**Заключение**

Выявлены различные формы и степени выраженности иммунного ответа работающих на действие нейротоксикантов различной химической природы (пары металлической ртути, ВХ и дихлорэтан; ЭПХГ и ХА), обусловленные преимущественно спецификой химического фактора. Показано, что воздействие паров металлической ртути способствует увеличению продукции IgA у большинства работающих, в то время как при воздействии хлорированных углеводородов наблюдается снижение его концентрации. Компенсаторное повышение концентрации IgG установлено только у работающих в производстве ЭПХГ. При воздействии всех нейротоксикантов отмечено выраженное снижение содержания IgM. Изменения иммунологических показателей у работающих при воздействии ртути и хлорированных углеводородов являются дозозависимыми, что может служить одним из признаков производственной обусловленности выявленных нарушений в состоянии здоровья работающих.

Литература


1. *Антипова Н. С.* и др. // Гиг. и сан. – 2002. – № 4. – С. 28–29.
2. *Большаков А. М., Крутько В. Н., Пуцилло Е. В.* Оценка и управление риском влияния окружающей среды на здоровье населения. – М.: Эдиториал УРСС, 1999.
3. *Захаренков В. В.* и др. // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2010. – № 4 (75). – С. 24–27.
4. *Реброва О. Ю.* Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. – М.: Медиасфера, 2002.
5. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920–04. – М., 2004.
6. *Трошин В. В., Литовская А. В.* // Аллергол. и иммунол. – 2004. – Т. 5, № 1. – С. 189.
7. *Шаяхметов С. Ф., Дьякович М. П., Мещакова Н. М.* // Медицина труда и пром. экол. – 2008. – № 8. – С. 27–33.
8. *Шаяхметов С. Ф., Мещакова Н. М., Дьякович М. П., Сорокина Е. В.* // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2009. – № 1. – С. 53–58.


Поступила 22.11.11

© А. В. ЧИРКИН, В. А. КАПЦОВ, 2012

**УДК 613.6:614.894.24**

*А. В. Чиркин[1], В. А. Капцов[2]*

# ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА РЕСПИРАТОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

[1]«М-Клиринг Текнолоджи»; [2]ВНИИЖГ Роспотребнадзора, Москва

*Представлен обзор результатов количественной оценки защитных свойств респираторов, проводившейся в последние десятилетия в промышленно развитых странах. Эти исследования стали основой для разработки нормативных документов, регулирующих выбор, выдачу и применение средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Приводится информация о способах, используемых для предупреждения профзаболеваний, связанных с применением респираторов с нестабильными защитными свойствами. Предложены мероприятия по сохранению здоровья рабочих, в основу которых положена общепринятая практика использования СИЗОД: разработка и применение нормативных документов, регулирующих выбор и использование респираторов, обучение сотрудников, применение более эффективных респираторов.*

Ключевые слова: *респиратор, СИЗОД, коэффициент защиты*

*A. V. Chirkin[1], V. A. Kaptsov[2]* – PROTECTIVE PROPERTIES OF RESPIRATORS IN WORKING CONDITIONS

*[1]M-Clearing Technology ; [2]Federal State Unitary Enterprise «All-Russian Research Institute of Railway Hygiene» of the Federal Service for the Oversight of Consumer Protection and Welfare, Moscow*

*A review of the results of measurements of protective properties of respirators(Respiratory protective equipment (RPE)), conducted in recent decades in industrialized countries is presented. These studies formed the basis for the development of regulations governing the selection, delivery and use of RPE. Information on modes applied for the prevention of occupational diseases with the use of respirators has been provided. The measures to preserve the health of workers, based on the common practice of using RPE, including: development and application of regulations governing the selection and use of respirators, employee training, use of more effective respirators, the protection factor are suggested*

Key words: *respirator, RPE, protection factor*

Для снижения загрязненности воздуха рабочей зоны можно использовать разные способы. Когда их оказывается недостаточно, для сохранения здоровья рабочих используют средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Чтобы СИЗОД эффективно выполняли свое предназначение – предотвращение попадания вредных веществ в органы дыхания, необходимо соблюдать ряд условий:

– изолировать органы дыхания от окружающей загрязненной воздушной среды. Для этого используют полумаски и полнолицевые маски;

– обеспечить чистый или очищенный воздух для

*Капцов В. А.* – проф., д-р мед. наук, зам. дир. (kapcovva@rambler.ru); *Чиркин А. В.* – инженер (alexandr.chir@yandex.ru).

