

УДК 623.459.65

В.Н. Михайлова, С.И. Горковенко, В.А. Шерстов

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АССОРТИМЕНТА
ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ СПЕЦОДЕЖДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЯКУТИИ**

Семинар № 19

Ведущей отраслью экономики Республики Саха (Якутия) является горнодобывающая промышленность. Учитывая суровые климатические условия Якутии, остро стоит проблема защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата. В данных условиях теплозащитная спецодежда является одной из основных средств индивидуальной защиты (СИЗ) работающих в условиях Северо-востока РФ. Вместе с тем, применяемая теплозащитная спецодежда зачастую не обеспечивает защиту от холода и вредного воздействия других производственных факторов, не выдерживает нормативных сроков носки, что отрицательно сказывается на здоровье работников, приводит к повышенному уровню заболеваемости с временной утратой трудоспособности. Поэтому обоснование рационального ассортимента спецодежды с учетом конкретных производственных и климатических условий ее использования является актуальной задачей.

На основании изучения условий труда и анкетирования горнорабочих в цветной металлургии, угольной промышленности республики выделены профессии, которым необходима спецодежда для защиты от пониженных температур и факторы, определяющие требования к ее защитным свойствам. Результаты исследований показали, что основными факторами, воздействующими на работающих в процессе трудовой деятельности, являются низкие температуры, механический фактор, пыль, горючесмазочные материалы, вода и растворы нетоксичных веществ, искры и брызги расплавленного металла. Изучение применяемого ассортимента на предприятиях горнодобывающей промышленности показало, что наиболее часто распространена модель Е-43 с некоторым раз-

нообразием в используемых тканях, которая составила 82% от всего применяемого в настоящее время ассортимента теплозащитной спецодежды.

Анализ фактических сроков носки, используемой в горнодобывающей отрасли Якутии теплозащитной спецодежды, выявил, что качество теплозащитной спецодежды не в полной мере удовлетворяет потребителя. Наиболее подвержена влиянию неблагоприятных факторов спецодежда рабочих, занятых на подземных горных работах (табл. 1). Теплозащитная спецодежда не выдерживает нормативных сроков носки.

Среди профессий рабочих, занятых на открытых горных работах (в карьерах и разрезах), наиболее низким фактическим сроком носки спецодежды характеризуются профессии взрывника, машиниста и помощника экскаваторов и бурстанков. На обогатительных фабриках фактические сроки носки спецодежды практически для всех профессий близки и соответствуют нормативным.

Несоответствие фактических сроков носки теплозащитной спецодежды нормативным исходит из того, что в основном используется спецодежда общего назначения, т.е. не учитываются условия труда рабочих различных профессий.

ИСПТ АН РС (Я) разработана «Методика комплексной оценки качества теплозащитной спецодежды». В «Методике...» приведен алгоритм расчета комплексной оценки. Расчет обобщенного комплексного показателя качества теплозащитной спецодежды осуществляется в следующей последовательности [1, 2]:

- выбор структурной схемы качества теплозащитной спецодежды;

Таблица 1
Фактические сроки носки теплозащитной спецодежды рабочих, мес.

Вид спецодежды	Профессия							
	Скреперист	проходчик	ГРОЗ	Горнорабочий	Взрывник	маш. электровоза	стволовой	электрослесарь
Куртка	5	3	8	8	11	4	24	12
Брюки	5	3	8	8	11	4	24	12

- определение единичных показателей качества;
- вычисление относительных оценок единичных показателей качества;
- вычисление оценок показателей качества групповых свойств;
- вычисление комплексного показателя качества (КПК) теплозащитной спецодежды.

В соответствии с данным алгоритмом была проведена оценка качества применяемой на предприятиях горнодобывающей промышленности теплозащитной спецодежды. Проведена оценка качества теплозащитной спецодежды мод. Е-43 из пяти наиболее часто встречающихся артикулов тканей (арт.3108, 3202, 3277, 3244, 3164).

Анализ комплексных оценок защитных свойств спецодежды из тканей арт. 3108, 3244, 3202, 3277 показывает, что по группе защитных свойств самые высокие оценки имеет одежда из ткани арт.3108, самые низкие - из ткани арт.3244. Ткань арт.3108 характеризуется высокими показателями по стойкости к истиранию (6467 циклов), ткань арт.3202 имеет лучшую оценку по разрывной нагрузке. Ткани арт.3277 и 3244 имеют более низкие показатели прочностных свойств - относительные оценки колеблются от 0,330 до 0,607 (рисунок).

