



Обзорная статья

## ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ РЕСПИРАТОРНОЙ ЗАЩИТЫ РАБОТАЮЩИХ: ОБЗОР МИРОВОЙ ПРАКТИКИ

В.А. Капцов<sup>1</sup>, А.В. Чиркин<sup>2</sup><sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены, Россия, 125438, г. Москва, Пакгаузное шоссе, 1, корп. 1<sup>2</sup>ООО «Бета ПРО», Россия, 111024, г. Москва, ул. 2-я Кабельная, 2, стр. 6

Большое число рабочих мест в Российской Федерации не соответствует санитарно-гигиеническим требованиям, что определяет необходимость широкого использования средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Их выбор и применение не регулируются законодательством РФ так подробно, как в развитых странах. Это приводит к выбору заведомо недостаточно эффективных СИЗОД, их неправильному применению и, как следствие, развитию заболеваний.

Цель исследования – выявить требования к применению СИЗОД, выполнение которых в наибольшей степени снижает риск для жизни и здоровья работников. Проведено сравнение требований к выбору и применению СИЗОД в США, Австралии, Великобритании, Канаде, ФРГ, а также учитывались требования и рекомендации специалистов в ряде других стран. Сравнение акцентировалось на ключевых моментах, которые определяют способность своевременно используемых СИЗОД предотвратить воздействие воздушных загрязнений. К ним относятся: выбор СИЗОД для работы в особо опасных условиях; область допустимого применения СИЗОД разных конструкций (ожидаемые коэффициенты защиты); индивидуальный подбор и проверка соответствия маски лицу; своевременная замена противогазных фильтров; требования к подготовке работников и их руководителей.

Исследование показало, что оценка результатов использования СИЗОД и требования к работодателю в США более полно и подробно обоснованы. В США более благополучная ситуация с качеством и доступностью материалов для обучения выбору и применению СИЗОД работников, специалистов и руководителей. Результаты сравнения позволяют рекомендовать стандарт США 29 CFR 1910.134 как основу для разработки отечественных требований.

**Ключевые слова:** СИЗОД, эффективность средств индивидуальной защиты, коэффициент защиты, респираторы, мгновенно-опасная концентрация, изолирующие свойства маски, противогазные фильтры, снижение риска здоровью.

Для защиты работников от воздушных загрязнений используют разные способы (в порядке убывания эффективности): изменение технологии для устранения / уменьшения образования загрязнений, герметизация оборудования, автоматизация и дистанционное управление, вентиляция, защита временем. Если при их использовании воздействие превышает ПДК, применяется самый последний и самый ненадежный способ защиты – средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Чтобы эффект от их использования был макси-

мальный, в развитых странах есть требования, регулирующие выбор и организацию применения СИЗОД. Во многих странах за их основу брали требования США или Европейского союза (ЕС).

Рост доли рабочих мест, где загрязненность воздуха превышает ПДК, привел к росту использования СИЗОД в Российской Федерации. Их выдача работникам определяется «Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи спецодежды», результатами специальной оценки условий труда (закон 426-ФЗ) и «Методикой снижения классов (подклассов) труда»<sup>1</sup>.

© Капцов В.А., Чиркин А.В., 2020

**Капцов Валерий Александрович** – член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом гигиены труда (e-mail: karpovva39@mail.ru; тел.: 8 (499) 15-33-628; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3130-2592>).

**Чиркин Александр Вячеславович** – рабочий (e-mail: alexandr.chir@yandex.ru; тел.: 8 (495) 649-88-99; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3661-8323>).

<sup>1</sup> Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех видов экономической деятельности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением: Приказ Минтруда России от 09.12.2014 № 997н (Зарегистрировано в Минюсте России 26.02.2015 № 36213) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_175841/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_175841/) (дата обращения: 18.06.2020); О специальной оценке условий труда: Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ (ред. от 08.12.2020) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_156555/a2d1f36be57aa07bb3d5a9867a8200ff79552c6e/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/a2d1f36be57aa07bb3d5a9867a8200ff79552c6e/) (дата обращения: 18.06.2020); Методика снижения класса (подкласса) условий труда при применении работниками, занятыми на рабочих местах с вредными условиями труда, эффективных средств индивидуальной защиты, прошедших обязательную сертификацию в порядке, установленном соответствующим техническим регламентом. – М., 2015. – 13 с.

Но эти документы не учитывают ни различие защитных свойств СИЗОД разных конструкций (типов), ни необходимость их правильно применять. Отсутствие конкретных требований к выбору и применению СИЗОД повышает вероятность ошибок и риск для здоровья работников.

В статье сравниваются требования к работодателю в Австралии (AS), Болгарии (BG), Великобритании (UK), Канаде (CA), США (US), Франции, ФРГ (DE), КНР (CN), Украине (UA) и Японии (JP) и рекомендации в Южной Корее (SK). Даны рекомендации по разработке документа, регулирующего выбор и применение СИЗОД в РФ. Ссылки на требования даны по сокращению, приведенному в скобках после названия страны или по другому источнику<sup>2</sup>.

