

Параметры метеоусловий не соответствуют требованиям СанПиН 9 – 80 РБ 98 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» ни в теплый, ни в холодный период года.

Температура воздуха на рабочих местах в КШЦ в летнее время года составляет 30 – 40 °С, а на рабочих местах при плохо организованной системе вентиляции и неблагоприятных погодных условиях (при жаркой погоде) достигает 40 – 55 °С.

Зимой, наряду с высокой температурой на рабочем месте, имеют место сквозняки.

В термических цехах температурные показатели не столь высоки, но они тоже превышают допустимые значения. Это, в первую очередь, объясняется высокой плотностью размещения термоагрегатов и печей на существующих площадях цехов.

Одновременно с воздействием высоких температур работающие в горячих цехах подвергаются облучению инфракрасными лучами через открытые проемы нагревательных и термических печей, от нагретых поверхностей печей, заготовок, поковок, штамповок.

Интенсивность теплового облучения у открытых проемов нагревательных печей достигает 5 – 7 кВт/Вт², у мест складирования поковок, штамповок – 1 – 2 кВт/м², при штамповке (от нагретых заготовок, поковок, штамповок – 0,6 – 0,7 кВт/м², от нагретых поверхностей печей, термоагрегатов – 0,2 – 0,3 кВт/м²).

Анализ этих данных свидетельствуют о значительном превышении допустимых величин. Так, в соответствии с СанПиН 9 – 80 РБ 98 допустимая интенсивность теплового облучения работающих от поверхностей технологического оборудования, нагретых до темного свечения на рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м² при облучении 50 % поверхности тела и более, 70 Вт/м² – при величине облучаемой поверхности от 25 до 50 % и 100 Вт/м² – при облучении менее 25 % поверхности тела.

Интенсивность теплового облучения работающих от источников, нагретых до белого и красного свечения (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя и др.), не должна превышать 140 Вт/м², при этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела.

Приведенные цифры теплового облучения работающих на рабочих местах в КШЦ и термических цехах (участках) показывают, что практически реализация решений, связанных с улучшением температурных условий, затруднена, и в первую очередь ограничена критериями процесса нагрева и штамповки.

В качестве факторов оздоровления воздушной среды в рабочей зоне, как правило, рекомендуются следующие мероприятия:

- создание рациональной системы вентиляции;
- улучшение теплоизоляции стенок печей и термоагрегатов;
- водяное охлаждение кожухов и заслонок печей и устройство водяных завес у загрузочных окон и проемов печи;
- использование различных экранов (теплоотражающих, теплопоглощающих и теплоотводящих);
- применение воздушного душирования. Для усиления охлаждающего эффекта в струю воздушного потока можно подать распыленную воду;
- автоматизация или механизация отдельных операций технологического процесса, там, где это возможно, что позволяет не только снизить долю ручного труда, но и удалить работающего от источников теплоизлучения, исключив его вредное воздействие.

УДК 621.873

Барьеры безопасности на АЭС

Студенты гр. 106819 Лещина К.В., Лешок В.И., Размыслович В.В.
Научный руководитель – Винерский С.Н.
Белорусский национальный технический университет

Атомная промышленность имеет дело с большими количествами потенциально опасных радиоактивных материалов. Основопологающей целью обеспечения безопасности ядерных установок является удержание радиоактивности в границах установленных барьеров при любых обстоятельствах.

На ядерных установках существуют классические риски, связанные, например, с возникновением пожара, падением груза или разрывом паропровода. Эти события могут быть опасны для здоровья работников, но могут также повредить системы, обеспечивающие удержание радиоактивности. Соответственно, на ядерных установках установлен исключительно жесткий контроль для предотвращения таких рисков.

Кроме того, ядерные установки оснащены усиленной защитой от внешних рисков, возникновение которых может быть связано или с человеческой деятельностью (падение самолета, ударная волна взрыва за пределами атомного объекта либо террористическая атака), или с природными явлениями (наводнения, бури, смерчи, землетрясения и т. п.).

Также существует риск возникновения самоподдерживающейся цепной реакции, являющейся неотъемлемым свойством деления ядра (ядерная опасность). Протекание цепной реакции в реакторах должно быть полностью контролируемым и управляемым.

Необходимо учитывать, что радиоактивный распад сопровождается выделением тепла, часто называемого «остаточным тепловыделением», что требует постоянного отвода этого тепла, даже после остановки реактора (и прекращения цепной реакции).

Ядерная безопасность включает в себя комплекс мер, выполняемых на всех стадиях проектирования, строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации ядерных установок и систем транспортировки ядерных материалов в целях предотвращения аварийных ситуаций и ограничения последствий, если авария произойдет. Ответственность за соблюдение мер ядерной безопасности полностью лежит на организациях, эксплуатирующих ядерные объекты, но государственные органы осуществляют надзор за соблюдением мер ядерной безопасности.

