению к радио-226. Содержание естественных радионуклидов в сырьевых материалах и промышленных отходах характеризуется большим разбросом показаний по эффективной удельной активности в зависимости от геологических различий горных пород регионов стран [2,7,8]. Одни и те же строительные материалы, добываемые или изготавливаемые в разных областях, могут значительно различаться по уровню удельной активности. Различия наблюдаются также в пределах одного и того же региона. Это связано с влиянием природных факторов, неравномерностью переноса радионуклидов в атмосфере и выпадением их на земную поверхность. В связи с этим представляло интерес выяснить влияние разброса удельной активности Ra , Th , K некоторых строительных материалов на величину их эффективной удельной активности. —

Нами проведен расчет эффективной удельной активности некоторых строительных материалов, исходя из разброса удельной активности Ra , Th , K в различных регионах. Для удобства строительные материалы пронумерованы (см. табл.1-3 и рис.1).

В таблице 1 приведены интервалы удельной активности $A_{уд}$ для Ra , Th , K . Экспериментальные значения взяты из работ [2, 7].

Таблица 1

Интервалы удельной активности $A_{уд}$ для Ra , Th , K [2, 7]

№	Материал	$A_{удRa}$, Бк/кг		$A_{удTh}$, Бк/кг		$A_{удK}$, Бк/кг	
		min	max	min	max	min	max
1	Щебень	36,6	60	79,3	125	971	1161
2	Гранитный отсев	43	78	74	118,2	999	1171
3	Гравий керамзитовый.	25	37	28	53	658	854
4	Бетон	25	37	36	52	280	380
5	Кирпич	44	72	19	51	185	704
6	Глина	18	41	76	111	874	1221
7	Песок	12	26	22	333	165	333
8	Плитка керамическая	48	89	49	102	680	777
9	Цемент	26	55	18	23	241	326

В таблице 2 приведены интервалы суммарной эффективной удельной активности $A_{эф\ эксп}$ для Ra , Th , K , рассчитанные по формуле (1).

Таблица 2

Интервалы суммарной эффективной удельной активности $A_{эф\ эксп}$ для Ra , Th , K , рассчитанные по формуле (1)

№	Материал	$A_{эф\ эксп}$, Бк/кг	
		min	max
1	Щебень	223	322
2	Гранитный отсев	260	297
3	Гравий керамзитовый	130	167
4	Бетон	106	130
5	Кирпич	113	171
6	Глина	267	284
7	Песок	68	83
8	Плитка керамическая	219	280
9	Цемент	70	111

Значение эффективной удельной активности вычислялось с использованием формулы (1) отдельно для нижней (min) и верхней (max) границ соответствующих интервалов для $A_{уд\ Ra}$, $A_{уд\ Th}$ и $A_{уд\ K}$. Полученные минимальные и максимальные величины обозначались $A_{эф\ теор\ min}$, $A_{эф\ теор\ max}$ и представлены в таблице 3. В этой же таблице приведены результаты сопоставления величин $A_{эф\ эксп}$ и $A_{эф\ теор}$, проводившегося с применением формулы

$$\delta_p = \frac{|A_{эф\ теор, p} - A_{эф\ эксп, p}|}{A_{эф\ эксп, p}} 100\%, \quad p = \min, \max. \quad (2)$$

Результаты сопоставления интервалов для $A_{\text{эфэксп}}$ и $A_{\text{эфтеор}}$ указывают на применимость формулы (1) для большинства представленных строительных материалов.

Таблица 3

Результаты сопоставления интервалов для $A_{\text{эфэксп}}$ и $A_{\text{эфтеор}}$

№	Материал	$A_{\text{эфтеор}}$, Бк/кг		δ_{\min} , %	δ_{\max} , %
		min	max		
1	Щебень	223,018	322,435	0,0081	0,1351
2	Гранитный отсев	224,855	332,377	13,5173	11,7985
3	Гравий керамзитовый	117,61	179,02	9,5308	7,1976
4	Бетон	95,96	137,42	9,4717	5,7077
5	Кирпич	84,615	198,65	25,1195	16,1696
6	Глина	166,35	290,195	37,6966	2,1813
7	Песок	54,845	97,535	19,3456	17,5120
8	Плитка керамическая	169,99	288,665	22,3790	3,0946
9	Цемент	70,065	112,84	0,0929	1,6577