Сопоставление требований по ключевым моментам, определяющим эффективность защиты своевременно применяемых СИЗОД, позволило выделить основные различия в нормативных документах разных стран.

В части условий применения и требования к работодателю следует отметить следующее. Стандарт США (US) разработан для повсеместного использования в стране, где есть единое общегосударственное законодательство в области охраны труда. Стандарт ЕС создавался для применения в группе стран (DE, BG, UA), имеющих отличия в требованиях охраны труда и национальном законодательстве. Поэтому те ключевые моменты, которые влияют на эффективность защиты рабочих (своевременно используемых СИЗОД), сформулированы в США строже и конкретней, чем в ЕС. Кроме того, для контроля выполнения в США разработана инструкция для инспекторов с подробным описанием того, что и как следует проверять при оценке обеспечения работников СИЗОД и как составлять иски в суд<sup>3</sup>.

Имеются различия требований США и ЕС в части защиты работников с особо опасными условиями труда. Для надежной защиты работников при мгновенно-опасной концентрации вредных веществ (IDLH, когда неприменение СИЗОД ~ 30 мин вызывает смерть или значительное необратимое ухудшение здоровья) в США разрешают использовать лишь изолирующие СИЗОД (которые защищают от любых загрязнений в течение предсказуемого периода времени)

с полными масками (защищают глаза и кожу лица, у них проникание загрязненного воздуха через зазоры между маской и лицом меньше, чем у полумасок). В этих СИЗОД воздух должен подаваться в маску так, чтобы во время вдоха в ней было избыточное давление (снижает риск просачивания загрязнений в маску при появлении зазоров между ней и лицом). Разработаны значения концентраций IDLN для ~ 400 веществ [1].

Требования в других странах примерно те же, но значения мгновенно-опасных концентраций в AS, BG, DE, UA, UK, SK, JP не разработаны. AS, CA, UK используют американские значения концентраций. При использовании (основного) изолирующего шлангового СИЗОД в Канаде и США требуется комплектовать его вспомогательным автономным дыхательным аппаратом на случай эвакуации при нарушении подачи воздуха по шлангу. AS, BS тоже обязывают комплектовать основной шланговый СИЗОД вспомогательным (для эвакуации), но им может быть не только дыхательный аппарат (как в США), но и фильтрующий СИЗОД в некоторых случаях.

В части ожидаемых коэффициентов защиты можно отметить следующее. Если концентрация загрязнений ниже мгновенно-опасной, могут использоваться СИЗОД разных конструкций (обеспечивающие защиту). Для оценки защитных свойств СИЗОД могут применяться коэффициенты защиты КЗ (отношение концентрации вещества в воздухе снаружи лицевой части к концентрации во вдыхаемом воздухе). При выборе типа СИЗОД используются так называемые «ожидаемые КЗ» (Assigned PF, APF). Эти КЗ разработаны экспертами для СИЗОД всех конструкций, и при правильном выборе и использовании сертифицированных СИЗОД они должны достигаться на рабочих местах в большинстве случаев. Изучение КЗ СИЗОД в лабораториях и на рабочих местах показало, что во втором случае они бывают меньше, и лабораторные значения нельзя использовать для оценки эффективности на рабочих местах [2]. При разработке ожидаемых КЗ в США были проанализированы результаты измерений КЗ на рабочих местах, и за счет этого учли значительно меньшую реальную эффективность СИЗОД (US) [3]. Аналогичный подход использован при разработке BS, и получены схожие значения (таблица).

<sup>2</sup> AS – AS/NZS 1715:2009. Selection, use and maintenance of respiratory protective equipment. – Sydney: Joint Technical Committee SF-010, 2009. – 105 p.; BG – БДС EN 529:2006. Средства за защита на дихателните органи. Препоръки за избор, употреба, грижи и поддръжане. Ръководство. – София: Българският институт за стандартизация, 2010. – 54 с.; CA – Z94.4-11. Selection, use, and care of respirators. – Ottawa: Canadian Standards Association, 2012. – 126 p.; DE – DIN EN 529:2006 Atemschutzgeräte – Empfehlungen für Auswahl, Einsatz, Pflege und Instandhaltung – Leitfaden, Brüssel: Europäisches Komitee für Normung, 2005. – 51 p.; JP – JIS T 8150:2006. 呼吸用保護具の選択, 使用及び保守管理方法. – Tokyo: JSA, 2006. – 22 p.; SK – Guide H-82-2012. – Ulsan: Korea Occupational Safety and Health Agency (KOSHA), 2012. – 24 p.; UA – ДСТУ EN 529:2006 СИЗОД. Рекомендации по выбору, использованию, уходу и обслуживанию. ТК 135. – Киев, 2008. – 47 с.; UK – BS 4275:1997. Guide to implementing an effective respiratory protective device programme. – London: Technical Committee PH/4, BSI, 1997. – 64 p.; US – OSHA Standard 29 CFR 1910.134. Respiratory Protection [Электронный ресурс] // Cornell Law School. – URL: <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/29/1910.134> (дата обращения: 08.08.2020).

