

Для иллюстрации точности и воспроизводимости анализов при различном содержании радиоактивных компонентов в табл. 3 приведены результаты девятикратного анализа двух проб.

Заключение

Разработана методика и аппаратура для проведения многокомпонентного анализа слабо-радиоактивных образцов горных пород на уран, радий, торий и калий с содержаниями анализируемых элементов, близких к кларковым.

В случае анализа рудных проб с помощью описанной аппаратуры на уран, торий и радий производительность определений может быть повышена в четыре—шесть раз по сравнению с применяемой аппаратурой типа ЛАС при одинаковой точности измерений. Методика и аппаратура могут быть применены для многокомпонентного анализа любых радиоактивных изото-

пов, различающихся по спектру испускаемого ими γ -излучения.

Дальнейшее повышение чувствительности многокомпонентного анализа слабо-радиоактивных горных пород может быть достигнуто за счет применения спектрометрических кристаллов NaJ(Tl) с большим объемом и меньшим собственным фоном (с меньшим содержанием калия). Некоторое снижение порога чувствительности определений может быть достигнуто также за счет увеличения навески исследуемой пробы и длительности наблюдений.

Поступила в Редакцию 27/XI 1962 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. П. Шумилин, В сб. «Вопросы рудной радиометрии». М., Госатомиздат, 1962, стр. 175.
2. P. M. Hurley, Bull. Geol. Soc. American, 67, 395 (1956).
3. А. Л. Якубович, Е. П. Зайцев, «Разведка и охрана недр», № 2, 33 (1961).

УДК 622.349.5—733

Улавливание короткоживущих дочерних продуктов распада радона волокнистыми фильтрами ФП

Б. И. Огородников, В. Н. Кириченко, П. И. Басманов, И. В. Петрянов

Описано улавливание волокнистыми фильтрами ФП короткоживущих дочерних продуктов распада радона, представляющих основную радиационную опасность для органов дыхания при добыче и первичной переработке урановой руды. Показано, что эффективность улавливания зависит от основных параметров фильтрующих материалов (сопротивления, диаметра волокон, наличия электростатических зарядов), а также от линейной скорости фильтрации и дисперсного состава аэрозолей. Результаты, полученные при улавливании дочерних продуктов, образованных в воздухе лаборатории и экспериментального забоя, в интервале линейных скоростей 1—200 см/сек, обсуждены с точки зрения основных механизмов фильтрации аэрозолей. Рассмотрены основные направления использования волокнистых материалов ФП для создания фильтрующих устройств, средств индивидуальной защиты и аналитических целей.

В настоящее время для улавливания радиоактивных аэрозолей все большее распространение получают волокнистые фильтрующие материалы типа ФП (из полимерных смол). Главное достоинство таких материалов — высокая эффективность улавливания тонкодисперсных аэрозолей (проскок менее $10^{-4}\%$)

при сравнительно малом аэродинамическом сопротивлении.

В настоящей статье приведены результаты исследований улавливания короткоживущих дочерних продуктов распада Rn^{222} фильтрами ФП различных марок. Аэрозоли короткоживущих дочерних продуктов распада радона (постоянная радиоактивная примесь в свободной атмосфере и воздухе урановых рудников и обогатительных фабрик) возникают при распаде Rn^{222} , который представляет собой один из промежуточных продуктов естественно радиоактивного ряда уран—радий и постоянно диффундирует в воздух из урансодержащих пород.

