

Лекция № 7

Тема: Основы радиационной защиты при использовании ионизирующих излучений

В последнее время всё более широкое применение получают установки, работа которых сопровождается ионизирующим излучением (рентгеновские установки, атомные реакторы и т. д.). Радиоактивные изотопы получили широкое распространение в приборостроении и других отраслях народного хозяйства. С расширением использования атомной энергии в мирных целях возрастает число людей, подвергающихся опасности облучения, соответственно всё большее значение приобретает рациональная организация труда и применение защитных средств при работе с источниками радиоактивных излучений.

Ионизирующие излучения могут исходить как из закрытых, так и из открытых источников.

1. Закрытые источники

Закрытые источники ионизирующего излучения по характеру действия условно разделены на две группы:

1. источники излучения непрерывного действия (γ -установки различного назначения, нейтронные, β - и γ -излучатели);
2. источники, генерирующие излучение периодически (рентгеновские аппараты и ускорители заряженных частиц)

Закрытые источники применяют в металлургии, строительной индустрии, химической, легкой, пищевой промышленности, геологии, медицине, биологии, сельском хозяйстве, научных исследованиях.

В качестве γ -излучателей в основном служат искусственные радиоактивные элементы, помещаемые в порошкообразном или твердом состоянии в герметичные стальные ампулы.

Нейтронные источники обычно готовят, смешивая радий, полоний или плутоний с бериллием или бором (смесь помещают в герметичные стальные ампулы).

В качестве β -источников используют искусственные радиоактивные изотопы — β -излучатели.

2. Защитные мероприятия, основаны на знании законов распространения ионизирующего излучения и характера его взаимодействия с веществом.

принципы обеспечения радиационной безопасности:

1. уменьшение мощности источников до минимальных величин («защита количеством»);
2. сокращение времени работы с источниками («защита временем»);
3. увеличение расстояния от источников до работающих («защита расстоянием»);
4. экранирование источников излучения материалами, поглощающими ионизирующее излучение («защита экранами»),

«Защита количеством», т.е. проведение работ с минимальной активностью радионуклидов, основывается на уменьшении мощности излучения в прямой пропорции. Этот способ защиты не имеет широкого

применения, так как он ограничен требованиями того или иного процесса технологии. Кроме того, уменьшение активности источника увеличивает срок облучения различных объектов, подвергаемых воздействию ионизирующего излучения.

«Защита временем» основывается на тех же закономерностях, что и «защита количеством». Сокращая срок работы с источниками, можно в значительной степени уменьшить дозы облучения персонала. Этот принцип защиты особенно часто следует соблюдать при работе с источниками относительно малой активности, при прямых манипуляциях с ними персонала. Так, медицинский персонал при работе с источниками в виде цилиндров и бус обучается выполнению манипуляций с ними на примере таких же цилиндров и бус, но не содержащих γ -излучателя. Это позволяет добиться высокой степени автоматизма выполняемых операций и тем самым значительно сократить «активное время» персонала (время работы с радиоактивным источником). Велика значимость временного фактора и при использовании рентгеновских аппаратов в медицинской практике, особенно при диагностических процедурах. Повышение квалификации врачебных кадров способствует сокращению времени работы рентгеновской трубки и, следовательно, уменьшению дозовых нагрузок персонала и обследуемых больных.

«Защита расстоянием» — простой и надежный способ защиты, который обеспечивается достаточным удалением работающих от излучателя. Насколько эффективен этот принцип защиты, можно видеть на следующем примере. При работе с точечным источником из ^{60}Co активностью 110 МБк пинцетом длиной 8 см в течение 1 мин пальцы кисти работающего могут получить дозу около 100 мкГр, а при тех же манипуляциях, но пинцетом длиной 25 см — всего 10 мкГр. Таким образом, инструмент большей длины и менее удобный хотя и может несколько увеличить время, необходимое для выполнения операций, тем не менее имеет определенные преимущества в поисках пути снижения доз.

Принцип «защиты экранами», используемый в комбинации с принципом защиты расстоянием.

В зависимости от вида ионизирующего излучения для изготовления экранов применяют различные материалы, а их толщина определяется мощностью излучения. Так, лучшими для защиты от рентгеновского и γ -излучений, позволяющими добиться нужного эффекта по кратности ослабления при наименьшей толщине экрана являются свинец и уран.