Видно, однако, что отклонение δ для глины, кирпича и керамической плитки является значительным. Обнаруженное отклонение может быть связано, по мнению авторов, либо с различием экспериментальных значений по определению $A_{y\partial}$ для Ra , Th , K , либо необходимостью индивидуального для конкретных строительных материалов подбора коэффициентов α и β в полиномиальном приближении

$$A_{\text{эф}} = A_{y\partial}Ra + \alpha A_{y\partial}Th + \beta A_{y\partial}K. \quad (3)$$

Значения α и β определяются из анализа семейства прямых (рис.1) зависимости $A_{\text{эф}} = A_{\text{эф}}(\Delta)$ для каждого из рассмотренных строительных материалов из таблиц 1-3, где нормировка интервалов для Ra , Th , K проводилась по формуле

$$\Delta = \left(\frac{A_{y\partial,i} - A_{y\partial,\min}}{A_{y\partial,\max} - A_{y\partial,\min}} \right)_m 100\%, \quad m = Ra, Th, K.$$

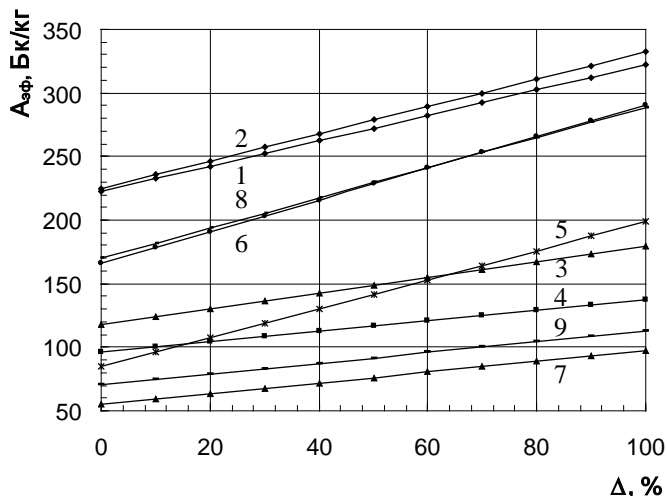


Рис. Изменение эффективной удельной активности строительных материалов $A_{эфф теор}$ в пределах нормированного интервала Δ

Выводы

Изучалось влияние разброса удельной активности Ra , Th , K некоторых строительных материалов на величину их эффективной удельной активности. Показано, что для большинства рассмотренных строительных материалов применима формула для расчета эффективной удельной активности, однако для глины, кирпича и керамической плитки обнаружено отклонение от этой формулы. Полученные результаты объясняются либо различием экспериментальных значений по определению $A_{y\delta}$ для Ra , Th , K , либо необходимостью индивидуального для конкретных строительных материалов подбора коэффициентов α и β в полиномиальном приближении.

Summary

The effect of the variation of specific activity Ra , Th , K some of the building materials on the value of the effective specific activity are studied. It is shown that for the majority of building materials

considered applicable formula for calculating the effective specific activity, but for clay bricks and tiles found a deviation from this formula. The results are explained by a difference in the experimental values for the determination of specific activity R_a , Th , K , or the need of the individual for the specific building materials and the selection of coefficients in a polynomial approximation.

Литература

1. Закон України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні» від 08.09.2011 № 3715 –VI.
2. Сидельникова О.П. Радиационный контроль в строительной индустрии. М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2002. – 208 с.
3. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ – 97). – Киев: МОЗ, 1997. – 121 с.
4. Система норм и правил снижения уровня ионизирующих излучений радионуклидов в строительстве/ Государственные строительные нормы ДБН В.1.4 – 97. – Киев: Госкомградостроительства. – 1997. – 15 с.
5. Система норм и правил снижения уровня ионизирующих излучений радионуклидов в строительстве. Радиационный контроль строительных материалов и объектов строительства/ Пособие к ДБН В.1.4 – (0.01 – 2.01) – 97. – Киев: Госкомградостроительства. – 1997. – 78 с.
6. Закон Украины от 14.01.98 г. №15/98 – ВР «О защите человека от воздействия ионизирующих излучений».
7. Соколов И.А., В.Ф. Запрудин, А.С.Беликов и др.. Радиационное качество жилых зданий и пути его обеспечения. – Днепропетровск, 2007. – 279 с.
8. Лукутцова Н.П. Снижение радиоактивности сырья и строительных материалов / Н.П.Лукутцова. – Брянск: БГИТА, 2010, 210 с.