При вдыхании воздуха, загрязненного смесью радона и короткоживущих дочерних продуктов его распада, основную опасность для органов дыхания представляют дочерние продукты [1—3]. Действительно, мощность дозы P_1 облучения легочной ткани, обусловленная осевшими в легких дочерними продуктами,

при установившемся равновесии с учетом всех последующих распадов выразится как

$$P_1 = Rqc \left[\frac{1}{\lambda_A} 10E_A + \left(\frac{1}{\lambda_A} + \frac{1}{\lambda_B} \right) E_B + \left(\frac{1}{\lambda_A} + \frac{1}{\lambda_B} + \frac{1}{\lambda_C} \right) (E_C + 10E_{C'}) \right] \text{ бэр/сек}, \quad (1)$$

где R — доля дочерних продуктов, осевших в легких; q — скорость дыхания; c — концентрация радона; $\lambda_A, \lambda_B, \lambda_C$ — постоянные распада RaA, RaB, RaC ; $E_A, E_B, E_C, E_{C'}$ — энергии радиоактивного распада дочерних продуктов; 10 — относительная биологическая эффективность α -излучения.

Мощность дозы P_2 , обусловленная растворенным в легочной ткани радоном, составит

$$P_2 = \epsilon Vc [10(E_{Rn} + E_A + E_{C'}) + E_B + E_C] \text{ бэр/сек}, \quad (2)$$

где ϵ — объемный коэффициент растворения радона в легочной ткани при нормальных условиях; V — объем легочной ткани; E_{Rn} — энергия радиоактивного распада радона.

В зависимости от условий расчета доза излучения, обусловленная осевшими в легких дочерними продуктами распада радона в 10—50 раз больше дозы, обусловленной самим радоном.

Даже при равномерном воздействии на легочную ткань уровень облучения будет превышать предельно допустимый (2,5 мкбэр/сек) при концентрации радона 10^{-10} кюри/л и выше. Концентрация радона в рудничной атмосфере нередко превышает эту величину и в отдельных случаях достигает 10^{-8} кюри/л [4], а суммарный сдвиг равновесия дочерних продуктов даже в хорошо вентилируемых подземных выработках редко бывает ниже 20%. Улавливание дочерних продуктов распада радона, являющихся наиболее опасными из радиоактивных загрязнений рудничного воздуха, — первоочередная задача в борьбе за улучшение условий труда горнорабочих. Кроме того, улавливание дочерних продуктов необходимо для измерения содержания их в воздухе цехов по добыче и переработке урановых руд, на близлежащей территории — для внешней дозиметрии, а также в свободной атмосфере — для метеорологии.

Характеристики фильтрующих материалов ФП

Механизм фильтрации аэрозолей на волокнистых материалах сводится к тому, что под действием различных эффектов частицы соприкасаются с волокном и выходят из потока.

Как известно [5], отношение частичной концентрации аэрозоля после и до фильтра (соответственно n и n_0) называется коэффициентом проскока K и связано с сопротивлением фильтра Δp основным уравнением фильтрации

$$\lg K = -\alpha \Delta p, \quad (3)$$

где α — коэффициент фильтрующего действия, который зависит от скорости фильтрации, диаметра волокон, пористости фильтрующего материала, дисперсности аэрозоля и других причин и определяется экспериментально.

Осаждение аэрозолей на волокнистых материалах зависит от следующих эффектов.

1. Диффузионный эффект. Поскольку частицы аэрозоля размером менее 1 мк находятся в тепловом движении, некоторые из них могут коснуться волокна и выйти из потока. В результате у волокна возникает область пониженной концентрации аэрозоля и, как следствие, направленный в ней диффузионный поток. Этот эффект зависит от скорости фильтрации и размера фильтруемых частиц r

$$\alpha_{\text{дифф}} \cong \left(\frac{1}{wr} \right)^{1/2}$$

2. Эффект касания. Этот эффект обусловлен конечными размерами волокон материала и частиц аэрозоля. Если при огибании волокна частица находится в потоке на расстоянии, не превышающем половины ее линейного размера, то она коснется волокна и выйдет из потока. Для конкретного фильтрующего материала этот эффект зависит в основном от размеров аэрозольных частиц $\alpha_{\text{кас}} \cong r$.

