

Т.А. Мендыгалиев, магистрант

Р.Б. Ширванов, кандидат технических наук, доцент

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана,
г. Уральск

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СВАРОЧНЫХ РАБОТ

Аннотация

В настоящей статье на основе обзора литературных источников выявляются вредные и опасные факторы при проведении сварочных работ, причины травматизма сварщиков. Анализируются последствия влияния данных факторов на здоровье персонала, определяются фазы изменения его работоспособности как комплекса наличных характеристик - функций и качеств человека-оператора.

Ключевые слова: сварка, вредные и опасные производственные факторы, вредные вещества, предельно допустимая концентрация, предельно допустимый уровень, санитарно-гигиенические требования, причины травматизма, безопасность труда.

Сварка, наплавка и резка металлов занимают значительное место в современном промышленном производстве Казахстана, а профессия сварщика является одной из наиболее массовых. При общем уменьшении работающих происходит и изменение структуры сварочных мест: доля ручной дуговой сварки выросла с 42 до 54%, при этом в промышленности она составляет более 35%, а в строительстве - около 81%. Уровень механизации сварочных работ неуклонно снижается, в связи, с чем **сварщики** входят в пятерку самых опасных профессий Казахстана и по данным страховщиков на данную специальность приходится более 15% всех страховых случаев. Эта профессия также в списке самых вредных в РК.

В Казахстане сегодня нет национальных стандартов по безопасности труда работающих в сварочных производствах, отсутствуют или не в полной мере представлены разделы по безопасности в большинстве технологических регламентов и паспортах на электросварочное оборудование. Единственным требованием к рабочему месту сварщика являются санитарно - гигиенические нормативы, которые не обеспечиваются в большинстве машиностроительных производств. Так, в воздухе рабочих помещений концентрация сварочного аэрозоля намного превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) и достигает значений 30-115 мг/м³, оксидов азота - 3-26 ПДК, оксидов хрома - 3-10 ПДК, оксидов никеля - 1-6 ПДК. Традиционно не соответствует предельно допустимому уровню (ПДУ) освещенность как на стационарных, так и на нестационарных рабочих местах. Шумовое воздействие превышает допустимое в течение рабочего дня на 5-17 дБА. Сварочные работы сопровождаются излучением в оптическом диапазоне длин волн, интенсивность ультрафиолетового излучения при этом достигает 10-100 ПДУ, инфракрасного - 0,5-7 ПДУ. Постоянные и особенно непостоянные рабочие места сварщиков имеют слабую организацию. В течение смены > 20% времени сварщик работает в неудобном (вынужденном) положении тела [1].

Неблагоприятным воздействием условий труда объясняется 5% потерь рабочего времени для сварщиков и 4,9% - для рабочих-сварщиков. Из них воздействием запыленного и загазованного воздуха вызывается 47 и 45%, микроклимата - 24 и 23%, шума и вибрации - 22 и 28% потерь, соответственно. Показатели профзаболеваемости

распределяются следующим образом (на 1000 работающих): на электросварщиков приходится 3,6 случая; на сборщиков - 1,3; слесарей- монтажников и маляров по 1,9 [2].

Специфическими особенностями сварки на промышленных объектах являются: выполнение работ на наружных площадках в различных климатических зонах; ведение сварки на высоте, в замкнутых и труднодоступных местах; использование большого арсенала способов сварки, сварочных материалов, свариваемых металлов и сплавов; необходимость сварки загрязненных конструкций. Комбинированное воздействие на рабочих сварочных профессий опасных и вредных производственных факторов химической, физической и психофизиологической природы, имеющих, как правило, значительную интенсивность, способствуют развитию профессиональных заболеваний, созданию травмоопасных и аварийных ситуаций.

Сварка, наплавка, резка, напыление и пайка металлов сопровождаются наличием ряда вредных и опасных производственных факторов (таблица 1).