дыхания. В фильтрующих респираторах загрязненный воздух очищается противоаэрозольными и/или противогазными фильтрами.

Нарушение любого из этих условий ухудшает защитные свойства СИЗОД.

Каков реальный эффект применения фильтрующих респираторов в производственных условиях? В промышленно-развитых странах в течение нескольких десятилетий количественно оценивали защитные свойства разных респираторов во время работы. Для этого на поясе рабочего закрепляли 2 пробоотборных насоса и фильтры и во время работы одновременно измеряли загрязненность воздуха под маской респиратора и снаружи – вдыхаемого и окружающего воздуха.

Концентрация вредных веществ под маской позволяет оценить их фактическое воздействие на рабочего, а деление средней наружной концентрации на подмасочную позволяет определить коэффициент защиты респиратора в производственных условиях. Важно отметить, что уже много лет специалисты четко различают два разных коэффициента защиты:

– производственный коэффициент защиты (ПКЗ, workplace PF) – отношение средних концентраций – наружной к подмасочной при непрерывном ношении респиратора во время измерений;

– эффективный коэффициент защиты (ЭКЗ, effective PF), когда рабочий может снимать и поправлять маску, что и происходит на практике.

ПКЗ – это показатель защитных свойств самого респиратора в производственных условиях, ЭКЗ позволяет оценить последствия его применения для здоровья рабочих. Например, если ПКЗ = 1000, а во время работы, чтобы что-то сказать, рабочий снимал респиратор, то 5 мин разговора за 8 ч дадут значение ЭКЗ = 114 – в 9 раз меньше, чем ПКЗ.

Перед измерениями ПКЗ рабочих предупреждали о недопустимости снимания респираторов. После надевания маски специальным оборудованием измеряли количество просачивающегося под нее нефильтрованного воздуха (через зазоры между маской и лицом). Если оно превышало допустимое, рабочий не участвовал в измерениях. Во время замеров за рабочими непрерывно наблюдали, чтобы они не снимали респираторы. При измерении ЭКЗ непрерывное наблюдение не проводилось.

На рис. 1 показаны результаты измерения ПКЗ респиратора, которое производили непрерывно специальным научным оборудованием. Видно, что эффективность респиратора сильно изменяется. Последствия этой изменчивости показаны на рис. 2, где отдельным точкам соответствуют средние значения ПКЗ.

На этой диаграмме показаны результаты измерений ПКЗ, проводившихся в разных странах в разное время на предприятиях различных отраслей промышленности. Во всех случаях использовали сертифицированные респираторы-полумаски.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

● Коэффициент защиты респиратора – случайная величина; он может изменяться в очень широких пределах при использовании одинаковых респираторов высокого качества в одинаковых условиях.

● В производственных условиях коэффициент защиты мало зависит от качества фильтров, которое постоянно. Следовательно, разнообразие полученных результатов объясняется проникновением нефильтрованного воздуха через зазоры между маской и лицом.

● Перед проведением измерений ПКЗ (см. рис. 2) измеряли проникновение воздуха через зазоры, и рабочих, у которых оно достигало 1% (ПКЗ = 100), не допускали к испытаниям. Во время работы за рабочими непрерывно наблюдали, поэтому наименьшие из полученных результатов объясняются смещением правильно одетых масок уже во время работы.

● Значения ЭКЗ в среднем были ниже, чем ПКЗ. Их величина зависит (дополнительно) от того, могут ли рабочие использовать респираторы непрерывно (необходимость разговаривать, высокая температура в цеху), и от организации применения респираторов на предприятии (тренировки).