Все 100 % комплексных оценок качества спецодежды из ткани арт. 3244 имеют недостаточно хороший уровень для рассматриваемых

условий труда. Для ряда профессий - взрывники, сварщики и другие – применение оцениваемой спецодежды из-за неприемлемого уровня показателя надежности (оценка 0,3) не рекомендуется. Для большинства профессиональных групп теплозащитная спецодежда имеет низкие показатели эргономических и эстетических свойств.

Самые высокие комплексные оценки качества спецодежды для всех условий труда имеет спецодежда из ткани арт. 3108. Если рассматривать качество теплозащитной спецодежды из указанных артикулов тканей в соответствии со шкалой приемлемости, то применение спецодежды из ткани арт. 3108 в 47 % случаев не соответствует условиям труда, так как оценка качества спецодежды имеет комплексные показатели от 0,4 до 0,6.

В табл. 2 приведены результаты оценок спецодежды проходчика, ГРОЗ, машиниста бурстанка, взрывника, электрослесаря и газосварщика.

Рассматриваемый вид спецодежды не может быть применен в условиях сильного воздействия механического фактора, ГСМ и высокого уровня запыленности. Это такие профессии, относящиеся к горнодобывающей отрасли, как машинист и помощник машиниста экскаватора и бурового станка, слесарь по ремонту горного оборудования, рабочие, занятые на подземных горных работах.

Фактические оценки спецодежды Мод. Е-43 по устойчивости к прожиганию при проведении сварочных работ равны нулю, т.к. прожоги ткани наступают мгновенно. Вследствие этого следует отказаться от применения мод. Е-43 для газосварщика, электросварщика, сварщика.

Таким образом, наиболее широко применяемая спецодежда мод. Е-43 может быть использована для защиты рабочих

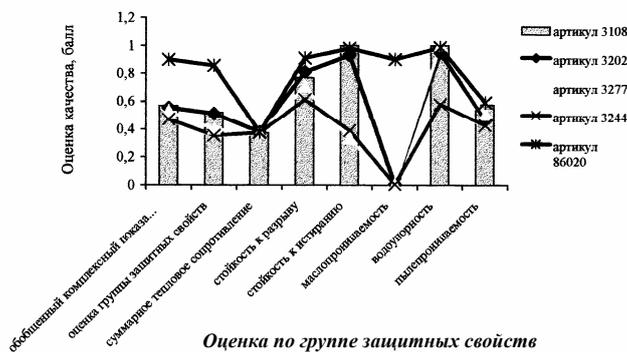


Таблица 2

Комплексная оценка качества теплозащитной спецодежды рабочих горнодобывающей промышленности РС (Я), Мод. Е-43 ГОСТ 29335-92 «Костюмы мужские для защиты от пониженных температур. Технические условия», артикул ткани 3108

Наименование показателя	Относительная оценка по профессиям				
	взрыв-ник	слесарь	машинист бурстанка	проходчик, ГРОЗ	Газоэлектросварщик
Суммарное тепловое сопротивление	0,984	0,812	0,372	0,984	0,256
Стойкость к разрыву	0,904	0,870	0,769	0,769	0,810
Стойкость к истиранию	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Маслопроницаемость	-	0	0	0	0
Водопроницаемость	1,0	-	1,0	-	-
Стойкость к прожиганию	-	-	-	-	0
Пылепроницаемость	-	-	-	0,500	-
Оценка группового показателя защитных свойств	0,975	0,674	0,519	0,708	0,319
Оценка группового показателя гигиенических свойств	0,730	0,867	0,737	0,958	0,861
Оценка надежности	0,333	0,661	0,444	0,229	0,278
Оценка эргономических свойств	0,400	0,600	0,600	0,600	0,600
Оценка эстетических свойств	0,400	0,400	0,600	0,400	0,600
Комплексная оценка качества теплозащитной спецодежды	0,683	0,678	0,569	0,656	0,519

на горных предприятиях РС(Я) в весьма ограниченных пределах. Применение этого вида спецодежды в условиях воздействия ГСМ, искр и брызг расплавленного металла является неэффективным с точки зрения обеспечения защиты и нерациональным по экономическим показателям.

