**УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ**

Максимально возможное снижение воздействия на работающих вредных и опасных факторов, частых спутников современного, характеризующегося широким распространением высокоэнергетических процессов производства, является достаточно известным путем решения задачи улучшения условий труда, сохранения здоровья работников. Однако без четкого понимания природы этих факторов, механизма их воздействия на организм, зависимости степени вредности от уровней интенсивности факторов невозможно обосновать, разработать и предложить наиболее эффективные способы и меры защиты. Рассмотрим один из таких факторов производственной и окружающей среды - ультрафиолетовое излучение. Проблема ультрафиолетового излучения как производственного и экологического фактора в настоящее время обусловлена широким использованием его источников в народном хозяйстве, увеличением уровней солнечного излучения в связи с уменьшением озонового слоя, ростом числа заболеваний, в том числе злокачественных и доброкачественных опухолей кожи и кожных покровов, и других нарушений состояния здоровья, вызываемых ультрафиолетовой радиацией.

Формирование и воздействие на работающих оптического излучения в ультрафиолетовой области происходит при использовании электрогазосварочных процессов, на работах, связанных с плазменными технологиями (резка металла, термоупрочнение, напыление, наплавка металла), использовании различных светильников и облучателей с кварцевыми, ртутными, галогенными лампами, других спектральных источников. Мониторы, экраны, видеодисплейные терминалы ПЭВМ также могут быть источником всех спектров электромагнитного, в том числе оптического, излучения. В различных отраслях экономики и народного хозяйства широкое применение находят такие современные технологии, как ультрафиолетовая сушка, установки для обеззараживания воздуха, поверхностей и воды, климатические камеры и аппараты искусственной погоды, различные медицинские и другие облучатели, а также косметологическое оборудование (парикмахерское оборудование, маникюрные лампы, солярии и др.). И это далеко не полный перечень источников, где используется энергия ультрафиолетового излучения. Уникальные свойства УФ-лучей широко применяются и в товарах промышленно-бытового назначения (идентификация специальных знаков, контроль ценных бумаг, лечебно-оздоровительные и косметические цели и т. д.).

Профессиональному воздействию УФ-излучения подвергаются электрогазосварщики, копировщики печатных форм, работники киностудий и телевидения, тепличных хозяйств, медицинский персонал (физиотерапевты, стоматологи, педиатры) и другие работники, обслуживающие различные источники ультрафиолетового излучения.

Кроме того, при дорожных, сельскохозяйственных, строительных и других видах работ, выполняемых на открытом воздухе, происходит воздействие на работающих естественного УФ-излучения, как одной из составляющей солнечной радиации.

При воздействии избыточного ультрафиолетового излучения возможно развитие ряда заболеваний и патологических состояний, в первую очередь, со стороны органа зрения, среди которых наиболее часто отмечаются катаракта или помутнение хрусталика глаза, воспаление роговицы (кератит), слизистых оболочек (конъюнктивит, фотоофтальмия). УФ-переоблучение может привести к болезням кожи и кожных покровов: воспалительному покраснению кожи или эритеме, ускорению старения кожи, аллергическим реакцим на УФ-облучение, опухолям кожи, в том числе злокачественным (базальноклеточному и плоскоклеточному раку кожи, меланоме). Однако в доступной литературе недостаточно данных по этому фактору, его гигиенической оценке, измерениям и контролю на рабочих местах, влиянию на состояние здоровья работников, что существенно затрудняет работу специалистов по охране труда, аккредитованных лабораторий и других работников предприятий и организаций при планировании и разработке оздоровительных мер.

**Основные нормативные документы**

Гигиенические требования к методам измерений, контроля и оценки этого фактора, характеристики источников УФ-излучения изложены в ряде нормативно-методических документов, технических правовых нормативных актов. Основными из них являются:

* + - СН 2.2.4-13-45-2005 "Санитарные нормы ультрафиолетового излучения производственных источников", утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 16.12.2005 № 230 (далее - СН 2.2.4-13-45-2005), устанавливающие действующие в Республике Беларусь гигиениче­ские нормативы и регламентирующие параметры УФ-излучения в условиях производства;
  + - Методические рекомендации 105-9807-99 "Методика по гигиенической оценке производственных источников ультрафиолетового излучения. Методические рекомендации", утвержденные Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 18.05.1999 (далее - МР 105-9807-99), излагающие основные методические подходы к гигиенической оценке производственных (техногенных) и промышленно-бытовых источников УФ-излучения, рассматривающие основные виды и типы искусственных источников ультрафиолетового излучения, условия формирования и интенсивность потока излучения, особенности воздействия на работающих, методы контроля, меры безопасности;
  + - Методические рекомендации 26-0101 "Применение ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха и поверхностей в лечебно-профилактических учреждениях", утвержденные Министерством здравоохранения Республики Беларусь (далее - МР 26-0101), содержащие информацию по вопросам безопасной эксплуатации бактерицидных облучателей, особенностях измерений и оценки безопасности при работе с источниками ультрафиолетового бактерицидного излучения;
  + - СанПиН 13-2-2007, устанавливаливающие основные методические подходы при комплексной гигиенической оценке факторов условий труда, в том числе с определением вредности и опасности каждого фактора, включая оптическое излучение в ультрафиолетовом диапазоне.

Кроме того, есть и другие отраслевые, внутриведомственные нормативные документы и правовые акты, устанавливающие требования правил гигиены и охраны труда при применении некоторых отдельных источников, оборудования и технологий, использующих энергию УФ-излучения.

Согласно определению, приведенному в СН 2.2.4-13-45-2005 (гл. 2), "ультрафиолетовое излучение представляет собой электромагнитное излучение оптического диапазона с длиной волны (?) в пределах 200-400 нм".

