

СНИЖЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДИАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ

Ананьев Ф.В.

**Научный руководитель – член-корр. МАНЭБ, к.т.н., доцент Смольников Г.В.,
Сибирский федеральный университет**

Основной вклад в облучении населения ионизирующим излучением вносят естественно-природные источники, которые можно разделить на две основные группы: первая это космическое излучение; вторая - радиоактивные элементы, содержащиеся в земной коре, воздухе, воде, строительных материалах.

Радон и продукты его распада, попадая при вдыхании в организм человека, определяют примерно половину эффективной эквивалентной дозы от всех естественно-природных источников ионизирующего излучения. При повышенных концентрациях радона в воздухе могут возникнуть опасные для человека заболевания.

В настоящее время в мире накоплен достаточный научный и практический опыт по работам, связанным с проблемой радона, которая является сложной, многогранной и междисциплинарной проблемой.

Природный радон является одним из промежуточных продуктов распада в цепочках радиоактивных превращений элементов уранового, ториевого и актинового рядов. Различают радон-222, радон-220 (торон), радон-219(актинон). В дальнейшем под термином «радон» будет подразумеваться радон-222.

Являясь благородными газами, изотопы радона химически очень слабо взаимодействуют с элементами окружающей среды. Поэтому они достаточно легко проникают в атмосферный воздух из почв, из строительных материалов и радоновых водных источников.

В здание радон из почвы может поступать как непосредственно с атмосферным воздухом, так и через микротрещины в материалах фундамента. Наибольшее количество радона может выделяться из почвы, содержащей кварцевые глинистые сланцы, и с участков, имеющих гранитные породы с высоким содержанием урана.

Из строительных материалов, содержащих в значительных количествах радий-226 и обладающих наибольшей эманационной способностью, отмечают бетон на основе кварцевых глинистых сланцев, гипс побочного производства (фосфорит), золу из отходов ТЭС.

В грунтовых водах концентрации радона могут достигать от 40000 Бк/м³ до 100000 Бк/м³, в то время как в поверхностных водах эта величина обычно находится в диапазоне (10 - 1000) Бк/м³

При сжигании природного газа в кухонных плитах содержащийся в газе радон выделяется в помещение. Концентрации радона в природном газе могут варьироваться в очень широких пределах и достигать значений 50 кБк/м³.

Согласно данным НКДАР ООН поступление радона в среднестатистический стандартный жилой дом составляет: подстилающий грунт - 42 Бк/м³ ч; строительные материалы - 6,4 Бк/м³ ч; наружный воздух - 5 Бк/м³ ч; природный газ - 0,3 Бк/м³ ч; вода - 0,1 Бк/м³ ч. Видно, что наибольший вклад вносит поступление радона из подстилающего грунта.

Следует отметить, что соотношение между источниками радона в помещениях может значительно изменяться в зависимости от специфических особенностей поме-

щения. Поэтому вклад каждого отдельного источника целесообразно оценивать отдельно.

При попадании внутрь помещения радон может удаляться вентиляцией, распадаться в воздухе помещений, адсорбироваться пористыми поверхностями помещений и распадаться в их материале. После распада атома радона его дочерние продукты распада (ДПР) могут быть вовлечены в следующие процессы:

- вынос за пределы помещения в свободном и связанном состояниях системами вентиляции;
- осаждение на поверхностях помещений в свободном и связанном состояниях;
- присоединение к аэрозольным частицам (связанное состояние);
- освобождение частицы от аэрозоля при образовании атомов отдачи.

Радон и продукты его распада за счет ионизирующего излучения могут вызвать внешнее и внутреннее облучение человека. Под внутренним понимается излучение, обусловленное радоном и ДПР, попавшими в организм человека вместе с водой, воздухом, пищей. По данным зарубежных авторов, при исследованиях воздействия радона, находящегося в воздухе помещений, внешним облучением, по сравнению с внутренним, можно пренебречь.

Радон, поступающий через органы дыхания, постоянно присутствует в легких человека в концентрации, соответствующей концентрации в воздухе помещения. Частично происходит растворение радона в мягких тканях. Обычно коэффициент растворимости радона в мягких тканях принимают равным 0,4.

Продукты распада радона вместе с атмосферным воздухом также попадают в организм человека. Однако, если радон как инертный газ не накапливается в организме, то ДПР в виде аэрозолей осаждаются на слизистой, бронхах, в желудке.

Существует достаточно много способов, позволяющих уменьшить проникновение радона в помещение из почвы и снизить его концентрации в помещении в десятки и сотни раз.

