Министерство образования и науки Украины
Приазовский государственный технический университет
Кафедра охраны труда и окружающей среды
Нестеров О.Ю.
Лекция: «Санитарно-гигиеническая характеристика процессов сварки»
Мариуполь, ПГТУ, 2005

1. Физико-химические процессы, обуславливающие возникновение вредных факторов.

Электрическая сварка металлов характеризуется высокой концентрацией вводимого в изделие теплового потока (свыше 30 кал/с на 1 мм2 площади дугового пятна). Этим объясняется специфика процессов, сопровождающих процесс сварки. Имеет место очень быстрый переход свариваемого металла и сварочных материалов из твердого в жидкое и парообразное состояние. Процесс носит взрывной характер и проходит при очень высоких температурах: несколько тысяч градусов в зоне дуги. Подводимая электрическая энергия переходит в другие виды: тепловую, световую и в меньшей степени звуковую. В итоге вся электроэнергия, затраченная на сварку, превращается в тепло, за исключением незначительного количества, идущего на необратимые химические реакции.

При электросварке организм человека может подвергаться воздействию следующих видов энергии:

а) электрической, вызывающей поражения электрическим током;

б) электромагнитной (возникновение сильных электромагнитных полей характерно для сварочных машин, работающих при высоких силах электрического тока; при специальных видах сварки возможно возникновение радиационной опасности, мягкого рентгеновского излучения);

в) механической в виде вибрации и шума, возникающих при сварке.

Особого внимания заслуживают взрывные явления: выброс капель расплавленного металла и искр. Проведение электросварки в атмосфере, заполненной газовоздушной смесью взрывоопасной концентрации, может привести к взрыву с опасными последствиями. Перечисленными опасностями не исчерпывается вредное воздействие электросварки на организм человека. Серьезным потенциально опасным фактором является загрязнение воздушной среды в цехах пылью (сварочным аэрозолем) и газами. При сварке нагретые до высокой температуры и поэтому более легкие, чем окружающий воздух, пары металла, компонентов электродного покрытия или других сварочных материалов поднимаются над местом сварки и попадают в зону температур одного порядка с окружающим воздухом, поэтому быстро конденсируются и затвердевают. Образуется твердая фаза частиц сварочной пыли - аэрозоль конденсации. Большинство частиц сварочного аэрозоля (порядка 90%) имеет размер менее 5 мк; значительное число частиц имеет размеры в десятые и сотые доли микрона. В силу ряда причин, в частности из-за противоположности заряженности частиц, наблюдается процесс агрегации - объединения частиц.

Сварочные работы на машиностроительных заводах производятся главным образом в сборочно-сварочных цехах или отделениях. Большой объем сварки, значительный расход электродов в цехах могут приводить к значительному загрязнению производственной атмосферы сварочным аэрозолем. Механизм распространения сварочного аэрозоля по объему производственного помещения требует специального рассмотрения, особенно в связи с тем, что правильное решение вопросов вентиляции непосредственно зависит от учета характера распространения вредных примесей в воздухе производственного помещения. В период проведения сварки вокруг сварочной ванны образуется квазистационарное температурное поле: это значит, что поле перемещается вместе со сварочной дугой по изделию, а расстояние между любыми точками изотерм практически не изменяется. Это предельное состояние, как показали исследования советской научной школы, возглавляемой акад. Н.Н. Рыкалиным, достигается очень быстро, что объясняется высокой концентрацией вводимого в изделие теплового потока.