Защита от нейтронного излучения экранами основывается на закономерности взаимодействия нейтронов с веществом. Наиболее эффективно происходит поглощение тепловых, медленных и резонансовых нейтронов, поэтому для поглощения быстрых нейтронов они должны быть предварительно замедлены. Максимальный замедляющий эффект у элементов с малым атомным номером. Поэтому для защитных экранов обычно применяют воду, парафин, бетон и другие материалы, содержащие в своем составе большое количество атомов водорода.

Тепловые нейтроны очень хорошо поглощаются кадмием и бором, причем для полного их поглощения толщина слоя кадмия, например, может равняться нескольким десятым миллиметра.

Учитывая, что процесс поглощения нейтронов сопровождается излучением γ -квантов, необходимо предусматривать дополнительную защиту из свинца или других эквивалентных материалов.

В реакторах, например, где имеется мощное излучение нейтронов, может быть несколько поглощающих слоев: первый слой — для замедления нейтронов из материалов, содержащих большое количество атомов водорода (бетон, вода и т.д.), второй слой — для поглощения медленных и тепловых нейтронов (бор, кадмий) и третий слой — для поглощения γ -излучения.

Для защиты от β -потоков целесообразно применять экраны, изготовленные из материалов с малым атомным номером. В этом случае выход тормозного излучения невелик. Обычно в качестве экранов для поглощения β -излучения используют органическое стекло, пластмассу, алюминий. При особо мощных β -потоках следует использовать дополнительные экраны для защиты от тормозного излучения.

По своему назначению защитные экраны условно разделены на 5 групп:

1-я группа — защитные экраны-контейнеры, в которые помещают радиоактивные препараты с целью их хранения в нерабочем положении и транспортировки.

2-я группа — защитные экраны для оборудования. В этом случае экранами полностью окружают все рабочее оборудование при положении радиоактивного препарата в рабочем состоянии или при включении высокого (или ускоряющего) напряжения на источники ионизирующей радиации;

3-я группа — передвижные защитные экраны. Этот тип защитных экранов служит для защиты рабочего места на различных участках рабочей зоны;

4-я группа — защитные экраны, монтируемые как части строительных конструкций (стены, перекрытия полов и потолков, специальные двери и т.д.), предназначены для защиты помещений, в которых постоянно находится персонал, и прилегающей территории;

5-я группа — экраны индивидуальных средств защиты (щиток из оргстекла, смотровые стекла пневмокостюмов, просвинцованные перчатки и др.).

3. Открытые источники

Открытыми называют такие источники ионизирующего излучения, при использовании которых возможно попадание радионуклидов в окружающую среду. При этом может быть не только внешнее, но и дополнительное внутреннее облучение персонала, которое происходит при поступлении радионуклидов в окружающую рабочую среду в виде газов, аэрозолей, а также твердых и жидких радиоактивных отходов. Технологические процессы и операции, связанные с возможностью образования радиоактивных аэрозолей, часто имеют ведущее значение.

Источниками образования радиоактивных аэрозолей могут быть не только производственные операции, но и загрязненные радионуклидами рабочая поверхность, спецодежда и обувь.

Все объекты, которые представляют потенциальную опасность загрязнения радионуклидами рабочей среды, условно разделены на 2 группы.

1-я группа — многочисленные лаборатории, учреждения и предприятия, где их использование в открытом виде предусмотрено самой технологией производства, например в медицинских учреждениях для лечения и диагностики ряда заболеваний; в лабораториях сельскохозяйственного профиля для изучения процессов усвоения растениями вносимых в почву удобрений, оценки роли микроэлементов в питании растений и решения других научно-исследовательских задач; в лабораториях промышленного профиля для изучения износа деталей различных устройств в машиностроении, для оценки процесса шлакообразования и динамики плавки металлического лома в мартеновских печах и т.д.;

2-я группа — такие объекты, на которых радионуклиды в открытом виде образуются как неизбежные, а в отдельных случаях и как побочные нежелательные продукты технологического процесса, например рудники по добыче радиоактивных руд и заводы по их переработке, атомные электростанции и экспериментальные реакторы, мощные ускорители заряженных частиц и др.

