

УДК 613.15

Оценка влияния продуктов горения на личный состав пожарно-спасательных подразделений при выполнении действий по тушению пожаров

Assessment of influence of products of burning on staff of rescue and firefighting divisions when performing actions for suppression of the fires

Мельник А.А.

канд. тех. наук, доц.

Антонов А.В.

канд. тех. наук

Мартинович Н.В.

Татаркин И.Н.

*ФГБОУ ВО Сибирская
пожарно-спасательная
академия ГПС МЧС России*

Melnik A.A.

*Ph.D. of Engineering Sciences,
Docent*

Antonov A.V.

Ph.D. of Engineering Sciences

Martinovich N.V.

Tatarkin I.N.

*FSBEE HE Siberian Fire
and Rescue Academy
EMERCOM of Russia*

Аннотация:

Статья посвящена проблеме обеспечения личной безопасности сотрудников пожарно-спасательных подразделений при ведении действий по тушению пожаров и связанных с ними аварийно-спасательных работ. Рассмотрены угрозы влияния токсикантов среды пожара на здоровье и работоспособность человека. Рассмотрены риски влияния монооксида углерода на личный состав пожарно-спасательных подразделений при выполнении действий по тушению пожаров. Обоснована актуальность разработки мероприятий по снижению токсического воздействия на личный состав пожарно-спасательных подразделений при тушении пожаров без использования средств индивидуальной защиты органов дыхания.

Ключевые слова: пожар, дым, токсичность, средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения, рабочая среда, оксид углерода, предельно допустимая концентрация (ПДК), пожарно-спасательные подразделения.

Abstract:

Article is devoted to a problem of ensuring personal security of staff of rescue and firefighting divisions when conducting actions for suppression of the fires and the related wrecking. Threats of influence of toxicants of the environment of the fire on health and efficiency of the person are considered. Risks of influence of monoxide of carbon on staff of rescue and firefighting divisions when performing actions for suppression of the fires are considered. The relevance of development of actions for decrease in toxic impact on staff of rescue and firefighting divisions at suppression of the fires without use of individual protection equipment of respiratory organs is proved.

Key words: fire, smoke, toxicity, individual protection equipment of respiratory organs and sight, working environment, carbon oxide, threshold limit value (TLV), rescue and firefighting divisions.

Профессиональная деятельность сотрудников пожарной охраны тесно связана с риском для жизни и здоровья, частым нахождением в экстремальных условиях. Экстремальные условия, высокий уровень профессионального риска формируется стихийно, опасные и вредные факторы часто многократно превышают допустимые уровни и их снижение в условиях работы пожарных практически невозможно.

Прежде всего, к неблагоприятным факторам условий работы пожарных следует отнести наличие токсичных продуктов горения, сопровождающих их при работе на пожарах и загораниях. Работа пожарных в непригодной для дыхания среде или среде с повышенным уровнем токсических веществ в воздухе требует особого внимания. При больших концентрациях продуктов горения, в зоне непригодной для дыхания пожарные используют средства защиты органов дыхания (СИЗОД), позволяющие проводить аварийно-спасательные работы и осуществлять тушение пожара. При незначительных концентрациях или при работах, в местах, граничащих с зоной непригодной для дыхания – СИЗОД, как правило, не используется.

Анализ оперативной работы пожарно-спасательных подразделений, показывает, что звенья газодымозащитной службы и, соответственно, сами СИЗОД используются в среднем только в 12 % случаях от общего числа выездов на тушение пожаров. Таким образом, в 88 % выездов связанных с выделением продуктов горения личный состав, не использует СИЗОД, и подвергаются воздействию продуктов горения в разной степени. При осуществлении выезда на тушение загорания (мусор на открытых площадках, пал травы и т.д.) СИЗОД, как правило, также не применяются [1,12].

Анализ оперативной работы пожарно-спасательных подразделений, показывает, что личный состав пожарно-спасательных подразделений подвергается воздействию токсикантов, даже при использовании СИЗОД. При этом, источниками поступления токсикантов, в том числе и монооксида углерода, при осуществлении пожарными своей профессиональной деятельности могут служить как непосредственно продукты горения пожара или загорания, так и выхлопные газы двигателя автомобиля, малых двигателей (таких как мотопомпа, аварийно-спасательный инструмент с приводом от двигателя внутреннего сгорания) используемых при проведении аварийно-спасательных работ.