Теплозащитные свойства спецодежды имеют неприемлемый уровень качества во всех профессиональных группах IY климатического пояса с длительным пребыванием на открытом воздухе и средней тяжестью выполняемых работ. Совершенно неприемлемо применение теплозащитной спецодежды из тканей указанных артикулов в условиях воздействия горюче-смазочных материалов. Недостаточный уровень качества спецодежды мод. Е-43 из этих тканей имеет место и по показателям пылепроницаемости. Таким образом, наиболее широко применяемая спецодежда мод. Е-43 может быть использована для защиты работающих на горных предприятиях РС(Я) в весьма ограниченных пределах.

Анализ комплексных оценок защитных свойств теплозащитной спецодежды из ткани арт. 86020 для профессий рабочих, связан-

ных с воздействием горюче-смазочными материалами показал, что применение для спецодежды ткани указанного артикула значительно повышает комплексную оценку по показателям маслопроницаемости, стойкости к разрыву и стойкости к истиранию. Применение ткани арт. 86020 для данных условий является более обоснованным (рисунок).

Таким образом, анализ результатов комплексной оценки показал, что применяемый ассортимент теплозащитной спецодежды не удовлетворяет всему многообразию условий труда. Теплозащитная спецодежда не обеспечивает приемлемый уровень защиты от пониженных температур рабочих с длительным пребыванием на холоде и средним уровнем энергозатрат.

На основании изучения условий труда, работающих в горнодобывающей промышленности, ассортимента и качества, применяемых на предприятиях Якутии средств индивидуальной защиты из существующих видов спецодежды рекомендован ассортимент теплозащитной спецодежды, который в большей степени отвечает рассматриваемым условиям труда. На основании результатов выполненных исследований и рекоменду-

мого ассортимента теплозащитной спецодежды для условий Крайнего Севера разработаны методические рекомендации по выбору

и применению теплозащитной спецодежды для промышленных предприятий Якутии [1, 2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по выбору и применению теплозащитной спецодежды на промышленных предприятиях Республики Саха (Якутия): Михайлова В.Н., Куйда Л.В., Горковенко С.И., Шерстов В.А. – Якутск, изд-во ЯНЦ СО РАН, 2000 г. – 50 с.

2. Михайлова В.Н., Куйда Л.В., Шерстов В.А. Комплексная оценка условий труда и качества теплозащитной спецодежды на промышленных предприятиях Якутии. – Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2001. – 164 с.

Коротко об авторах

Михайлова Виктория Николаевна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник института социальных проблем труда АН РС(Я).

Горковенко Сергей Иванович – кандидат технических наук, зав. сектором, зам. директора института социальных проблем труда АН РС(Я) по научной работе.

Шерстов Валерий Андреевич – доктор технических наук, главный научный сотрудник института горного дела Севера им. Н.В.Черского СО РАН.



© А.Б. Палкин, 2005

УДК 622.807

А.Б. Палкин

ПРОБЛЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ВО ВРЕМЕНИ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЫЛЕВОГО АЭРОЗОЛЯ НЕПРЕРЫВНЫМ РАДИОИЗОТОПНЫМ МЕТОДОМ

Семинар № 19

В ИПКОН РАН разработан новый метод непрерывного измерения концентрации пыли. Назначение метода — организация мониторинга загрязнения атмосферы пылевыми выбросами горнодобывающих и других предприятий, а также контроль запыленности воздуха рабочей зоны. На основе нового метода разработан макет-проброобраз автоматической станции пылевого контроля (АСПК) [1]. Работа датчика основана на непрерывном измерении интенсивности мягкого бета-излучения, проходящего через пылевой препарат в процессе отбора пробы на фильтр [2].

Радиоизотопный метод измерения концентрации пыли отличается от других косвенных методов (оптических, депреометрических, электрических) меньшим влиянием таких характеристик пыли, как дисперсность и вещественный ее составы [3-5]. Благодаря этому он обеспечивает высокую точность измерения массовой концентрации пыли практически любого типа в широком диапазоне (0.05—500 мг/м³). Непрерывный радиоизотопный метод измерения позволит следить за изменениями концентрации пыли как на коротких, так и на продолжительных интервалах времени. Однако изменчивость концентрации пыли во времени в ее экстремальных

формах может приводить к искажениям результатов измерения в непрерывном методе.