<sup>3</sup> CPL 2-0.120. Inspection procedures for the Respiratory Protection Standard [Электронный ресурс] // Occupational Safety and Health Administration. – 1998. – URL: [https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_id=2275&p\\_table=DIRECTIVES](https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=2275&p_table=DIRECTIVES) (дата обращения: 18.08.2020).

Ожидаемые КЗ (APF, максимальные значения<sup>1</sup>)

Лицевая часть	Страна <sup>2</sup>									Min PF <sup>3</sup>
	US	UK	CA	AS	KHP	JP	SK	Франция	DE	
<i>Фильтрующие без подачи воздуха</i>										
Полумаски	10	10/20 <sup>4</sup>	10	10	10	10	10	20	30	2,2
Полные маски	50	20/40 <sup>4</sup>	50	100	100	50	100	40	400	11; 17
<i>Фильтрующие с принудительной подачей воздуха</i>										
Полумаски	50	–	50	–	50	50	50	40	500	16; 19
Полные маски	1000	40	1000	>100	1000	100	200	40	500	12; 15
Шлем / капюшон	25 / 1000	40	25 / 1000	>100	25 / 1000	25	200	40	100	23; 28
<i>Изолирующие с принудительной подачей воздуха</i>										
Полумаски	1000	–	50	50	50	50	50	200	100	–
Полные маски	2000	2000	1000	> 100	1000	1000	1000	~250	1000	–
Шлем / капюшон	25 / 1000	40	1000	>100	25 / 1000	25	1000	100	–	–
Автоном. дыхател. аппарат	10 000	2000	10 000	> 100	> 1000	5000	2000	Наиболь- ший	≥ 1000	–

## Примечание:

- 1 – значения для случаев: используются эффективные фильтры; подача воздуха по потребности под давлением, или с постоянным расходом. При выборе СИЗОД его ожидаемый КЗ должен быть больше кратности превышения ПДК;
- 2 – данные по КНР получены из исследования, по Франции – из учебника<sup>4</sup> [4];
- 3 – минимальные КЗ, полученные у такого СИЗОД на рабочих местах [5–10];
- 4 – первое значение при защите от газов, второе при защите от аэрозолей.

Для учета отличий лабораторной и реальной эффективности в Великобритании использовали лучшие доступные данные 32 исследований КЗ на рабочих местах. Из них 3/4 были проведены в США. Поэтому у фильтрующих СИЗОД без подачи воздуха (с полнолицевыми масками и полумасками) и с подачей воздуха (в шлем / капюшон) значения ожидаемых КЗ в Великобритании и США схожи.

Разница отчасти вызвана тем, что в США ориентировались на «наихудший случай», а английские специалисты сочли, что непрерывное ношение маски в течение 8 ч недостижимо, и их КЗ относится к работе в загрязненной атмосфере только в течение части смены (до одного часа при отсутствии подачи воздуха). В целом маленькие значения ожидаемых КЗ объясняются выявлением низких КЗ при замерах на рабочих местах [6–10]. У СИЗОД с подачей воздуха в полнолицевые маски могут быть большие КЗ. Но в некоторых работах показано, что эффективность может сильно снижаться [10]. Как следствие, в УК уменьшили ожидаемый КЗ с 2000 до 40. В США и Канаде эффективность таких СИЗОД на рабочих местах практически не изучалась, что может объяснить значительно большее значение APF (=1000).

В других странах трудоемкие и дорогостоящие замеры КЗ на рабочих местах или не проводили вообще, или проводили редко, а иностранные результаты порой не учитывались [5–10]. В результате во многих странах ожидаемые КЗ заметно выше, чем в Великобритании, США, отличия эффективности на

рабочих местах и в лабораториях проигнорированы (в разной степени).

Принятие стандарта ЕС (DE) в бывших социалистических странах дало интересный результат. Разработчики в Болгарии и Украине не знали, что эффективность на рабочих местах ниже лабораторной, и не понимали, почему у одних и тех же СИЗОД в разных странах ЕС разные ожидаемые КЗ<sup>5</sup>. В результате в Болгарии и на Украине не установили значения ожидаемых КЗ вообще, а соответствующее место DE механически перевели. Полученные требования к работодателю не предотвращают выбор заведомо неэффективных СИЗОД. В РФ при разработке ГОСТ 12.4.299-2015 в ОАО «Корпорация “Росхимзащита”» раздел с данными об ожидаемых КЗ удалили полностью<sup>6</sup>.

Аспекты соответствия маски лицу учитываются нормативными документами. У самых распространенных фильтрующих СИЗОД воздух прокачивается через фильтр за счет разрежения под маской при вдохе. При этом часть воздуха без очистки попадает в органы дыхания через зазоры между маской и лицом. При правильном выборе фильтров это просачивание становится основным путем попадания загрязнений в маску и определяет общую эффективность СИЗОД. Для снижения риска просачивания через зазоры из-за несоответствия маски лицу и / или неумения работника ее надевать в США требуют подбирать маски к лицу индивидуально, и оценивать степень просачивания прибо-

<sup>4</sup> M. Gumon. Les appareils de protection respiratoire. Choix et utilisation. – 2-th edition. – Paris: Institut National de Recherche et de Securite (INRS), 2017. – 68 p.

<sup>5</sup> Для справки: в DE приведены данные о APF в 5 странах.

<sup>6</sup> ГОСТ 12.4.299-2015. СИЗОД. Рекомендации по выбору, применению и техническому обслуживанию [Электронный ресурс] // Интернет и Право. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/60298/> (дата обращения: 18.09.2020).

рами Fit test [11]. В США и Канаде подробно описаны шесть изученных видов проверки. В других странах или не описано, как проводить проверку, или она не обязательна (лишь рекомендуется).

При сертификации СИЗОД в США и КНР параметры лица испытателей усреднены и приведены в соответствие со средними параметрами лиц рабочих [12, 13]. Для подбора испытателей провели антропометрические обследования ~ 4 тыс. работников, включая трехмерное сканирование лица и головы. При сертификации в ЕС и РФ рекомендуют исключать из испытателей тех людей, чьи лица не соответствуют маскам. Рынок США лучше защищен от низкокачественной продукции.

Своевременная замена противогазных фильтров является обязательным элементом обеспечения безопасности работника. Срок службы любого противогазного фильтра, очищающего загрязненный воздух, ограничен, и сильно зависит от условий применения<sup>7</sup>. В прошлом веке для своевременной замены фильтров широко использовали реакцию органа обоняния на появление запаха газа в маске. Однако люди реагируют на запах некоторых газов лишь при сильном превышении ПДК, и у разных людей чувствительность к запахам различна (например для уксусной кислоты, по данным из 32 разных источников, максимальный диапазон от 0,001 до 500 мг/м<sup>3</sup>, а ПДК<sub>рз</sub> – 5 мг/м<sup>3</sup>) [14]. Если концентрация газа растет постепенно (по мере насыщения сорбента в фильтре), то чувствительность органа обоняния может снизиться (сероводород). Привыкание к запаху при длительной работе, простудные заболевания, сосредоточение внимания на работе – всё это делает замену фильтра «по запаху» ненадежной. В США работодатель обязан заменять фильтры по расписанию (вычислив или измерив срок службы для известных условий труда), или с помощью индикатора ESLI (рисунок) [15, 16].

В других странах требования схожи, но иногда они менее строгие и конкретные. Это показывает, например, то, что немецкая программа для вычисления срока службы фильтров в 2017 г. была доступна на сайте Dräger<sup>8</sup>, но лишь в англоязычной версии.

В части требований к обучению работников в США и Канаде конкретно определено, чему должен быть научен работник. В ЕС от работодателя требуют учить работников, без уточнения, чему и как. Требования в США конкретнее.

Обратная связь – оценка эффекта от применения СИЗОД – выполнена фактически только в США. Там в 2001–2002 гг. был проведен широкомасштабный опрос о том, как выбирают и применяют СИЗОД (37 вопросов, ответы прислали > 30 тыс. организаций) [17]. Оказалось, что хотя требования



Рис. Изменение внешнего вида индикаторов окончания срока службы (ESLI) при применении фильтров: для защиты от ртути (слева) и ацетона (справа)

в США действуют почти 30 лет, их нарушают; и в маленьких организациях очень часто, порой серьезно. Результаты опроса использованы для планирования работ по улучшению конструкции СИЗОД и требований к их применению. Мы не нашли никаких данных о сопоставимых исследованиях в других странах.

**Результаты и их обсуждение.** СИЗОД высокого качества могут (в исправном состоянии, при правильном выборе и применении) защитить рабочего, если используются вовремя. В лучших из рассмотренных требований указано, что СИЗОД должны соответствовать условиям труда и по защитным свойствам, и по приемлемости (физиологическая нагрузка на работника). Можно достаточно хорошо оценить защитные свойства любого СИЗОД, но по приемлемости ситуация иная. В некоторых документах есть лишь разрозненные рекомендации. Это отчасти объясняет, почему неприменение СИЗОД в загрязненной атмосфере фиксируется достаточно часто. Требования к применению СИЗОД, даже хорошего качества, не гарантируют устранение чрезмерного воздействия, а лишь снижают его вероятность.

Требования в США и Великобритании в максимальной степени учитывают отличие защитных свойств СИЗОД на рабочих местах от лабораторных условий. Но фильтрующие СИЗОД с подачей воздуха в полнолицевую маску изучены в Великобритании лучше. С учетом этого применение СИЗОД этого типа в РФ следует ограничить так же, как и фильтрующих СИЗОД без принудительной подачи воздуха в маску.

По общему мнению западных специалистов, отраженному в стандартах, СИЗОД не являются надежным средством защиты здоровья, но снижают воздействие и риск развития профзаболеваний (в неизвестной степени). В РФ СИЗОД выбирают и используют иначе. Нет конкретных требований к выбору и применению, поставщики систематично завышают эффективность

<sup>7</sup> Капцов В.А., Чиркин А.В. Замена противогазных фильтров (лекция) [Электронный ресурс] // Викиучебник. – URL: [https://ru.wikibooks.org/wiki/Замена\\_противогазных\\_фильтров\\_СИЗОД\\_\(лекция\)](https://ru.wikibooks.org/wiki/Замена_противогазных_фильтров_СИЗОД_(лекция)) (дата обращения: 18.06.2020).

<sup>8</sup> Dräger, Hazardous substances database VOICE [Электронный ресурс] // Dräger. – URL: [https://www.draeger.com/en-us\\_us/Chemical-Industry/Onlineservices/Draeger-VOICE](https://www.draeger.com/en-us_us/Chemical-Industry/Onlineservices/Draeger-VOICE) (дата обращения: 18.06.2020).

в несколько раз; рабочим выдают СИЗОД, не соответствующие условиям труда и физическим параметрам; противогазные фильтры могут заменяться запоздало. Это повышает риск чрезмерного воздействия, а устранение профзаболеваний с помощью СИЗОД происходит крайне редко [18]. Необходимо эффективнее стимулировать работодателя улучшать условия труда. Для усиления эффекта от применения СИЗОД как вспомогательного средства следует разработать требования к их использованию, с учетом наиболее полных и научно обоснованных (США).

По стечению обстоятельств, конкретные научно обоснованные требования к защите от биоаэрозольей есть лишь в Канаде. Следует использовать их при разработке аналогичного раздела требований к выбору СИЗОД в РФ.

Замеры КЗ на рабочих местах позволили выявить случаи значительно меньшей эффективности у СИЗОД некоторых типов по сравнению с КЗ, полученными в лабораториях. Это позволило разработать такие ожидаемые КЗ, которые при правильном и своевременном применении будут получены на рабочих местах, но не у всех работников, а у большей части, и не во всех случаях, а в большинстве из них. Точное предсказание или измерение воздействия на конкретного работника, применяющего СИЗОД, пока неосуществимо. Чтобы выявить случаи чрезмерного воздействия на любого конкретного работника, можно использовать биологический мониторинг. Но разработка биоПДК в РФ идет медленно (на 2014 г. разработаны биологические ПДК для пяти веществ и не внедрены; в США разработаны 50 биоПДК, и даже в Болгарии – приняты 17), и ее следует ускорить<sup>9</sup>.

Наконец, использование самых распространенных СИЗОД (без принудительной подачи воздуха в маску) приводит к воздействию на работника углекислого газа при концентрации, которая может превышать максимальную разовую ПДК<sub>рз</sub> более чем в два раза, что делает своевременное и правильное использование СИЗОД физиологически невозможным для части работников, приводит к их заболеваниям [19, 20]. В некоторых странах работодателю рекомендуют не выбирать СИЗОД без подачи воздуха для длительной работы, но конкретных требований в этой части нет нигде. Необходимо обязать работодателя учитывать это, разработав требования к проведению медосмотров и к режиму труда и отдыха. Соответственно, сертификационные испытания СИЗОД должны включать замеры концентрации

СО<sub>2</sub> при разных расходах воздуха (объемах вдоха), и эта информация должна вноситься в сертификат для использования работодателем.

Проведенный анализ позволил сделать следующие **выводы**.

1. Даже лучшие из существующих иностранных требований к выбору и применению СИЗОД не позволяют ни полноценно учесть их негативное физиологическое действие на работников, ни предотвратить неприменение их работниками в загрязненной атмосфере.

2. По всем ключевым моментам, определяющим эффективность защиты, и по сходству условий применения (разрабатывались для одного государства) требования в США наиболее приемлемы в качестве основы для разработки аналогичных требований для РФ.

3. По мнению западных специалистов, при применении СИЗОД происходит стихийный профессиональный отбор: те, кто плохо выдерживает носку СИЗОД, меняют работу. Имеет смысл проводить этот отбор до начала работы в загрязненной атмосфере. Работая в незагрязненной атмосфере в течение испытательного срока, работник должен непрерывно применять СИЗОД с регистратором, записывающим время использования. Если окажется, что работник способен непрерывно применять СИЗОД в безопасных условиях, его переводят на рабочее место в загрязненной атмосфере.

4. Для улучшения выявляемости случаев чрезмерного воздействия необходимо шире использовать биомониторинг, а для ускорения разработки биоПДК использовать, например, ВЕI АСGIIH как основу для «БиОБУВ».

5. Для улучшения контроля условий труда представляется целесообразным возродить институт общественных санитарных инспекторов. Необходима разработка требований к ним, их полномочий, соответствующей правовой базы.

6. Для снижения доли случаев неприменения СИЗОД в загрязненной атмосфере необходимо переходить к СИЗОД, интегрированным в технологический процесс: например, сигнал датчика о снятии работником маски может использоваться для блокирования работы оборудования.

Система сертификации в РФ позволяет получать сертификаты на СИЗОД в нескольких органах по сертификации (в США один). Содержание сертификатов может быть совершенно некорректным<sup>10</sup>. Необходимо передать право сертифицировать СИЗОД

<sup>9</sup> ACGIH Threshold Limit Values & Biological Exposure Indices for Chemical Substances and Physical Agents. – Ohio: ACGIH, Cincinnati, 2016 – 276 p.; Наредба № 13 от 30 декември 2003 г. за защита на работещите от рискове, свързани с експозиция на химични агенти при работа. В сила от 31.01.2005 г. Приложение № 2 [Электронный ресурс] // Българският правен портал. – URL: <https://www.lex.bg/bg/laws/ldoc/2135477597> (дата обращения: 18.09.2020).

