

УДК 613.6+616-084:621.791

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ СВАРОЧНЫХ РАБОТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И РЕМОНТЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Супрун В.И.¹⁾, Тимошина Д.П.¹⁾, Кучерук Т.К.²⁾

¹⁾ Комитет по вопросам гигиенического регламентирования Министерства здравоохранения Украины, Киев, Украина,

²⁾ Институт медицины труда АМН Украины, Киев, Украина.

Развитие в современную эпоху виртуальных и реальных информационных и коммуникационных взаимодействий, глобализация экономических взаимоотношений, развитие движения товаров, услуг, рабочей силы и населения побудило потребность, в том числе и в Украине, промышленности которой находится на подъеме, в существенном возрастании требований к количественному, и особенно качественному, составу транспортных средств.

В отраслях строительства транспортных средств в последнее время наблюдается стабильный рост, что привело, например, в автомобилестроении, к созданию высоко автоматизированных производств, а в авиастроении, разработке новых высоконадежных аппаратов и технологии их производства. В отраслях строительства средств железнодорожного и морского (водного) транспорта, где высокий уровень механизации и автоматизации производственных операций существенно затруднены по техническим, технологическим и экономическим причинам, значительный объем работ выполняется с применением технических и технологических операций, зачастую связанных с неблагоприятными условиями труда работающих. В этих отраслях производства значительный объем работ выполняется с применением технологических операций сварки.

Научно-технический процесс вносит принципиальные качественные изменения в современное промышленное производство, выдвигает высокие требования к обеспечению безопасных для работающих условий производства. Важной задачей является оценка состояния здоровья, работоспособности и самочувствия рабочих, в том числе в долгосрочной перспективе.

Среди разнообразных видов и способов сварки, используемых при транспортном строительстве, преимущественное по объемам применения в Украине занимает ручная дуговая сварка покрытыми электродами. При практически неизменной доле применения автоматической сварки под слоем флюса, возраста-

ет доля использования механизированной (разновидность ручного процесса) и автоматизированной сварки проволокой сплошного сечения и порошковой проволокой. При этих, и других способах сварки металлов плавлением, под действием высоких температур сварочной дуги часть расплавленного электродного и основного металла испаряется (по данным [1] при сварке в чистом аргоне испаряется Н^н 2% от массы стального электрода, при сварке покрытыми электродами испарение металла и шлака выше). Охлаждение и конденсация паров металла и шлака, их рассеяние и выделение в пространство вне зоны сварки приводит к образованию ведущего неблагоприятного фактора дуговой сварки – сварочного аэрозоля (СА), состоящего из твердой и газовой фаз (ТССА, ГССА). В многочисленных публикациях и обзорах приведены результаты исследований ТССА и ГССА, выполненных с использованием различных методик и способов анализа. [2, 3, 4, 5] Определены массовые доли ТССА и ГССА, форма, структура, состав аэрозольных частиц ТССА, образующихся при использовании различных видов и марок сварочных материалов – покрытых электродов, сплошных и порошковых проволок, и др.

Количественное определение уровней выделения СА производят с использованием специализированных установок в соответствии с методическими указаниями и наставлениями [6, 7]. Как одну из наиболее совершенных методик количественного определения уровней образования ТССА и ГССА при сварке покрытыми электродами, порошковыми и сплошными проволоками, а также и при сварке под флюсом, следует отметить методику, разработанную в Институте электросварки им. Е. О. Патона и согласованную в своё время для использования в странах-членах СЭВ [8]. Исследованиями в лабораторных и производственных условиях определено, что в составе СА содержатся элементы и соединения, обладающие выраженным токсическим действием, например, соединения марганца, фто-

ра, кремния, железа, хрома, и др. [9, 10, 11].

Уровни содержания ТССА и ГССА в воздухе производственных помещений связаны с видом и типом сварочных материалов, режимами сварки, условиями организации труда, наличием и эффективностью работы приточно-вытяжной вентиляции и др. Так, при использовании покрытых электродов в производстве конструкций судов, загрязненность воздуха ТССА в рабочей зоне сварщиков колеблется от 10...30 до 200..280 мг/м³ и более. При производстве машиностроительных и строительных конструкций усредненные уровни ТССА в зоне дыхания в 2...4 раза ниже, при механизированной сварке в углекислом газе порошковой проволокой и проволокой сплошного сечения типичная концентрация ТССА в рабочей зоне колеблется от 15...30 до 80...120 мг/м³. Многолетнее обследование здоровья сварщиков позволили установить различную степень неблагоприятного воздействия аэрозоля отдельных видов и марок сварочных материалов, подтвердить, что одна из главных причин заболевания сварщиков СА попадающий в организм. Сварщики больше работников других профессий подвержены респираторным заболеваниям, чаще