В процессе распространения тепла в металле при сварке различаются три стадии:
1) теплонасыщение, когда температуры в поле, перемещающемся вместе с источником тепла, нарастают;
2) предельное состояние, когда температуры в подвижном поле практически не изменяются;
3) процесс остывания металла, по окончании сварки.
Например, по данным акад. Н.Н. Рыкалина, при общей продолжительности сварки (одного шва) 10 мин. Процесс возрастания температур в металле, которые фиксировались термопарами, достиг предельного состояния через 45 с после начала сварки. Теплообмен металла с окружающей средой происходит непрерывно в течение трех указанных выше стадий. исходит непрерывно в течение трех указанных выше стадий. Над нагретым металлом возникают конвективные (тепловые) воздушные потоки, которые в период горения сварочной дуги подхватывают образующиеся частицы сварочного аэрозоля и газы. Аэрозольные частицы поднимаются воздушным потоком до тех пор, пока скорость потока, локально воздействующая на частицу, будет больше скорости ее витания. Средняя скорость витания частиц сварочного аэрозоля составляет 1 см/с, поэтому частицы сравнительно легко подхватываются циркуляционными воздушными потоками в помещении. Некоторое количество частиц оседает на пол, оборудование и строительные ограждения. В сварочных цехах, как правило, наблюдается коричнево-бурое загрязнение окон, особенно в их средней по высоте части.
Возникающие в процессе сварки вредные факторы могут стать причиной травматизма (поражения электрическим током, ожоги брызгами расплавленного металла, ушибы и порезы рук о кромки металла) и профессиональных заболеваний (электроофтальмия), пневмокониозы, интоксикация марганцем и др.
2. Санитарно-гигиеническая характеристика отдельных видов сварки
2.1. Ручная дуговая сварка.
Ручная дуговая сварка благодаря своей простоте и гибкости является широко распространенным способом термического соединения металлов.
Сварочная дуга является источником образования лучистой энергии. Спектр лучистой энергии состоит из инфракрасных лучей длиной более 1,5 мкм, лучей Фохта (1,5 - 0,7 мкм), световых лучей (0,7 - 0,4 мкм) и ультрафиолетовых лучей (0,4 - 0,18 мкм). Интенсивность излучения зависит главным образом от температуры дуги - интенсивность с повышением температуры увеличивается. При сварке на переменном токе интенсивность излучения меньше, чем при сварке на постоянном токе. Яркость видимой части спектра достигает 16000 стильбов, что в тысячи раз превышает физиологически переносимую дозу. Ультрафиолетовые лучи с длиной волны менее 0,4 мкм могут вызвать профессиональное заболевание глаз, называемое электроофтальмией, и ожог открытых частей кожи сварщика. Электороофтальмия начинается после небольшого скрытого периода продолжительностью несколько часов. Затем появляется резь и боль в глазах, ощущение инородного тела, светобоязнь, слезоточение, головная боль, сопровождающаяся бессонницей. Эти явления обусловлены воздействием ультрафиолетовых лучей на слизистую оболочку глаз. Иногда процесс захватывает и роговую оболочку глаз. Частое повторение заболевания электроофтальмией приводит к снижению чувствительности роговицы, хроническому конъюктивиту, повышенной утомляемости глаз. Электроофтальмия чаще наблюдается у подсобных рабочих, чем у сварщиков.
Инфракрасная радиация вследствие теплового воздействия может вызвать помутнение хрусталика. Такие случаи профессиональных заболеваний у сварщиков машиностроительных заводов не обнаружены.
Ручная сварка производится электродами различных марок, отличающимися составом проволоки и покрытий, в состав которых в зависимости от назначения электродов входят: ферромарганец, марганцевая руда, металлический марганец, плавиковый шпат,