Безопасность эксплуатации установки в случае какого-либо отказа оборудования или возникновения иной опасности обеспечивается наличием достаточно мощных «линий защиты», или барьеров. Их устойчивость является результатом не только высокого качества исполнения, но и проектирования. Основопологающим является следующий принцип: любая отдельная система безопасности, какой бы надежной она ни была, все равно уязвима и должна быть продублирована или подкреплена дополнительной системой. Именно на этом фундаментальном постулате «глубоко эшелонированной защиты» и строится ядерная безопасность.

На АЭС можно выделить следующие барьеры безопасности:

- первый барьер – это керамическая топливная таблетка, удерживающая большую часть радиоактивных продуктов и заключенная в герметичную металлическую оболочку;

- второй барьер сформирован толстостенными стальными конструкциями, удерживающими теплоноситель первого контура;

- третий барьер – это собственно реакторное здание, укрывающее первый контур и другие компоненты реактора мощной железобетонной оболочкой, которая способна выдержать высокое давление и нагрузки от внешних воздействий или нападений. Это, так называемый, контайнмент реактора, оболочка абсолютно герметичная и часто двойная.

Для поддержания целостности каждого из этих различных барьеров были разработаны три типа систем, которые применяются в различных сочетаниях.

Система первого типа основана на природных физических явлениях, не требующих внешнего вмешательства. Реакторы спроектированы таким образом, что любое увеличение температуры активной зоны, вызванное излишком тепловой мощности, спонтанно заглушает

цепную реакцию. Точно также и любая значительная утечка воды из активной зоны останавливает цепную реакцию.

Система второго типа использует устройства «пассивной» защиты, такие, как автоматическое падение стержней управления, и защиты, которые поглощают нейтроны и останавливают цепную реакцию в активной зоне, или автоматическая подача воды из баков системы аварийного расхолаживания активной зоны при разгерметизации первого контура.

Система третьего типа использует активные механизмы защиты, действующие от источников электрической или пневматической энергии и инициируемые сигналами соответствующих датчиков. Например, в случае утечки воды из активной зоны эта система безопасности включает инжекторные насосы высокого давления (позднее они были заменены на «пассивные» баки с концентратом борной кислоты).

Значимость систем безопасности на АЭС рассмотрим на примере аварий на блоке №4 Чернобыльской АЭС и на АЭС Фукусима-1.

26 апреля 1986 г. операторы блока №4 Чернобыльской АЭС проводили эксперимент на реакторе при малой мощности, что потребовало отключения части защитных систем.

Для завершения эксперимента любой ценой операторы еще более ухудшили ситуацию и нарушили ряд требований инструкции по безопасности, что спровоцировало неконтролируемый и очень быстрый скачок мощности блока №4: вода в активной зоне моментально испарилась, произошел паровой взрыв, а часть активной зоны была выброшена и пробила крышу реакторного здания. Поступление с воздухом кислорода вызвало воспламенение перегретого графита, начался пожар, длившийся много дней и отправивший в атмосферу – вплоть до стратосферы – значительное количество радиоактивных аэрозолей.

11 марта 2011 г. на АЭС Фукусима-1 вследствие землетрясения и удара цунами были выведены из строя внешние средства электроснабжения и резервные дизельные генераторы, что явилось причиной неработоспособности всех систем нормального и аварийного охлаждения и привело к расплавлению активной зоны реакторов на энергоблоках №1, №2 и №3. Без достаточного охлаждения во всех трёх работавших до аварийного останова энергоблоках начал снижаться уровень теплоносителя и стало повышаться давление, создаваемое образующимся паром. Для недопущения повреждения реактора высоким давлением пар сбрасывали в гермооболочку, в которой давление возросло до 840 кПа при расчётном значении в 400 кПа. Чтобы гермооболочка не разрушилась, пар пришлось сбрасывать в атмосферу. Однако при этом в обстройку реакторного отделения проникло большое количество водорода, образовавшегося в результате оголения топлива и окисления циркониевой оболочки. В результате на блоках №1, №3 произошел взрыв. Уровень радиации превысил допустимые значения.

Столь большое различие в последствиях аварий на блоке №4 Чернобыльской АЭС, на блоках №1, №2 и №3 АЭС Фукусима-1 драматически иллюстрирует значение контейнента.

УДК 621.181

Требования безопасности при эксплуатации системы предочистки водоподготовительной установки нового типа

Студенты гр. 106429 Мальгин А.В., Павловская А.А.
Научный руководитель – Винерский С.Н.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск