

УДК 614.89

## Защита органов дыхания работников угольных предприятий с использованием респираторов

Рассмотрены проблемы индивидуальной защиты органов дыхания работников угольных предприятий, недостатки фильтрующих средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), их выбор и организация применения. С учетом практики применения респираторов в зарубежных странах предложены рекомендации по улучшению защиты рабочих с помощью СИЗОД.

**Ключевые слова:** респиратор, коэффициент защиты, СИЗОД, шахтер, профессиональные заболевания.

**Контактная информация:** lenayavorskay@mail.ru

Добыча угля и других полезных ископаемых, их переработка и транспортирование часто приводят к чрезмерному загрязнению атмосферного воздуха пылью из-за несовершенства технологических процессов и недостатков используемого оборудования, средств коллективной и индивидуальной защиты. Для предупреждения профессиональных заболеваний рекомендуется устранять источник загрязнений, предотвращать привнесение в воздух вредных веществ или снижать их уровень, использовать качественные фильтрующие средства индивидуальной защиты органов дыхания.

Отметим, что применение респираторов в приоритетности способов защиты занимает последнее место. Это объясняется значительной нестабильностью их показателей, которые колеблются в широком диапазоне (при сравнении средних значений эффективности труда каждого работника) [1, 2]. Непостоянство этого показателя объясняется тем, что основной путь попадания загрязнений в органы дыхания – просачивание вредных веществ сквозь зазоры между полумаской и лицом. Размеры и форма зазоров изменяются во время работы под влиянием многих факторов, наиболее важные из которых – сползание полумаски, неаккуратное надевание на лицо, несоответствие лицу по форме и размеру [3].

Использование технических средств коллективной защиты (вентиляции; отсосов, встроенных в комбайн; воздушных душей; дистанционного управления комбайном и др.) позволяет снизить запыленность в зоне дыхания до допустимого в большинстве случаев значения [3]. Однако в настоящее время переход на такие технологии крайне сложен, так как их внедрение и применение эффективных средств коллективной защиты требует реконструкции оборудования и горных машин. Поэтому, чтобы уменьшить профессиональные заболевания, необходимо повы-



**С. И. ЧЕБЕРЯЧКО,**  
канд. техн. наук  
(Национальный горный университет)



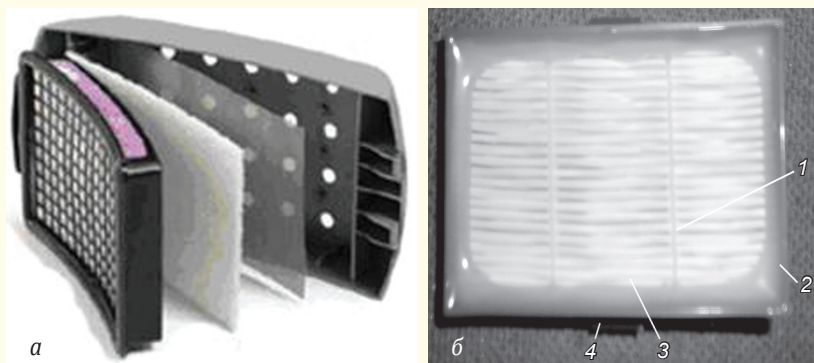
**Е. А. ЯВОРСКАЯ,**  
канд. техн. наук  
(Национальный горный университет)



**Ю. И. ЧЕБЕРЯЧКО,**  
канд. техн. наук  
(Национальный горный университет)

сить эффективность фильтрующего респиратора путем усовершенствования конструкции, а также проведения организационных мероприятий, направленных на выбор адекватных респираторов, обучение, тренировки и контроль за правильным их использованием во время работы.

Для уменьшения количества вдыхаемой пыли с помо-



**Рис. 1.** Фильтрующие элементы к респираторам: *а* – многослойный; *б* – большой фильтрующей поверхности: 1 – корпус; 2 – фильтр; 3 – сепаратор; 4 – герметизатор.