<sup>10</sup> «Тест-С – Петербург» испытал несколько фильтрующих полумасок (сделаны «ЗАО «Респираторный комплекс» с добавкой сорбента). Их испытали лишь как противоаэрозольные, а в сертификате указали, что СИЗ могут использоваться и для защиты от газов. «ПродМашТест» сертифицировал «Лепесток-200» как эластомерную полнолицевую маску с панорамным стеклом.

одной ответственной организации (например любой НИИ, занимающийся профзаболеваниями). Все виды испытаний, которые этот НИИ не может провести, могут выполняться, например, в лаборатории СИЗ ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна (что соответствует сложившейся практике: орган по сертификации проводит испытания с привлечением третьей стороны, а сам лишь выдает сертификат). Это позволит прекратить сертификацию противогазных фильтров, если изготовитель не сопровождает их информацией, позволяющей оптимизировать время защитного действия без использо-

вания субъективной реакции органов чувств работника. Также это позволит не выдавать и отзываться сертификаты, если поставщик вводит в заблуждение потребителя, завышая эффективность СИЗОД. Необходимо расширить объем испытаний замерами воздействия углекислого газа на работника при разных расходах воздуха.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Список литературы

1. Immediately Dangerous to Life or Health Values [Электронный ресурс] // Centers for Disease Control and Prevention. – 2019. – URL: <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/> (дата обращения: 22.08.2020).
2. Nelson T.J. The Assigned Protection Factor According to ANSI // *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* – 1996. – Vol. 57, № 8. – P. 735–740. DOI: 10.1080/15428119691014594
3. Assigned Protection Factors [Электронный ресурс] // RUSHING MARINE. – 2019. – URL: [http://www.rushing-marine.com/regulations/29CFR1910,15,26\\_06.06.03.pdf](http://www.rushing-marine.com/regulations/29CFR1910,15,26_06.06.03.pdf) (дата обращения: 18.06.2020).
4. Ding S.-T., Yao H., Yang X.B. Respirator National Standard Development in China – A Perspective of Past Decade // *Journal of the International Society for Respiratory Protection.* – 2010. – Vol. 27, № 2. – P. 71–81.
5. Myers W.R., Peach M.J. 3rd. Performance measurements on a powered air-purifying respirator made during actual field use in a silica bagging operation // *Ann. Occup. Hyg.* – 1983. – Vol. 27, № 3. – P. 251–259. DOI: 10.1093/annhyg/27.3.251
6. Lenhart S.W., Campbell D.L. Assigned Protection Factors for two respirator types based upon workplace performance testing // *Ann. Occup. Hyg.* – 1984. – Vol. 28, № 2. – P. 173–182. DOI: 10.1093/annhyg/28.2.173
7. Workplace Protection Factor Measurements on Powered Air-Purifying Respirators at a Secondary Lead Smelter: Results and Discussion / W.R. Myers, M.J. Peach, K. Cutright, W. Iskander // *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* – 1984. – Vol. 45, № 10. – P. 681–688. DOI: 10.1080/15298668491400449
8. Field Test of Powered Air-Purifying Respirators at a Battery Manufacturing Facility / W.R. Myers, M.J. Peach, K. Cutright, W. Iskander // *Journal of the International Society for Respiratory Protection.* – 1986. – Vol. 4, № 1. – P. 62–89.
9. Tannahil S.N., Willey R.J., Jackson M.H. Workplace protection factors of HSE approved negative pressure full-facepiece dust respirators during asbestos stripping: Preliminary findings // *Ann. Occup. Hyg.* – 1990. – Vol. 34, № 6. – P. 547–552. DOI: 10.1093/annhyg/34.6.547
10. Workplace effectiveness of respiratory protective equipment for asbestos removal work / R. Howie, J. Johnstone, P. Weston, R.J. Aitken, S. Groat. – Edinburgh: Institute of Occupational Medicine, 1996. – 90 p.
11. Evaluation of a New Instrument for Aerosol Quantitative Fit Testing / B. Wu, M. Leppänen, M. Yermakov, S. Grinshpun // *Journal of the International Society for Respiratory Protection.* – 2017. – Vol. 34, № 2. – P. 111–127.
12. New Respirator Fit Test Panels Representing the Current Chinese Civilian Workers / W. Chen, Z. Zhuang, S. Benson, L. Du, D. Yu, D. Landsittel, L. Wang, D. Viscusi, R.E. Shaffer // *Ann. Occup. Hyg.* – 2009. – Vol. 53, № 3. – P. 297–305. DOI: 10.1093/annhyg/men089
13. Zhuang Z., Bradtmiller B., Shaffer R. New Respirator Fit Test Panels Representing the Current U.S. Civilian Work Force // *J. Occup. Environ. Hyg.* – 2008. – Vol. 4, № 9. – P. 647–659. DOI: 10.1080/15459620701497538
14. Murnane S.S., Lehocky A.H., Owens P.D. Odor Thresholds for Chemicals with Established Occupational Health Standards. – 2nd edition. – Falls Church: AIHA, 2013. – 192 p.
15. MultiVapor™ Version 2.2.5 Application. DHHS (NIOSH) Publication No. 2010-124C (2018) [Электронный ресурс] // Centers for Disease Control and Prevention. – 2018. – URL: <https://www.cdc.gov/niosh/nppt/multivapor/multivapor.html> (дата обращения: 22.07.2020).
16. Evaluation of a passive optical based end of service life indicator (ESLI) for organic vapor respirator cartridges / M. Checky, K. Frankel, D. Goddard, E. Johnson, J. Christopher Thomas, M. Zelinsky, C. Javner // *J. Occup. Environ. Hyg.* – 2016. – Vol. 13, № 2. – P. 112–120. DOI: 10.1080/15459624.2015.1091956
17. Respirator Usage in Private Sector Firms. – Morgantown, WV: U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, 2003. – 278 p.
18. Капцов В.А., Чиркин А.В. Об эффективности средств индивидуальной защиты органов дыхания как средства профилактики заболеваний (обзор) // *Токсикологический вестник.* – 2018. – Т. 149, № 2. – С. 2–6.
19. Physiological Impact of the N95 Filtering Facepiece Respirator on Healthcare Workers / R.J. Roberge, A. Cota, W.J. Williams, J.B. Powell, A.J. Palmiero // *Respir Care.* – 2010. – Vol. 55, № 5. – P. 569–577.
20. Sinkule E., Turner N., Hota S. Automated breathing and metabolic simulator (ABMS) CO2 test for powered and non-powered air-purifying respirators, airline respirators, and gas mask // *АИХе.* – 2003. – № 5. – P. 54. DOI: 10.13140/RG.2.2.33830.52804

