Решения обеспечивающие защиту от ионизирующего излучения на рабочем месте

Воздействие ионизирующих излучений на организм человека

Ионизирующее излучение – это любое излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию электрических зарядов разных знаков. Представляет собой поток заряженных и (или) незаряженных частиц.

Различают:

непосредственно ионизирующее излучение;

косвенно ионизирующее излучение.

Непосредственно ионизирующее излучение состоит из заряженных частиц, кинетическая энергия которых достаточная для ионизации при столкновении с атомами вещества (α и ß – излучение радионуклидов, протонное излучение ускорителей и пр.).

Косвенно ионизирующее излучение состоит из незаряженных (нейтральных) частиц, взаимодействие которых со средой приводит к возникновению заряженных частиц, способных непосредственно вызывать ионизацию (нейтронное излучение, гамма-излучение).

Степень воздействия ионизирующих излучении на организм человека зависит от дозы излучения, ее мощности, плотности ионизации излучения, вида облучения, продолжительности воздействия, индивидуальной чувствительности, физиологического состояния организма и др. Под влиянием ионизирующих излучений в живой ткани, как и в любой среде, поглощается энергия и возникают возбуждение и ионизация атомов облучаемого вещества. В результате возникают первичные физико-химические процессы в молекулах живых клеток и окружающего их субстрата и как следствие - нарушение функций целого организма. Первичные эффекты на клеточном уровне проявляются в виде расщепления молекулы белка, окисления их радикалами ОН и Н, разрыва наименее прочных связей, а также повреждения механизма митоза и хромосомного аппарата, блокирования процессов обновления и дифференцировки клеток.

Наиболее чувствительными к действию радиации являются клетки постоянно обновляющихся тканей и органов(костный мозг, половые железы, селезенка и др.).

Эти изменения на клеточном уровне и гибель клеток могут приводить к нарушению функций отдельных органов и систем, меж органных связей, нарушению нормальной жизнедеятельности организма и к его гибели.

Облучение организма может быть внешним, когда источник излучения находится вне организма, и внутренним - при попадании радиоактивного вещества (радионуклидов) внутрь организма через пищеварительный тракт, органы дыхания и через кожу.

При внешнем облучении наиболее опасными являются гамма-, нейтронное и рентгеновское излучение. Альфа- и бета-частицы из-за их незначительной проникающей способности вызывают в основном кожные поражения.

Внутреннее облучение опасно тем, что оно вызывает на различных органах долго незаживающие язвы. Облучение людей ионизирующими излучениями может привести к соматическим, сомато-стохастическим и генетическим последствиям.

Соматические эффекты проявляются в виде острой или хронической лучевой болезни всего организма, а также в виде локальных лучевых повреждений.

Сомато-стохастические эффекты проявляются в виде сокращения продолжительности жизни, злокачественные изменения кровообразующих клеток (лейкозы), опухоли различных органов и клеток. Это отдаленные последствия.

Генетические эффекты проявляются в последующих поколениях в виде генных мутаций как результат действия облучения на половые клетки при уровнях дозы, не опасных данному индивиду.

Острая лучевая болезнь характеризуется цикличностью протекания со следующими периодами:

период первичной реакции;

скрытый период; период формирования болезни; восстановительный период; период отдаленных последствий и исходов заболевания.

Хроническая лучевая болезнь формируется постепенно при длительном и систематическом облучении дозами, превышающими допустимые при внешнем и внутреннем облучении. Хроническая болезнь может быть легкой (I ступень), средней (II ступень) и тяжелой (III ступень).

Первая ступень лучевой болезни проявляется в виде незначительной головной боли, вялости, слабости, нарушения сна и аппетита и др.

Средняя или вторая ступень характеризуется усилением указанных симптомов и нервно-регуляторных нарушений с появлением функциональной недостаточности пищеварительных желез, сердечно-сосудистой и нервной систем, нарушением некоторых обменных процессов, стойкой лейко- и тромбоцитопенией

При тяжелой степени, кроме того, развивается анемия, появляется резкая лейко- и тромбопения, возникают атрофические процессы в слизистой желудочно-кишечного тракта и др. (изменения в центральной нервной системе, выпадение волос).