**Рис. 2.** Противопылевые респираторы «Шахтер» (*а*) и РПА-ТД-1 (*б*).

стью фильтрующих респираторов требуется обеспечить:

во-первых, высокую очистку вдыхаемого воздуха;

во-вторых, надежную изоляцию органов дыхания от окружающей среды;

в-третьих, своевременное и правильное использование респиратора в течение времени, когда запыленность превышает граничную концентрацию вредных веществ.

С *первой задачей* легко справляются освоённые промышленностью высокоэффективные фильтры для любых условий эксплуатации. Однако при больших скоростях фильтрации резко возрастает сопротивление дыханию, что ухудшает самочувствие рабочего и его работоспособность. Сопротивление дыханию также повышается из-за накапливания загрязнений на фильтре. Чтобы уменьшить загрязнение, применяют гофрированные фильтры большой площади (рис. 1, *а*) [4] либо многослойные с использованием предфильтров (рис. 1, *б*) [5].

Существуют конструкции респираторов с одним и двумя фильтрующими патронами. Наличие двух патронов уменьшает поле обзора работников. Увеличение массы и громоздкость фильтрующих коробок ухудшают изолирующие свойства полумасок вследствие перераспределения усилий по полосе обтюрации и появления дополнительных зазоров из-за сползания полумаски во время работы.

Хорошо зарекомендовали себя респираторы с одним фильтрующим патроном, которые лишены вышеперечисленных недостатков. Например, противопылевые респираторы «Шахтер» (разработчик – Физико-химический институт защиты окружающей среды и человека) и РПА-ТД-1 (изготовитель – ТПГ «Стандарт») (рис. 2). Заметим, что респиратор «Шахтер» имеет большую пылеемкость фильтров за счет применения предфильтров низкого сопротивления дыханию, которые можно удалять во время работы по мере их запыления [5–7].

Решение *второй задачи* – более сложное. Десятки исследований эффективности респираторов

Тип СИЗОД (страна)	Минимальные коэффициенты защиты СИЗОД, требуемые для лабораторной сертификации	Ограничение области применения, ПДК	
		прежнее	новое (с 2013 г.)
Полнолицевая маска (США)	>250 000*	До 100	До 50
Полнолицевая маска (Великая Британия)	>2000 (по газу) или >1000 (по аэрозолю)	До 900	До 40
Полумаски (США)	>25 000*	До 100** (1980 г.)	До 10
Полумаски (Великая Британия)	>50	До 20	

\* 42 Code of Federal Register Part 84 Respiratory Protective Devices.

\*\* ANSI Z88.2-1980. Стандарт позволял использовать полумаски до 100 ПДК, если при индивидуальном подборе для работника лабораторный коэффициент защиты был равен или больше 100.

раторов в производственных условиях при непрерывном и своевременном использовании показали, что она определяется просачиванием неотфильтрованного воздуха сквозь зазоры, а не прониканием сквозь фильтры [8]. Статистической обработкой результатов производственных исследований эффективности СИЗОД разных конструкций (*при непрерывном ношении*) установлены ограничения области допустимого применения респираторов всех типов (таблица) таким образом, чтобы выполнение ограничений и своевременное ношение позволили защитить рабочих в большинстве случаев.

Из таблицы видно, что у полнолицевых масок просачивание меньше, чем у полумасок. Это объясняется прежде всего тем, что полнолицевые маски имеют двойную или тройную полосу обтюрации (рис. 3) [9]. Поэтому для повышения изолирующих свойств респираторов производители постоянно работают над созданием более рациональной конструкции обтюлятора. К примеру, научные работники Физико-химического института защиты окружающей среды и человека предложили несколько вариантов обтюрационной полосы, что позволяет учитывать различия антропометрических характеристик лиц работников (рис. 4) [10].