Таблица 1 - Вредные и опасные производственные факторы при сварочных работах

Виды работ	Вредные факторы											Опасные факторы			
	Пылегазообразные вещества	Излучение в оптическом диапазоне			Электромагнитные поля	Магнитные поля	Ионизирующие излучения	Шум	Ультразвук	Лазерные лучи	Статическая нагрузка на руки	Электрический ток	Искры, брызги и выбросы расплавленного металла	Движущиеся механизмы и изделия	Системы под давлением
		Ультрафиолетовое	Видимое	Инфракрасное											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Сварка															
Ручная дуговая	XX	XX	XX	XX	-	-	-	X	-	X	-	XX	XX	X	-
Под флюсом:															
- олуавтоматическая	XX	-	-	X	-	-	-	X	-	X	-	XX	-	XX	-
- автоматическая	XX	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	XX	-	XX	-
Дуговая в защитных газах:															
- полуавтоматическая	XX	XX	XX	XX	-	-	-	X	-	XX	-	XX	XX	XX	XX
- автоматическая	XX	XX	XX	XX	-	-	-	X	-	-	-	XX	XX	XX	XX
- электрошлаковая	XX	X	X	XX	-	-	-	X	X	X	X	XX	XX	XX	
- контактная	XX	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	XX	X	XX	X
- электронно-лучевая	X	XX	XX	-	-	-	XX	X	-	-	-	XX	-	X	X
- трением	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	XX	XX	XX	-
- диффузионная	-	-	-	-	XX	-	-	X	XX	-	-	XX	-	XX	X
- ультразвуковая	X							XX	XX	-	-	X	-	X	X
- токами повышенной частоты		-	-		XX							XX		X	
- газовая	XX	XX	XX	XX	-	-	-	X	-	X	-	X	XX	X	XX
- плазменная	XX	X	XX	XX	-	-	X	X	X	-	-	XX	XX	X	XX

Продолжение таблицы 1															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Резка:															
Кислородная	XX	X	XX	XX	-	-	-	XX	X	X	-	X	XX	X	XX
Плазменная	XX	X	XX	XX	-	-	X	XX	XX	XX	-	XX	XX	X	XX
Лазерная сварка и наплавка	XX	X	X	XX			X	X			X	XX		X	XX
Наплавка	XX	X	XX	X	-	-	-	-	-	X	-	XX	X	X	X
Напыление	XX	XX	X	X	-	-	-	XX	XX	-	-	XX	XX	X	X
Пайка	XX	—	-	-	—	-	—	-	—			XX			—
Условные обозначения: XX – интенсивный фактор; X-умеренный фактор.															

Как видно из представленных данных, практически при всех видах сварки, при резке и наплавке присутствуют такие опасные факторы, как пыль, газ, световое излучение, высокая температура, тепловое и ультрафиолетовое излучения. Наличие при сварке горючих газов может привести к химическому взрыву, а эксплуатация сосудов под давлением с инертными газами может вызвать физический взрыв. Открытые газовое пламя и дуга, струя плазмы, брызги жидкого металла и шлака при сварке и резке создают опасность ожогов и повышают опасность возникновения взрыва и пожара.

Как правило, сварочные работы должны проводиться в отдельных помещениях, а при электронно-лучевой, диффузионной сварке, плазменной обработке - только в отдельном помещении или изолированном участке цеха. Объем производственных помещений на одного работающего должен быть не менее 15 м³ при площади не менее 4,5 м², а для плазменной обработки - не менее 10 м², исключая площадь, занимаемую оборудованием и проходами. Помещения должны строиться из негорючих материалов в соответствии с СНиП 2.09.02-85, СНиП 21-01-97.

Неправильная эксплуатация электрооборудования может привести к поражению электрическим током. Применение открытого газового пламени, открытых дуг и струй плазмы, наличие искр, брызг и выбросов расплавленного металла и шлака при сварке и резке не только создают возможность ожогов, но и повышают опасность возникновения пожара. Опасность создают использование при сварке и резке горючих газов и кислорода, а также эксплуатация сосудов, работающих под давлением, не равным атмосферному.

При выполнении сварочных работ на высоте и отсутствии соответствующих предохранительных средств и ограждений возможно падение работающих. Движущиеся машины, механизмы, изделия при отсутствии защитных устройств могут привести к травмированию работающих.