Отметим, что в некоторых литературных источниках в качестве нижней границы коротковолнового диапазона указана длина волны 100 нм. Однако излучение в диапазоне 100-200 нм возможно только в условиях вакуума, поэтому такое излучение называют "вакуумный ультрафиолет". В обычных условиях окружающей, в том числе производственной, среды такого излучения не существует, так как в обычной воздушной среде оно сразу поглощается.

В зависимости от длины волны и возможного биологического влияния на организм или эффекта ультрафиолетового облучения различают:

* + - длинноволновой диапазон (загарный или ближний спектр УФ-излучения) с длиной волны равной 315-400 нм (чаще его кратко обозначают УФ-А);
  + - средневолновой или эритемный диапазон (обозначается как УФ-В) с длиной волны 280-315 нм. В некоторых справочниках вместо величины длины волны, разделяющей диапазоны УФ-В и УФ-А и равной 315 нм, приведена величина 320 нм. Это различие не имеет принципиального значения при измерениях и оценке УФ-излучения;
  + - УФ-С - коротковолновой диапазон (жесткий, дальний, бактерицидный) с длиной волны 200-280 нм.

Кроме того, на основании экспериментальных исследований с учетом возможного биологического эффекта от УФ-облучения в каждом диапазоне определена величина длины волны УФ-излучения (условное обозначение - ?max), при воздействии которой отмечается максимальный эффект того или иного воздействия УФ-облучения. Такими характерными особенностями или эффектами биологического воздействия УФ-излучения на организм являются загарный и эритемный эффект, воспаление роговой оболочки глаза (кератит), развитие конъюнктивита (воспаление слизистых оболочек глаза), бактерицидное действие и др. Например, для излучения в диапазоне УФ-С максимальное проявление бактерицидного действия УФ-излучения отмечается при max = 265 нм, эритемное действие в большей степени проявляется при  = 297 нм, а загарное наиболее выражено, когда в потоке преобладает излучение с длиной волны равной 365 нм.

В главе 2 СН 2.2.4-13-45-2005 приведены и другие термины, а также единицы измерения. Так, монохроматическое УФ-излучение - это совокупность выделяемых источником фотонов, обладающих в оптическом диапазоне одинаковой длиной волны (? = 200-400 нм). Иными словами, в излучаемом таким источником потоке будут преобладать УФ-лучи с одинаковой длиной волны. Характерный пример монохроматического излучения - бактерицидный поток излучения, где преобладают волны с max = 265 нм. Следует отметить, что источников с монохроматическим УФ-излучением сравнительно немного - большинство источников излучают УФ-поток с разными спектрами и длинами волн, то есть являются полихроматическими.

Полихроматическое УФ-излучение - совокупность выделяемых источником фотонов с разной длиной волны в оптическом диапазоне. Характерный пример полихроматического излучения - сварочная дуга, основу которой составляет излучение во всех трех диапазонах спектра УФ-А, УФ-В и УФ-С.

Интенсивность излучения - отношение потока излучения, падающего на участок поверхности, к площади этого участка (единица измерения - Вт/м2). Синонимы этого термина следующие: облученность, поверхностная плотность потока, энергетическая освещенность, плотность потока энергии, плотность излучения.

Гигиенические нормативы условий труда - предельно допустимая концентрация (ПДК), ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ), предельно допустимый уровень (ПДУ) - уровни производственных факторов, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должны вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Соблюдение гигиенических нормативов не исключает нарушения состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью.

Гигиенические нормативы обоснованы с учетом 8-часовой рабочей смены, кроме особых случаев, оговоренных в технических нормативных правовых актах (ТНПА). При оценке трудовой деятельности с другой продолжительностью рабочей смены или рабочей недели производится перерасчет с учетом месячного баланса рабочего времени.

Для большинства физических факторов предельно допустимые величины (гигиенические нормы, регламенты) обозначаются термином ПДУ. Для характеристики предельно допустимых величин УФ-излучения (Вт/м2), гигиенических норм УФ-потока также используется термин "допустимая интенсивность излучения" (ДИИ).

Кроме того, на практике, в литературе по гигиене и охране труда, в том числе справочной и нормативно-методической документации, часто используются два близких по сути, но все-таки разных термина - излучение и облучение. Термин "излучение" чаще используется для характеристики источника УФ-излучения, испускающего поток определенной интенсивности, при этом имеется в виду, что этот поток пока только распространяется в пространстве и конкретной поверхности "как бы" еще не достиг. Иными словами, излучение - это термин, имеющий отношение к характеристикам самого источника, это фактически процесс. А вот результат этого процесса - облучение, и этот термин следует использовать, когда речь идет об интенсивности излучения на конкретной поверхности, площади или участке, куда достиг поток ультрафиолетового излучения.

Часто используется и термин "энергетическая экспозиция" или "доза облучения" - произведение величины интенсивности потока на время воздействия (Вт х сек/м2 или Дж/м2). Понятие "доза" или "экспозиция" - очень важное в гигиене и охране труда, так как опасность облучения определяется двумя факторами - интенсивностью и временем воздействия, а термин "доза облучения" фактически объединяет эти два фактора. Например, оценка профессиональных рисков при облучении, а также неблагоприятном влиянии других производственных факторов (шум, вредные химические вещества, ионизирующее излучение и др.) обязательно включает необходимость определения, расчета экспозиции или дозы. Можно сказать и так: гигиенический норматив (ПДК, ПДУ) показывает интенсивность воздействия фактора, или сколько данного вредного фактора (химического вещества, вида излучения, шума и др.) поступает в организм работника, тогда как величина дозы, экспозиция - сколько вредного фактора поступило в организм за определенный промежуток времени его воздействия.