3. Инерционный эффект. Вследствие того, что частицы аэрозоля имеют конечную массу, при огибании волокна они смещаются с линии тока и сталкиваются с волокном. Величина эффекта пропорциональна квадрату радиуса частицы и скорости ее движения $\alpha_{\text{ин}} \cong r^2 \omega$.

4. Электростатический эффект. Некоторые фильтрующие материалы несут на волокнах электростатический заряд. Попадая в поле этого заряда, частицы поляризуются и притягиваются к волокну. Чем больше размер частиц, тем больше поляризация и тем выше вероятность того, что частица выйдет из потока $\alpha_{\text{эл}} \cong \frac{r^2}{w}$.

5. Эффект отсеивания. Частицы, размерами которых больше расстояний между волокнами материала, будут задерживаться лобовым слоем.

Методика исследования

Работа выполнена в лаборатории и в экспериментальном забое уранового рудника. Изучена зависимость эффективности улавливания короткоживущих дочерних продуктов распада радона, образующихся в свободной атмосфере и рудничном воздухе, а также улавливание рудничной пыли и ее влияние на фильтруемость дочерних продуктов распада радона.

Источником радона в лаборатории служил твердый препарат, содержащий 0,02 мг Ra^{226} (схема установки приведена на рис. 1). Исследуемые фильтры представляли собой специально приготовленные тонкие слои материалов ФП,

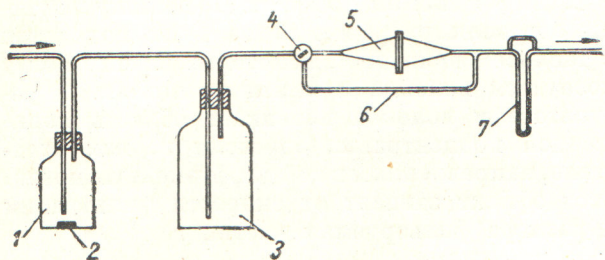


Рис. 1. Схема лабораторной установки:

1 — емкость; 2 — препарат радия; 3 — резервуар для образования дочерних продуктов; 4 — кран для регулировки потока; 5 — фильтродержатель; 6 — байпас для смены фильтров; 7 — расходомер.

вложенные в защитные кольца из бумаги. Фильтродержатель состоял из двух диффузоров с фланцами, между которыми вкладывался пакет фильтров. Последним устанавливали аналитический фильтр АФА РМП-20.

Экспериментальный забой представлял собой горизонтальную глухую выработку без вентиляции. Воздух забоя, содержащий радон и дочерние продукты его распада, прокачивали воздуходувкой через пакет фильтров и расходомер. Регулярно определяли температуру и влажность воздуха в забое. Улавливание дочерних продуктов распада радона изучалось в условиях малой и значительной запыленности воздуха.

При проведении производственных исследований в первом случае никаких работ в забое не проводилось. Во втором случае в забое создавали запыленность воздуха, примерно соответствующую условиям погрузки или скреперования породы. Концентрацию пыли во время опыта измеряли нефелометром КОЛ-45 [6], предварительно отградуированным по результатам весового анализа. Дисперсность пыли определяли осаждением частицы на предметное

стекло и последующим измерением их размеров под микроскопом (дифференциальная и интегральная кривые распределения частиц по размерам представлены на рис. 2).

Количество дочерних продуктов, задержанных на фильтрах в лаборатории и на руднике, определяли по суммарной α -активности изотопов RaA и RaC' , измеренной сцинтилляционным детектором на расстоянии 4 мм от фильтра.

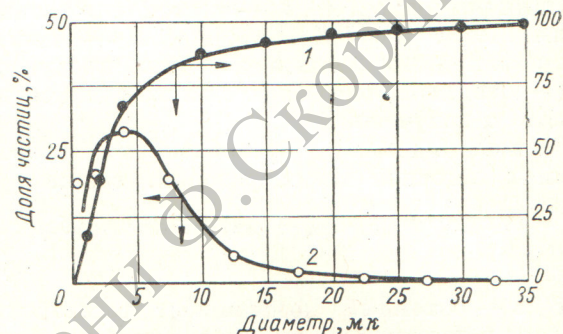


Рис. 2. Интегральная (1) и дифференциальная (2) кривые распределения частиц производственной пыли по размерам.