*Капцов В.А., Чиркин А.В. Требования к организации респираторной защиты работающих (обзор мировой практики) // Анализ риска здоровья. – 2020. – № 4. – С. 188–195. DOI: 10.21668/health.risk/2020.4.21*

Review

**REQUIREMENTS TO RESPIRATORY PROTECTION FOR WORKERS  
(WORLD PRACTICES REVIEWED)****V.A. Kaptsov<sup>1</sup>, A.V. Chirkin<sup>2</sup>**<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Railway Hygiene, Bldg. 1, 1 Pakgauznoe shosse, Moscow, 125438, Russian Federation<sup>2</sup>«Beta PRO» LLC, Bldg. 6, 2 2-ya Kabel'naya Str., Moscow, 111024, Russian Federation

A great number of workplaces in Russia do not conform to sanitary-hygienic requirements and it results in wide use of personal respiratory protective equipment (PRPE). Choice on such equipment and its application are not regulated by the existing legislation in the RF in great detail as it is the case in developed countries. As a result, employers apply PRPE that is not efficient enough, or such equipment is not used properly, and it leads to diseases occurrence.

Our research goal was to reveal requirements to PRPE application which, when met, would reduce risks for workers' life and health as greatly as it is only possible.

Our research object was personal respiratory protective equipment (PRPE).

We compared requirements to selecting and applying PRPE in the USA, Australia, Great Britain, Canada, and West Germany and also took into account requirement and experts' recommendations existing in several other countries. When comparing, we tried to focus on key elements that determined whether PRPE applied in due time was able to prevent exposure to air contamination. Such key elements included choice on PRPE suitable for work under extremely hazardous conditions; permissible application of PRPE with different structure (expected protective efficiency); individual selection and testing whether a mask is fit for a face; timely replacement of respirator filters; requirements to skills of workers and their supervisors.

Our research revealed that results of PRPE application and requirements fixed for employers were most comprehensively estimated and well-grounded in the USA. The most favorable situation with quality and availability of materials on how to select and apply PRPE for workers, specialists, and supervisors is also in the USA. Results obtained via the performed comparison allow recommending US Standard 29 CFR 1910.134 as a basis for developing similar requirements in Russia.

**Key words:** PRPE, efficiency of personal protective equipment, protective efficiency, respirators, prompt-hazardous concentration, insulating properties of a mask, respirator filters, health risk reduction.