Согласно основным санитарным правилам, все радионуклиды в зависимости от допустимого количества на рабочем месте условно разделяются на 4 группы радиотоксичности:

группа А — элементы с особо высокой радиотоксичностью; изотопы, допустимая активность которых на рабочем месте составляет $1,0 - 10^3$ Бк;

группа Б — элементы с высокой радиотоксичностью: изотопы, допустимая активность которых на рабочем месте составляет $1,0 \cdot 10^4$ и 10^5 Бк;

группа В — элементы со средней радиоактивностью: изотопы, допустимая активность которых на рабочем месте составляет $1,0 \cdot 10^6$ и $1,0 \cdot 10^7$ Бк;

группа Г — элементы с малой радиотоксичностью: изотопы, для которых допустимая активность на рабочем месте составляет $10 \cdot 10^8$ Бк и более.

Все многообразные формы применения открытых радиоактивных источников по степени потенциальной опасности внутреннего переоблучения (в зависимости от количества радионуклидов на рабочем месте и относительной радиотоксичности изотопа) подразделяют на 3 класса, причем при определении класса работ в зависимости от сложности выполняемых операций вносится поправочный коэффициент.

Таблица

Класс работ с открытыми источниками излучения

Группа радиационной опасности	Минимально значимая активность, Бк	Активность на рабочем месте, Бк		
		Класс работ		
		I	II	III
А	$1,0 \cdot 10^4$	Более	От 10	От 0,1

		10^4	до 10^4	до 10
Б	$1,0 \cdot 10^5$	Более 10^5	От 10 до 10^5	От 1 до 100
В	$1,0 \cdot 10^6$	Более 10^6	От 10 до 10^6	От 10 до 10^3
Г	$1,0 \cdot 10^7$	Более 10^7	От 10 до 10^7	От 10 до 10^4

Чем выше класс выполняемых работ, тем жестче гигиенические требования по защите персонала от внутреннего переоблучения. Вместе с тем главные принципы защиты остаются неизменными:

- герметизация производственного оборудования для изоляции процессов, которые могут явиться источниками поступления радионуклидов в окружающую среду;
- планировка помещений;
- оптимизация санитарно-технических устройств и оборудования;
- использование средств индивидуальной защиты;
- санитарно-бытовые устройства;
- выполнение правил личной гигиены;
- очистка от радиоактивных загрязнений поверхности строительных конструкций, аппаратуры и средств индивидуальной защиты.

Герметизация производственного оборудования позволяет максимально ограничить поступление радионуклидов в воздух производственной зоны. Для этих целей в зависимости от класса выполняемых работ используют «горячие» камеры, камеры-боксы и вытяжные шкафы различных типов и конструкций. Работы I класса с α - и β -излучателями обычно выполняют в герметичных боксах, имеющих рукавные резиновые перчатки, вмонтированные в переднюю стенку.

При выполнении работ с γ -изотопами используют боксы со значительной толщиной защитных стенок, снабженные специальными дистанционными устройствами, в простейшем случае шпатовыми манипуляторами на шаровой основе.

Толщина защитной чугунной плиты со стороны оператора составляет у правой секции 100 мм. Наблюдение за операциями осуществляют через свинцовое стекло.

При работах с γ -излучателями значительной мощности в связи с увеличением толщины защитных экранов применяют механические манипуляторы (механические руки), а наблюдение за операциями ведут с помощью оптических систем или телевидения (таково принципиальное устройство «горячих» камер).

Работы II и III классов могут быть выполнены в боксах, изготовленных из органического стекла, и вытяжных шкафах, которые также оборудованы системами приточно-вытяжной вентиляции, коммуникациями для подвода горячей и холодной воды, сжатого воздуха, бытового газа и реагентов,

узлами слива и сброса радиоактивных отходов. Отходы собирают в контейнеры-сборники.

Планировка помещений предполагает максимальную изоляцию работ с радионуклидами от других помещений и участков с иным функциональным назначением. Работы I класса можно проводить в отдельном здании или изолированной части здания, имеющей отдельный вход, работы II класса — изолированно от других помещений, работы III класса — в отдельных, специально выделенных комнатах.

В основу планировки помещений, предназначенных для выполнения работ I класса, положен принцип деления их по степени возможного радиоактивного загрязнения на 3 зоны:

- первая — зона размещения оборудования камер, боксов, коммуникаций и др., являющихся основными источниками радиоактивных загрязнений;
- вторая — периодически обслуживаемые ремонтно-транспортные помещения для проведения ремонта оборудования и других работ, связанных со вскрытием технологического оборудования, загрузки и выгрузки активных материалов или подобных работ; узлы загрузки и выгрузки радиоактивных материалов, временного хранения и удаления отходов;
- третья — помещения для постоянного пребывания персонала — операторские, пульта управления и др.

