

10. Divan H.A., Kheifets L., Obel C., Olsen J. Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children. *Epidemiology*. 2008; 19 (4): 523–9.
11. Sato Y., Akiba S., Kubo O., Yamaguchi N. A case-case study of mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan. *Bioelectromagnetics*. 2011; 32 (2): 85–93.

References

1. Pal'cev Ju.P., Pohodzej L.V., Rubcova N.B. Improvement of hygienic regulations as basis of improvement of quality of supervision of sources of electromagnetic fields. In: *Profession and health: Materials of the VIII All-Russian congress*. Moscow. November 25–27, 2009; Moscow, 2009: 378–80 (in Russian).
2. Pal'cev Ju.P., Pohodzej L.V., Rubcova N.B. Current state of a hygienic regulation of electromagnetic fields and harmonization prospect with foreign standards. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*. 2008; 6: 62–5 (in Russian).
3. Suvorov G.A., Pal'cev Ju.P., Rubcova N.B., Pohodzej L.V., Lazarenko N.V., Kleshhenok O.I. et al. Questions of biological action and hygienic rationing of the electromagnetic fields created by means of mobile communication. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*. 2002; 9: 10–8 (in Russian).
4. Horseva N.I., Grigor'ev Ju.G., Gorbunova N.V. Psychophysiological indicators of children users mobile communication. *Radiacionnaja biologija. Radiojekologija*. 2011; 51 (5): 617–23 (in Russian).
5. Cardis E., Armstrong B.K., Bowman J.D., Giles G.G., Hours M,

- Krewski D. et al. Risk of brain tumours in relation to estimated RF dose from mobile phones—results from five Interphone countries. *Occup. Environ. Med.* 2011; 68 (9): 631–40.
6. WHO. International Agency for Research on Cancer. IARC classified radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans. Press Release N208, 31 May 2011. <http://www.iarc.fr>
7. IEC 62209-1:2005. Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices. Human models, instrumentation and procedures. Part 1. Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for hand-held devices used in close proximity to the ear (frequency range of 300 MHz to 3 GHz).
8. INTERPHONE Study Group. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *Int. J. Epidemiol.* 2010; 39: 675–94.
9. Hardell L., Carlberg M., Hansson Mild K. Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects. *Int. J. Oncol.* 2011; 38: 1465–74.
10. Divan H.A., Kheifets L., Obel C., Olsen J. Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children. *Epidemiology*. 2008; 19(4): 523–9.
11. Sato Y., Akiba S., Kubo O., Yamaguchi N. A case-case study of mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan. *Bioelectromagnetics*. 2011; 32(2): 85–93.

Поступила 24.06.12

© А.В. ЧИРКИН, В.А. КАПЦОВ, 2013

УДК 613.62-084:614.894

А.В. Чиркин¹, В.А. Капцов²

ПРАВИЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОТИВОГАЗОВ В ПРОФИЛАКТИКЕ ПРОФЗАБОЛЕВАНИЙ

¹"М-Клиринг Текнолоджи"; ²Всероссийский НИИ железнодорожной гигиены Роспотребнадзора, 125438, Москва

В статье рассмотрены проблемы, возникающие при использовании респираторов: 1) современные способы, используемые для замены противогазовых фильтров; 2) условия безопасного повторного использования тех фильтров, которые не полностью выработали свой срок службы; 3) условия безопасного использования СИЗОД при мгновенно-опасной загрязнённости воздуха. Предложены мероприятия для сбережения здоровья, основанные на общепринятой практике использования СИЗОД в развитых странах, включающие разработку и применение нормативных документов, регулирующих выбор и применение респираторов, замену фильтров, обучение сотрудников.

Ключевые слова: респиратор; СИЗОД; противогазные фильтры; мгновенная опасность для жизни и здоровья

A. V. Chirkin¹, V.A. Kaptsov² – PROPER USE OF GAS MASKS AS PREVENTION OF OCCUPATIONAL DISEASES

¹M-Clearing Technology; ²The All-Russian Research Institute of Railway Hygiene

In the paper there are considered the problems arising from the use of respirators: 1. Modern methods used to replace the gas mask filter, 2. Conditions for safe re-use filters which are not fully developed their service life period 3. The conditions of safe use of respiratory protective equipment (RPE) in the immediately dangerous air pollution. Measures for the protection of health, based on the common practice of using RPE in the developed countries, which include: the development and application of regulations governing the selection and the use of respirators, filter replacement, training of staff have been proposed

Key words: respirator, RPE, gas mask filter, Immediately Dangerous to Life or Health (IDLH)

Для снижения загрязнённости воздуха рабочей зоны используются разные способы: герметизация оборудования, вентиляция, изменение технологии. Когда этого оказывается недостаточно, для сбережения здоровья рабочих используют респираторы и противогазы.