В продолжение вопроса о дозах, дозовых нагрузках отметим, что наиболее характерной реакцией кожи на воздействие УФ-излучения является эритема, проявляющаяся в покраснении кожи после облучения. Для оценки эритемного воздействия используется термин "минимальная эритемная доза" (МЭД) - наименьшая доза УФ-излучения, вызывающая заметное покраснение на предварительно незагоревшей коже человека через 24 ч после облучения. Величину МЭД определяют в Дж/м2. Для европейцев одна минимальная эритемная доза в зависимости от индивидуальных особенностей кожи составляет от 200 до 500 Дж/м2 и соответствует примерно 12-25-минутному воздействию солнечного излучения в июньский полдень на географической широте Беларуси. При облученности, превышающей значение МЭД в 3-9 раз, эритемное воспаление носит еще более выраженный характер с возможным развитием отека и возникновением пузырей. Наконец, при еще большей суммарной дозе могут появляться болевые ощущения на пораженном участке кожи и общие симптомы (повышение температуры, лихорадка, головная боль). Средняя величина дозы солнечного УФ-облучения, которая может вызвать возникновение опухолей кожи или кожных покровов, достаточно велика: для ее получения необходимо практически весь летний сезон находиться в условиях солнечного облучения. Однако величина риска может существенно возрасти для лиц наиболее восприимчивых к инсоляции, с определенным, обладающим повышенной чувствительностью к солнечной радиации типом кожи, некоторых особенностей солнечного облучения и загара и др.

В действующих нормативно-методических документах для оценки количественных характеристик УФ-излучения используются энергетические и эффективные единицы измерения. На практике при проведении измерений и контроля интенсивности УФ-излучения основными являются энергетические единицы параметров оптического излучения - Вт, Ватт (характеризует поток излучения), Дж/м2, Джоуль (доза облучения), Вт/м2 (облученность, интенсивность, плотность потока излучения). Последней единицей измерения градуированы основные измерительные приборы.

Специальные или эффективные единицы используются для оценки особенностей биологического влияния УФ-излучения и более часто - для оценки монохроматического УФ-излучения или излучения, в котором преобладают волны одной длины. Так, для оценки излучения в бактерицидном диапазоне (УФ-С) единица измерения - "бакт". Эритемный спектр излучения (УФ-В) характеризует "эр". Наконец, при оценке излучения в диапазоне УФ-А используется "вит" (от латинского "vita" - жизнь). В сельском хозяйстве, растениеводстве применяется такая единица измерения УФ-потока, как "фит". Эффективные единицы измерения УФ-излучения используются относительно редко: для градуировки некоторых средств измерений, в научных исследованиях, иногда в физиотерапии, сельском хозяйстве и др. В области гигиены и охраны труда преимущественно используются указанные выше энергетические единицы измерения параметров УФ-излучения.

Область применения Санитарных норм определяет п. 2 СН 2.2.4-13-45-2005:

"Настоящие Санитарные нормы распространяются на излучение, генерируемое производственным оборудованием и технологиче­скими процессами: высокотемпературные источники, поли- или монохроматические люминесцентные и другие облучатели, используемые при кино- и телесъемке, дефектоскопии, в полиграфии, химическом и деревообрабатывающем производстве, здравоохранении, сельском хозяйстве, пищевой и других отраслях промышленности".

Примеры основных источников приведены в п. 3:

"Основными источниками производственного УФ-излучения являются электросварочные, плазменные технологии, газорезка и газосварка, ультрафиолетовая сушка, установки для обеззараживания воздуха и воды, климатические камеры и аппараты искусственной погоды, медицинские облучатели, в том числе используемые для косметических целей".

Действующие гигиенические нормативы, литературные данные и другие источники не всегда дают точные сведения и полную информацию о том, является ли конкретное оборудование источником излучения в ультрафиолетовом спектре, а следовательно, есть ли необходимость организации контроля и проведения измерений этого параметра. Ответ на этот вопрос может содержаться в прилагаемой к данному источнику (или технологическому процессу) необходимой технической документации (паспорт, ТУ и т. д.). Если в таких документах указано, что источник излучает в диапазоне от 200 до 400 мкм (иногда приводятся сведения о длине волны, на которую приходится максимум потока УФ-энергии, излучения (?max )), то такой источник подлежит контролю за уровнем интенсивности излучения и соответствии измеренного потока допустимым гигиеническим регламентам согласно п. 4 СН 2.2.4-13-45-2005:

"Настоящие Санитарные нормы используются для оценки интенсивности излучения на рабочих местах (в рабочей зоне) персонала, работающего в условиях ультрафиолетового облучения".

Добавим, что контролю, измерениям и гигиенической оценке также подлежат приборы, оборудование и другие источники, в наименовании которых использован термин "ультрафиолетовое излучение" (например, "Прибор для ультрафиолетовой сушки", "Ультрафиолетовый бактерицидный облучатель" и т. д.).

"5. Установленные в настоящих Санитарных нормах нормативы допустимой интенсивности излучения (далее - ДИИ) не используются при оценке безопасности пациентов (клиентов) и эффективности УФ-облучения в лечебных и профилактических целях (здравоохранение, в том числе косметология) и источников оптического излучения, применяемых в животноводстве, птицеводстве и растениеводстве.

6. Настоящие Санитарные нормы не распространяются на ультрафиолетовое излучение, генерируемое лазерами".