К планировке лабораторий для работ II и III классов не предъявляют столь жестких требований. В зависимости от характера операций с изотопами в состав этих лабораторий могут входить хранилища радионуклидов, фасовочная, помещения для выполнения работ с радиоактивными препаратами. Может быть применен простейший способ трехзональной планировки лаборатории, при которой комнату делят стеклянными перегородками на 3 зоны. Это позволяет изолировать наиболее опасные операции (вскрытие бокса и ремонт оборудования) от всего помещения.

Работы III класса могут выполняться и в однокомнатной лаборатории, условно разделенной на зоны, в которых потенциальная возможность загрязнения неодинакова.

В помещениях лабораторий и учреждений, где ведутся работы I класса, предусмотрено устройство местной приточно-вытяжной и общеобменной систем **вентиляции**. Системой местной приточно-вытяжной вентиляции оборудуют «горячие» камеры и боксы, причем они снабжены двумя патрубками (приточный имеет обратный клапан и дроссель для регулирования подаваемых объемов воздуха). В помещениях лабораторий, предназначенных для выполнения работ I класса, воздух должен перемещаться из зоны в зону в порядке возрастания степени потенциальной опасности для работающих (из третьей в первую).

Устройство водопровода и хозяйственно-фекальной канализации радиологических объектов должно соответствовать требованиям строительных норм и правил. Помещения, предназначенные для работ I, II и

III классов, снабжаются горячей водой. Краны для воды, подаваемой к раковинам, должны иметь смесители и открываться при помощи педального или локтевого устройства. При проведении работ I и II классов предусматривают две системы канализации: хозяйственно-фекальную и специальную. В учреждениях, где ежедневно образуются жидкие радиоактивные отходы объемом более 200 л и удельной активностью, превышающей в 10 раз и более допустимую концентрацию, устраивается специальная канализация. Если ежесуточное количество жидких радиоактивных отходов не превышает 200 л, указанные отходы собирают у места их возникновения в специальные емкости для последующей отправки на централизованные пункты захоронения.

Отделка помещений для работ с радионуклидами требует специальных материалов и покрытий, что продиктовано рядом обстоятельств. Интенсивное загрязнение поверхности радионуклидами может обусловить дополнительное внешнее и внутреннее облучение персонала. Поэтому, если загрязнение поверхности превышает допустимые величины, необходимо провести мероприятия по удалению изотопов. Вполне понятно, что успешность их выполнения в первую очередь будет зависеть от степени фиксации радионуклидов на поверхности. Она обычно происходит за счет механического удерживания частиц, обусловленного пористостью, шероховатостью и неровностью поверхности, а также физикохимического взаимодействия с материалом (адсорбции), диффузии в глубь поверхности, химического взаимодействия с материалом поверхности.

Многие строительные материалы, обладая высокой пористостью (например, дерево, кирпич, бетон, асфальт и др.), легко фиксируют радионуклиды и плохо поддаются очистке.

Высокие сорбционные свойства линолеумов ограничивают возможность их применения, так как они недостаточно хорошо отмываются от радиоактивного загрязнения. Наиболее совершенными материалами являются нержавеющая сталь и стекло, но нержавеющая сталь достаточно дорога, поэтому ее применяют только для изготовления рабочей поверхности в боксах, камерах и других помещениях, а стекло — малопригодный из-за хрупкости материал.

В настоящее время на основе ряда полимерных материалов (поливинилхлорид, полиэтилен) созданы новые виды покрытий, отвечающих требованиям не только санитарно-гигиеническим, но и технологии производства.

Стены могут быть покрыты глазурованной плиткой, некоторыми лакокрасочными покрытиями, перхлорвиниловыми красками, эмалью, лаком и эпоксидными смолами.

При выборе материалов покрытий для оборудования лабораторий, предназначенных для операций с радионуклидами, необходимо учитывать класс предполагаемых работ.

В помещениях для работ I и II классов полы и стены и потолки должны быть покрыты специальными малосорбирующими материалами, стойкими к моющим средствам.

В помещениях для работ III класса стены на высоту не менее 2 м окрашивают масляной краской, а остальную часть стен и потолок — клеевой краской. Полы в этих помещениях покрывают линолеумом или пластиком.