По данным многочисленных исследований проведенных Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), воздействие монооксида углерода снижает физическую работоспособность. На основе изучения снижения толерантности к физической нагрузке определено, что уровни карбоксигемоглобина в результате воздействия СО не должны превышать 2 % [2,3]. Большое количество исследований подтверждают факт того, что повышенные уровни содержания в атмосфере окиси углерода укорачивает время наступления ишемии, а так же может способствовать возникновению респираторных заболеваний и обострения текущих респираторных заболеваний [3-7].

Необходимо отметить, что воздействие токсикантов (в т.ч. СО), может привести как к существенному негативному последствию для здоровья, так и значительному снижению работоспособности и эффективности работы пожарных во время ведения боевых действий.

В настоящее время в России вопросы работы пожарных в непригодной для дыхания среде отражены, в основном, в следующих документах:

- Приказ МЧС России от 16 октября 2017 г. № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ»
- Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 23 декабря 2014 г. № 1100н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы».

Эти документы регламентируют основные аспекты обеспечения безопасности при работе в среде пригодной для дыхания, а также вопросы использования СИЗОД при проведении аварийно-спасательных работ при тушении пожаров. В тоже время, необходимо отметить, что правила и алгоритмы работы в пригодной для дыхания среде, но с повышенным содержанием опасных продуктов горения в данных документах не отражены, как не отражены и мероприятия по восстановлению (реабилитации) после воздействия токсикантов, субклинических отравлений.

В законодательстве Российской Федерации, в части 3 статьи 37 Конституции РФ закреплено право на труд каждого гражданина в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. Кроме ответственности работодателя за обеспечение соответствующих условий труда, согласно Трудовому кодексу РФ, в обязанности работодателя входит так же информирование работников, о риске повреждения здоровья и полагающихся им компенсациях. Таким образом, работник законодательно как минимум имеет право знать, в каких условиях он осуществляет свою деятельность, о рисках его здоровью и мерах по защите и компенсациях.

Требования к воздуху рабочей зоны предприятий установлены ГОСТ 12.1.005-88 «Общие Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (с изм. от 23.06.2009). Требования к допустимому содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны распространяются на рабочие места независимо от их расположения. Там же установлены предельно допустимые концентрации

(далее - ПДК) по выбранным показателям. ПДК монооксида углерода (в агрегатном состоянии – пар) составляет 20 мг/м³. При длительности работы в атмосфере, содержащей оксид углерода, не более 1 ч, предельно допустимая концентрация оксида углерода может быть повышена до 50 мг/м³, при длительности работы не более 30 мин - до 100 мг/м³, а при длительности работы не более 15 мин - 200 мг/м³.

Аналогичные требования к рабочей среде изложены в гигиеническом нормативе ГН 2.2.5.3532-18 - Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Необходимо отметить, что в этом документе монооксид отнесен к веществам с остронаправленным механизмом действия, требующих автоматического контроля за их содержанием в воздухе. При этом, повторные работы при условиях повышенного содержания оксида углерода в воздухе рабочей зоны могут проводиться с перерывом не менее, чем в 2 ч. В рекомендациях ВОЗ также определены предельно допустимые концентрации в зависимости от времени экспозиции, которые еще ниже указанных в ГН 2.2.5.3532-18 и ГОСТ 12.1.005-88. При длительности нахождения в опасной среде не более 1 ч предельно допустимая концентрация оксида углерода установлена 30 мг/м³, при длительности нахождения не более 30 мин - до 60 мг/м³, при длительности не более 15 мин - 100 мг/м³.

Для сведения к минимуму негативного влияния на здоровье и работоспособность личного состава, средняя концентрация оксида углерода в окружающей среде при 8-часовом воздействии должна быть не более 10 мг/м³, что практически невыполнимо в современных условиях работы пожарных. Суммарная экспозиция, распределенная по времени на более продолжительный период, изучена мало. Рекомендации ВОЗ для учета суточного воздействия на организм - отсутствуют [8,9].

