

РАДИАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.И. Стуков

Согласно [1] мощность эффективной дозы (МЭД) гамма-излучения в жилых и общественных зданиях не должна превышать среднего значения МЭД на открытой местности (в районе расположения здания) более чем на 0,3 мкЗв/ч (30 мкР/ч).

В Челябинске и его окрестностях среднее значение МЭД на открытой местности составляет 12–14 мкР/ч. То есть в соответствии с требованиями [1] внутри помещений допустимы значения до 42–44 мкР/ч. Учитывая, что в помещениях городской житель проводит около 80 % времени [2], приходим к выводу, что домосед по сравнению с сельским жителем за время своей жизни получит дозу, в 2,8 раз бóльшую:

$$X_r = X_c \cdot (42/12) \cdot 0,8 = 2,8.$$

Здесь X_r и X_c – дозы, получаемые горожанином и сельским жителем соответственно.

При расчете дозы X_c , получаемой сельским жителем учитывать только МЭД на открытой местности правомерно, поскольку большинство сельских жителей проживают в домах, основным конструктивным материалом которых является древесина. В таких домах МЭД внутри помещений мало отличается от радиационной обстановки на местности.

Но, если в деревянных домах МЭД сопоставима с радиационной обстановкой на местности, почему же тогда в нормативных документах предусматривается допустимое превышение ее значения на 0,3 мкЗв/ч?

Причина в том, что в помещениях основными источниками радиации являются сами ограждающие конструкции.

В табл. 1 приведены значения радиоактивности различных строительных материалов по данным Научного комитета по действию атомной радиации (НКДАР) ООН [5].

Таблица 1

Удельная эффективная активность строительных материалов

Строит. материал	Аэфф, Бк/кг	Строит. материал	Аэфф, Бк/кг
Дерево	1,1	Портландцемент	45
Гипс природный	29	Кирпич	126
Песок и гравий	34	Гранит	170

Очевидно, что внутри помещений в зданиях, построенных из материалов с повышенным содержанием радионуклидов, уровень гамма-излучения будет выше, чем на открытой местности. Хотя бы потому, что, будучи вне помещения, человек облучается с одной стороны (от поверхности грунта), а в помещении он окружен источниками радиоактивности со всех 6 сторон. Поэтому, даже если содержание радионуклидов в ограждающих конструкциях ниже, чем в грунте, МЭД, как правило, превосходит естественный радиационный фон.

В табл. 2. приведены средние значения Аэфф строительных материалов по некоторым характерным областям и регионам.

Таблица 2

Средние значения удельной эффективной активности строительных материалов

Область, регион	Аэфф, Бк/кг
Астраханская область	51,9
Оренбургская область	68,6
Челябинская область	80,8
Свердловская область	86,7
Среднее значение по РФ	87,9
Среднемировое значение	91,5

Из табл. 2 следует, что строительные материалы Южного Урала с точки зрения радиоактивной безопасности предпочтительнее привозных.

Кардинальным способом снижения радиационной нагрузки на человека в помещениях является применение в строительстве эффективных строительных материалов и конструкций на их основе.

Например, кубометр пенобетона плотностью 0,4 т/куб. м имеет радиоактивность в 5,5 раз ниже, чем такой же по составу тяжелый бетон плотностью 2,2 т/куб. м. Кроме того, пенобетон обладает низким коэффициентом теплопроводности и стену можно выполнить менее толстой (0,4 м вместо 2,4 м для Челябинска). То есть вес одного квадратного метра стены уменьшится в 33 раза. Соответственно уменьшится и МЭД от такой ограждающей конструкции.

Чтобы определить вклад каждой из ограждающих конструкций на радиационную обстановку в помещении, надо определить параметр радиоактивности R_a , Бк/кв. м:

$$R_a = S \cdot G \cdot A_{эфф}.$$

Здесь S – площадь элемента, кв. м; G – масса элемента, кг; $A_{эфф}$ – удельная эффективная активность материала, Бк/кг.