Среди гигиенических проблем в современном сварочном производстве приоритет принадлежит профилактике вредного влияния сварочного аэрозоля на работающих. Об этом свидетельствуют данные о профессиональной заболеваемости сварщиков. Почти 80% вновь выявляемых случаев заболеваний приходится на пневмокониоз, хронический бронхит, интоксикации металлами и газами, т. е. на заболевания, вызываемые действием сварочного аэрозоля [3]. Сварочные аэрозоли (СА) представляют собой дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются мелкий частицы твердого вещества - твердая составляющая сварочного аэрозоля (ТССА), а дисперсной средой - газ или смесь газов - газообразная составляющая сварочного аэрозоля (ГССА).

Ручная дуговая сварка благодаря своей простоте и гибкости является широко распространенным способом термического соединения металлов. Общее содержание пыли, окислов марганца, фтористых и хромсодержащих соединений в рабочей зоне определяется составом свариваемого материала, стержня электродов и обмазки, силой сварочного тока и диаметром электродов [2].

В таблице 2 приводятся данные по содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны при газорезке, газосварке и плазменной обработке [3].

Таблица 2 - Содержание вредных веществ при газорезке, газосварке и плазменной обработке металлов

Виды работ	Вредные вещества	
	Наименование	Количество, г
Газовая резка углеродистых и низколегированных сталей	Оксид железа с примесью до 3% окислов марганца	0,45 на 1 м длины реза толщиной 1 мм
Газовая резка высокомарганцевых сталей	Марганец	0,12 на 1 м реза толщиной 1 мм
Газовая резка титановых сплавов	Титан и его двуокись	0,15 на 1 м реза толщиной 1 мм
Газовая сварка сталей: ацетилен-кислородная	Оксид азота	22 на 1 кг ацетилена
Газовая с пропан-бутановой смесью	Оксид азота	15 на 1 кг смеси
Электродуговая резка алюминиевых сплавов	Оксид алюминия	0,2 на 1 м длины реза толщиной 1 мм
Плазменное напыление алюминия	Оксид алюминия	77,5 на 1 кг расходуемого порошка

Таким образом, на основании проведенного анализа зависимости валовых выделений и химического состава сварочных аэрозолей от вида применяемой сварки выявлен ряд следующих закономерностей:

- при всех рассмотренных видах сварки металлов в зоне дыхания сварщика содержание вредных аэрозолей и газов превышает предельно допустимые значения;
- интенсивность и химический состав выделений сварочных аэрозолей зависят от режима сварки, состава свариваемого материала, диаметра применяемых электродов (для дуговой сварки), состава и степени измельчения флюса (для сварки под флюсом), состава защитного газа (при сварке в защитных газах) и некоторых других параметров;
- наиболее неблагоприятными с точки зрения выделения вредных аэрозолей являются дуговая сварка и плазменная обработка металлов.

Анализ литературных данных показывает, что валовые выделения и химический состав сварочного аэрозоля зависят не только от вида и режима сварки, но и от состава применяемых сварочных материалов. При различных видах сварки на уровень выделения сварочного аэрозоля существенное влияние оказывают состав сварочных шлаков, защитные грунтовки, покрывающие металл, состав покрытия используемых электродов, некоторые из которых по составу выделений относятся к высокотоксичным [3, 4].

Воздействие сварочного аэрозоля на организм сварщиков приводит к возникновению ряда профессиональных заболеваний, включающего в себя заболевания дыхательной системы, центральной нервной системы (ц.н.с.), желудка, миокарда, артериальной гипертензии и др. Наряду с общетоксическим действием аэрозолей, их мутагенные, канцерогенные свойства, а также другие особенности, могут привести к развитию отдаленных последствий.

При проведении сварочных работ организм человека подвергается и интенсивному шумовому воздействию. В зависимости от применяемого процесса шум, возникающий при сварке и резке металлов, может повредить слух. По данным [4] интенсивность шума на рабочих местах электрогазосварщиков составляет в среднем 84-91 дБА, что на 3-15 дБА превышает ПДУ.