электродный мрамор, ферросилиций, кварцевый песок и др. Каталог разработанных в нашей стране электродов включает 182 марки.
Для того чтобы иметь представление о потенциальной опасности аэрозоля, образующегося при различных видах сварки, и использовании различных сварочных материалов (электроды, сварочная проволока, флюс), важно знать удельные валовые выделения пыли и токсичных ее компонентов.
Методика определения удельных валовых выделений пыли и токсических компонентов разработана в институте гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР. Для расчета удельных выделений необходимо знать количество образующейся пыли (или токсических компонентов), количество израсходованных электродов и объем воздуха, из которого с помощью фильтров АФА-В-18 уловлена пыль. Результаты определения удельных валовых выделений пыли и токсических веществ выражаются в миллиграммах на килограмм израсходованных сварочных материалов.
По экспериментальным данным Института гигиены труда и профзаболеваний АМН, удельное количество пыли (твердая фаза аэрозоля), образующейся при сжигании различных электродов, составляет для электродов с покрытием рудокислого типа (марганцевое) 18,6 - 36,5 г/кг; основного типа (фтористо-кальциевого)- 11,3 - 13,5 г/кг; рутилового или рутилкарбанатного - 7,1 - 15,3 г/кг.
Длительное (10 - 20 лет) воздействие сварочного аэрозоля может стать причиной профессионального заболевания у электросварщиков, которое называется пневмокониозом. При этом заболевании поражаются органы дыхания, в особенности легкие, в которых нежная эластичная легочная ткань заменяется грубой соединительной тканью. Жалобы при этом заболевании незначительны, и обнаруживается болезнь главным образом при рентгеновском обследовании. Заболевание протекает медленно, доброкачественно, редко осложняется туберкулезом. Своевременное выявление этого заболевания позволяет затормозить развитие процесса и правильно трудоустроить сварщика. Основным компонентом (по количеству) аэрозоля являются окислы железа (45 - 65%). Однако в зависимости от применяемых электродов в аэрозолях содержатся окислы марганца, хрома, кадмия, ванадия, цинка, свинца, двуокись кремния и фтористые соединения. Содержание этих веществ по сравнению с окислами железа относительно невелико, но вследствие своей токсичности они могут иметь решающее значение при определении степени вредности пыли.
Рис.1 Частота развития пневмокониоза и хронического бронхита у электросварщиков с учетом интенсивности сварочного процесса: 1 - ручная дуговая сварка (расход электродов в смену до 5 кг); 2 - механизированная сварка (расход сварочной проволоки в смену до 10 кг); 3 - то же, до 10 - 20 кг; 4 - то же, более 2 кг.
Общее содержание пыли, окислов марганца, фтористых и хромосодержащих соединений в рабочей зоне определяется составом свариваемого металла, стержня электродов и обмазки, силой сварочного тока и диаметром электродов, положением тела сварщика относительно дуги, конфигурацией свариваемых изделий, эффективностью применяемых противопылевых мероприятий.
Специально проведенными экспериментами в лабораторных условиях было установлено, что количество марганца в электросварочной пыли пропорционально содержанию марганца в обмазке. Наименьший процент окислов марганца содержится в аэрозоле, полученном при сжигании электродов с фтористо-кальциевым и рутиловым покрытием, а наибольший - в аэрозоле марганцевых электродов. Окислы марганца, содержащиеся в сварочном аэрозоле, представляют потенциальную опасность в отношении развития интоксикации марганцем, однако в настоящее время в результате замены марганцевых электродов с рутиловым покрытием эти поражения не наблюдаются. Хотя сварка электродами с фтористо-кальциевым покрытием сопровождается меньшим выделением окислов марганца, в составе сварочного факела при сжигании этих электродов содержатся