Для корреспонденции: Капцов Валерий Александрович, ka[redacted]@ Rambler.ru.

При использовании фильтрующих противогазов для обеспечения рабочего пригодным для дыхания воздухом используется окружающий воздух после очистки противогазовыми фильтрами. Часто используют фильтры, наполненные сорбентами, которые поглощают вредные газы при прохождении воздуха через фильтр. После насыщения сорбент утрачивает способность поглощать вредные газы и они проходят дальше – к свежим слоям сорбента. Когда сорбент

насытился достаточно сильно, загрязненный воздух проходит через фильтр плохо очищенным и вредные газы попадают под маску, т. е. срок службы фильтра ограничен. Он зависит от концентрации и свойств газов, сорбционной емкости фильтра и условий его использования (расход воздуха, влажность, температура), а также от правильного хранения. При несвоевременной замене фильтра воздействие вредных газов на рабочего превысит допустимое, что может привести к повреждению здоровья.

На защитные свойства респираторов влияет много факторов, поэтому для надежной защиты здоровья рабочих в развитых странах применение респираторов происходит в рамках комплексной программы респираторной защиты. Для этого там разработаны и применяются нормативные документы, регулирующие выбор и организацию применения респираторов: США [9], Австралия [5] и учебные пособия [7, 8]. Они обязывают работодателя заменять противогазные фильтры своевременно, для чего предлагается следующее:

1. Используя результаты измерения загрязненности воздуха, информацию об условиях применения и о свойствах фильтра, специалист составляет расписание замены фильтров [13]. Для этого изготовители предоставляют необходимую информацию о фильтрах или даже бесплатное программное обеспечение, например:

MSA – <http://webapps.msanet.com/responseguide/ChemicalCalculator.aspx>. 3M – <http://csrv.3m.com/csrv>, Sperial – http://www.honeywellsafety.com/Products/Sperial/Respiratory_Protection/Respiratory_Training_Tools.aspx?site=/americas.

Также потребитель может использовать таблицы с информацией о сроке службы фильтров, рассчитанные для конкретных условий использования. Это позволяет определить срок службы с погрешностью, зависящей от точности исходных данных, и менять фильтры своевременно.

2. По мере насыщения сорбента концентрация вредных газов на выходе из фильтра возрастает постепенно. Это позволило разработать индикаторы окончания срока службы фильтра (ESLI), срабатывающие раньше, чем концентрация на выходе из фильтра достигнет допустимой. Разработаны требования к таким индикаторам, обеспечивающие их безопасное применение, а соблюдение этих требований изготовителями средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) позволяет рабочим менять фильтры своевременно и использовать респираторы, не рискуя здоровьем (например, фильтры 3M 6009 и 60929 с индикатором, меняющим цвет).

3. Вдыхание вредных газов может вызывать реакцию органов чувств рабочего (запах, привкус, раздражение). Исследования показали, что такая реакция зависит от разных факторов (состав газов, концентрация, индивидуальная восприимчивость рабочего, состояние здоровья, условия работы и то, как быстро возрастает концентрация газов, знаком ли человеку их запах). Оказалось, что у людей разный порог восприятия запаха одного вещества. Для 95% людей он находится между верхним и нижним пределами, ко-

Вредные газы с плохими "предупреждающими" свойствами

Название (CAS)	ПДК*	С†
Оксид этилена (75-21-8)	1 (1,8)	851
Арсин (7784-42-1)	0,05 (0,2)	До 200
Пентаборан (19624-22-7)	0,005 (0,013)	194
Диоксид хлора (10049-04-4)	0,1 (0,3)	92,4
Диглицидиловый эфир (2238-07-5)	0,1 (0,53)	46
Винилидена хлорид (75-35-4)	1 (4,33)	35,5
Диборан (19287-45-7)	0,1 (0,1)	18-35
Дициан (460-19-5)	10 (21)	23
Пропилена окись (75-56-9)	2 (4,75)	16
Бензол (71-43-2)	1 (3,5)	8,5

Примечание. * – среднесменные ПДК_{гз} указаны в ppm (в мг/м³), где ppm – части на миллион; † – "средняя" концентрация (в ПДК), при которой люди начинают ощущать запах.

торые отличаются от "среднего" значения в 16 раз (в большую и меньшую стороны). Это означает, что 15% людей не почувствуют запах при концентрации, в 4 раза большей, чем порог чувствительности. Это также способствует тому, что в разных источниках могут быть разные значения порога восприятия запаха. На восприятие влияет состояние здоровья – насморк может снизить чувствительность. Если концентрация будет возрастать постепенно (как и происходит при насыщении сорбента), то у рабочего может произойти "привыкание" и реакция на просачивание газов произойдет при концентрации, заметно превышающей их концентрацию при резком возрастании. Если выполняемая работа требует повышенного внимания, это тоже снижает порог восприятия запаха [8].

Поэтому рабочий может начинать реагировать на вдыхание вредных газов при их различной концентрации. Можно ли использовать такую реакцию для замены фильтров?

Существуют вредные газы, не имеющие вкуса и запаха при концентрации, превышающей ПДК (например, угарный газ). В этом случае такой способ замены фильтров недопустим. Существуют газы, у которых средний порог восприятия заметно выше, чем ПДК. Ниже приводится перечень некоторых таких веществ с указанием их концентрации, при которой люди (в среднем) начинают ощущать запах. Концентрация выражена в ПДК. Значения ПДК и среднего порога восприятия взяты из [10] и могут не совпадать со значениями, которые получились бы при использовании информации из русскоязычных источников (см. таблицу).

При работе с такими веществами нельзя использовать реакцию рабочего на вдыхание вредных веществ – многие рабочие почувствуют запах слишком поздно.

Но есть вещества, у которых средний порог восприятия запаха ниже ПДК. Можно ли в таком случае использовать реакцию рабочего на него для своевременной замены фильтров?

В 1987 г. в США это допускалось [7]. Но при этом требовали, чтобы перед тем как сотрудник приступит к работе, работодатель проверил индивидуальный по-

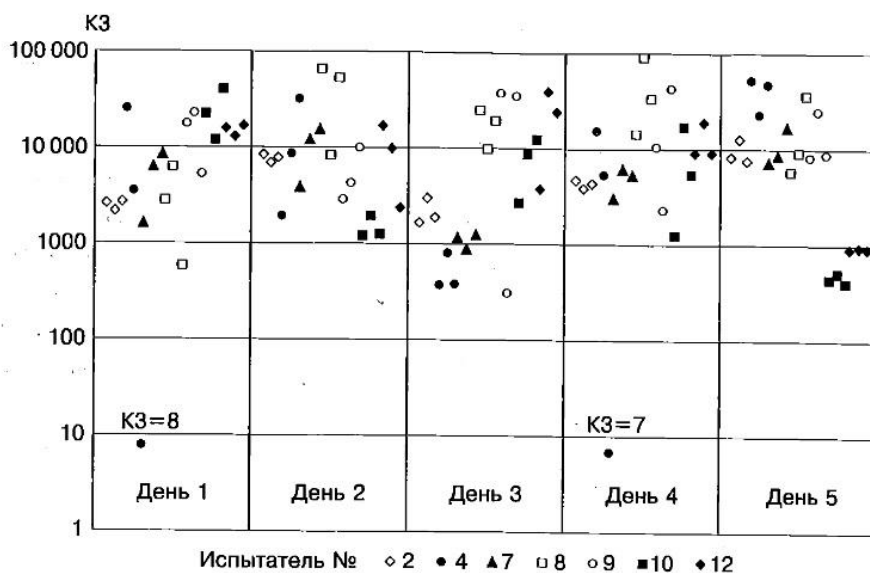
рог восприятия запахов этого рабочего, дав ему понюхать вредный газ при безопасной концентрации. При отсутствии у вредных газов "предупреждающих" свойств (запах, раздражение) использование фильтрующих респираторов запрещалось.

В 2004 г. мнение специалистов изменилось [8]. Использовать реакцию рабочих на вдыхание вредных веществ для своевременной замены фильтров не рекомендуется, и замена противогазовых фильтров по реакции рабочего на вдыхание вредных веществ не допускается.

Так как попадание вредных веществ под маску может произойти не только через фильтры, но и через зазоры между маской и лицом (например, из-за сползания маски во время работы), то в этом случае реакция рабочего на вдыхание вредных веществ позволит вовремя заметить опасность и покинуть опасное место.