60

заболевают бронхитом, плевритом, или пневмонией. Статистически достоверными симптомами функциональных расстройств являются кашель, раздражение в горле, головная боль, катар верхних дыхательных путей [9, 12, 13]. Доминирующими патологическими признаками у сварщиков следует считать изменения в системе органов дыхания (61,9±2,8% обследованных), нарушение общей и иммунологической реактивности (43,6±2,4%), заболевание глаз (24,7±1,5%), ЛОР-органов (17,5±1,2%), кожи и подкожной клетчатки (14,8±1,0% рабочих) [14].

Изучение эффектов комбинированного воздействия ингредиентов ТССА на организм дало возможность проводить гигиеническую оценку и учет неблагоприятного влияния ТССА в целом применительно к отдельным видам сварочных материалов, что отражено в "Методических указаниях к постановке исследований по обоснованию предельно допустимых

концентраций сварочных аэрозолей", регламентирующих основные требования к научно-методическому и техническому обеспечению исследований. Принятие согласованных методик необходимо для достижения воспроизводимости и достаточной точности экспериментов.

Проведенными исследованиями прикладного характера уточнены особенности биологического действия СА, содержащих в ТССА различные количества марганца, железа, хрома, никеля, кремния, а в ГССА - СО, NO_x, O₃, других газов. Определена связь цитотоксического действия СА с исходным составом ТССА, растворимостью их в биологических жидкостях организма и в растворах - имитаторе биосред. В опытах *in vitro*, согласующихся с

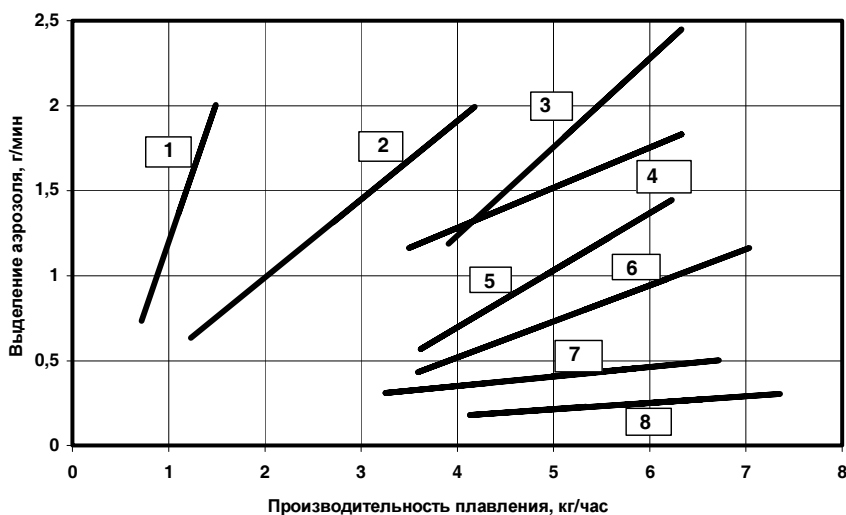


Рис. 1. Выделение аэрозоля для различных сварочных материалов.

(по данным Fig 4 и Fig 5 работы 4)

1- электроды типа Е 7018, 2- электроды типа Е 7024, 3- порошковая проволока Е 70Т1 СО₂, 4 - порошковая проволока дна 2,4 мм, 100% СО₂, 5 - порошковая проволока с "низким дымом" первого поколения Аргон + 25% СО₂, 6 - проволока "Metal-core" с "низким дымом", диаметр 1,6 мм, Аргон +10% СО₂, 7 - порошковая проволока с "низким дымом" второго поколения диаметр 1,6 мм, Аргон + 10% СО₂, 8 - проволока сплошного сечения, диаметр 1,6 мм, Аргон + 5% О₂.

опытами на животных, определено, что действие ТССА связано в первую очередь с наличием в составе СА марганца и железа. Степень и характер комбинированного действия ТССА усиливаются при возрастании содержания калия, кремния, фтора, натрия, кальция (в порядке уменьшения повреждающих действий). Известно, что состав, структура, интенсивность образования СА связаны с маркой (типом) сварочного материала и свариваемого металла, параметрами режима сварки, металлургической системой шлака, принятой системой раскисления металла, связаны с технологическими факторами - диаметром электрода (проволоки), структурой обмазки электрода (однородная или двухслойная) и др. [3, 11, 15].