фтористые соединения (фтористый водород, четырехфтористый кремний и др.), концентрации которых в зоне дыхания сварщиков иногда бывают значительны.
Фтор и хромосодержащие аэрозоли в повышенных концентрациях могут стать причинами раздражения и воспаления слизистых оболочек носа и носоглотки, если не соблюдаются меры предосторожности, не работает местная вентиляция, не применяются средства индивидуальной защиты.
Сварка хромосодержащими электродами характеризуется значительным загрязнением зоны дыхания сварщиков аэрозолем (10,65 - 30 г/кг). Важной с гигиенической точки зрения особенностью этих электродов является выделение окислов хрома, концентрации которых в зависимости от условий сварки колеблются в существенных пределах.
Содержание в сварочной пыли шестивалентных соединений хрома, отличающихся большой токсичностью, в 2,5 - 3,5 раза превышает содержание трехвалентных соединений. Двуокись кремния в сварочной пыли составляет 0,9 - 1,8%. При сварке электродами с рутиловым покрытием образуется значительно меньше пыли и окислов марганца.
Сварка оцинкованной стали сопровождается загрязнением воздушной среды аэрозолем, основную часть которого составляют окислы цинка. При сварке цветных металлов на постах, оборудованных местными отсосами, концентрации аэрозоля не превышают допустимого предела.
Исправление брака отливок из бронзы различного состава с помощью наплавки специальных электродов с фтористо-кальциевым покрытие без вентиляции может вызвать загрязнение зоны дыхания сварщиков газами и окислами металлов, из которых основными являются окислы цинка, марганца и некоторых случаях свинца. При выполнении этой работы на постах, оборудованных эффективной местной вытяжной вентиляцией, в зоне дыхания сварщиков концентрации указанных окислов не достигают предельно допустимых.
Принципиально важным и в значительной степени обуславливающим содержание аэрозоля в зоне дыхания сварщика является фиксация места сварки. Проведенные в ряде заводов исследования показали, что на постоянных (фиксированных) рабочих местах в сборочно-сварочных цехах легче организовать местную вытяжную вентиляцию и тем самым резко снизить содержание пыли, окислов марганца и других токсических веществ в зоне дыхания сварщиков.
Особенно неблагоприятное состояние производственной атмосферы создается при сварке в изделиях с замкнутыми и полузамкнутыми контурами - блоках, цистернах и др. Высокие концентрации пыли, окислов марганца и фтористых соединений в сочетании с неблагоприятными метеорологическими условиями как в теплый, так и холодный периоды года, отсутствие естественного света и воздействие шума создают особенно напряженные условия труда электросварщиков при сварке в замкнутых пространствах малого объема.
Дисперсность сварочного аэрозоля чрезвычайно велика. Микроскопическое исследование препаратов, полученных методом осаждения, показало, что 90 - 99 % частиц имеют размеры до 1 мк, а значительная часть находится за пределами разрешающей способности светового микроскопа. При изучении сварочной пыли с помощью электронного микроскопа при увеличении в 20000 и 40000 раз видны частицы размерами в десятые и сотые доли микрона.
Содержание окислов марганца и двуокиси кремния в сварочном аэрозоле представлено в табл. 1.
Концентрация окиси углерода и окислов азота при сварке в кабинах, на открытых участках цеха и т.д. в большинстве случаев ниже предельно допустимых уровней.
Таблица 1
Содержание в сварочном аэрозоле окислов марганца и общей двуокиси кремния, %

Тип покрытия электродов	Окислы марганца	Двуокись кремния

Руднокислое марганцевое	7 - 13	5 - 12
Фтористо-кальциевое (основное)	1,72 -4,220	4,5 -7
Рутиловое или рутилкарбонатное	8 - 10	4 - 10

Как показали многочисленные хронометражные исследования, 55 - 70 % рабочего времени сварщики заняты непосредственно сваркой, а остальное время - выполнением вспомогательных операций. Сварка требует от сварщика повышенного напряжения внимания и зрения. Она выполняется часто в вынужденной позе, сидя на корточках, лежа на боку или спине, что сопровождается повышенным статическим напряжением мышц рук и тела.

Иногда по технологическим условиям в сборочно-сварочных цехах производится сварка изделий, предварительно подогретых до 250 - 300°С. В этих случаях за счет повышения температуры воздуха и теплового облучения (5 кал/см2 мин на уровне правой руки и 1 - 2,5 кал/см2 мин на уровне груди) у сварщиков к концу рабочей смены температура тела может повысится до 37,1 - 37,3°С, а частота пульса увеличивается. Отсюда можно сделать вывод, что при сварке подогретых изделий у сварщиков наблюдается напряжение терморегуляции. В этих случаях важное значение имеет замена ручной сварки автоматической, газового нагрева индукционным. Кроме того, следует предусматривать местную вентиляцию для удаления электросварочной пыли и газов, применять маски с подачей воздуха, обеспечивать для работающих отдых в специально оборудованных комнатах.

2.2. Сварка порошковой проволокой.