В тех случаях, когда использование фильтра прекратилось раньше, чем концентрация вредных газов на выходе из фильтра достигла предельно допустимой, в нем имеется неизрасходованный сорбент. Это может произойти при использовании фильтра кратковременно или при слабой загрязненности воздуха. Исследование [11] показало, что при хранении такого фильтра часть вредных газов, уловленных ранее сорбентом, может освободиться и концентрация газов внутри фильтра у входного отверстия возрастет. В середине и у выходного отверстия фильтра произойдет то же самое, но в меньшей степени (из-за меньшего насыщения сорбента). Из-за различия в концентрации газов их молекулы начнут двигаться внутри фильтра от входного отверстия к выходному, перераспределяя вредное вещество внутри фильтра. Этот процесс зависит от разных параметров – "летучести" вредного вещества, длительности хранения и условий хранения. Это может привести к тому, что при повторном использовании такого (не до конца израсходованного) фильтра концентрация вредных веществ в воздухе, прошедшем через него, станет сразу выше предельно допустимой. Поэтому стандарты РФ [2, 4] обязывают производителей наносить надпись "только для одноразового использования", но это указание не подкреплено требованиями законодательства, указаниями учебников и нарушает сложившуюся за долгое время практику использования гражданских противогазов.

В настоящее время, согласно стандартам [1–4], "летучими" считаются вещества с температурой кипения ниже 65°C. Но исследования показали, что и при температуре кипения > 65°C повторное использование фильтра может оказаться небезопасным. В статье [12] приводится порядок расчета концентрации вредных веществ в момент начала повторного использования фильтров, но эти результаты пока не нашли отражения ни в стандартах, ни в руководствах по применению респираторов, составленных изготовителями (где повторное использование таких противогазовых фильтров за-



Измерения коэффициентов защиты (КЗ) полумасок в лаборатории при выполнении одинаковых движений, 3 замера в день. Область применения ограничена 10 ПДК.

прещается). Интересно отметить, что автор статьи не попытался рассмотреть возможность использования противогазового фильтра более двух раз.

При работе в атмосфере, в которой концентрация вредных газов мгновенно опасна для жизни и здоровья, попадание вредных газов под маску может вызвать не только хронические заболевания. Даже кратковременное вдыхание вредных веществ при достаточно большой концентрации может привести к смерти или необратимому повреждению здоровья, а воздействие на глаза может помешать покинуть опасное место. При своевременной замене противогазных фильтров это может случиться при образовании зазора между маской и лицом – если при вдохе давление воздуха под маской будет ниже атмосферного. Измерения защитных свойств респираторов, проводившиеся в производственных и лабораторных условиях, показали, что на практике степень защиты – случайная величина (даже для одного рабочего, использующего один и тот же респиратор и выполняющего совершенно одинаковые движения) и что во время работы у респираторов без избыточного давления под маской степень защиты может уменьшаться до очень маленьких значений (см. рисунок) [6].

Поэтому стандарты развитых стран, регулирующие выбор и организацию применения респираторов, обязывают работодателя обеспечивать рабочего принудительной подачей воздуха под маску, чтобы давление во время вдоха было выше атмосферного. Для этого используется автономный источник воздуха или подача чистого воздуха по шлангу (если такое ограничение подвижности допустимо). В последнем случае для безопасного покидания места работы (при перебоях в подаче воздуха) у рабочего должен быть автономный источник чистого воздуха достаточной емкости [9].

При сильной загрязненности воздуха применение фильтрующих респираторов не рекомендуется, даже если концентрация вредных веществ не представляет мгновенной опасности для жизни и здоровья. Кроме

того, при использовании фильтрующих противогазов при сильной загрязненности воздуха может потребоваться частая замена фильтров, которые стоят недешево. В таких случаях может оказаться более выгодным использование респираторов с подачей чистого воздуха по шлангу под давлением.

Респираторы не могут гарантировать, что их степень защиты будет достаточно высокой всегда и непрерывно. Поэтому, а также из-за "человеческого фактора" и стандарты США и ЕС, и Санитарные правила 2.2.2.1327-2003 требуют использовать все другие способы снижения вредного воздействия даже тогда, когда не удастся снизить загрязненность воздуха до ПДК.

Практика показала, что при правильном выборе респираторов хорошего и нормального качества, их индивидуальном подборе и правильном применении обученными сотрудниками в рамках полноценной программы респираторной защиты вероятность повреждения здоровья крайне низкая.

Заключение

По разным причинам в СССР и РФ уделялось мало внимания обучению специалистов по охране труда правильному выбору и организации применения СИЗОД. Нет официальных документов, которые бы определяли, когда какие респираторы можно использовать, и указывали, как их использовать. Не регулируются замена противогазовых фильтров, использование респираторов с избыточным давлением под маской, нет требований к обучению рабочих. Отсутствие требований мешает разрабатывать учебные пособия, сдерживает применение готовых западных разработок. Отсутствие подготовки у инспекторов службы охраны труда может снизить эффективность их проверок до нуля.