На обеспечение безопасных условий высокопроизводительного труда направлены усилия инженеров, врачей, менеджеров и организаторов производства. Создание на современном уровне здоровых условий труда требует от всех участников организации производства высокой «санитарно-гигиенической» квалификации, глубокого знания технологических процессов и условий производства, умения правильно определить показатели и обеспечить гигиеническую оценку производства. Без знания физиологии трудовых операций, клиники проявления воздействия вредных производственных факторов, и своевременной коррекции действующих санитарно-гигиенических нормативов неблагоприятных факторов производственной среды невозможно обеспечение безопасных для работающих условий производства.

Совокупность указанных выше действий и мероприятий улучшения санитарно-гигиенических условий труда сварщиков, мероприятия по снижению напряженности и физических нагрузок сварщиков явились, по нашему мнению, основными факторами, повлиявшими на изменение структуры потребления сварочных материалов в Японии, США, Европе [5, 16,].

В указанных странах, как в отраслях судостроения и производства транспортных средств, так и в общем объеме использования сварочных материалов в последние 10-15 лет объемы использования покрытых электродов уменьшились в 1,5...4 раза за счёт использования сплошных и порошковых проволок. На такое изменение структуры потребления сварочных материалов показатели санитарно-гигиенических характеристик процесса и условия труда сварщиков оказывали весьма сильное влияние. Как известно, использование покрытых электродов связано с непосредственным присутствием сварщиков-операторов в зоне факела сварочного аэрозоля, зоне наибольшего воздействия светового, теплового и звукового излучений дуги, магнитного поля. Выполнение работ связано со значительным физическим, зрительным и эмоциональным напряжением, необходимостью контролировать и регулировать пространственное положение сварочной ванны и расплавляемого дугой присадочного материала.

Оптимизация составов порошковых проволок и модификация проволок сплошного сечения, рациональный выбор технологических параметров применения этих материалов, использование проволок диаметром 1,2...1,4 мм позволило обеспечить сочетание свойств, стимулирующих замену ручной дуговой сварки покрытыми электродами этими материалами.

Применение современных марок проволок с использованием совершенного сварочного оборудования обеспечивает высокую производительность, достаточно широкую универсальность, практическое отсутствие разбрызгивания, благоприятную форму шва в сочетании с относительно меньшим уровнем выделения СА [4, 17, 18, 19, 20]. Рис. 1.

Стремление ограничить уровни неблагоприятного воздействия процесса сварки за счёт снижения уровня образования аэрозоля, изменения степени биологического действия СА путем регулирования физико-химических свойств ТССА и СА в целом реализовано при разработке ряда, в том числе и отечественных, сварочных материалов с пониженной токсичностью СА [3, 17, 18]. Повышение требований к обеспечению безопасных условий работы, в том числе при выполнении сварки, стимулировало расширение исследований по оценке состояния воздушной

среды различных производств. Результаты исследований стали публично доступными. Например, в базе данных «Fume_exposure_database» размещённой в Интернет приведены сведения более чем 1900 исследований, проведенных с 1973 по 2003 г. В числе указанных данных 638 ссылок относятся к исследованиям санитарно-гигиенических характеристик выполнения сварки в судостроении.

Следует отметить, что для условий судостроения, когда не только работа, а и сами исследования условий труда в полузамкнутых пространствах существенно затруднены, по-видимому, общепринятые и стандартизированные методы и подходы определения качества воздушной среды (запыленность), температуры, уровня излучений, шума и др. могут быть дополнены или заменены специфическими методиками исследований. Авторы считают возможным для этих случаев использовать альтернативный подход определения «критического» показателя неблагоприятного воздействия технологических операций сварки.

Для случая сварки в стесненных и полузамкнутых пространствах судовых металлоконструкций, оценку уровня вредного воздействия технологического процесса сварки на рабочих предлагается проводить по ведущему фактору неблагоприятного воздействия – сварочному аэрозолю, в частности его твердой составляющей. При этом, допустимо принять в качестве экспресс показателя состояния воздушной среды общее содержание ТССА (не проводя определений в нем содержания марганца или других ингредиентов), приняв за критический показатель неблагоприятного воз-