Отдаленные последствия лучевой болезни проявляются в повышенной предрасположенности организма к злокачественным опухолям и болезням кроветворной системы.

Опасность радионуклидов, попавших внутрь организма, обусловливается рядом причин, - способностью некоторых из них избирательно накапливаться в отдельных органах, увеличением времени облучения до выведения нуклида из органа и его радиоактивною распада, ростом опасности высоко ионизирующих альфа-и бета-частиц, которые малоэффективны при внешнем облучении.

Критические органы подразделяют на три группы:

I- все тело, репродуктивные органы (гонады), красный костный мозг;

II - мышцы, щитовидная железа, жировая ткань, печень, почки, селезенка, желудочно-кишечный тракт, легкие, хрусталик глаза;

III- костная ткань, кожный покров, руки, предплечья, ступни ног.

В соответствии с требованиями Закона о радиационной безопасности населения введены дозовые пределы:

для персонала 20 мЗв (миллизивертов) в год при производственной деятельности с источниками ионизирующих излучений;

для населения – 1 мЗв.

Защита от ионизирующих излучений включает в себя:

**Защита от ионизирующих излучений осуществляется с помощью следующих мероприятий:**

* сокращение продолжительности работы в зоне излучения;
* полная автоматизация технологического процесса;
* дистанционное управление;
* экранирование источника излучения;
* увеличение расстояния;
* использование манипуляторов и роботов;
* использование средств индивидуальной защиты и предупреж­дение знаком радиационной опасности;
* постоянный контроль за уровнем ионизирующего излучения и за дозами облучения персонала.
* организационные мероприятия (выполнение требований безопасности при размещении предприятий, устройстве рабочих помещений и организации рабочих мест, при работе с закрытыми и открытыми источниками, при транспортировке, хранении и захоронении радиоактивных веществ, проведение общего и индивидуального дозиметрического контроля);
* медико-профилактические мероприятия (сокращенный рабочий день, дополнительный отпуск, медицинские осмотры, лечебно-профилактическое питание и др.);
* инженерно-технические методы и средства (защита расстоянием и временем, применение средств индивидуальной защиты, защитное экранирование и др.).

Средства индивидуальной защиты

Средства индивидуальной защиты предназначены для защиты от попадания радиоактивных загрязнений на кожу тела работающих и внутрь организма, а также от альфа- и бета-излучений.

Для защиты всего тела применяется спецодежда в виде халатов, шапочек, резиновых перчаток и др. При работах с изотопами большой активности (>10 мКи) применяются комбинезоны, спец белье, пленочные хлорвиниловые фартуки и нарукавники, клееночные халаты, тапочки или ботинки, для защиты рук - перчатки из просвинцованной резины, а защиты ног - специальная пластиковая обувь.

Для защиты глаз применяются очки, стекло которых может быть обычным (при альфа- и мягких бета-излучениях), силикатным или органическим (при бета-излучениях высоких энергий), свинцовое или с фосфатом вольфрама (при гамма-излучениях), с боросиликатом кадмия или фтористыми соединениями (при нейтронном облучении) и др.

При содержании радиоактивных веществ в паро-, газо- или пылевидном состоянии для защиты от них применяются очки закрытого типа с резиновой полумаской.

Для защиты органов дыхания применяются респираторы или шланговые приборы (противогазы), пневмокостюмы и пневмошлемы.

Для предотвращения или частичного ослабления воздействия радионуклидов, попавших в организм, а также для предупреждения отложения их в организме и ускорения выведения рекомендуются такие меры как промывание желудка и кишечника, использование адсорбентов, веществ для замещения радионуклидов или комплекс ообразования с последующим ускоренным их выведением из организма (сернокислый барий, глюканат кальция, хлористый кальций, хлористый аммоний, пентацин, йодная настойка или йодистый калий и др.).

Защитное экранирование

При проектировании и расчете защитных экранов определяют их материал и толщину, которые зависят от вида излучения, энергии частиц и квантов и необходимой кратности ослабления.

Расчет защитных экранов основывается на особенностях и закономерностях взаимодействия различных видов излучения с веществом.