Принцип непрерывного радиоизотопного метода

Возможны различные способы организации процедуры непрерывного измерения концентрации пыли. Например, допускается варьирование числа и продолжительностей периодов измерения интенсивности бета-излучения. Но установлено, что оптимальной является двухшаговая процедура измерения. Последовательно, в процессе отбора пробы пыли на фильтр, осуществляются два измерения (с одинаковым периодом) числа бета-частиц прошедших через пылевой осадок на фильтре. Это позволяет определить среднюю концентрацию пыли с минимальной погрешностью, обусловленной статистическим характером регистрации бета-частиц. Пока концентрация пыли не претерпевает существенных изменений за период ее измерения, утверждение об оптимальности двухшаговой процедуры остается в силе.

В сравнении с традиционным радиоизотопным методом измерения концентрации пыли [4, 5], в котором процедуры пробоотбора и измерения интенсивности разделены во времени, при одинаковых приборных параметрах, новый метод обеспечивает меньшую погрешность измерения и позволяет измерять более низкие уровни запыленности воздуха. Кроме того, в отличие от традиционного метода он позволяет организовать практически непрерывный поток результатов измерения концентрации пыли.

Влияние изменчивости концентрации пыли во времени на результаты измерения непрерывным радиоизотопным методом

Если в течение периода измерения имеют место сильные изменения мгновенного значения концентрации пыли, то результаты измерения непрерывным методом будут отличаться от результатов традиционного радиоизотопного и весового методов измерения. Дело в том, что, в отличие от весового или традиционного радиоизотопного методов, при использовании двухшаговой процедуры происходит неодно-

Рис. 1. Весовые функции разных методов измерения концентрации пыли: 1 — весовой метод; 2 — традиционный радиоизотопный метод; 3 — двухшаговая процедура с отступом; 4 — приближенная («треугольная») весовая функция простой двухшаговой процедуры (без отступа); 5 — реальная весовая функция простой двухшаговой процедуры при максимально возможном значении $\gamma=1$; 6 — реальная весовая функция простой двухшаговой процедуры при $\gamma=2$ (за пределами максимально возможного значения).

родное по периоду измерения T усреднение мгновенной концентрации $n(t)$. В предложенном непрерывном методе результат измерения концентрации n_{res} оказывается тождественным свертке зависимости мгновенной величины $n(t)$ с весовой функцией $g(t_c)$

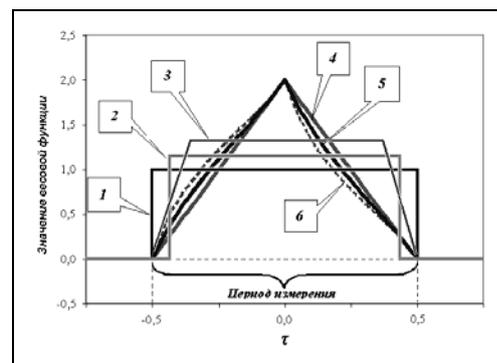
$$n_{res}(\tau) \equiv n(\tau) * g(\tau_c) = \int_{\tau_0}^{\tau_0+T} n(\tau - \tau_c) \cdot g(\tau_c) d\tau \cdot$$

Здесь использованы безразмерные координаты времени $\tau \equiv t/T$, τ_0 — начало процедуры измерения.

Форма весовой функции $g(t_c)$ зависит и от параметров изменчивости концентрации пыли (скорости изменения, амплитуды колебаний концентрации и т.д.) и от параметров процедуры измерения (периодов измерения интенсивности бета-излучения). Существенное влияние на форму $g(t_c)$ также оказывает безразмерный параметр γ — произведение массового коэффициента поглощения бета-излучения на величину прироста поверхностной плотности пыли на фильтре за период измерения T .