В помещениях для работ I и II классов для удобства промывки углы помещений должны быть закруглены. Края покрытий полов должны быть подняты. При наличии спецканализации полы должны иметь уклоны и трапы. Переплеты окон должны иметь простейшие профили, окна со скошенными подоконниками или без них.

Полотна дверей должны быть гладкими, щитовой конструкции. Оборудование и рабочая мебель в помещениях, где проводятся работы с радионуклидами в открытом виде, должны иметь гладкую поверхность и конструкцию, позволяющую легко их обрабатывать моющими средствами. Наружную поверхность окрашивают нитроэмалями или масляной краской.

Мебель и оборудование закрепляют за помещениями соответствующего класса работ. Мягкая мебель запрещена.

В помещениях, где ведутся работы I и II классов, управление общими системами отопления, газоснабжения, сжатого воздуха, водопровода и групповые электрощиты выносятся из рабочих помещений.

4. Средства индивидуальной защиты

В комплексе защитных мероприятий по созданию условий радиационной безопасности важное место занимают средства индивидуальной защиты, предназначенные для защиты органов дыхания и кожного покрова. Только в отдельных случаях при работе с β -излучателями и источниками мягкого рентгеновского излучения применяют соответственно щитки из органического стекла и просвинцованные резиновые фартуки и перчатки.

В зависимости от характера проводимых работ все средства индивидуальной защиты условно делят на средства повседневного назначения и кратковременного использования. К средствам повседневного назначения относятся халаты, комбинезоны, костюмы, спецобувь и некоторые типы противопылевых респираторов, к средствам кратковременного использования - изолирующие шланговые и автономные костюмы, пневмокостюмы, противогазы и др.

К конструкции защитной одежды при работе с открытыми источниками наряду с общими требованиями предъявляются и особые требования, обусловленные необходимостью легкого удаления радиоактивных загрязнений:

- детали одежды должны обладать одинаковой химической стойкостью;
- одежда изготавливается с минимальным количеством швов, клапанов, карманов;
- обязательно правильное крепление отдельных узлов и деталей;
- швы делают прочными, герметичными и гладкими (например, пленочную одежду изготавливают высокочастотной сваркой швов);

- спецодежда повседневной носки изготавливается из хлопчатобумажной ткани (верхняя одежда и белье) и синтетических материалов типа лавсана (верхняя одежда), последние эффективны при возможном воздействии на работающих агрессивных химических веществ.

К спецодежде кратковременного использования относят перчатки и пленочную одежду: полукombineзоны, фартуки и нарукавники.

Для изготовления перчаток служат нейритовые и бутылкаучуковые латексы, поливинилхлоридные и фторполимерные материалы, обладающие высокими защитными свойствами.

Пленочную спецодежду изготавливают из поливинилхлоридных и полиэтиленовых материалов. Дополнительные средства защиты применяют в тех случаях, когда возможно попадание радионуклидов на отдельные части тела работающих. Прикрывая только часть тела, эти дополнительные средства не стесняют движений работающих и создают возможность частичного проветривания пододеждного пространства.

В качестве основной спецобуви наиболее широко распространены ботинки с верхом из искусственной кожи, ботинки с верхом из лавсановой ткани и резиновые сапоги без подкладки. Резиновые сапоги можно сочетать не только со спецодеждой повседневной носки, но и с изолирующими костюмами.

Дополнительная обувь необходима при всех работах с высокой потенциальной опасностью загрязнения радионуклидами рабочей среды. В этом случае можно надеть пластиковые и резиновые бахилы и чехлы, галоши без подкладки.

При возможности загрязнения воздуха радионуклидами надо пользоваться средствами защиты органов дыхания, которые делятся на две группы: фильтрующие и изолирующие. Фильтрующими называются приборы, в которых вдыхаемый человеком воздух проходит через специальные фильтры (на этом принципе устроены респираторы и противогазы), изолирующими - устройства, позволяющие обеспечить подачу чистого воздуха в зону дыхания через шланги или с помощью кислородных приборов.

Изолирующие костюмы используют при проведении ремонтных и аварийных работ в условиях значительного загрязнения радиоактивными веществами воздушной среды, поверхностей оборудования и строительных конструкций.

Примером изолирующих костюмов с автономным источником подачи воздуха может служить изолирующий комплект с автономным источником воздушного питания, состоящий из герметичного комбинезона, системы регенерации воздуха и охлаждающего (хлопчатобумажного) комбинезона - экрана, надеваемого поверх основного герметичного пластикового комбинезона. Охлаждающий комбинезон в процессе работы регулярно смачивают водой.