Неправильное использование СИЗОД может привести к возникновению профзаболеваний, которые часто остаются невыявленными. В результате работодатель теряет квалифицированные кадры, у рабочих пропадает мотивация, а общество сталкивается с демографическими проблемами. Неизбежные (из-за отсутствия обучения) ошибки при выборе и применении СИЗОД подрывают у потенциальных покупателей веру в эффективность респираторов. Иногда рабочие не применяют выданные им респираторы, а работодатель не закупает СИЗОД тогда, когда требуется. Это способствует снижению производительности труда (из-за "защиты временем" в явной или скрытой форме), сокращению внутреннего валового продукта, а самое главное, ведет к увеличению заболеваемости и смертности в трудоспособном возрасте.

Назрела необходимость разработать нормативные документы по выбору и организации применения СИЗОД, повысить ответственность изготовителя СИЗОД и работодателя за повреждение здоровья и не подменять научно обоснованные программы по защите здоровья паллиативными мероприятиями.

Литература

1. ГОСТ Р 12.4.193-99. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Фильтры противогазовые и комбинированные. М.; 1999.
2. ГОСТ Р 12.4.231-2007. АХ противогазовые и комбинированные фильтры для защиты от органических соединений с низкой температурой кипения. М.; 2007.
3. ГОСТ Р 12.4.232-2007. SX противогазовые и комбинированные фильтры для защиты от специальных соединений. М.; 2007.
4. ГОСТ Р 12.4.251-2009. Фильтры противогазовые и комбинированные. М.; 2009.
5. Respirator Program Audits Following International Standards. Australia. AS 1715 selection, use and maintenance of respiratory protective devices.
6. Crutchfield C.D., Fairbank E.O., Greenstein S.L. Effect of test exercises and mask donning on measured respirator fit. Appl. Occup. Environ. Hyg. 1999; 14 (12): 827-37.
7. Bollinger N.J. et al. NIOSH Guide to Industrial Respiratory Protection. 1987.
8. Bollinger N.J. et al. NIOSH Respirator Selection Logic. Cincinnati: OH: DHHS (NIOSH); 2004.
9. 29 CFR 1910.134 Respiratory protection.
10. 3M Respirator Selection Guide 2008.
11. 3M Corporation: Reuse of Organic Vapor Chemical Cartridges [Technical Data Bulletin #142] by C.E. Colton. St. Paul, Minn.: 3M; 1999.
12. Wood G.O., Snyder J.L. Estimating reusability of organic air-purifying respirator cartridges. J. Occup. Environ. Hyg. 2011; 8: 609-17.
13. Wood G.O., Snyder J.L. Estimating service lives of organic vapor cartridges III: multiple vapors at all humidities. J. Occup. Environ. Hyg. 2007; 4 (5): 363-74.

References

1. GOST R 12.4.193-99. Means of individual protection of respiratory organs. Filters antigas and combined (in Russian).
2. GOST R 12.4.231-2007. AX the antigas and combined filters for protection against organic compounds with a low temperature of boiling (in Russian).
3. GOST R 12.4.232-2007. SX the antigas and combined filters for protection against special connections (in Russian).
4. GOST R 12.4.251-2009. Filters antigas and combined (in Russian).
5. AS 1715 Selection, Use and Maintenance of Respiratory Protective Devices.
6. Clifton D. Crutchfield et al. Effect of Test Exercises and Mask Donning on Measured Respirator Fit Applied Occupational and Environmental Hygiene. 1999; 14 (12): 827-37.
7. Nancy J. Bollinger et al. NIOSH Guide to Industrial Respiratory Protection. 1987.
8. Nancy Bollinger et al. NIOSH Respirator Selection Logic. 2004.
9. 29 CFR 1910.134 Respiratory protection.
10. 3M Respirator Selection Guide. 2008.
11. 3M Corporation: Reuse of Organic Vapor Chemical Cartridges [Technical Data Bulletin #142] by C.E. Colton. St. Paul, Minn.: 3M; 1999.
12. Wood G.O., Snyder J.L. Estimating reusability of organic air-purifying respirator cartridges. J. Occup. Environ. Hyg. 2011; 8: 609-17.
13. Wood G.O., Snyder J.L. Estimating service lives of organic vapor cartridges III: multiple vapors at all humidities. J. Occup. Environ. Hyg. 2007; 4 (5): 363-74.

Поступила 11.05.12