Стоит отметить, что вышеуказанные значения определены как среднее арифметическое значение концентрации для бодрствующего человека в спокойном состоянии. При этом, выполнение дополнительной физической нагрузки человеком не учитывается. Принимая во внимание интенсивную физическую нагрузку при выполнении личным составом боевых действий по тушению пожара и совокупное воздействие негативных факторов рабочей среды пожарных-спасателей, данный показатель должен быть уточнен. Комбинированное воздействие токсикантов дыма при работе на пожаре с высокой физической, психологической и тепловой нагрузкой, может иметь более негативные

последствия для здоровья и работоспособности личного состава по сравнению с выявленными в результате проведенных исследований [10,11].

Обсуждение проблематики данного вопроса в мировой практике началось с середины 80-х годов прошлого века. По данным американских коллег - национальной ассоциации противопожарной защиты (NFPA) - главным убийцей пожарных является не огонь, взрывы или обрушение зданий, а заболевания сердца. Половина пожарных погибает на рабочем месте от сердечных заболеваний и инфарктов. Воздействие угарного газа может существенно повышает риск таких случаев. По данным исследований, проводимых в Соединённых штатах Америки между 1977 и 1991 годами [12 -15], 45% всех смертей пожарных были вызваны сердечными заболеваниями, в основном инфарктом миокарда. Проведённые американскими исследователями (Chen КС, Lee EW, McGrath JJ.) в 1984 году опыты на крысах доказали, в частности, связь гипертрофии миокарда у крыс с воздействием продолжительных не летальных доз оксида углерода (до 450 ppm, 529,2 мг/м³) [12-15]. Это исследование позволило выявить связь между воздействием оксида углерода и высокой смертностью пожарных от сердечно-сосудистых заболеваний и разработать ряд организационных мероприятий и мер по восстановлению здоровья пожарных после воздействия токсиканта на организм. Разработка стандарта реабилитации во время проведения спасательных операции и учений за рубежом позволило существенно снизить смертность среди пожарных[9,12-15].

Проведенные ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России исследования подтверждают фактическое воздействие монооксида углерода на организм пожарного-спасателя при осуществлении им служебной деятельности. В рамках научно-исследовательской работы проводились измерения содержания монооксида углерода в процессе тушения пожара, в рабочей зоне пожарных, работающих на пожаре без СИЗОД, а также содержание карбоксигемоглобина в крови пожарных непосредственно участвующих в тушении [16].

В процессе исследования проводилось измерение содержания монооксида углерода и кислорода в воздухе рабочей зоны в служебных помещениях пожарной части. По данным показателям наблюдалось эпизодическое повышение монооксида углерода в помещении гаража до 30 мг/м³ (в период проверки двигателя у пожарных машин при смене дежурства при условии закрытых гаражных ворот). При большинстве измерений данный показатель не превышал 1-2 мг/м³.

В условиях фактической работы при тушении пожаров и загораний, концентрация монооксида углерода, даже возле условной зоны непригодной для дыхания, превышает ПДК более чем в 10 раз. Так, в зоне работы ствольщика пожарного без СИЗ в 3-4 метра от условной зоны непригодной для дыхания на высоте измерения 1,7 метра, значения содержания окиси углерода СО находились в интервале от 207 до 305 мг/м³, среднее значение составило 242 мг/м³. При этом, при порывах ветра, в столбе дыма, кратковременно воздействующего на участников тушения пожара, показатель содержания монооксида углерода в воздухе находился в диапазоне 640-798 мг/м³.

Содержание карбоксигемоглобина в крови пожарных, непосредственно участвующих в тушении пожара, находится в диапазоне выше 2% (минимальное значение в исследуемой не курящей группе 2,79%, максимальное индивидуальное значение 8%). Превышение в крови у сотрудников пожарно-спасательных подразделений 2%-го порога содержания карбоксигемоглобина, с учетом данных проводимых ранее исследований, позволяет предположить о наличии субклинического, хронического отравления монооксидом углерода. [1,16,17].

По нашему мнению, для оценки ущерба здоровью необходимо проведение дальнейшего комплексного исследования по влиянию стресс-факторов рабочей среды профессии пожарного с использованием современной методологии. В настоящий момент актуальными являются следующие направления работы в данной области:

1. Проведение комплексной оценки (с учетом суммарной токсикологической нагрузки от других веществ) влияния негативных факторов на организм сотрудников, в том числе для оценки снижения работоспособности.
2. Разработка организационно-технических и (или) технических средств постоянного контроля основных физиологических параметров пожарных-спасателей в процессе осуществления ими служебной деятельности.
3. Разработка регламента (стандарта) проведения работ в среде с повышенными стресс-факторами и дальнейшей реабилитации.