Таким образом, действие СН 2.2.4-13-45-2005 не распространяется на ультрафиолетовое излучение оптического диапазона, генерируемое различными лазерными установками, хотя длина волны, на которой работают многие лазерные установки и приборы, соответствует УФ-диапазону (200-400 мкм) при оценке лечебной, профилактической эффективности процедур, связанных с использованием ультрафиолетового облучения, или оценке возможного риска и безопасности пациентов, облучаемых в соответствующих кабинетах, подразделениях организаций здравоохранения и др. Санитарные нормы не используются и при оценке источников ультрафиолетового излучения, используемых в некоторых отраслях сельского хозяйства, на что указывают п. 5 и 6 СН 2.2.4.13-45-2005.

Санитарные нормы предназначены не только для организаций, осуществляющих надзор и контроль, в том числе государ­ственный, но и для специалистов проектных организаций при разработке оборудования, технологических процессов, приборов, являющихся источниками УФ-излучения, для разработки мер по охране труда и безопасности работников, обслуживающих такие источники.

"8. Настоящие Санитарные нормы предназначены для специалистов органов и учреждений государственного санитарного надзора (далее - госсаннадзор), медицинских учреждений образования, научно-исследовательских организаций и лабораторий гигиенического профиля, лабораторных служб организаций, осуществляющих контроль за интенсивностью УФ-излучения и проведение гигиенической оценки источников, специалистов проектных организаций, изготавливающих и эксплуатирующих оборудование и применяющих технологические процессы, являющиеся источниками УФ-излучения.

9. Требования настоящих Санитарных норм должны учитываться при разработке ГОСТов, методик, других технических нормативных правовых актов".

Выполнение важных и значимых требований п. 8 и 9 обеспечит единые подходы при нормировании УФ-излучения от разных источников, используемых в различных отраслях народного хозяйства при проектировании, реконструкции и эксплуатации оборудования, являющегося источником УФ-излучения.

**Гигиенические характеристики основных источников ультрафиолетового излучения**

Особенностям и характеристикам основных видов источников УФ-излучения посвящены п. 13 и 14 СН 2.2.4.13-45-2005.

"13. Источники ультрафиолетового излучения условно разделяют на две группы - открытые и закрытые. К открытым относятся электро-, газосварочные и плазменные технологии, медицинские источники (бактерицидные облучатели, средства коллективной физиотерапии и др.), различные виды ламп и облучателей, применяемых в полиграфии, дефектоскопии и др., которые являются потенциально опасными, безопасность при работе с ними зависит от соблюдения требований охраны труда, применения необходимых средств коллективной и индивидуальной защиты, ограничения времени нахождения в условиях облучения и др.".

Открытые источники, функционирование, работа которых сопровождается прямым выходом УФ-излучения в рабочую зону персонала, являются наиболее опасными в условиях производства, требуют специальных средств защиты, особых условий и дополнительных мер безопасности при организации работ по их обслуживанию. Все указанные требования достаточно полно разработаны и представлены в различных специальных документах и инструкциях по охране труда и технике безопасности, технологических регламентах и т. д. Основные мероприятия по защите от избыточного влияния УФ-излучения на работников предусматривают, в первую очередь, обязательное использование индивидуальных средств защиты (спецодежда, средства индивидуальной защиты - щиток, маска, очки и т. д.).

При выполнении электрогазосварочных работ обязательны и меры коллективной защиты:

* + - осуществление таких работ на специально оборудованных рабочих местах (стационарные или передвижные сварочные посты, сварочные кабины);
  + - использование специальных щитов и заграждений для защиты от искр, брызг раскаленного металла, интенсивного излучения;
  + - наличие специальных надписей и знаков, предупреждающих об опасности нахождения в зоне ведения сварочных работ;
  + - выполнение других гигиенических и технологических требований при оборудовании сварочных кабин, постов и рабочих мест в целом для выполнения электрогазосварочных и других работ, где возможно формирование, выход в рабочую зону обслуживания и воздействие на работников ультрафиолетового излучения.

В пункте 14 СН 2.2.4.13-45-2005 содержится информация о"закрытых источниках" (рециркуляторах воздуха, установках для обеззараживания воды, аппаратах искусственной погоды, климатических камерах, установках для фотокопирования, ультрафиолетового облучения крови и др.). Работа с такими источниками относительно безопасна для работников при обычных режимах эксплуатации: обслуживающий персонал защищен от вредного воздействия УФ-излучения конструкцией установок, препятствующей выходу УФ-лучей за пределы корпуса. Однако при ремонтных работах, юстировке, наладке оборудования, которую проводит персонал, уровни излучения могут превышать допустимые. Отметим, что некоторые закрытые УФ-источники имеют так называемые "глазки" - небольшие окна для периодического (в случае необходимости) визуального наблюдения за работой оборудования, контроля за УФ-лампами, находящимися внутри источника. Такие окна, во-первых, должны быть закрыты, когда нет необходимости визуального контроля, а во-вторых, само такое наблюдение должно проводиться с использованием средств индивидуальной защиты органа зрения - специальных очков.

Высокотемпературные источники УФ-излучения, в первую очередь сварочная электрическая дуга, - одновременно источники мощного потока видимого излучения (чрезвычайно высокие уровни яркости, прямой блескости заставляют инстинктивно закрывать глаза, отводить взгляд от источника излучения в сторону). Напротив, видимый поток от спектральных источников УФ-излучения (различные лампы, облучатели и др.), как правило, не является высокоинтенсивным, однако доля УФ-спектра в общем потоке может быть велика и опасна для работника. В этом плане наибольшую опасность представляют бактерицидные лампы и облучатели, так как конструктивное исполнение многих таких облучателей часто по внешнему виду не отличается от обычных люминесцентных светильников, но уровни УФ-потока в бактерицидной, наиболее опасной и активной области (УФ-С), от бактерицидных облучателей примерно такие же, как и от электросварочной дуги. Сказанное также относится и к закрытым источникам: видимая часть излучения может быть и невелика, а неопределяемая визуально, "на глаз" интенсивность УФ-потока представляет безусловную опасность для глаз и кожных покровов обслуживающего персонала.