● Даже точная информация и о загрязненности воздуха, и о респираторе не позволяла определить, насколько снизится воздействие вредных веществ на рабочих при использовании СИЗОД.

Что можно сделать для предотвращения профзаболеваний при использовании респираторов с нестабильными защитными свойствами? На основании многочисленных научных исследований в развитых странах были разработаны следующие мероприятия.

● Все респираторы при сертификации проверялись на испытателях. Форма и размеры лиц испытателей соответствовали форме и размерам лиц рабочих [7, 8].

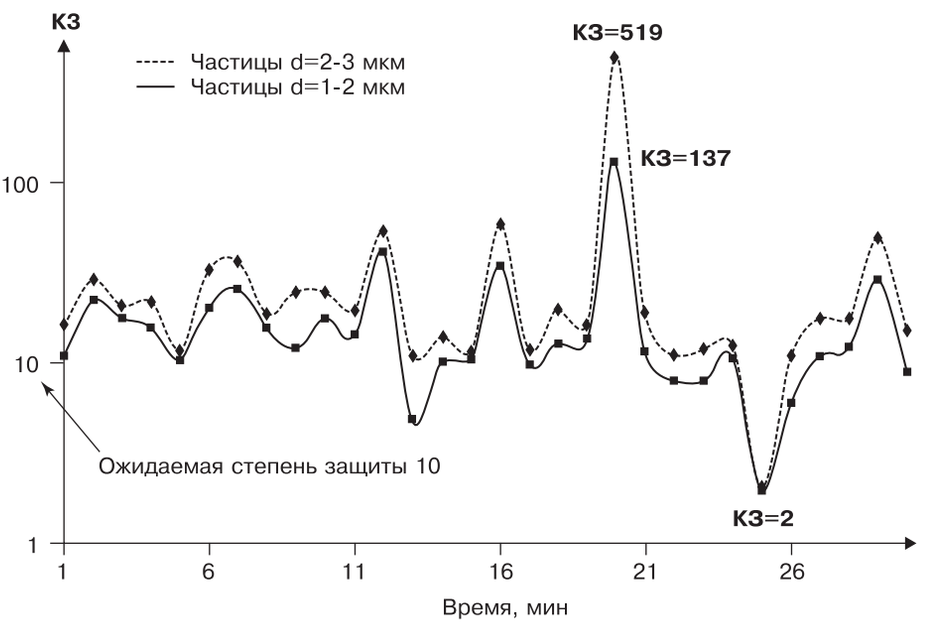



Рис. 1. График изменения значений коэффициента защиты (КЗ) респиратора-полумаски. Измерения проводили во время работы комбайна непрерывно, маска не снималась. (Ann. Occ. Hyg., 2005, с. 245–257).

