

УДК 614.8

ОЦЕНКА ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАНКОВ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ

Смирнов А.Е. - аспирант; мастер отдела комплектации весового оборудования
Инженерный центр АСИ, г. Кемерово

Рафиков Р.Р., менеджер дирекции по развитию бизнес-системы азота. КАО
«Азот» г. Кемерово

Научный руководитель: Фомин А.И., д.т.н., профессор
Кемеровское акционерное общество «Азот»; ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»
г. Кемерово

Введение

Плазменная резка широко применяется при изготовлении металлоконструкций, ремонте оборудования и заготовительных операциях. Технология удобна, производительна и хорошо автоматизируется, но в рабочей зоне она создаёт сразу несколько неблагоприятных факторов. На практике проблема обычно выглядит не как один выраженный риск, а как их сочетание: аэрозоли металлов, озон и оксиды азота, интенсивный шум, оптическое излучение, тепловая нагрузка и опасность поражения электрическим током [1; 3].

Для оценки условий труда этого уже недостаточно описывать процесс только через производительность оборудования. Нужно учитывать, как меняются состав и интенсивность выделений при разных режимах резки, насколько эффективно работает местная вытяжка и какие средства защиты реально использует оператор. Цель статьи — обобщить основные вредные факторы при эксплуатации станков плазменной резки, показать их влияние на здоровье работников и выделить меры, которые действительно снижают риск на рабочем месте.

Основные вредные факторы плазменной резки

Главный источник химической нагрузки при плазменной резке — аэрозоль, образующийся при расплавлении, испарении и окислении металла. В воздух рабочей зоны попадают частицы оксидов железа, хрома, никеля, марганца и других элементов, состав которых зависит от марки металла и режима резки [3; 5; 7]. Для нержавеющей сталей эта проблема особенно заметна, поскольку соединения хрома и никеля относятся к наиболее опасным компонентам аэрозоля.

Одновременно с аэрозолями формируются газообразные продукты. При разложении воздуха в зоне дуги возникают озон и оксиды азота, а при использовании отдельных газовых смесей может возрасти содержание угарного газа.

Даже когда концентрации не выглядят критичными по каждому веществу отдельно, их совместное действие усиливает раздражение дыхательных путей и повышает общую токсическую нагрузку [2; 4].

Не меньшее значение имеют физические факторы. На участках плазменной резки уровень шума нередко превышает 100 дБ(А), что создаёт устойчивый риск снижения слуха при длительной работе без защиты [3; 5]. Дуга даёт интенсивное ультрафиолетовое и инфракрасное излучение, опасное для глаз и кожи. Дополняют картину локальный перегрев рабочей зоны, вибрация от оборудования и риск ожогов расплавленным металлом. При нарушении требований электробезопасности возрастает и вероятность поражения током [1].

При оценке риска важно учитывать, что интенсивность выделений меняется не только от типа металла, но и от толщины заготовки, силы тока, скорости перемещения резака и выбранного плазмообразующего газа. Поэтому усреднённые данные полезны лишь как ориентир. Реальная картина на конкретном участке может заметно отличаться от справочных значений, особенно если оборудование давно эксплуатируется, а вытяжная система работает нестабильно. Отсюда следует практический вывод: результаты производственного контроля нужно сопоставлять с технологическим режимом, в котором они получены, иначе даже корректно выполненные измерения будут мало полезны для управления риском.

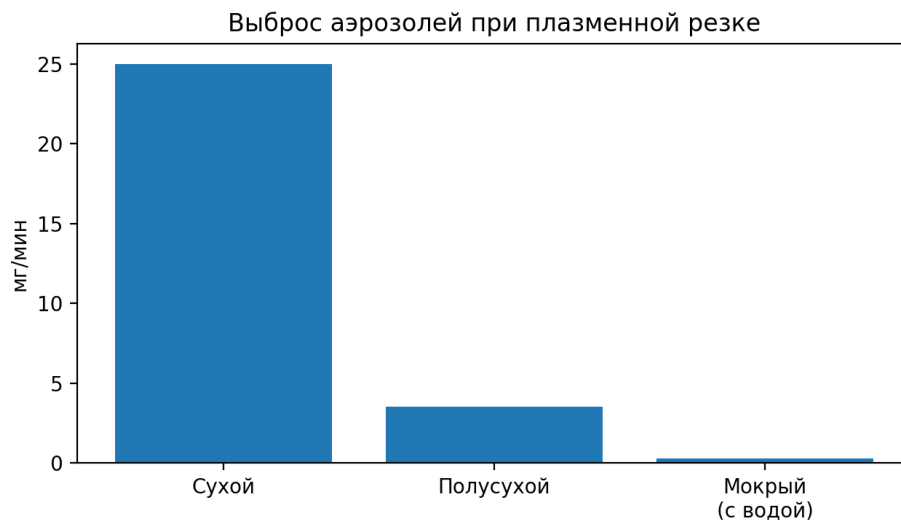


Рисунок 1 – Выброс аэрозолей при плазменной резке в зависимости от режима работы [5]

Таблица 1 – Основные вредные факторы при эксплуатации станков плазменной резки

Фактор	Источник	Возможные последствия	Основные меры
Аэрозоли металлов	Расплавление и окисление металла в зоне реза	Раздражение дыхательных путей, хроническое воспаление, токсические и канцерогенные эффекты	Локальный отсос, мокрый режим, респиратор
Озон и оксиды азота	Разложение воздуха в зоне дуги	Кашель, раздражение слизистых, снижение функции дыхания	Вентиляция, контроль концентраций, ограничение времени воздействия
Шум и излучение	Работа дуги, компрессора и привода	Снижение слуха, ожоги кожи и глаз, зрительное утомление	Экраны, щиток, защита слуха
Электрические и механические риски	Высокое напряжение, раскаленные детали, движение узлов станка	Ожоги, травмы, поражение током	Исправность оборудования, ограждения, инструктаж