В целом закрытые источники следует оценивать с позиции работы оборудования в обычном режиме и визуальном контроле при устранении неполадок. Источники закрытого типа не представляют опасности для обслуживающего персонала при обычных режимах эксплуатации и исправном оборудовании, однако все работы, связанные с устранением неполадок, могут сопровождаться выходом УФ-лучей в рабочую зону, что требует обязательного контроля за выполнением таких работ, соблюдения дополнительных мер безопасности.

Наконец, кроме источников открытого и закрытого типа выделяют комбинированные источники, для которых при основном режиме работы УФ-излучение не имеет выхода наружу, но на отдельных стадиях технологического процесса ультрафиолетовый поток может выходить в пределы рабочей зоны обслуживания.

Примеры различных видов источников УФ-излучения приведены в таблице 26.

Таблица 26

Основные виды источников УФ-излучения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Характеристики | Источники ультрафиолетового излучения | | |
| Открытые | Закрытые | Комбинированные |
| Наличие выхода прямого УФ-излучения в рабочую зону | + | - | + |
| Примеры источников | Электрогазо-сварочное, плазменное оборудование, медицинские облучатели (открытые бактерицидные облучатели, аппараты для коллективной физиотерапии) | Установки для обеззараживания воды, медицинское оборудование (рециркуляторы, оборудование для УФ-облучения крови, индивидуальной физиотерапии) | Оборудование для испытаний стройматериалов (климатические камеры, аппараты искусственной погоды), оборудование для светокопирования, обеззараживания тары и упаковки, комбинированные бактерицидные облучатели |
| Необходимость применения средств защиты | Обязательно постоянное применение | Отсутствует | Периодическое применение |

Основные характеристики и гигиенические особенности технологических процессов и производственного оборудования, являющихся источниками излучения в УФ-диапазоне, приведены в п. 4.1-4.3 МР 105-9807-99, согласно которым к первой и основной группе оборудования и технологических процессов относятся электрогазосварочные работы и работы с использованием плазменных технологий.

Электросварочные работы связаны с образованием оптического излучения во всех диапазонах - ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном. Характеристики уровней и особенностей УФ-излучения при сварочных работах зависят от силы тока, напряжения, количественных и качественных особенностей используемых электродов, оборудования и других факторов. Особенность всех видов электросварки, в отличие от некоторых других источников УФ-излучения, - формирование потока УФ-излучения во всех трех спектрах (А, В и С) при суммарной интенсивности потока излучения в рабочей зоне от нескольких единиц до десятков Вт/м2. На расстояниях, близких к минимальному от источника излучения, указанные параметры увеличиваются до пяти и более раз.

Условия формирования и интенсивность УФ-излучения при использовании специальных плазменных технологий (наплавление, плазморезка, плазменное напыление) практически не отличаются от аналогичных показателей при электросварочных работах, а при отдельных плазменных процессах уровни УФ-излучения - более высокие, чем при электросварочных работах.

Оптическим излучением в УФ-области, а также в видимом и инфракрасном спектрах сопровождается газовая резка и газовая сварка с использованием кислорода, пропана, ацетилена, водородного пламени. При газосварке и газорезке металлов УФ-излучение в обычных условиях определяется только на минимальном расстоянии от источника и, чаще всего, на уровне чувствительности используемого метода измерений данного параметра.

Ниже приведены некоторые результаты наших исследований и измерений по определению параметров УФ-излучения от производственных источников. Основной источник УФ-излучения в условиях производства - электрическая дуга при проведении сварочных работ (табл. 27).

Таблица 27

Плотность потока УФ-излучения при сварочных работах

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды электрогазосварочных работ | Значения | Диапазон УФ-излучения, Вт/м2 | | |
| УФ-С  200-280 нм | УФ-В  280-315 нм | УФ-А  315-400 нм |
| Ручная электродуговая сварка | мин-макс | 1,3-16,6 | 1,5-17,9 | 2,2-25,1 |
| среднее | 9,5 | 7,2 | 9,8 |
| Полуавтоматическая сварка | мин-макс | 4,1-28,5 | 2,7-13,9 | 2,8-19,4 |
| среднее | 16,1 | 8,0 | 10,3 |
| Газовая сварка | мин-макс | 0-0,06 | 0-0,06 | 0-0,13 |
| среднее | 0,003 | 0,02 | 0,05 |

Надо обратить внимание на более высокие уровни УФ-излучения от полуавтоматической сварки, особенно в наиболее опасном для работника с точки зрения биологического влияния на организм спектре УФ-С, хотя максимальные значения в областях А и В отмечены при ручной дуговой электросварке, тогда как в спектре УФ-С максимальные значения установлены при электросварке на полуавтоматических машинах, с использованием специальной сварочной проволоки.

В целом уровни УФ-излучения при основных, наиболее часто применяемых в промышленности видах сварки (ручная, полуавтоматическая) превышают гигиенический регламент, установленный СН 2.2.4-13-45-2005 для таких работ в спектральных областях УФ-В и УФ-С, и находятся на уровне ПДУ в области УФ-А. Так, в спектре УФ-А (320-400 нм) наиболее высокие уровни отмечены при ручной дуговой (25,1 Вт/м2), а средние значения - при полуавтоматической сварке (10,3 Вт/м2). В средневолновой области (УФ-В) параметры излучения при всех видах электросварки примерно равны (максимальные величины - до 18 Вт/м2, а средние - около 7,5 Вт/м2). В коротковолновом (УФ-С) спектре более высокие максимальные и средние значения установлены при полуавтоматической электросварке (соответственно 28,5 Вт/м2 и 16,1 Вт/м2).