Сжигание 1 кг порошковой проволоки сопровождается образованием в зависимости от состава шихты 8 - 10 г пыли, в которой содержится 0,2 - 0,7 г окислов марганца, 3,8 - 10 г окислов железа, 0,2 - 1 г фтористых соединений. В зоне дыхания сварщика концентрация пыли составляет по усредненным данным 10 - 30 мг/м3 ; окись углерода и окислы азота в сборочно-сварочных цехах не превышают предельно-допустимых концентраций. Приведенные результаты исследований позволяют сделать вывод, что условия при сварке порошковой проволокой по характеру загрязнения производственной атмосферы близки к условиям, наблюдаемым при сварке электродами с рутиловым покрытием.

2.3. Электросварка в среде защитных газов.

За последние 10 - 15 лет получила распространение сварка в среде защитных газов. В качестве защитных газов применяют углекислый газ, аргон, гелий, азот. Существуют две основные модификации этого метода сварки - плавящимся и неплавящимся электродами. В качестве неплавящихся электродов применяют чаще вольфрамовые, реже угольные и графитовые стержни. Присадочным материалом и плавящимся электродом служит проволока такого же химического состава, что и свариваемый металл. Преимуществами этого метода сварки являются:

а) высокая тепловая мощность дуги, обеспечивающая большую скорость и производительность сварки;

б) высокое качество сварных швов;

в) возможность сварки разнородных металлов и тонкостенных изделий.

Метеорологические условия, общая характеристика работы при автоматической и полуавтоматической сварке в среде защитных газов аналогичны ручной дуговой сварке. Следует лишь отметить большую сложность обязанностей сварщика, связанную с подготовкой автомата и полуавтомата к работе.

При автоматической сварке плавящимся электродом в среде углекислого газа на 1 кг наплавленного металла выделяется в среднем 8 - 15 г пыли, 0,2 - 1,8 г окислов марганца, 0,02 - 2 г окислов хрома, 0,1 - 0,5 г окислов никеля, 2,7 г окиси углерода, 0,062 г окиси азота. Эти величины превышают валовые выделения пыли и газов при автоматической сварке под слоем флюса.

Содержание пыли в зоне дыхания сварщика при полуавтоматической сварке значительно выше, чем при автоматической. Пыль, уловленная на беззольные фильтры, содержит 1 -