В зависимости от класса проводимых работ рекомендуется использовать следующие средства индивидуальной защиты:

- при работах I класса и при отдельных работах II класса работающие обеспечиваются комбинезонами или костюмами, шапочками, спецбельем, носками, тапочками или ботинками, перчатками, бумажными полотенцами и носовыми платками разового пользования и в зависимости от характера возможного радиоактивного загрязнения воздуха средствами защиты органов дыхания;

- при работах II и III классов работающие обеспечиваются халатами, шапочками, перчатками, тапочками и при необходимости средствами защиты органов дыхания; работающие с открытыми радиоактивными растворами и порошками, а также персонал, убирающий помещения, помимо перечисленной выше спецодежды и спецобуви, обеспечиваются пластиковыми фартуками и нарукавниками или пластиковыми полу-

халатами, дополнительной спецобувью (галоши, бахилы) или резиновыми сапогами;

- при работах в условиях возможного аэрозольного загрязнения воздуха помещений радионуклидами (работы с порошками, кипячение радиоактивных растворов и т.д.) необходимы специальные фильтрующие или изолирующие средства защиты органов дыхания;

- изолирующие защитные средства (пневмокостюмы, пневмошлемы и в отдельных случаях кислородные приборы) рекомендуются в тех случаях, когда фильтрующие средства защиты не обеспечивают безопасность выполнения планируемых работ (ликвидация аварии, ремонтные работы и т.д.).

5. Санитарно-бытовые устройства

В зависимости от класса выполняемых работ и числа работающих с открытыми источниками предусматривают такие санитарно- бытовые устройства, как умывальные, душевые обычного типа, санитарные пропускники и санитарные шлюзы.

При работах III класса умывальники обычно устраивают с подводкой горячей и холодной воды, смесителями с педальным или ножным регулированием подачи воды. В отдельных случаях могут быть устроены специальные умывальники, которые обеспечены моющими средствами и полотенцами или бумажными индивидуальными салфетками. Иногда при значительной численности работающих с радионуклидами предусматривают душевые обычного типа.

При выполнении работ I и II классов обязательно устройство санитарных пропускников, которые, в отличие от обычного набора помещений, должны включать специальные помещения (гардеробы для верхней, домашней одежды и спецодежды, душевые, комнаты для дозиметрического контроля кожного покрова и спецодежды работающих, кладовые для хранения чистой и грязной одежды, помещения для хранения средств индивидуальной защиты, туалет, иногда сушилка).

Отделка помещений санитарных пропускников позволяет проводить мероприятия для удаления с поверхности стен, потолков и пола радиоактивных загрязнений, поэтому полы крыты пластиком; в душевых

полу придают уклон и устраивают сливной трап. Стены в гардеробе для домашней одежды на высоте 2 м покрывают пластиком или глазурованной плиткой. Верхняя часть стен и потолок могут иметь клеевую побелку. В помещениях «грязного» отделения стены покрывают пластиком или глазурованной плиткой на всю их высоту, потолки окрашивают масляной краской. Санитарные пропускники оборудованы общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией.

На объектах с трехзональной планировкой между второй и третьей зонами устраивают санитарные шлюзы, предназначенные для предупреждения выноса радионуклидов из загрязненных помещений в чистую зону. В условно «чистой» части санитарного шлюза предусмотрены помещения для дополнительных средств индивидуальной защиты: респираторов, перчаток, галош, пневмомасок, пневмокостюмов - и чистой одежды, а в условно «грязной» зоне санитарного шлюза помещения, где находятся контейнеры для сбора загрязненных дополнительных средств защиты, - специальные моющие обувь установки на входе в него со стороны второй зоны и оборудованные душевые для обмывания пневмокостюмов. На границе чистых и грязных помещений санитарного шлюза размещены дозиметрические приборы для контроля степени загрязнения работающих, а также «дисциплинирующий» барьер.

Общая схема эксплуатации санитарного шлюза может быть представлена в следующем виде: работающий при выходе из второй зоны очищает обувь на моющей установке, далее переходит к душевой установке и обмывает пневмокостюм; после обмывания костюма контролирует уровень загрязнения, далее костюм снимает и помещает на хранение, после снятия дополнительных средств защиты работающий моет руки с мылом и мягкой щеткой и проверяет уровень загрязнения рук и спецодежды. В спецпрачечную пленочную и резиновую спецодежду отправляют в том случае, если после предварительной обработки в санитарном шлюзе степень ее загрязнения превышает допустимый уровень.