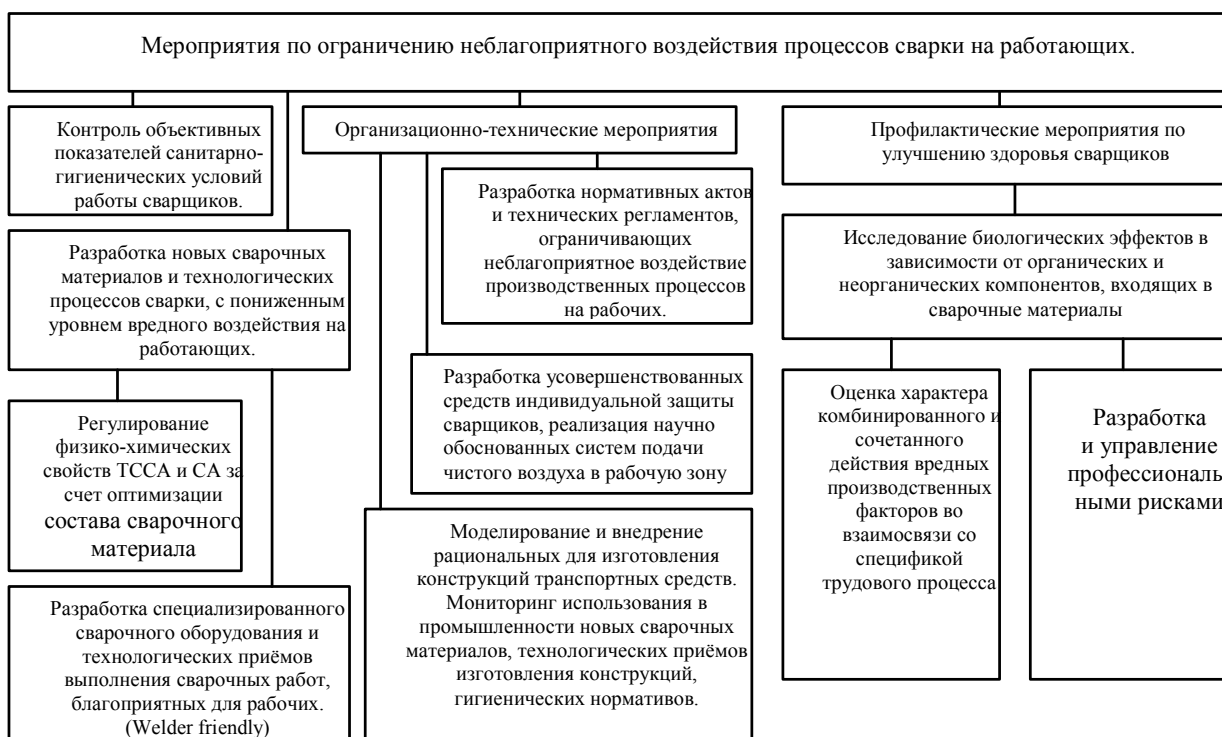


Рисунок 2.

действия процесса сварки концентрацию ТССА в воздухе рабочей зоны. Допустимые уровни ТССА в воздухе рабочей зоны обоснованы исследователями Института электросварки им. Е. О. Патона и Киевского института гигиены труда и профзаболеваний [21].

Правомерность предлагаемого подхода оценки условий труда применительно к условиям сварки в стесненных и полужамкнутых пространствах судовых конструкций по уровню ТССА в воздухе рабочей зоны, подтверждается, например, нелинейной зависимостью токсичности сварочной пыли от содержания в ней марганца и фтора [15], что позволяет не связывать неблагоприятное воздействие сварочного аэрозоля с содержанием в ТССА марганца, или других компонентов ТССА. Разумеется, предложенный подход не может быть односторонним и должен (при технической и организационной возможности) дополняться углубленными исследованиями токсического действия образцов ТССА, отобранных на рабочих местах (для учета влияния компонентов антикоррозионных или других покрытий свариваемого металла судостроительных и других конструкций).

К экономическим, техническим и организационным мероприятиям обеспечения менее опасных условий труда при производстве судов и других транспортных конструкций следует отнести применение новых, более совершенных средств защиты органов дыхания, глаз, спецодежды, применение технически

обоснованных методов подачи (и обмена) в рабочем пространстве воздуха [22], внедрения систем обеспечения экологической безопасности судостроительного производства [23]. К другой группе мероприятий относится контроль объективных показателей условий работы сварщиков, особенно в стесненных и полужамкнутых пространствах строящихся судовых или железнодорожных транспортных средств.