Уровни УФ-излучения при электросварочных работах определяются в основном величиной тока, используемым сварочным и вентиляционным оборудованием, а также находятся в прямой зависимости от расстояния до источника. Так, интегральный поток УФ-излучения в рабочей зоне был ниже в 2,2-4,0 раза аналогичного параметра, определяемого вблизи источника.

Для гигиенической оценки УФ-облучения работников при использовании плазменных технологий следует учитывать: высокую температуру плазменной дуги, определяющую высокие уровни интенсивности УФ-излучения, и автоматизацию большинства современных плазменных технологий и процессов. Интенсивность потока УФ-излучения, например, при воздушно-плазменной резке металла составляет 35 Вт/м2, в рабочей зоне - 11 Вт/м2 (спектр УФ-С). В спектральных областях УФ-В и УФ-А эти значения соответственно равны 2,8 и 1,2; 7,5 и 2,3 Вт/м2. При плазменном наплавлении параметры ультрафиолетового излучения в рабочей зоне во всех трех спектрах составляют около 11-15 Вт/м2; при плазменной резке металлов интегральный поток УФ-излучения равен 6-9 Вт/м2 в зависимости от вида разрезаемого металла с максимумом излучения в коротковолновой части спектра (до 56 %). Отметим, что такие работы чаще носят плановый характер и выполняются на постоянных рабочих местах при стабильных технических параметрах. Кроме того, при целом ряде процессов с использованием плазменных технологий рабочие места персонала находятся в специально оборудованных кабинах, расположенных на расстоянии до 5 м от источника, а удельный вес времени, когда работник непосредственно находится у места плазменной обработки, незначителен. Следует также добавить, что многие производственные процессы, связанные с использованием плазменных технологий, в настоящее время выполняются в автоматическом или полуавтоматическом режимах и не требуют постоянного, длительного пребывания работника непосредственно в рабочей зоне, где наблюдаются максимальные и высокие уровни УФ-излучения.

При выполнении газосварочных и газорезательных работ интенсивность УФ-потока меньше, чем при электросварке. Температура источника (факела горелки) при газовой резке и газовой сварке в несколько раз ниже, чем электрической дуги, поэтому и интенсивность УФ-излучения при газовых работах, намного ниже, чем при электросварке. Указанные в таблице 27 максимальные значения в основном определялись при розжиге горелки, на близком расстоянии от факела. Реально же при газосварке (газорезке) в рабочей зоне эти уровни еще ниже.

С гигиенической точки зрения опасность ручной электросварки, особенно при выполнении ремонтных работ, обусловлена проведением работ на непостоянных рабочих местах, часто в "нестандартных" условиях, преимущественно при выполнении "срочных" ремонтных работ, когда не всегда есть возможность применить в полном объеме необходимые меры защиты. При выполнении таких работ технологические условия и технические параметры сварочного процесса более вариабельны, что обуславливает широкий диапазон колебаний уровней УФ-излучения. Так, разница между минимальными и максимальными параметрами УФ-потока при ручной сварке составляет более 12 раз, а при полуавтоматической - около 6 раз. Например, при ремонтных работах с использованием ручной дуговой электросварки время нахождения в условиях непосредственного УФ-облучения работников составляет около 40 % смены (средние данные), а при полуавтоматической сварке это время увеличивается до 64 % смены. Более точно время непосредственной занятости электросварочными работами, самого процесса сварки можно определить на основе учета количества использованных расходных материалов (электродов, сварочной проволоки) и времени сгорания электрода.

Измерения интенсивности УФ-излучения на разных расстояниях от сварочной дуги выявили особенности распределения УФ-потока с определением коэффициентов ослабления в зависимости от расстояния до источника. При увеличении расстояния от 0,1 до 0,4 м коэффициент ослабления составляет в среднем по всему спектру 2,7 раза, при увеличении расстояния до одного метра - в среднем 8,4 раза. Снижение интенсивности потока УФ-излучения на расстоянии двух метров от источника происходит в среднем по всему спектру в 35 раз.

Следует обратить особое внимание и на возможную опасность влияния на работающих отраженного и рассеянного излучения, составляющего до 20 % от прямого потока, что свидетельствует о необходимости проведения контроля и измерений уровней потока, отраженного от разных поверхностей на территории сварочного поста и смежных участках. Наибольшими отражающими свойствами обладают металлические поверхности, при этом в большей степени отражаются лучи спектра УФ-А, а в коротковолновой области (УФ-С) это выражено в меньшей степени. Высокие уровни отраженного потока определены при сварке крупногабаритных деталей в основном за счет многократного переотражения, при работах в ограниченных пространствах, достигая в УФ-С диапазоне 0,04 Вт/м2. Последние представляются наиболее опасными для работников, так как в этих случаях не всегда есть возможность применить необходимые средства коллективной защиты, оборудовать такие места системами вентиляции, что увеличивает профессиональный риск за счет более высоких концентраций вредных веществ (оксидов марганца, сварочного аэрозоля и др.), а также повышенного облучения сварщика от прямого и отраженного, рассеянного потоков ультрафиолетового излучения.

При проведении контроля за состоянием условий труда, соблюдением правил охраны труда и техники безопасности отдельно следует выделить группу работников разных профессий (так называемые "прихватчики"), выполняющих совместные со сварщиком работы по фиксации деталей крупногабаритных конструкций в момент наложения первичного шва. Эти работы выполняют как сами сварщики (разных специальностей), так и работники других профессий - слесари механосборочных работ, монтажники и др. Особенность таких работ - кратковременность использования сварочной дуги, ее "импульсный" характер во время "прихватки" деталей свариваемой конструкции. Указанные работы, как правило, выполняются в защитных очках, при этом уровни излучения составляют 0,4-0,8 Вт/м2, превышая допустимые величины. Общая продолжительность работ по прихватке составляет до 15-30 мин за смену, при этом дозовые нагрузки достигают 720 Дж/м2, что выше расчетных гигиенических норм. Тем не менее в условиях производства (особенно в цехах и участках по сборке объемных металлоконструкций и др.) довольно часто многие "прихватчики" пренебрегают СИЗ органа зрения.