**References**

1. Immediately Dangerous to Life or Health Values. *Centers for Disease Control and Prevention*, 2019. Available at: <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/> (22.08.2020).
2. Nelson T.J. The Assigned Protection Factor According to ANSI. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 1996, vol. 57, no. 8, pp. 735–740. DOI: 10.1080/15428119691014594
3. Assigned Protection Factors. *RUSHING MARINE*, 2019. Available at: [http://www.rushingmarine.com/regulations/29CFR1910,15,26\\_06.06.03.pdf](http://www.rushingmarine.com/regulations/29CFR1910,15,26_06.06.03.pdf) (18.06.2020).
4. Ding S.-T., Yao H., Yang X.B. Respirator National Standard Development in China – A Perspective of Past Decade. *Journal of the International Society for Respiratory Protection*, 2010, vol. 27, no. 2, pp. 71–81.
5. Myers W.R., Peach M.J. 3rd. Performance measurements on a powered air-purifying respirator made during actual field use in a silica bagging operation. *Ann. Occup. Hyg.*, 1983, vol. 27, no. 3, pp. 251–259. DOI: 10.1093/annhyg/27.3.251
6. Lenhart S.W., Campbell D.L. Assigned Protection Factors for two respirator types based upon workplace performance testing. *Ann. Occup. Hyg.*, 1984, vol. 28, no. 2, pp. 173–182. DOI: 10.1093/annhyg/28.2.173
7. Myers W.R., Peach M.J., Cutright K., Iskander W. Workplace Protection Factor Measurements on Powered Air-Purifying Respirators at a Secondary Lead Smelter: Results and Discussion. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 1984, vol. 45, no. 10, pp. 681–688. DOI: 10.1080/15298668491400449
8. Myers W.R., Peach M.J., Cutright K., Iskander W. Field Test of Powered Air-Purifying Respirators at a Battery Manufacturing Facility. *Journal of the International Society for Respiratory Protection*, 1986, vol. 4, no. 1, pp. 62–89.

© Kaptsov V.A., Chirkin A.V., 2020

**Valerii A. Kaptsov** – The Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Head of the Occupational Hygiene Department (e-mail: [kapcovva39@mail.ru](mailto:kapcovva39@mail.ru); tel.: +7 (499) 15-33-628; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3130-2592>).

**Aleksandr V. Chirkin** – Worker (e-mail: [alexandr.chir@yandex.ru](mailto:alexandr.chir@yandex.ru); tel.: +7 (495) 649-88-99; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3661-8323>).

9. Tannahil S.N., Willey R.J., Jackson M.H. Workplace protection factors of HSE approved negative pressure full-facepiece dust respirators during asbestos stripping: Preliminary findings. *Ann. Occup. Hyg.*, 1990, vol. 34, no. 6, pp. 547–552. DOI: 10.1093/annhyg/34.6.547
10. Howie R., Johnstone J., Weston P., Aitken R.J., Groat S. Workplace effectiveness of respiratory protective equipment for asbestos removal work. Edinburgh, Institute of Occupational Medicine Publ., 1996, 90 p.
11. Wu B., Leppänen M., Yermakov M., Grinshpun S. Evaluation of a New Instrument for Aerosol Quantitative Fit Testing. *Journal of the International Society for Respiratory Protection*, 2017, vol. 34, no. 2, pp. 111–127.
12. Chen W., Zhuang Z., Benson S., Du L., Yu D., Landsittel D., Wang L., Viscusi D., Shaffer R.E. New Respirator Fit Test Panels Representing the Current Chinese Civilian Workers. *Ann. Occup. Hyg.*, 2009, vol. 53, no. 3, pp. 297–305. DOI: 10.1093/annhyg/men089
13. Zhuang Z., Bradtmiller B., Shaffer R. New Respirator Fit Test Panels Representing the Current U.S. Civilian Work Force. *J. Occup. Environ. Hyg.*, 2008, vol. 4, no. 9, pp. 647–659. DOI: 10.1080/15459620701497538
14. Murnane S.S., Lehocky A.H., Owens P.D. Odor Thresholds for Chemicals with Established Occupational Health Standards. 2-th edition. Falls Church, AIHA Publ., 2013, 192 p.
15. MultiVapor™ Version 2.2.5 Application. DHHS (NIOSH) Publication No. 2010-124C (2018). *Centers for Disease Control and Prevention*, 2018. Available at: <https://www.cdc.gov/niosh/npptl/multivapor/multivapor.html> (22.07.2020).
16. Checky M., Frankel K., Goddard D., Johnson E., Christopher Thomas J., Zelinsky M., Javner C. Evaluation of a passive optical based end of service life indicator (ESLI) for organic vapor respirator cartridges. *J. Occup. Environ. Hyg.*, 2016, vol. 13, no. 2, pp. 112–120. DOI: 10.1080/15459624.2015.1091956
17. Respirator Usage in Private Sector Firms. Morgantown, WV, U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics Publ., 2003, 278 p.
18. Kaptsov V.A., Chirkin A.V. About efficiency of individual protection equipment of respiratory organs as prophylactics of diseases (review). *Toksikologicheskii vestnik*, 2018, no. 2 (149), pp. 2–6 (in Russian).
19. Roberge R.J., Coca A., Williams W.J., Powell J.B., Palmiero A.J. Physiological Impact of the N95 Filtering Facepiece Respirator on Healthcare Workers. *Respir Care*, 2010, vol. 55, no. 5, pp. 569–577.
20. Sinkule E., Turner N., Hota S. Automated breathing and metabolic simulator (ABMS) CO<sub>2</sub> test for powered and non-powered air-purifying respirators, airline respirators, and gas mask. *AIHce*, 2003, no. 5, pp. 54. DOI: 10.13140/RG.2.2.33830.52804

Kaptsov V.A., Chirkin A.V. Requirements to respiratory protection for workers (World practices reviewed). *Health Risk Analysis*, 2020, no. 4, pp. 188–195. DOI: 10.21668/health.risk/2020.4.21.eng

Получена: 05.07.2020

Принята: 29.11.2020

Опубликована: 30.12.2020