Общий гамма-фон в помещении определяется в основном (если не учитывать гамма-излучение, проникающее в помещение извне через проемы и ограждения), как сумма параметров радиоактивности всех конструкций. Тогда, варьируя объемно-планировочные и конструктивные решения, можно подобрать вариант, обеспечивающий наиболее благоприятную радиационную обстановку. Или же оценить эффективность принимаемого решения не только с экономической, но и с экологической точки зрения.

Для многослойных конструкций проводится суммирование эффектов. Например, если стена площадью 1 кв. м состоит из пенобетона толщиной $B_{п} = 0,3$ м, плотностью $Q_{п} = 0,4$ т/куб. м ($A_{п} = 40$ Бк/кг) и облицовочного кирпича толщиной $B_{к} = 0,065$ м и плотностью $Q_{к} = 1,8$ т/куб. м ($A_{к} = 180$ Бк/кг), то параметр радиоактивности составит:

$$R_a = B_{п} \cdot Q_{п} \cdot A_{п} + B_{к} \cdot Q_{к} \cdot A_{к} = 4,800 + 21,060 = 30,660 \text{ Бк/кв. м.}$$

Из приведенного примера видно, что облицовка стены кирпичом является не самым экологичным вариантом, т. к. основным источником радиации является именно облицовочный кирпич.

Отсюда следует вывод, что архитектурно-планировочные и конструктивные решения нельзя принимать, замыкаясь лишь на эстетических или экономических аспектах. Нужно учитывать и экологические аспекты.

Для выполнения практических расчетов в табл. 3 приведены значения $A_{эфф}$ некоторых строительных материалов, выпускаемых в Челябинской области.

Удельная эффективная активность строительных материалов
и изделий Южного Урала

Материал	Производитель	Аэфф, Бк/кг
Древесина лиственных пород	–	1–4
Древесина хвойных пород	–	3–6
Песок	АОЗТ «Береговое»	116
Песок кварцевый	ПК «Силикатчик» (Воскресенское мест.)	66–168
Щебень известняк	АО «Тургоякское рудоуправление»	89–109
Щебень гранитный	ООО «Галс», Челябинск	116–202
Шлакопортландцемент	–	99 (50–168)
Блоки стеновые гипсовые и гипсобетонные	ЗАО «Челябинский 3-д гипсовых изделий»	66
Ячеистые блоки	АОЗТ «Честэм», п. Новосинеглазово	170–308
Кирпич керамический	Миасский керамический завод	142–186
Кирпич керамический	Коркино	136
Кирпич силикатный	ЗАО «Афина», Челябинск	159
Шифер	АО «Асбоцемент», Коркино	116–123
Лист гипсоволокнистый	АО «Уралгипс»	50

Как следует из приведенных данных, радиоактивность строительных материалов на основе материального сырья даже одного месторождения варьирует в весьма широких пределах, измеряющихся десятками и сотнями Бк/кг. Введение в их состав древесины позволит пропорционально снизить радиационный фон в помещениях.

Россия, обладающая богатыми лесными запасами, не может игнорировать это обстоятельство, и одним из приоритетных направлений развития стройиндустрии должно быть применение эффективных и экологически безопасных материалов и изделий, в т. ч. с использованием древесины в качестве основного компонента.

Библиографический список

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/09) СП 2.6.1.758–09: Гигиенические нормативы. – М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 2009. – 116 с.
2. Радиация. Дозы, эффекты, риск. – М.: Мир, 1988. – 79 с.
3. Радиация вокруг нас: уч. пособие. – М.: МПКЦ Техинформ ГО. – М.: 1992. – Вып. 4. – 60 с.

4. Енохович, А.С. Справочник по физике / А.С. Енохович. – М.: Просвещение, 1990. – 384 с.

5. Мазур, И.И. Инженерная экология. Общий курс: справочное пособие: в 2 т. / И.И. Мазур, О.И. Молдаванов, В.Н. Шишов. – М.: Высш. шк., 1996. – Т.2. – 655 с.