В заключение следует отметить, что только комплексный подход к организации проведения сварочных работ в отраслях судостроения и железнодорожного транспорта позволит обеспечить соответствующие современным требованиям условия труда. Основные факторы такого подхода, схематически приведены на рис 2.

Первостепенными, по нашему мнению, мероприятиями для условий производства в Украине транспортных и судовых металлоконструкций должны быть мероприятия по обеспечению на рабочих местах надлежащей вентиляции [18], рациональный выбор сварочного материала, техники и технологии сварки при обеспечении возрастающих объемов применения «специализированных» сварочных порошковых проволок нового поколения [20, 21] и особенно порошковых проволок с «металлическим сердечником» (типа metal cored), характеризующихся пониженным уровнем образования электросварочного аэрозоля [4, 5], а также принятии во внимание инженерной оптимизации судостроительного производства [17].

Литература

1. Bosworth M., Farmer A. Metal vapor transfer in GMAW and its contribution to fume formation. Australian welding journal. – vol. 44 1999, p. 43 -47.
2. Явдошин И.Р., Походня И. К. Образование сварочного аэрозоля при дуговой сварке плавлением и его гигиеническая оценка. В кн. « труды 1-й Международной научно-практической конференции « Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в сварочном производстве» (11 -13 сентября 2002 г.), г. Одесса. «Астропринт» 2002, С. 38 – 57.
3. Горбань Л.Н., Прилипко В.Г., Войткевич В.Г., Федорина Е.Е. Строение частиц сварочного аэрозоля и их биологическая активность. - Гигиена и санитария, 1986, № 7, С. 25 -26.
4. Kevin A. Lyttle., Decrease fume, increase productivity: optimized consumables selection for an improved working environment and reduced welding coast. // Welding in the world, 1999 International conference “ The Human factor and its environment”.
5. Kuwana T. Investigation on current usage and future trends of welding consumables used in various industries of Japan. IIW Doc. XII - 1592-99
- 6 American welding society: “Laboratory method for measuring fume generation rates and total fume emission of welding and allied processes”, ANSI/AWS F1.2-85, 1985.
7. Методы оценки производственной среды промышленных предприятий. Под ред. Н. Ф. Измерова, Ю.Г. Широкова. Москва, Медицина, 1980, 208 с.
8. Методика первичной санитарно-гигиенической оценки порошковых проволок. Координационный центр стран-членов СЭВ. Походня И.К., Шлепаков В.Н., Супрун С.А., Войткевич В.Г., Оноприенко Е.Н. Изд. ИЭС им. Е.О. Патона АН УССР, 1983, 24 с.
9. Горбань Л.Н., Прилипко В.А., Чередниченко В.М. Данные сравнительной токсичности аэрозолей, образующихся при сварке низко- и высоколегированных сталей. // Гигиена труда и профзаболевания. – 1984. – №5, с.16-20.
10. Походня И.К., Шлепаков В.Н., Супрун С.А. Исследование образования летучих фтористых соединений при сварке порошковой проволокой. В кн. “Hygiene a bezpecnost prace pri zvarani”, Bratislava, 1975, С. 27 -31.
11. Bosworth M., Gordon T. The influence of power source characteristics on Cr(VI) in fume generated during GMAW of stainless steel. Australian welding journal. – vol. 44 1999, p. 49 -51.
- 12 Мосендз С.А., Зарицкая Л.П., Пинес А.К. К вопросу о состоянии здоровья электросварщиков и оценке патогенных свойств аэрозоля в трубосварочном производстве // В кн.: Оздоровление условий труда при сварочных работах. – М., –1968, с.106-110.
13. Лубянова И.П. Об особенностях патогенеза профессиональной патологии бронхолегочной системы у сварщиков черных металлов // Гигиена труда: Республ. межвед. сб. – 1991. – Вып. 27. – с. 102-105.
14. Тимошина Д. П. Проблема гигиенической регламентации сварочных аэрозолей // Сб. Гігієна населених місць. Вип. 40 – Київ-2002, С.40-45.
15. Походня И. К., Супрун С. А., Оноприенко Е. Н. Зависимость токсичности сварочной пыли от содержания в ней фтора и марганца // Гигиена труда. Республ. межвед. сб. - Вып. 19 - Киев: «Здоров'я», 1983. С. 37 -43.
16. Svensson L.-E., Elvander J. Challenger for welding consumables for the new millennium. Svetsaren., vol. 54, № 1-2 , h. 3 – 11.
17. Походня И.К., Марченко А.Е., Явдошин И.Р. Универсальные низкотоксичные электроды АНО-3 и АНО-4. // Автоматическая сварка. - 1964.- №4.- С.11 - 18.
18. Походня И.К., Шлепаков В.Н., Супрун С.А. Порошковая проволока для сварки в углекислом газе с улучшенными гигиеническими характеристиками. //Сварочное производство. –1973 г.. – №1, С.48-49..
19. Малышевский В. А., Шарапов М. Г. Эффективность применения в судостроении прогрессивной технологии сварки порошковыми проволоками. В кн. «Сварочные материалы. Разработка. Технология. Производство. (III Международная конференция по сварочным материалам стран СНГ) Сборник докладов. г. Днепропетровск.» С. – 159-165.
20. Орлов Л.Н., Голякевич В. Н., Упырь В. Н., Гюк С.П. Порошковая проволока для сварки корпусов судов. В кн. «Сварочные материалы. Разработка. Технология. Производство.(III Международная конференция по сварочным материалам стран СНГ) Сборник докладов. г. Днепропетровск.» С. – 140-143.
21. Методические указания по профилактике заболеваний у рабочих при новых методах сварки и наплавки с использованием но-