В настоящее время профессия сварщика является одной из наиболее профессионально опасных, а процессы сварки, наплавки и резки металлов должны находиться в поле пристального внимания специалистов в области профилактической медицины, экологии, охраны труда и промышленной безопасности.

Анализ электротравматизма сварщиков показывает, что одной из причин несчастных случаев является недостаточный контроль за состоянием изоляции токоведущих частей. Корпуса электроустановок оказываются под напряжением, приводящее к смертельному поражению персонала. Другая причина электротравматизма - использование для присоединения проводов и кабелей, не предназначенных для передвижных установок, не соответствующих нагрузкам по сечению. Изоляция таких проводов быстро выходит из строя, а контроль за состоянием изоляции плохо налажен. Существенное значение для безопасности труда сварщика имеет правильная проводка и прокладка проводов к сварочным постам, трансформаторам и особенно к передвижным сварочным установкам. Если токопроводящая сеть сварочных установок состоит из изношенных, оголенных и просто голых проводов, она может служить причиной поражения сварщиков током. Токоведущие провода, присоединенные к сварочному трансформатору, имеющему сравнительно высокое напряжение (120-500 В), часто бывают большой протяженности. При нарушении изоляции проводов сеть становится крайне опасной. При пробое изоляции первичной обмотки трансформатора, при повреждении изоляции обмоток электродвигателя, сварочного агрегата постоянного тока или других электродвигателей напряжение переходит на металлические конструктивные части, прикосновение к которым в случае отсутствия заземления опасно.

Проведенный обзор показал, что распределение причин тяжелого и смертельного травматизма сварщиков может быть классифицировано следующим образом:

- нарушение правил техники безопасности - 35% случаев;
- допуск к работе лиц, не прошедших обучение и аттестацию по безопасному выполнению работ - 2%;
- неудовлетворительная организация и контроль безопасных условий труда - 13%;
- нарушение трудовой и производственной дисциплины - 6%;
- несогласованность действий персонала - 3%;
- использование работников не по специальности - 2%;
- конструктивные недостатки, несовершенство, недостаточная надежность машин, механизмов - 8%;
- нарушение технологического режима - 11%;
- неприменение средств индивидуальной защиты - 5%;
- эксплуатация неисправного оборудования - 4%;
- несовершенство технологического процесса - 7%;
- прочие - 4%.

В большинстве случаев (суммарно около 64%) травмирование сварщиков было вызвано опасными действиями самих пострадавших из-за слабых знаний или отсутствия твердых навыков безопасного выполнения производственного задания.

Анализ распределения несчастных случаев в зависимости от профессионального стажа работы сварщиков показал, что максимальный уровень травматизма приходится на первый и пятый годы работы. Первый пик травматизма обусловлен недостатком как профессиональных знаний начинающего сварщика, так и правил безопасного ведения работ. Причину второго скачка травматизма составляет фактор неосторожности,

недостаточной осмотрительности. Если первый пик был обусловлен недостатком возможностей работающего, то второй пик является следствием не использования рабочим уже имеющихся у него возможностей. Это происходит из-за снижения внимания, осторожности, осмотрительности рабочего, пренебрежения им правил техники безопасности, средств защиты. После 5-10-летнего профессионального стажа работы сварщиков частота несчастных случаев с ними имеет тенденцию к непрерывному снижению, что обусловлено тем фактом, что с приобретением опыта сварщики лучшесознают опасность своего труда и меньше проявляют беспечность при выполнении производственных заданий.