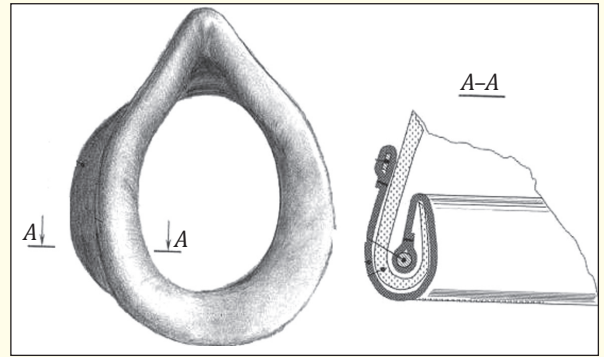
В США и странах Евросоюза имеются разработки по внедрению воздушного обтюлятора. Однако широко их не применяют из-за существенных недостатков – опасности прокола, неудобства при изготовлении и обслуживании.

Главный сдерживающий фактор в усовершенствовании конструкции обтюлятора – наличие одинаковых ограничений области применения для масок с обычным и улучшенным обтюраторами. В сочетании с более высокой стоимостью последнего это демотивирует изготовителей и потребителей производить и применять такие респираторы. Необходимо законодательно стимулировать использование респираторов с улучшенным обтюратором за счет изменения области допустимого применения.

Решение *третьей задачи* возможно путем снижения негативного влияния на работников ношения респираторов, которое проявляется в



**Рис. 3.** Полнолицевая маска с несколькими полостями обтюрации.



**Рис. 4.** Гигиенический обтюратор для средств индивидуальной защиты.

чрезмерном сопротивлении дыханию, недостаточном комфорте, перегреве кожных покровов лица и др. Важно также обеспечить равномерное распределение усилий по полосе обтюрации, что снизит неприятные ощущения и в то же время повысит изолирующие свойства полумасок [11, 12]. Также для снижения накопления влаги в подмасочном пространстве предусматривается применение двух клапанов выдоха [6].

Основная причина снятия полумасок в рабочих условиях – невозможность общения. Поскольку шахтеры используют респираторы для защиты от пыли, можно изготовить переговорную мембрану из фильтровального материала – это сделает эластомерную лицевую маску похожей на фильтрующую. Разработаны простые акустические переговорные устройства (*voice amplifier SR 324*), и, возможно, они позволят общаться без снятия полумаски в шахте.

Важным фактором сокращения времени применения СИЗОД является работа в условиях повышенной температуры, что резко снижает защитные свойства респираторов. Поэтому при планировании работ в неприемлемых условиях необходимо обеспечить защиту шахтеров от перегрева и создать на рабочем месте оптимальный микроклимат, предусмотреть возможность отдыха во время смены, а также контролировать своевременное ношение работниками СИЗОД.

**Выводы.** Защитить шахтеров от профессиональных заболеваний, связанных с пылевой этиологией, возможно только при использовании качественных респираторов. С этой целью необходимо разработать более совершенные конструкции респираторов (например, с фильтром большей площади поверхности



фильтрующего материала, надувным обтюратором, переговорными мембранами).

Планируя выполнение работ, следует учитывать влияние условий труда на возможность применения респираторов (снижение тяжести выполняемой работы, регулирование температурного режима в зоне работ и т. п.). Желательно проводить индивидуальный подбор маски с инструментальной проверкой ее соответствия лицу.