Видеодисплейные терминалы, экраны и мониторы также могут быть источником излучения в ультрафиолетовом диапазоне. Реальная интенсивность генерируемого излучения и его спектральный состав зависит от технической конструкции конкретного видеотерминала, режимов работы, возможного защитного экранирования, цвета люминофора и других факторов. Выполненные нами измерения интенсивности потока УФ-излучения от мониторов ПЭВМ показали, что регистрируемые уровни на исследуемых образцах ВДТ были, как правило, ниже допустимых санитарных норм.

Высокие уровни излучения определены при использовании спектральных источников. Так, на рабочем месте копировщика печатных форм при использовании галогенной ртутной лампы ДРГТ плотность потока на расстоянии 2 м от источника составляет в рабочей зоне 0,07 Вт/м2 (спектр УФ-В), при воздействии отраженного потока излучения - 0,02-0,03 Вт/м2 и еще выше на расстоянии 0,6 м от источника - до 0,4 Вт/м2. В спектре УФ-С эти значения равны соответственно 0,9-0,22-6,5 Вт/м2 и значительно превышают установленные допустимые величины.

Бактерицидное действие ультрафиолетовых лучей с длиной волны 0,20-0,28 мкм определило широкое применение облучателей и других источников коротковолнового излучения для стерилизации, обеззараживания воздушной среды, других объектов в лечебных учреждениях, различных лабораториях, а также в бытовых целях. При работе бактерицидных облучателей разных типов (потолочные, настенные, комбинированные) уровни облучения вблизи источника составляют 0,02-4,0 Вт/м2 в спектре УФ-С, от 0,01 до 1,5 Вт/м2 и выше в спектре УФ-В и до 1,0 Вт/м2 в спектре УФ-А. В центре облучаемых помещений, рабочей зоне эти величины в 2-5 раз ниже. Примером мощного источника УФ-излучения служит лампа ОКН-11 (около 1,0 Вт/м2 в коротковолновой и средневолновой частях спектра и 5-6 Вт/м2 в спектре УФ-А).

При некоторых видах термообработки, других высокотемпературных процессах (например, металл в зоне расплава, расплавленное кварцевое стекло, ацетиленовое пламя, низкоамперные сварочные дуги и др.) не исключено формирование УФ-излучения, однако это возможно только при температуре не менее 2 000 0С. Учитывая, что в доступной литературе отсутствует полный перечень всех источников УФ-излучения и условий его формирования, для уточнения необходимости выполнения измерений в УФ-диапазоне от тепловых, высокотемпературных источников при их оценке спектральную область излучения можно определить расчетным путем. Так, п. 4.2 МР 105-9807-99 предлагает метод, позволяющий получить приблизительные величины длины волны с максимумом энергии и ориентировочно определить спектральные границы излучения источника. Для этого используют уравнение:

max = С / Tк,

где С - постоянная Вина, равная 2 880 мкм град.,

Тк - абсолютная температура источника, Тк = (t 0С + 273)0.

Полученные данные определяют длину волны с максимумом энергии источника. Так, для тепловых излучателей с температурой источника 1 000-1 500 0С lmax = 2,3-1,6 мкм и находится в инфракрасной области. При более высоких температурах (3 500-4 000 0С и выше) значение max уменьшается, достигая видимого диапазона (0,7 мкм и менее). В этих случаях - высокие температурные параметры и мощность оборудования, большие поверхности излучателя - левая (коротковолновая) граница всего потока излучения может находиться в УФ-области, что является основанием для измерений данного фактора производственной среды.

МР 105-9807-99 выделяет две основные группы источников УФ-излучения. К первой относятся электрогазосварочные работы, плазменные технологические процессы, некоторые другие высокотемпературные источники ультрафиолетового излучения, рассмотренные выше.

Ко второй группе относится большая группа спектральных источников - различных облучателей, ламп и других источников света, являющихся источниками УФ-излучения.

Облучатели, облучательные установки и другие источники оптического излучения разделяют на тепловые и люминесцент­ные, а различные источники света, в свою очередь, на лампы накаливания (ЛН) и газоразрядные лампы (ГЛ). Температура нити накала у обычных вольфрамовых ЛН составляет около 2 500 0К, а у ламп с повышенной цветопередачей - до 4 000 0К. Граница полосы пропускания УФ-излучения у ламп из обычного стекла составляет около 300 нм, а из специальных стекол еще меньше. С учетом этого, а также высокой мощности отдельных типов ЛН некоторые из них могут быть источниками излучения в УФ-области, как и галогенные ЛН, у которых минимальная температура нити накала выше 1 600 0С, а колба ламп изготовлена из кварцевого стекла.

Широко распространенный техногенный источник УФ-излучения - газоразрядные лампы (ГЛ) низкого, высокого и сверхвысокого давления. Характерный представитель ГЛ низкого давления - люминесцентные лампы (ЛЛ). Практически все ЛЛ - источник УФ-излучения, хотя и в незначительной степени: доля УФ-спектра в общем потоке излучения составляет около 0,2 %.