При проведении анализа данных производственного травматизма сварщиков была выявлена связь между частотой возникновения несчастных случаев и временем от начала работы. Наибольшее количество несчастных случаев (19 %) возникает в начале работы (1-й час после начала работы) и в конце (20,7%) (1 час до окончания работы). Таким образом, первые часы работы, когда идет вхождение в процесс труда, и завершающие часы, когда уже сказывается утомление, связаны с наибольшим числом несчастных случаев, что также подтверждается результатами исследований других ученых [5]. Согласно им, комплекс наличных характеристик - функций и качеств человека-оператора - функциональное состояние (ФСО) - прямо или косвенно обуславливает трудовую деятельность. Изменение ФСО в процессе выполнения трудовой деятельности проходит несколько фаз изменения работоспособности, представленных на рисунке 1:

- фаза мобилизации (внутренняя собранность);
- фаза первичной реакции (внешнее торможение на несколько минут);
- фаза гиперкомпенсации (приспособление к оптимальному режиму труда);
- фаза компенсации (установление оптимального режима, стабилизация показателей);
- фаза субкомпенсации (некоторое снижение уровня функционального состояния);
- фаза декомпенсации (быстрое ухудшение функционального состояния, изменение точности и координации);
- фаза срыва (значительное расстройство регулирующих механизмов).

С фазы субкомпенсации начинается специфическое состояние утомления. Основным фактором, вызывающим утомление, обычно является напряженность деятельности - абсолютная величина нагрузки, ее характер (статический или динамический), интенсивность во времени. Кроме того, на развитие утомления сильно влияют опасные и вредные производственные факторы, психологический климат, режим труда и отдыха.

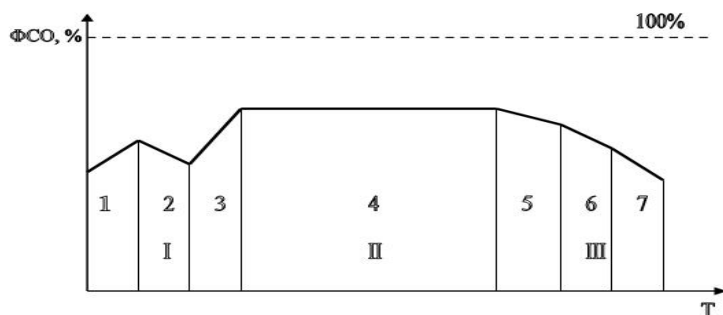


Рисунок 1.1. Фазы работоспособности:

I- зона вработывания; II - зона устойчивой работоспособности; III- зона устойчивого спада работоспособности; 1 - фаза мобилизации; 2 - фаза первичной реакции; 3 - фаза гиперкомпенсации; 4 - фаза компенсации; 5 - фаза субкомпенсации; 6 - фаза декомпенсации; 7 - фаза срыва

Для каждого вида трудовой деятельности существуют оптимальные характеристики нагрузки, которые должны учитываться как при проектировании оборудования, так и при организации трудовой деятельности человека.

Анализ статистических данных об изменении числа несчастных по дням недели показал, что наибольшее число травм происходит в конце недели - в четверг и пятницу, когда сильнее проявляется фактор утомления.

Таким образом, резюмируя результаты проведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

- профессия газосварщика является одной из наиболее травмоопасных в промышленной отрасли - около 10% от общего числа несчастных случаев с тяжелым и смертельным исходами происходят с работниками данной специальности. Около 70% травм происходит в ремонтно-механических цехах, что объясняется большой долей работ повышенной опасности. Частота возникновения случаев производственного травматизма имеет наибольшее значение при ручной дуговой сварке (около 40%);

- наиболее характерными (около 70%) видами происшествий при сварке металлов, приводящими к травмированию сварщиков, являются падение с высоты, пожары и взрывы, а также поражение электрическим током. Основными причинами электротравматизма сварщиков служат недостаточный контроль за состоянием изоляции токоведущих частей и неправильная проводка и прокладка проводов к сварочным постам;

- существенное влияние на вероятность возникновения несчастного случая оказывают стаж работы сварщиков по профессии - максимальный уровень травматизма приходится на первый и пятый годы работы (соответственно 19 % и 15,5 %), а после 10 - летнего профессионального стажа непрерывно снижается. В большинстве случаев (64%) травмирование сварщиков происходит вследствие неправильных действий самих пострадавших, вызванных неосторожностью, нарушением правил техники безопасности, технологического режима, незнанием причин, вызывающих ту или иную опасность, а также несоответствием его психофизиологических и личностных возможностей требованиям выполняемой работы;