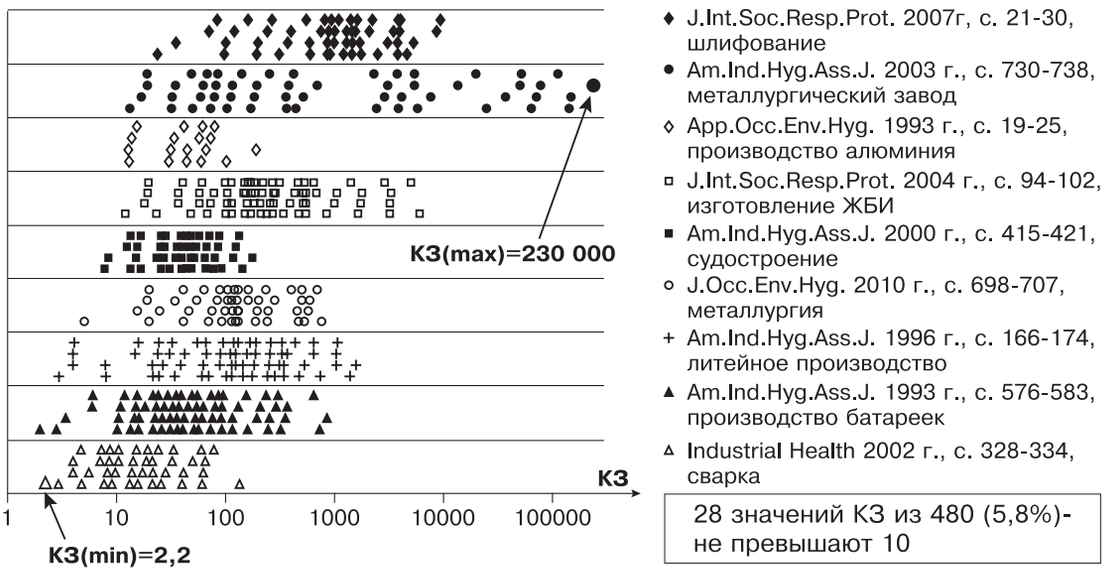



Рис. 2. Средние значения КЗ респираторов-полумасок при непрерывной носке.

● При выборе респираторов придерживались ограничений области их допустимого применения, установленных национальными стандартами [1, 2]. Ограничения (например, полумаски – до 10 ПДК) были установлены после статистической обработки результатов измерений ПКЗ, и при правильном применении исправных СИЗОД они обеспечивали снижение загрязненности вдыхаемого воздуха до величины ниже ПДК более чем в 95% случаев [5]. Если воздух не очень сильно загрязнен, редкие (до 5%) случаи его вдыхания не должны были нанести вреда здоровью [6]. При сильной загрязненности (до 1000 ПДК) использовали респираторы другой конструкции – с избыточным давлением воздуха под маской.

● Рабочему не выдавали конкретный респиратор, а позволяли выбрать наиболее удобный из нескольких. Затем прибором проверяли, сколько нефильтрованного воздуха просачивалось между маской и лицом. Если проникание было велико, рабочий должен был выбрать другую маску [3, 11]. Как показали исследования, более подходящие маски меньше смещались во время работы, а более удобный респиратор реже снимался.

● Рабочий обязательно проходил обучение, во время которого ему рассказывали о свойствах вредных веществ, последствиях их вдыхания и защитных параметрах респираторов. Одновременно его учили правильно выбирать и надевать респираторы и фильтры и проверяли полученные знания и навыки [3, 4, 11].

● Работодатель обязательно назначал должностное лицо, ответственное за надлежащее выполнение программы респираторной защиты [3, 4, 11], в которую входил правильный выбор респираторов, индивидуальный подбор с проверкой, обучение и тренировки рабочих, контроль правильности применения. Программа респираторной защиты и ее выполнение документировались, что позволяло проводить проверки.

● При повышенной индивидуальной чувствительности у некоторых людей возможно нарушение здоровья при вдыхании даже слабо загрязненного воздуха. В этом случае работодатель обязан бесплатно выдавать рабочим более надежный респиратор (если попросят), например, при 5 ПДК – не полумаску, а полнолицевую маску. При запыленности до 1 ПДК предусмотрено добровольное использование СИЗОД, которые также выдаются бесплатно.

● Работодатель обязан использовать все доступные технические и организационные способы снижения загрязненности воздуха, а респираторы выдавать только при невозможности достижения необходимой чистоты воздуха другими способами. Современные стандарты предусматривают конкретные требования к эффективности технических средств контроля загрязненности воздуха [9].

● Для оценки воздействия вредных веществ на рабочих работодатель обязан не только измерять загрязненность воздуха рабочей зоны, но и проверять содержание вредных веществ в организме рабочего [10]. В ряде стандартов по охране труда указан порядок хранения информации о вредных воздействиях на рабочих и результатах их медицинских обследований, а также доступа к ней [10].

Все перечисленное выше, а также наличие респираторов высокого качества, средств контроля, учебных пособий и обученного персонала, накопленный опыт и главное ответственность за ухудшение здоровья рабочих и нарушение требований охраны труда способствуют сохранению здоровья рабочих на вредном производстве.