1,6 % окислов марганца. В зоне дыхания сварщика не наблюдаются высокие концентрации окиси углерода, несмотря на то, что в зоне дуги углекислый газ диссоциирует на окись углерода и кислород. Указанное обстоятельство объясняется тем, что при выходе из зоны высоких температур окись углерода вновь соединяется с кислородом и превращается в углекислый газ.
Концентрации окислов азота в зоне дыхания сварщиков на производстве не превышают предельно допустимых. Концентрация озона в зоне дыхания 0,1 - 0,4 мг/м3. Повышение концентрации окислов азота и озона возможно при нарушении газовой защиты, что может иметь место в основном при подсосе воздуха в зону сварки и при сварке в замкнутых пространствах.
Из всех способов электродуговой сварки в среде защитных газов наиболее благоприятным с гигиенической точки зрения является сварка неплавящимся электродом в среде аргона. Содержание пыли в зоне сварки как при ручном, так и при механизированном способе не выходит за пределы 2 - 2,5 мг/м3 ; концентрации окислов марганца в 10 раз ниже предельно допустимого уровня. Окислы азота и окись углерода не обнаруживаются даже в пробах, отобранных вблизи сварочной дуги.
Концентрации пыли при сварке торированными и лантанированными (вольфрамовый стержень с 1,5%-ной присадкой лантата) электродами еще ниже. При сварке торированными электродами (вольфрамовый электрод с 1,5%-ной присадкой тория) радиационный фактор выражен слабо и применение их не связано с опасностью внешнего облучения. Однако процесс изготовления торированных электродов, дополнительная обмазка электродов двуокисью тория повышают радиационную опасность. Это в известной степени послужило основанием для замены торированных электродов лантанированными, сохраняющими их преимущества. Лантан относится к группе редкоземельных элементов и не вызывает стойких необратимых изменений при поступлении в организм. Валовое выделение пыли при пользовании лантанированными и торированными электродами для сварки стали, алюминия, алюминиевомагниевых сплавов не превышает по усредненным данным 1,15 - 1,94 г/ч при непрерывной сварке. Концентрация пыли в зоне дыхания сварщика значительно ниже допустимого предела. При сварке алюминия и сплавов на его основе под защитой аргона плавящимся электродом образуется окись алюминия в количестве 7,6 28 г/кг; при сварке титановых сплавов удельное выделение титана и его двуокиси составляет 4,75 г/кг. При сварке в аргоне алюминиевых сплавов наблюдается повышенное образование озона за счет большой ультрафиолетовой радиации.
2.4. Сварка под слоем флюса.
Из способов автоматической и полуавтоматической сварки наиболее распространенной является под слоем флюса. Она менее трудоемка и более экономична, чем ручная дуговая сварка, меньше утомляет сварщика.
Валовое выделение пыли при этом способе сварки во много раз ниже, чем при ручной дуговой. Концентрации аэрозоля в зоне дыхания сварщика-оператора по усредненным данным составляют 5,1 - 12,2 мг/м3. Концентрации окислов марганца в зоне дыхания рабочих, обслуживающих сварочные автоматы, колеблются от 0,11 до 0,7 мг/м3. На повышение крнцентрвций аэрозоля в значительной степени влияет выполнение вручную операций по сбору флюса и зачистке шва. Проведение автором исследования показали исследования показали большую эффективность применения флюсоотсосов при автоматической сварке.
Концентрации аэрозоля, окислов марганца и других токсичных веществ в зоне дыхания сварщиков-автоматчиков зависят от состава и степени измельчения флюса, конфигурации свариваемых изделий, направления воздушных потоков в здании и т.д. Так, запыленность зоны дыхания сварщиков при применении свежего флюса в 2 -2,8 раза ниже запыленности при использовании флюса, бывшего в употреблении и тем самым более размельченного.

Содержание пыли в зоне дыхания оператора при сварке внутренних швов (полузамкнутые пространства) в 2,5 раза выше, чем при сварке наружных швов. На заводах, где все посты автоматической сварки расположены на открытых участках цеха, содержание аэрозоля ниже предельно допустимой концентрации. Основными вредными веществами в составе сварочного аэрозоля при автоматической сварке являются фтористые соединения (фтористый водород, четырехфтористый силиций и др.)

Проведенные экспериментальные исследования показали, что валовое выделение фтористых соединений особенно велико при сварке под флюсом ОСЦ - 45а. Оно составляло 43 - 286 мг на 1 кг наплавленного металла. При сварке с применением других флюсов (АН-348А, ФЦ-9, ФЦ-6, ФЦЛ-2 и др.) валовые выделения фтористых соединений колеблются по средним данным от 30 до 40 мг на 1 кг наплавленного металла. Выделение фтористых соединений резко возрастает с увеличением содержания фтористого кальция во флюсе.

Изучение условий труда при полуавтоматической сварке под слоем флюса показало ее большую трудоемкость по сравнению с автоматической сваркой. Необходимость удерживания длительное время в руке головки полуавтомата с бункером для флюса массой 2 - 2,5 кг утомляет к концу смены правую руку сварщика. Значительно напряжено во время работы внимание сварщика в связи с высокими требованиями к качеству шва (необходимость поддержания на постоянном уровне длины дуги, силы тока и напряжения).

Концентрации аэрозоля, окислов марганца и фтористых соединений в зоне дыхания сварщика-полуавтоматчика выше, чем в зоне дыхания рабочего при обслуживании автоматических сварочных установок. Указанное объясняется более близким расположением зоны дыхания сварщика-полуавтоматчика к электрической дуге.

2.5. Электрошлаковая сварка.

Электрошлаковая сварка производится с помощью автоматов при температуре 1600 - 1700 °С. Оператор-сварщик находится на расстоянии 0,5 - 2 м от сварочной дуги.