Среди этих способов можно отметить следующие:

1. Вентиляция подвальных помещений.
2. Отвод радона из почвы под фундаментом с помощью специальных магистралей.
3. Заделка стен, трещин и отверстий в фундаменте и т. д.
4. Использование специальных радононепроницаемых покрытий.
5. Установка "радоновых колодцев".
6. Использование специальных установок для очистки воздуха от ДПР.

Выбор конкретных мер осуществляется по результатам детальных исследований с учетом специфики пребывания людей в помещении.

В Российской Федерации в настоящее время для оценки уровней содержания радона в зданиях используются «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)». Согласно этому документу, "при проектировании новых зданий жилищного и общественного назначения среднегодовая эквивалентная равновесная концентрация радона в воздухе помещений не должна превышать 100 Бк/м³. В эксплуатируемых зданиях - 200 Бк/м³ воздуха. При больших значениях объемной активности должны проводиться защитные мероприятия, направленные на предотвращение поступления радона в воздух жилых помещений и улучшение вентиляции помещений "

Для первичного обследования используются грубые экспресс-методы. В помещении, где необходимы немедленные действия, проводятся детальные исследования. В помещениях, где меры нужно принять в течение нескольких месяцев или лет, устанавливаются пассивные индикаторы содержания радона.

При проведении детальных исследований в первую очередь проводят точное определение доз. Для этого необходимы, как измерения концентрации радона в воздухе, так и измерения скрытой энергии альфа-излучения. Если полученная оценка доз подтверждает необходимость принятия специальных мер, то дальнейшие исследования проводят с целью разработки оптимального комплекса мер для данного конкретного помещения.

Для защиты зданий от проникновения радона используются специальные конструкции и материалы. Для герметизации швов используются специальные эластичные замазки и пластмассовые уплотнители. Обращает на себя внимание использование для утепления и герметизации перекрытий битумизированного войлока, покрытого алюминиевой фольгой. Этот материал является наиболее эффективным предохранителем попадания радона в помещения через перекрытия.

Основные принципы проектирования вентиляции в помещениях с повышенным содержанием радона должны удовлетворять двум основным условиям: во-первых внутри помещений должно быть небольшое избыточное давление по сравнению с давлением атмосферного воздуха за пределами здания, и во-вторых поток приточного наружного воздуха должен проходить по полу помещения. Первое условие препятствует проникновению радона из атмосферного воздуха в помещение через окна. Второе условие учитывает тот факт, что радон является газом тяжелее воздуха и концентрируется внизу помещения.

Одним из наиболее эффективных является метод отвода радона из-под перекрытий первого этажа. Воздух из-под перекрытий отводится с помощью специальных вентиляционных магистралей за пределы зданий. При этом в зависимости от конструкции здания используются различные схемы отвода воздуха (по размещению вентиляционных магистралей и воздухопроводов).

Понизить концентрацию радона в зданиях позволяет применение радоновых колодцев. Радоновый колодец - это колодец, выкопанный на глубину 4 м на расстоянии 10-60 м от дома. В колодце устанавливается мощный вентилятор, который выводит радон из почвы наружу. Радоновые колодцы могут понизить уровень концентрации радона на 92% в пределах 60 м от колодца при условии высокой проницаемости почвы.

Понижение концентрации радона позволяет применение радонособирающей системы под фундаментом и герметизация фундамента и перекрытий. Принцип действия радонособирающей системы заключается в следующем. В пространстве под фундаментом с помощью центробежного вентилятора создается пониженное по сравнению с помещениями давление воздуха. При этом выделяющийся из почвы радон выбрасывается в атмосферу.

Ввод в действие радонособирающей системы, состоящей из пяти воздухозаборников, позволяет снизить концентрации радона в помещениях первого этажа в 10 и более раз.

Приведенные выше примеры достаточно наглядно показывают, что применение тех или иных мер эффективно снижает содержание радона и торона в воздухе помещений. Вопрос выбора конкретных мер определяется во многом размерами финансирования ремонтно-строительных и вентиляционных мероприятий.

В заключении необходимо подчеркнуть, что радон можно достаточно просто и без особых затрат обнаружить и, что самое главное, выделить дома, где радон присутствует в опасных концентрациях. Проверить помещения жилого дома на содержание радона относительно недорого и быстро. В то же время риск для здоровья, если этого не сделать, очень большой. На сегодняшний день в мире накоплен достаточно большой опыт ремонтно-строительных и вентиляционных мероприятий, позволяющих снизить концентрацию радона в воздухе помещений.