Для повышения эффективности защиты работников угольных предприятий требуется усовершенствовать нормативную базу так, чтобы она позволяла оценить потенциальную эффективность разных видов СИЗОД и стимулировала работодателя выбирать и применять самые эффективные респираторы. Следует ввести в практику производственные испытания СИЗОД для определения, насколько эта техническая, конструктивная эффективность может быть достигнута в разных условиях труда с учетом непостоянного ношения СИЗОД.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кириллов В. Ф. О средствах индивидуальной защиты органов дыхания работающих / В. Ф. Кириллов, А. А. Бучнев, А. В. Чиркин // Медицина труда и промышленная экология. – 2013. – № 4. – С. 25–31.
2. Боллинджер Н. Руководство по применению респираторов в промышленности NIOSH [Электронный ресурс]: сайт Вікіпедії // Засоби індивідуального захисту органів дихання / Н. Боллинджер, Р. Шюц. – Режим доступу: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/87-116/pdfs/87-116.pdf>.
3. Порівняльні дослідження захисної ефективності фільтрувальних респираторів лабораторних і виробничих умовах / В. І. Голінько, С. І. Чеберячко, М. М. Наумов, Ю. І. Чеберячко // Наук. вісн. НГУ. – 2014. – № 1. – С. 139–144.
4. Пат. 3757 Україна, МПК А62В 9/00. Протипиловий патрон для респиратора / Эннан А. А-А., Грідяев В. В., Абрамова Н. М., Шевченко Т. М.; заявник і патентовласник ФХІЗНСіЛ. – № u2004031635; заяв. 05.03.04; опубл. 15.12.04, Бюл. № 12.
5. Пат. 19749 Україна, МПК А62В 7/00. Респиратор «Шахтар» / Эннан А. А-А., Абрамова Н. М., Кууск В. М., Шевченко Т. М.; заявник і патентовласник ФХІЗНСіЛ. – № u200608646; заяв. 01.08.06; опубл. 15.12.06, Бюл. № 12.
6. Пат. 19750 Україна, МПК А62В 7/00. Респиратор / Эннан А. А-А., Абрамова Н. М., Кууск В. М., Шевченко Т. М.; заявник і патентовласник ФХІЗНСіЛ. – № u200608647; заяв. 01.08.06; опубл. 15.12.06, Бюл. № 12.
7. Пат. 37959 Україна, МПК А62В 7/00. Півмаска респираторного призначення / Эннан А. А-А., Абрамова Н. М., Шевченко Т. М.; заявник і патентовласник ФХІЗНСіЛ. – № u200811463; заяв. 23.09.08; опубл. 10.12.08, Бюл. № 23.
8. Зингер Ф. К. Работоспособность и некоторые актуальные вопросы повышения эффективности профилактики пневмокониоза в угольной промышленности / Ф. К. Зингер, Е. С. Сорокин, К. Ш. Мухина // Гигиена и санитария. – 1984. – № 5. – С. 89–91.
9. Distribution of Faceseal Leak Sites on a Half-Mask Respirator and Their Association with Facial Dimensions / R. K. Oostenstad, H. Kenneth, D. L. Perkins, L. L. Perkins // American Industrial Hygiene Association Journal. – 1990. – 51. – 5. – P. 285–290.
10. Пат. 30748 Україна, МПК А62В 7/00. Гігієнічний обтюратор до засобів індивідуального захисту органів дихання / Эннан А. А-А., Грідяев В. В., Абрамова Н. М.; заявник і патентовласник ФХІЗНСіЛ. – № u200712505; заяв. 12.11.07; опубл. 11.03.08, Бюл. № 19.
11. Математическое моделирование конструкции облегченного респиратора типа «Снежок» / А. А. Эннан, Н. И. Байденко, Л. В. Климова, Е. Е. Белинский // Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в сварочном производстве: 1-я междунар. науч.-практ. конф., 11–13 сент. 2002 г.: тезисы докл. – Одесса, 2002. – С. 255–276.
12. Взаимосвязь между защитной эффективностью и общим давлением респираторов / А. А. Эннан, В. Г. Шнейдер, Н. И. Байденко, А. А. Мионов // Безопасность труда в промышленности. – 1994. – № 11. – С. 11–12.

## ПО МАТЕРИАЛАМ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ УКРАИНЫ» ПРОШЛЫХ ЛЕТ

Год 1974

В журнале № 10 статья о М. М. Протождяконове посвящена 100-летию со дня его рождения. М. М. Протождяконов известен как крупнейший ученый-горняк. Научные разработки Михаила Михайловича в области теории горного давления и рудничного крепления были не только надежной основой для развития современных областей теории горного давления и практики поддержания подземных выработок, но также являются иллюстрацией блестящего горного искусства и глубоко оригинального и самобытного таланта выдающегося ученого, на трудах которого воспитано несколько поколений горных инженеров. Советская горнотехническая общественность заслуженно чтит память проф. М. М. Протождяконова – классика русской горной науки, создателя учения о горном давлении.