Несмотря на требования законодательства («… средства защиты должны соответствовать условиям работы…»), в РФ нет ни одного нормативного документа, где бы четко и однозначно определялось, когда и какие респираторы можно использовать, а когда – нельзя. Необходимо разработать нормативные документы, регулирующие применение респираторов и организацию охраны труда в конкретных производствах с учетом лучшего мирового опыта.

Разработка и реализация современной программы респираторной защиты позволили бы свести к минимуму различия между ПКЗ и ЭКЗ и обязали бы работодателя контролировать применение респираторов

рабочими (когда это необходимо). В то же время непрерывное ношение респираторов нереально и бессмысленно, если маска неудобна и не изолирует органы дыхания от окружающего загрязненного воздуха. Следует создать механизмы, исключающие выпуск и применение респираторов, разработанных во второй половине прошлого века, не соответствующих современным требованиям, и поощряющие изготовление новых моделей по разумной цене.

Необходимо создать новые учебные пособия по СИЗОД и организовать систему обучения (санитарных врачей и инженеров по охране труда) по этому направлению. Отсутствие учебных пособий сегодня связано с отсутствием соответствующих нормативных документов: в учебнике не на что сослаться. Некомпетентность лиц, от которых зависят выбор и применение респираторов, способствует ухудшению здоровья, порой – необратимому. Следует использовать накопленный отечественный и зарубежный опыт для обучения людей, чья работа связана с применением респираторов.

Для сбережения здоровья рабочих нужно объективно контролировать последствия воздействия вредных веществ на организм. Нормативные документы, регулирующие организацию охраны труда, должны содержать не только конкретные требования к проведению измерений загрязненности воздуха и медицинским обследованиям, но и порядок их хранения и доступа к ним. При конфликте интересов работодателя и рабочего это позволит объективно определить причины ухудшения здоровья.

Два столетия интенсивного развития промышленности и гигиены труда показали, что без организации эффективного контроля работодателя (охраны труда) препятствовать ухудшению здоровья рабочих невозможно.

**Заключение**

В настоящее время организация применения респираторов, решение вопросов охраны труда при их применении, отсутствие учебных пособий и соответственно компетентных специалистов, низкие изолирующие свойства разработанных 30–50 лет назад масок, неэффективный контроль работодателей и наличие «недорогой» рабочей силы не обеспечивают сохранение здоровья рабочих при использовании респираторов. Кроме известных медицинских проблем, это способствует текучести кадров и снижает производительность труда из-за явного или скрытого применения «защиты временем» [1].

Литература


1. Гигиена труда / Под ред. Н. Ф. Измерова, В. Ф. Кириллова. – М. – 2008.
2. American National Standard Practices for Respiratory Protection ANSI Z-88-2 (ANSI).
3. *Bollinger N. J., Schutz R. H.* NIOSH guide to industrial respiratory protection. – Cincinnati, Ohio, 1987.
4. *Bollinger N. J.* et al. // Healh care facilities. – Cincinnati, Ohio, 1999.
5. *Nelson T. J.* // Am. Industr. Hyg. Assoc. J. – 1996. – Vol. 57, N 8. – P. 735–740.
6. *Nicas M., Neuhaus J.* // J. Occup. Environ. Hyg. – 2004. – Vol. 1, N 2. – P. 99–109.
7. *Weihong Chen* et al. // Ann. Occup. Hyg. – 2009. – Vol. 53, N 3. – P. 297–305.
8. *Ziqing Zhuang, Bruce Bradtmiller, Shaffer R. E.* // J. Occup. Environ. Hyg. – 2007. – Vol. 4, N 9. – P. 647–659.
9. 29 CFR 1910.1027 Cadmium (кадмий).
10. 29 CFR 1910.1025 Lead (свинец).
11. 29 CFR 1910.134 Respiratory Protection (OSHA).


Поступила 12.01.12