- проведенный анализ позволил выделить для дальнейших экспериментальных исследований условия труда и выработать практических рекомендаций наиболее травмоопасные объекты и виды сварочных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лупачев В.Г. Безопасность труда при производстве сварочных работ / В.Г.Лупачев. – Изд-во: Высшая школа, 2008. -250 с.
2. Маслов Б.Г., Выборнов А.П. Производство сварных конструкций: учебник / Б.Г.Маслов, А.П.Выборнов. – М.: Изд-во «Академия», 2017. – 288 с.
3. Минько В.М. Охрана труда в машиностроении: учебник / В.М.Минько. –М.: Изд-во «Академия», 2014. - 256 с.
4. Левченко О.Г., Метлицкий В.А. Современные средства защиты сварщиков/О.Г.Левченко, В.А.Метлицкий. – М.: Изд-во «Экотехнология», 2001. –81 с.
5. Юдин Е.Я., Белов С.В., Баланцев С.К. и др. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных ВУЗов. – 2-е изд., перераб. и доп. / под общ.ред. Е.Я.Юдина – М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.

ТҮЙІН

Бұл мақалада әдебиет көздеріне шолу негізінде дәнекерлеу жұмыстарын жүргізу кезіндегі қауіпті және зиянды өндірістік факторлар, дәнекерлеушілердің жарақат алу себептері анықталады. Аталмыш факторлардың қызметкерлер денсаулығына әсерінің салдары талданды, адам-оператор қызметі мен сапасы сипаттамаларының кешені ретінде жұмыс қабілетінің өзгеру фазалары анықталды.

RESUME

In this paper, based on literature review identified occupational hazards during welding, welders causes injury. Analyzes the consequences of the impact of these factors on the health of staff, are determined by the phase change in its performance as a complex cash performance - functions and qualities of the human operator.

УДК 631.347.3

А.С. Сабырова, магистрант

М.К. Бралиев, доцент

Западно-Казахстанской аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

Аннотация

В статье даны формулы по определению рабочей скорости, рабочего давления, норме расходу рабочей жидкости, расходу рабочей жидкости через распылитель, ширине захвата, размеру обрабатываемой площади, стыковке смежных проходов.

Ключевые слова: опрыскиватель, рабочая скорость, давления, норма расхода рабочей жидкости, распылитель, ширина захвата

Эффективность применения пестицидов во многом зависит от точности их дозировки и от качественных показателей технологического процесса. Нестабильность этих параметров приводит к неоправданным потерям препаратов, загрязнению окружающей среды и продуктов питания. Поэтому при конструировании современных средств механизации защиты растений большое внимание разработчики уделяют вопросам контроля основных показателей технологического процесса: рабочей скорости, рабочего давления, норме расходу рабочей жидкости, расходу рабочей жидкости через распылитель, ширине захвата, размеру обрабатываемой площади, стыковке смежных проходов [1,3-4].

Показатели качества технологического процесса, выполняемого опрыскивателем: равномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата машины или рабочего органа (коэффициента вариации); диспергирование рабочей жидкости (диаметр капель); густота покрытия обрабатываемой поверхности (количество капель на 1 см^2). Настройка опрыскивателя на работу с заданным расходом заключается в подборе типа распылителя и количества распылителей на штанге в установлении скорости движения агрегата и рабочего давления в нагнетательной системе [2,5,6].

При использовании штанговых опрыскивателей решаются основные технологические задачи: рациональное использование объема бака для рабочего раствора и обеспечение заданной дозы внесения препарата. Обоснование выбора данных параметров основано на мониторинге применения штанговых опрыскивателей в сельскохозяйственных формированиях, когда в большинстве из них, имеющих штанговые опрыскиватели со щелевыми распылителями, используется данный метод заправки. В отдельных хозяйствах начинает находить применение метод использования промежуточных емкостей, специальных автономных насосов для забора воды из естественных водоемов для заполнения технических емкостей для доставки и внедрение других устройств для реализации данной новой, организационно-технологической схемы опрыскивания полевых культур.