К газоразрядным лампам высокого и низкого давления относятся лампы типа ДРТ (дуговые, ртутные, трубчатые) мощно­стью от 100 до 1 000 Вт, со спектром излучения от 250 нм, ДРЛ (дуговые, ртутные, люминесцентные) мощностью от 80 до 2 000 Вт, среди которых есть и специальные источники УФ-излучения. Разновидность газоразрядных ламп - специальные лампы типа ДРВЭ (дуговые, ртутно-вольфрамовые, эритемные), спектр излучения которых начинается с 280 нм. К ГЛ сверхвысокого давления относятся шаровые лампы типа ДРШ со спектром излучения от с 200 нм.

Характерным представителем газоразрядных ламп, широко используемых в здравоохранении и других отраслях народного хозяйства, являются бактерицидные лампы низкого давления типа ДБ, основной поток излучения которых приходится на бактерицидную область с максимумом энергии при 265 нм, а также лампы эритемного и преимущественно загарного спектра, используемые в соляриях (315-400 нм).

В отдельную группу ГЛ выделены металлогалогенные лампы (МГЛ), являющиеся излучателями широкого диапазона, начиная с 300 нм. Наиболее распространены лампы типа ДРИ (дуговые, ртутные, с излучающими добавками) мощностью от 250 до 1 000 Вт, ДРИЗ, аналогичные вышеупомянутым, но с зеркальным отражателем. Для нужд телевидения выпускают лампы серии ДРИ и ДРИШ (шаровые), которые отличаются повышенной мощностью (3 500-4 000 Вт). Эти лампы - источники УФ-излучения (до 10 % от всего светового потока), причем спектр их излучения начинается с 220 нм, хотя основной поток приходится на менее биологически опасную область - 350 нм (УФ-А).

Среди других источников МГЛ отметим натриевые, а также ксеноновые лампы низкого и высокого давления, излучающие во всех спектрах оптического диапазона, причем УФ-излучение составляет до 10 %. Характерные представители - ДКсТ и ДКсШ (дуговые, ксеноновые, трубчатые или шаровые). Источниками УФ-излучения могут быть также импульсные лампы ИСТ, ИСШ (трубчатые, шаровые, с пропусканием излучения от 155 нм с кварцевой колбой и с 290 нм со стеклянной колбой). К группе прочих ГЛ, служащих источниками УФ-излучения, относятся и спектральные лампы (дейтериевая, водородная и т. д.). Такие специальные источники света, как электролюминесцентные панели, светодиоды, как правило, не являются УФ-излучателями.

Облучатели или приборы облучательного действия, используемые в производственных и бытовых условиях для оздоровительных целей, условно разделены на две группы. К первой относятся облучатели эритемного, а также загарного действия (типа УФО-1500, ОРК-21М, УГД, ОКН-11, ОКУФ 5М, "Saule", различные типы соляриев и др.). Источники света в этих облучателях - газоразрядные ртутные лампы типа ДРТ, ДРК, а также люминесцентные эритемного и загарного действия (ЛЭР-40, ЭУВ-15). Количество и набор используемых ламп, в числе которых могут быть и тепловые инфракрасные излучатели, определяется назначением приборов; они являются источниками УФ-излучения в широком диапазоне длин волн (280-400 нм), а также видимого и инфракрасного диапазона.

Во вторую группу входят бактерицидные источники - напольные, настенные и потолочные облучатели для дезинфекции воздуха и поверхностей в помещении. Основные типы бактерицидных установок - ОБН-450, ОБН-15б, БОД-9 и др. В качестве источников света, как правило, используются ртутные лампы низкого давления, излучающие УФ-поток с выраженным спектром бактерицидного действия. Уровни интенсивности облучателей, используемых в здравоохранении, пищевой и других отраслях промышленности, как источников УФ-излучения определяются условиями его применения, функциональным назначением прибора и характерными особенностями влияния на организм. Меры безопасности персонала и населения, основные правила эксплуатации при обслуживании облучательных бактерицидных установок определены соответствующими нормативными документами (МР 26-0101).

Ультрафиолетовый компонент естественной солнечной радиации - фактор производственной среды для ряда профессий, производств и работ, выполняемых на открытых территориях (строительные, сельскохозяйственные, полевые и дорожные рабочие, работники флота, геологи и т. д.). Для корректных измерений фактических уровней излучения естественной инсоляции в УФ-диапазоне требуются специальные методические подходы и соответствующая измерительная аппаратура. А измерения УФ-составляющей солнечной инсоляции обычными приборами, предназначенными для контроля техногенных источников, дают весьма приближенные, неточные данные. Отметим, что результаты измерений с применением обычной аппаратуры можно рекомендовать использовать только при сравнительном анализе, в основном в виде относительных величин измерений, полученных при разных условиях инсоляции, времени суток, сезона, облачности, а также для ориентировочного представления об интенсивности потока солнечного УФ-излучения.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Виханский О. С. Наумов А. И. - Менеджмент - М.: Гардарики, 2003.
2. Гладышевский А. И. “Формирование производственного потенциала: анализ и прогнозирование”. – М.: Наука, 1992
3. Грузинов В. П. “Экономика предприятия и предпринимательства”. – М.: СОФИТ , 1997
4. Ковалев В. В. “Финансовый анализ”. – М.: Наука, 1997.
5. Романов А. Н., Лукасевич И. Я. “Оценка коммерческой деятельности предпринимательства”. – М.: Экономика, 1993
6. Уткин Э.А. “Финансовое управление”. – М.: Акалис, 1996.
7. “Финансовый менеджмент”: Учебник / под ред. Поляка Г. Б. – М.: Экономика, 1997
8. “Экономика предприятия”: Учебник / под ред. Швандара В.А. – М.: Банки и биржи. ЮНИТИ, 1998.
9. Курс экономики: Учебник / Под ред. Б.А. Райзберга. - ИНФРА-М, 1997. - 720 с.