Для защиты от альфа-частиц необходимо, чтобы толщина экрана превышала длину пробега альфа-частиц в данном материале экрана. Для защиты от внешнего облучения альфа-частицами обычно применяют тонкую металлическую фольгу (20-100 мкм), силикатное стекло, плексиглас или несколько сантиметров воздушного зазора.

Для защиты от бета-излучений применяют экраны из материалов с малым атомным весом (алюминий, оргстекло, полистирол и др.), т.к. при прохождении бета-излучений через вещество, возникает вторичное излучение, энергия которого увеличивается с ростом атомного номера вещества.

При высоких энергиях бета-частиц (>3 МэВ), применяют двухслойные экраны, наружный слой которых выполняется из алюминия. Внутренняя облицовка экрана изготавливается из материалов с малым атомным номером, чтобы уменьшить первоначальную энергию электронов.

Толщина слоя различных материалов для поглощения бета-излучения определяется также максимальным пробегом бета-частиц.

При проектировании защитного экранирования от нейтронов выбирают вещества с малым атомным номером (вода, полиэтилен, парафин, органические пластмассы и др.), т.к. при каждом столкновении с ядром нейтрон теряет тем большую часть своей энергии, чем ближе масса ядра к массе нейтрона.

При защите от нейтронного излучения необходимо учитывать, что процесс поглощения эффективен для тепловых, медленных и резонансных нейтронов, поэтому быстрые нейтроны должны быть предварительно замедлены. Средняя потеря энергии при упругом рассеянии максимальна на легких ядрах (например, водороде) и минимальна на тяжелых. Вероятность потери энергии при неупругом рассеянии возрастает на тяжелых ядрах и с увели­чением энергии нейтрона. Тепловые нейтроны диффундируют через защиту до тех пор, пока не будут захвачены или не выйдут за ее пределы, поэтому важно обеспечить быстрое поглощение тепловых нейтронов выбором наиболее эффективных поглотителей. После захвата тепловых нейтронов почти всегда возникает гамма-излучение, которое необходимо ослабить. Таким образом, защита от нейтронов должна иметь в своем составе водород или другое легкое вещество для замедления быстрых и промежуточных нейтронов при упругом рассеянии, тяжелые элементы с большой атомной массой для замедления быстрых нейтронов в процессе неупругого рассеяния и ослабления от захватного гамма-излучения, элементы с высоким эффективным сечением поглощения тепловых нейтронов.

Для защиты от гамма-лучей применяются экраны из металлов высокой плотности (свинец, висмут, вольфрам), средней плотности (нержавеющая сталь, чугун, медные сплавы) и некоторые строительные материалы (бетон, баритобетон и др.).

В практике расчета защиты от гамма-излучения широко применяются универсальные таблицы, позволяющие определить толщину защиты по заданному уменьшению мощности дозы, а при известной толщине защиты легко найти кратность ослабления излучения и определить допустимое время работы за защитой или допустимое значение активности источника. По этим таблицам определяют также дополнительную защиту к уже существующей, требуемый набор толщины слоев различных материалов, линейные или массовые эквиваленты отдельных защитных материалов, слои полу ослабления в различных интервалах толщины материала и т.п. Однако указанные таблицы пригодны только для моноэнергетических источников гамма-излучения. В тех случаях, когда источник имеет сложный спектр излучения, расчет толщины защиты, обеспечивающий необходимую кратность ослабления, ведут методом "конкурирующих" линий.

При защите от рентгеновского излучения толщина защитного экрана определяется необходимой степенью ослабления мощности дозы излучения.

Для экранирования от рентгеновского излучения используются такие материалы как свинец, бетон, свинцовое стекло и др.

В отдельных случаях, когда по характеру выполняемых работ использование стационарной защиты затруднено, допускается обеспечение защиты путем использования переносных защитных ширм, экранов, а также средств индивидуальной защиты (защитные фартуки, рукавицы, щитки и пр.)

Защита высоковольтных электронных приборов или всей установки, генерирующих мягкое рентгеновское излучение, достигается помещением этих приборов в металлические кожухи, шкафы или блоки.