Трудовой процесс оператора складывается из трудоемкого этапа подготовки изделия к сварке, при котором крупные и тяжелые конструкции при помощи подъемных механизмов устанавливаются на место, и этапа сварки, при котором оператор наблюдает за процессом сварки, охлаждением ползунов водой, подачей проволоки и др.

Основным производственным фактором, оказывающим вредное воздействие на операторов, является повышенная интенсивность лучистой энергии, составляющая 2 кал/см2?мин на уровне рук и 3 - 4 кал/см2?мин на уровне лица; повышается и температура воздуха, что является причиной небольшого (0,5 °С) повышения к концу рабочей смены температуры тела оператора. Концентрации аэрозоля в зоне дыхания, по усредненным данным колеблется в пределах 4 - 7 мг/м3, концентрация окислов марганца - 0,25 - 0,43 мг/м3. Окислы азота и окись углерода определяются в виде следов. Таким образом, потенциальную опасность для оператора при электрошлаковой сварке могут составить аэрозоль и фтористые соединения. Не исключена опасность ожогов выплескивающимся из ванны металлом.

2.6. Лазерная сварка.

Для сварки мелких деталей применяют рубиновые или неодимовые лазеры, работающие в импульсном режиме. Излучение лазера характеризуется высокой энергией, составляющей в импульсе несколько сотен джоулей. С помощью дополнительной фокусирующей системы эта энергия может быть сконцентрирована в очень малом объеме. К числу особенностей следует отнести высокую монохроматичность излучения, малую расходимость пучка, временную и пространственную когерентность излучения. При работе с лазерами наибольшей опасности подвержены глаза и кожные покровы. Лучи лазера оказывают на биологические объекты тепловое, электрическое, фотохимическое и механическое воздействие, одним из проявлений которого является возникновение в облучаемом объекте упругих колебаний типа ультразвуковых. Опасность для органов

зрения представляет не только прямой, но и отраженный луч лазера. Для кожи опасен только прямой луч. Поражающее действие лазера зависит от потока его энергии, длительности импульса, количества следующих друг за другом импульсов, длины волны излучения и характера отражающей поверхности. Опасны зеркальные и светлые поверхности, отражающие свыше 50% падающего на них излучения. Глаза необходимо защищать не только от прямого, но и от отраженного луча. При работе с лазерными установками необходимо, чтобы пучок излучения был направлен на неотражающий и невоспламеняющийся фон, траектория пучка должна быть недоступна для работающего. Необходимо обязательно применять защитные очки, работать следует в условиях общего яркого освещения. Возможность поражения глаза, адаптированного к темноте, т.е. с большим диаметром зрачка, больше. Необходим систематический офтальмологический контроль за глазами работающего.

2.7. Сварка токами высокой частоты.

В связи с использованием в ряде производств изделий из синтетических материалов получила достаточное внедрение в производство сварка в электромагнитном поле коротких и ультракоротких волн. Основным неблагоприятным фактором при этом виде сварки пластикатов являются высокочастотные электромагнитные поля значительной интенсивности 18 - 320 В/м. Эффективное снижение напряженности высокочастотного поля достигается экранированием (до 2 - 7 В/м) источников энергии (электродов, фидерных линий).

При описываемом виде сварки в производственную атмосферу поступают летучие токсичные вещества - фенол, окись этилена, формальдегид, пары ацетона и органических растворителей. Наблюдается повышение температуры воздуха производственных помещений.

2.8. Плазменная обработка металлов.

Плазменная обработка металлов обеспечивает повышение жаропрочности и износостойкости изделий и деталей.

Плазма представляет собой высокоионизированный, электропроводящий газ. Температура плазмы , поступающей в виде струи из сопла, составляет 6000 - 20000°С. При плазменной обработке происходит довольно интенсивное образование окислов озона, концентрации которых при работе без вентиляции довольно значительны.

При напылении в плазменную струю вводится в виде порошка напыляемый материал, в качестве которого используют главным образом тугоплавкие металлы - вольфрам, цирконий, окись алюминия, их карбиды, бориды, силициды.