Одной из важных составляющих эффективности действий пожарно-спасательного подразделения является эффективность каждого сотрудника подразделения. Оценка влияния на каждого сотрудника стресс-факторов рабочей среды позволит эффективно, в зависимости от степени воздействия

на каждого сотрудника негативных факторов, распределять нагрузку в процессе дежурства, разработать и проводить превентивные, профилактические мероприятия с целью нивелирования воздействия негативных стресс-факторов рабочей среды.

Литература:

1. Мартинович, Н.В. Оценка возможности влияния на сотрудников пожарно-спасательных подразделений ГПС МЧС России экзогенных токсикантов возникающих в процессе суточного дежурства / Мартинович Н.В., Татаркин И.Н. // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2016, №1.-С.14-18.- Режим доступа: <http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2016/v1/7-13.pdf>, свободный. – Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
2. Отравление монооксидом углерода (угарным газом) / Под редакцией председателя Иркутского отделения МБО «Ассоциация клинических токсикологов», кандидата медицинских наук, доцента Иркутского государственного медицинского университета Ю. В. Зобнина. - Санкт-Петербург, 2011. – 86 с.
3. Отравления ингаляционные монооксидом углерода (угарным газом) // Клинические рекомендации. Стандарты ведения больных. Выпуск 2. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007.
4. Henry CR, Satran D, Lindgren B, Adkinson C, Nicholson CI, Henry TD. «Myocardial Injury and Long-Term Mortality Following Moderate to Severe Carbon Monoxide Poisoning» JAMA. 2006;295:398-402.
5. Mott JA, Wolfe MI, Alverson CJ, et al. National vehicle emissions policies and practices and declining US carbonmonoxide-related mortality. JAMA. 2002; 288:988-995).
6. Williams J, Lewis II RW, Kealey GP. , «Carbon Monoxide Poisoning and Myocardial Ischemia in Patients with Burns» J Burn Care Rehabil. 1999;12:210-213.
7. Haas NS, Gochfeld M, Robson MG, Wartenberg D. «Latent Health Effects in Firefighters» Int J Occup Environ Health. 2003;9:95-103).
8. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека. Региональные публикации ВОЗ, Европейская серия, № 85, 2001.
9. Руководство ВОЗ по качеству воздуха в помещениях: избранные загрязняющие вещества. Резюме, 2011.

10. Ищенко А.Д., Коннова Л.А. Комплексный подход к минимизации последствий токсического воздействия дыма на пожарных./ Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России Выпуск №1 (2012).
11. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова. М.: ГЭО-ТАР-Медиа, 2011. 784 с.
12. Cheng KC, McGrath JJ (1985) Response of the isolated heart to carbon monoxide and nitrogen anoxia. *Toxicol Appl Pharmacol* 81: 363–370
13. Hattori H, Sugawara N, Nakamura K, Furuno J (1990) The metabolic effect of carbon monoxide on the heart. *Mol Cell Biochem* 95: 117–123 7. Wittenberg BA
14. Wittenberg JB (1993) Effects of carbon monoxide on isolated heart muscle cells. *Health Effects Institute Research Report Number* 62: 1–12
15. Adams KF, Koch G, Chatterjee B, Goldstein GM, O’Neil JJ, Bromberg PA, Sheps DS, McAllister S, Price CJ, Bissette J (1988) Acute elevation of blood carboxyhemoglobin to 6% impairs exercise performance and aggravates symptoms in patients with ischemic heart disease. *J Am Coll Cardiol* 12: 900– 909
16. Отчет о НИР (заключ.) «Исследование содержания карбоксигемоглобина в организме сотрудников пожарно-спасательных подразделений при выполнении работ по тушению пожаров» / Сиб. пож.-спас. академия – филиал СПбУ ГПС МЧС России; – Железногорск, 2013 инв № ЦИ-ТИС 02201453368 УДК 614.89.
17. Мартинович Н.В., Татаркин И.Н., Антонов А.В., Влияние монооксида углерода на личный состав пожарно-спасательных подразделений/ Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. Выпуск № 2(2014).