Но, как было установлено в численном эксперименте, может быть использовано универсальное приближение формы $g(t_c)$ (рис. 1), независящее от параметров изменчивости пылевого аэрозоля во времени. Так, например, для двухшаговой процедуры (с двумя равными

по длительности периодами измерения интенсивности Δt) измерения концентрации пыли достаточно точным приближением весовой функции $g(t_c)$ является функция в форме «правильной трапеции» (рис. 1)



$$\tilde{g}(t_c) \approx \begin{cases} 0 & , |t_c| \geq T \\ \frac{1}{(T - \Delta t) \cdot \Delta t} \left(\frac{T}{2} - |t_c| \right) & , T > |t_c| \geq T - \Delta t \\ \frac{1}{T - \Delta t} & , |t_c| < T - \Delta t \end{cases}$$

Для решения исследовательских задач, в которых требуется осуществлять подробное во времени наблюдение за динамикой пылевого аэрозоля, результаты измерения в виде свертки с такой весовой функцией вполне приемлемы. Более того, как показывает и теоретический анализ, и опыт, в сравнении с обычным усреднением такие результаты лучше отражают изменения мгновенной концентрации $n(t)$ с большими амплитудами на коротких интервалах времени (рис. 2).

Но, тем не менее, такие результаты не являются общепринятыми. Различные нормативные документы (например, [6, 7]) в явной или неявной форме требуют представления результатов именно в виде средних значений концентрации пыли за определенный период времени (например, среднесменная, среднесуточная концентрация). При измерении максимальных разовых концентраций также необходимо получить среднее значение (но уже за короткий период времени), чтобы было полное соответствие результатов измерения с традиционными методами, например, весовым. Различие же в результатах может быть интерпретировано как погрешность измерения концентрации.

Установлено, что самыми неблагоприятными моделями поведения пылевого аэрозоля, в которых различие результатов измерения непрерывного радиоизотопного методом, например, от весового метода становится наиболее

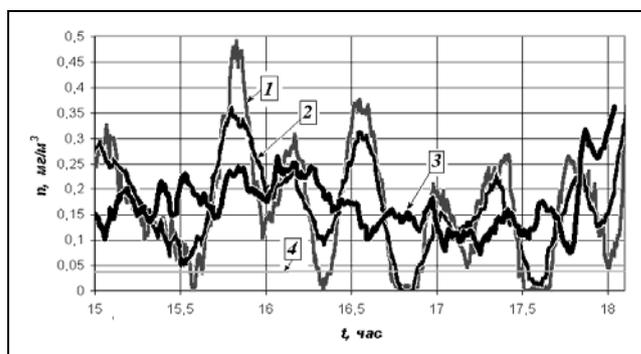
ощутимым, являются кусочно-постоянные зависимости мгновенной концентрации пыли $n(t)$ с одним – двумя разрывами первого рода («ступенька», «выброс прямоугольной формы»). Трехкратное мгновенное изменение концентрации способно привести к погрешности, превышающую 25 %, оговоренную в нормативных документах. А такое поведение пылевого аэрозоля, как показывает опыт, достаточно заурядное явление.

Решение проблемы

Наиболее простым является использование двухшаговой процедурой с отступом, в которой между двумя последовательными измерениями интенсивности бета-излучения осуществляется пауза, но без остановки процедуры пробоотбора. В пределе, когда период измерения интенсивности $\Delta t_{\text{инт}}/T$ стремится к нулю, результат $n_{\text{рез}}$ полностью соответствует обычному усреднению зависимости мгновенной величины $n(t)$ от времени на периоде T . Чтобы динамическая погрешность не превышала предела 25% при 10-кратном мгновенном изменении концентрации $n(t)$ достаточно установить период измерения интенсивности $\Delta t_{\text{инт}}$, равный 1/10 от всего периода измерения концентрации пыли T (рис. 3).

Сокращение периода измерения интенсивности $\Delta t_{\text{инт}}$, очевидно, будет вызывать увеличение погрешности, связанной со статистикой отсчетов бета-частиц. Чтобы избежать этого, необходимо будет увеличивать изначальную интенсивность и, соответственно, активность источника, что может быть приемлемо лишь до определенных границ. Иначе, если не увеличивать начальную интенсивность источника, можно увеличить период измерения концентрации.

Рис. 2. Численный эксперимент. Сравнение результата измерения концентрации пыли в двухшаговой процедуре с периодом $T=15$ мин (2) с мгновенной концентрацией (1) и результатом усреднения концентрации за период измерения T (3). Уровень статистической погрешности для всех методов 2σ — (4).