Плазменная обработка металла (напыление, сварка, резка) является основным источником загрязнения производственной атмосферы аэрозолем, состав которого зависит от применяемых порошков и обрабатываемого металла.

При работе плазменных горелок возникают высокочастотные звуковые и ультразвуковые колебания. Суммарный уровень звукового и ультразвукового давления, по данным Института гигиены им. Ф.Ф.Эрисмана, составляет в рабочей зоне 120 - 130 Дб. Спектральный анализ выявляет широкий диапазон колебаний звукового давления 40 - 31500 Гц с максимумом в области высоких звуковых и низких ультразвуковых частот в диапазоне 16000 - 25000 Гц.

Работа в вытяжных шкафах и специальных камерах позволяет значительно снизить уровень звукового и ультразвукового давления в рабочей зоне. Так же как и при ручной дуговой сварке, при плазменной обработке металла работающие могут подвергаться повышенной ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной радиации. Интенсивность ультрафиолетового излучения зависит от подаваемого на плазменные установки напряжения, свойств напыляемого порошка и газа, а также конструкции горелки. В литературе приводятся данные о заболеваниях подобных электроофтальмиям и эритэмах кожи, причиной которых являются короткие ультрафиолетовые лучи.

При использовании дуги прямого действия (между электродом и изделием) возникает ионизирующая радиация (тяжелые аэроионы различной полярности). В производственных помещениях вблизи плазменных установок мягкие рентгеновские лучи не обнаруживаются.

Воздействие таких факторов, как ионизирующая, повышенная ультрафиолетовая и инфракрасная радиация, высокочастотный шум и ультразвук, загрязнение воздуха аэрозолями требует проведения комплекса защитных мероприятий: укрытия установок в вытяжных шкафах, применения шумозаглушающих насадок на горелку, использование средств индивидуальной защиты органов зрения, слуха, лица.

2.9. Контактная сварка.

Контактная сварка легко механизируется и автоматизируется, в результате чего увеличивается производительность труда, улучшается культура производства. Этим способом сваривают малоуглеродистые и нержавеющие стали и сплавы.

Процесс контактной сварки основан на двух принципах: электрическом нагреве двух кромок металла до пластического состояния или до расплавления и затем сплавления их. Различают три разновидности контактной сварки: стыковую оплавлением, точечную и роликовую или шовную. Наиболее неблагоприятной является сварка оплавлением, при которой образуются искры и брызги расплавленного металла, пыль, газы и наблюдается ионизация воздуха. Концентрации пыли в зоне дыхания рабочего зависят главным образом от химического состава свариваемого металла, мощности контактной сварочной машины. Сварочная машина при этом методе сварки генерирует низко- и высокочастотный шум. Величина сварочного тока во вторичной цепи контактных машин достигает десятков тысяч ампер. Вследствие этого контактные машины создают электромагнитные поля мощностью от 70 до 1500 А/м. Электромагнитные волны рассеиваются на расстоянии 1,5 - 3,5 м от контактной сварочной машины. Характер воздействия электромагнитных волн, образующихся при контактной сварке, на организм человека недостаточно изучен. Для улучшения условий труда рекомендуется устройство местной вытяжной вентиляции, экранирование и др.

Контрольные вопросы (экзаменационные, зачетные)

Причины, обусловливающие возникновение вредных и опасных факторов при сварке.

Механизм возникновение сварочных аэрозолей в сборочно-сварочных цехах.

Перечислить основные вредные компоненты, содержащиеся в сварочных аэрозолях при ручной дуговой сварке.

Особенности химического состава сварочных аэрозолей при сварке в различных газах и сварке под флюсом.

Вредные производственные факторы при электрошлаковой сварке.

Вредные и опасные производственные факторы при использовании для сварки высокконцентрированных источников нагрева (ВКИН: лазерный луч, плазменная струя).

Неблагоприятные факторы при контактной сварке и сварные токи высокой частоты.

Литература