Оценка профессионального риска и контроль условий труда

Воздействие перечисленных факторов проявляется по-разному. Тонкодисперсные частицы металлов проникают в глубокие отделы лёгких и поддерживают хроническое воспаление. Для соединений хрома(VI) и никеля установлены канцерогенные свойства; марганец при длительном вдыхании связывают с неврологическими нарушениями [6]. Озон и диоксид азота быстро раздражают слизистые оболочки, вызывают кашель, чувство нехватки воздуха и снижение переносимости физической нагрузки [2; 7].

По данным гигиенических нормативов предельно допустимая концентрация озона в воздухе рабочей зоны составляет 0,1 мг/м³, диоксида азота — 2 мг/м³, соединений хрома(VI) — 0,01 мг/м³, никеля — 0,05 мг/м³ [2]. Эти ориентиры важны не сами по себе, а как рабочий критерий: если на участке периодически фиксируются значения, близкие к пределу, систему вентиляции и организацию работы уже нельзя считать надёжными.

Для производственного контроля используют отбор проб воздуха на аэрозоли и газы, измерение шума, оценку параметров микроклимата и контроль оптического излучения. На участках с постоянной загрузкой плазменного оборудования такой мониторинг должен проводиться не эпизодически, а в привязке к реальным режимам работы: при максимальном токе, при резке разных металлов и в периоды пикового использования станка [1; 4]. Только в этом случае результаты отражают фактическую, а не формальную картину риска.

Отдельного внимания заслуживают организационные и эргономические факторы. Оператор часто работает в вынужденной позе, удерживает внимание на линии реза и одновременно контролирует параметры процесса. На фоне сильного шума и тепловой нагрузки это ускоряет утомление, снижает точность действий и повышает вероятность ошибочных решений. В итоге профессиональный риск формируется не только токсичностью аэрозоля или уровнем шума, но и общим напряжением труда. Для таких рабочих мест оправдано сочетание инструментальных измерений с анализом режимов труда и отдыха, а также с оценкой фактической обеспеченности средствами защиты.

Меры снижения риска

Наиболее результативны инженерные меры защиты. В первую очередь это местная вытяжная вентиляция, установленная как можно ближе к зоне образования дыма и газов. Общая приточно-вытяжная система нужна как дополнение, но сама по себе она не заменяет локальный отсос [1; 4]. Практический интерес представляет и использование водяного стола или мокрого режима резки. По данным исследований, такой подход существенно снижает выброс аэрозоля по сравнению с сухим режимом [5].

Вторая группа мер связана с организацией работ. Сюда относятся исправное техническое состояние станка, своевременная замена сопел и расходных элементов, ограничение пребывания персонала в зоне резки, обучение безопасным приемам работы и контроль применения СИЗ. Даже хорошая вентиляция не снимает вопроса о защите зрения, кожи и слуха. Оператору необходимы щиток со светофильтром, спецодежда, перчатки, средства защиты органов слуха и, при недостаточной эффективности вытяжки, респиратор соответствующего класса [3; 4].

Если сравнивать меры между собой, логика проста: сначала нужно уменьшить выделения и перехватить их у источника, затем — ограничить распространение фактора в помещении, и только после этого опираться на индивидуальную защиту. Именно такая последовательность считается базовой в международных и российских рекомендациях по охране труда [1; 4].

Практика показывает, что формальный инструктаж без технических улучшений почти не меняет ситуацию. И наоборот, даже хорошо спроектированная вентиляция теряет смысл, если не контролируются исправность воздухопроводов, положение отсоса относительно дуги и дисциплина применения СИЗ. Поэтому для участков плазменной резки целесообразно использовать комплексный подход: технологические меры, санитарно-гигиенический контроль и постоянный надзор за соблюдением требований безопасности должны работать как одна система, а не как набор разрозненных мероприятий.

Выводы

Эксплуатация станков плазменной резки связана с комбинированным воздействием химических, физических и механических факторов. Наибольшую опасность представляют аэрозоли металлов, озон, оксиды азота, интенсивный шум и излучение дуги. Для нержавеющей сталей риск возрастает из-за присутствия соединений хрома и никеля.

Снижение профессионального риска в этих условиях требует не формального набора мер, а рабочей системы контроля: регулярных измерений, эффективной местной вентиляции, исправного оборудования и обязательного применения СИЗ. Отдельное внимание следует уделять режимам резки и выбору технологической схемы, поскольку именно они во многом определяют уровень выделений в рабочей зоне.

Список литературы

1. СП 4053-85. Санитарные правила на устройство и эксплуатацию оборудования для плазменной обработки материалов.
2. ГН 2.2.5.686-98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы.
3. Plasma cutting: control of fume, gases and noise // Health and Safety Executive. Operational Circular 668/22.
4. OSHA Technical Manual. Section II: Health Hazards // Occupational Safety and Health Administration.
5. Emission of fume, nitrogen oxide and noise in plasma cutting of stainless and mild steel.
6. Chromium, Nickel and Welding // IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Lyon, 1990.
7. Вредные выбросы, образующиеся при термической резке металла, и их влияние на организм человека // КиберЛенинка.