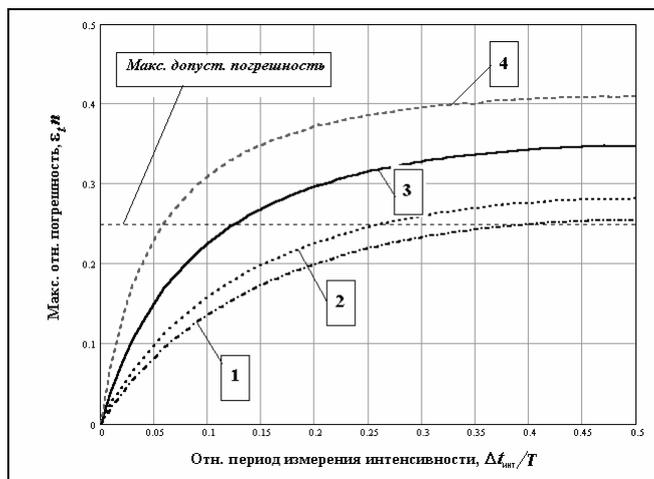


Рис. 3. Зависимость максимальной относительной погрешности измерения концентрации пыли от относительного периода измерения интенсивности в двухшаговой процедуре измерения с отступом. Модель ступенчатого изменения концентрации: 1 — 3-кратное; 2 — 5-кратное; 3 — 10-кратное; 4 — 20-кратное мгновенное изменение концентрации пыли.

Однако следует ожидать, что 10-кратные мгновенные скачки концентрации $n(t)$ — маловероятное явление. Поэтому переход к двухшаговой процедуре с большим фиксированным отступом является перестраховкой и, кроме того, всегда найдется амплитуда изменения $n(t)$, которая выведет погрешность за допустимые пределы.

Для решения задачи предлагается использовать адаптивную процедуру измерения, в которой алгоритмически в процессе измерения осуществляется управление и периодом измерения интенсивности $\Delta t_{\text{инт}}$, и всем периодом измерения одного значения концентрации пыли T . Выбор периода измерения интенсивности $\Delta t_{\text{инт}}$ осуществляется так, чтобы минимизировать динамическую погрешность, а весь период измерения T — так, чтобы минимизировать ста-

тистическую погрешность. Суммарная погрешность может быть минимизирована или, по крайней мере, приведена к допустимому уровню при средних концентрациях в таком же диапазоне измерения, что и в традиционном методе.

В результате, удастся полностью решить проблему влияния изменчивости пылевого аэрозоля во времени на результат измерения. При самой экстремальной изменчивости концентрации пыли во времени статистические параметры результатов измерения непрерывным радиоизотопным методом не хуже, чем в традиционном радиоизотопном методе. В общем случае, при одинаковых приборных параметрах, непрерывный радиоизотопный метод превосходит традиционный в точности измеряемой величины, временном разрешении, диапазоне измеряемых концентраций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудряшов В.В., Палкин А.Б. Разработка автоматической станции пылевого контроля. III Всемирный конгресс по экологии в горном деле 7-11 сент., 1999 г. Труды конгресса т. I, -С. 240-247.
2. Палкин А.Б., Кудряшов В.В. Непрерывное измерение концентрации пыли радиоизотопным методом. Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: изд. МГГУ, № 9, 2000, -С. 110-113.
3. Кудряшов В.В., Воронина Ю.В. Направления в разработке приборов пылевого контроля. В сб. Проблемы рудничной аэрологии. — М.: Наука, 1974, -С. 209-214.
4. Кудряшов В.В., Воронина Л.Д., Шуринова М.К. и др. Смачивание пыли и контроль запыленности воздуха в шахтах. — М.: Наука, 1979, 196 с.
5. Большаков В.А., Кудряшов В.В., Воронина Ю.В. и др. "Радиоизотопный измеритель концентрации пыли", А/с СССР № 1480555 кл. G 01 N 23/02, 1988.
6. ГОСТ 17.2.4.02-81. Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.
7. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

Коротко об авторах

Палкин Андрей Борисович — кандидат технических наук, ст. научный сотрудник ИПКОН РАН.