6. Правила личной гигиены

При попадании радионуклидов на спецодежду и кожный покров работающих возможно как дополнительное облучение кожи, так и поступление их в желудочно-кишечный тракт и через неповрежденную кожу. Кроме того, появляется вероятность их переноса в чистые производственные помещения и жилые помещения. Поэтому при работе с открытыми источниками необходимо выполнять требования так называемой **радиационной асептики**, под которой понимают совокупность мер, направленных на предупреждение попадания радионуклидов на спецодежду и кожный покров работающих. Например, главная задача работающего при надевании и снятии перчаток - предупредить прикосновение незащищенных пальцев руки к наружной (потенциально загрязненной) поверхности перчаток. Для профилактики попадания радионуклидов в желудочно-кишечный тракт при работе с растворами любой удельной активности должны быть автопипетки. Запрещены курение в рабочей зоне, хранение

пищевых продуктов, косметики, домашней одежды и других предметов, не имеющих прямого отношения к работе с радионуклидами. В случае загрязнения кожного покрова требуется его своевременная санитарная обработка, ибо с увеличением времени, прошедшего с момента загрязнения до обработки, повышается степень фиксации радионуклидов на коже.

Кожный покров хорошо очищается с помощью мыла и теплой воды. В том случае, когда такая обработка не дает желаемого результата, используют специальные моющие средства.

После выполнения работ с открытыми источниками обязателен дозиметрический контроль уровня загрязнения спецодежды и кожного покрова работающих с обязательным повторным контролем после санитарной обработки.

Основным условием безопасности работы с открытыми источниками является строгое выполнение всех инструкций и правил по предупреждению загрязнения радионуклидами спецодежды, рук, тела, которые разрабатываются и утверждаются администрацией каждого конкретного объекта на основании существующих санитарных правил.

Очистка от радиоактивных загрязнений поверхности строительных конструкций, аппаратуры и средств индивидуальной защиты

При загрязнении радионуклидами оборудования, производственных помещений и средств индивидуальной защиты их очищают от радиоактивного материала. Следует указать, что благодаря специальным покрытиям большая часть загрязнений имеет слабую связь с поверхностями. Некоторое же количество радионуклидов фиксируется прочно, поэтому загрязнения удаляются не обычной водой, а специально подбираемыми растворами, часто сложного состава, которые наиболее эффективно разрушают связь радионуклидов, возникшую за счет адсорбции и ионного обмена, с поверхностью.

К веществам для удаления радиоактивных изотопов с поверхности относятся поверхностно-активные (жировое мыло, моющие порошки, сульфанол, препараты ОП-7, ОП-10, «Контакт Петрова») и комплексообразующие соединения (полифосфаты, аминополикарбоновые, лимонная и щавелевая кислоты и их соли).

Радиоактивные загрязнения, имеющие химическую связь с материалом поверхности, можно удалять минеральными кислотами (HCl , H_2SO_4 , HNO_3) и окислителями (KMnO_4 , H_2O_2 и др.). Результаты обработки загрязненной поверхности указанными средствами признают удовлетворительными, если уровень загрязнения не превышает допустимых величин.

Индивидуальные средства защиты - спецодежда (как верхняя одежда, так и белье), пленочные средства защиты (фартуки, нарукавники, комбинезоны, пневмоперчатки и спецобувь - обрабатывают в специальных прачечных. Предварительно средства индивидуальной защиты как по виду материала, из которого они изготовлены, по виду (α - и β -загрязненность) и уровню загрязнения (как правило, такая сортировка осуществляется в санитарных пропускниках учреждений, где проводятся работы с открытыми источниками). Эффективность очистки спецодежды пр

радиометрическими приборами (по α -загрязненности после обязательной предварительной сушки индивидуальных средств).

В том случае, если при высоком уровне загрязнения повторная обработка моющими средствами не дает нужного эффекта, а загрязнение обусловлено долгоживущими изотопами, производят демонтаж приборов и оборудования, смену материалов покрытий и средств индивидуальной защиты, которые рассматриваются при этом как радиоактивные отходы, подлежащие переработке и захоронению.