вых сварочных материалов. – (Составители: Брахнова И.Т., Мосендз С.А., Горбань, Л.Н., Анохова Т. П., Игнатенко А. И., Павлов М. В., Оноприенко Е. Н.) //Киевский научно-исследовательский институт гигиены труда и профессиональных заболеваний. Киев – 1976 г.

22. Старцев С.Б., Старцев Б. А. Оптимальные условия воздухообмена в замкнутых судовых помещениях. // Судостроение, 1999, №5, С. 40-52.
23. Бурмистров Е.Г. Повышение экологической безопасности судостроительного производства методами инженерной оптимизации. // Судостроение, 2003, №5, С. 49-51.

Summary

SANITARY-HYGIENIC ASPECTS OF THE WELDING BY MEANS OF TRANSPORT PRODUCTION AND REPAIRING

Suprun V.I., Timoshina D.P., Kucheruk T.K.

The state of sanitary and hygiene conditions of welding works, that are performed when building and repairing the ship's transport facilities with using different welding materials is considered. The role of institutes of sanitary and epidemiologic service in providing safe conditions of welder's work is noted. The measures directed

to improve the conditions of labor of workers are proposed. The necessity of wide using of flux-cored wire of new generation with taking into account technical and toxicological and hygienic positions when building ship's transport facilities and at the same time enlarging works on estimating biological influence and hygienic regulation of welding aerosols of new welding materials is proved.

Рассмотрено состояние санитарно-гигиенических условий выполнения сварочных работ при строительстве и ремонте транспортных средств с использованием различных сварочных материалов. Отмечена роль учреждений санитарно-эпидемиологической службы в обеспечении безопасных условий труда сварщиков. Предложены мероприятия, направленные на улучшение условий труда работников. С учетом технических и токсиколого-гигиенических позиций обоснована необходимость при строительстве судовых транспортных средств широкого использования порошковых проволок нового поколения при одновременном расширении работ по оценке биологического действия и гигиенической регламентации сварочных аэрозолей новых сварочных материалов.

УДК 613.6: 556.2

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА НЕКОТОРЫХ ПРОФЕССИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аманжол И.А., Жарылкасын Ж.Ж., Отаров Е.Ж.

Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний МЗ РК, г. Караганда; ncgtpz@mail.kz

Профилактика нарушений состояния здоровья работников железнодорожного транспорта, в первую очередь производственного травматизма и профессиональных заболеваний, является одной из приоритетных задач гигиенической науки, практики и охраны труда (1). Стратегической целью профилактической медицинской деятельности и службы охраны труда на железнодорожном транспорте является снижение профессионального риска железнодорожников, работающих во вредных и опасных условиях труда, на основе условий труда, совершенствования профилактики развития основных форм профессиональных заболеваний и производственного травматизма железнодорожников.

Исследования специалистов по гигиене труда железнодорожной гигиены (2) свидетельствуют о том, что условия труда работников основных железнодорожных профессий, связанных с обеспечением безопасности движения поездов (работники локомотивных и поездных бригад, ремонтно-путевые рабочие, лица, занимающиеся организацией движения поездов, диспетчеры и др., работающие на заводах и в депо по ремонту подвижного состава, локомотивных и вагонных депо, на путях, лица, обслуживающие поезд) и связанных с личной безопасностью протекают в неблагоприятных производственных условиях, характеризующихся комплексным воздействием неблагоприятных