Для расчета абсолютной активности использовали препараты Po^{210} , подобные по геометрии исследуемым фильтрам. Из-за незначительной толщины фильтров поглощение α -излучения не превышало 3%, поэтому его не учитывали. Стандартное сопротивление каждого фильтра измеряли микроманометром с точностью $\pm 0,02$ мм вод. ст. Концентрацию радона определяли ионизационной камерой, соединенной с электрометром (чувствительность установки $1 \cdot 10^{-12}$ юри/л).

Эффективность улавливания короткоживущих дочерних продуктов распада радона определяли по суммарной α -активности фильтров, приведенной к одному моменту времени [7]. Активность лобового фильтра измеряли через 5, 15 и 30 мин после окончания отбора пробы и по этим данным рассчитывали кривую распада и активность лобового фильтра в момент окончания отбора пробы. Все остальные фильтры измеряли однократно, а затем полученные результаты по кривой распада лобового фильтра приводили также к моменту окончания отбора. Отсутствие избирательного осаждения изотопов по отдельным фильтрам проверяли путем одновременной регистрации кривых распада активности, осажденной на трех последовательно установленных фильтрах. По измеренным скоростям счета определяли эффектив-

Характеристики примененных волокнистых материалов ФП и условия их испытаний

Марка материала	Вещество волокон	Реакция на влагу	Предельная температура, °С	Средний диаметр волокон, мк	Место проведения испытаний	Линейная скорость фильтрации
ФПП	Перхлорвинил	Не смачивается	60	0,5	Лаборатория, рудник	1—200
ФПА	Ацетицеллюлоза	Смачивается	150	1,5	То же	1—150
ФПС	Полистирол	Не смачивается	80	1,45	Лаборатория	1—200
				2,50	То же	1—200
				1,34	Рудник	1—200
				1,34		1—110

ность фильтрации для использованных слоев фильтра и зависимость коэффициента проскока от стандартного сопротивления.

Фильтрующие материалы ФП представляют собой нанесенные на подложку слои беспорядочно расположенных волокон из полимеров. В зависимости от диаметра и вещества волокон, толщины и рыхлости слоя эти материалы обладают различными физико-химическими и фильтрующими свойствами.

Были изготовлены фильтры с малым стандартным сопротивлением (0,1—0,2 мм вод. ст). Используемые в опытах фильтрующие материалы ФПП и ФПС достаточно долго сохраняют на волокнах электростатический заряд, значительно повышающий их фильтрующие свойства. У материала ФПА потеря зарядов происходит быстрее. Чтобы избежать ошибок, связанных с изменением фильтрующих свойств во времени, заряды с материала ФПА предварительно снимались γ -облучением.

Условия испытаний материалов ФП различных марок приведены в таблице. При исследовании в лабораторных условиях температура воздуха колебалась в пределах 15—45° С, влажность 30—60%, концентрация радона 10^{-9} — 10^{-10} кюри/л; в экспериментальном забое соответственно: 10—15° С, 90—99% и 10^{-8} — 10^{-10} кюри/л.

Зависимость коэффициента проскока от стандартного сопротивления

Для расчета коэффициента проскока через определенное число фильтров использовали выражение

$$K_m = 1 - \frac{\sum_0^m A_i}{\sum_0^n A_i},$$

где A_i — суммарная α -активность i -го фильтра в момент окончания отбора пробы, n — количество фильтров в пакете; m — число лобовых фильтров, для которых определяют проскок.

Поскольку предполагается, что коэффициент проскока является степенной функцией сопро-

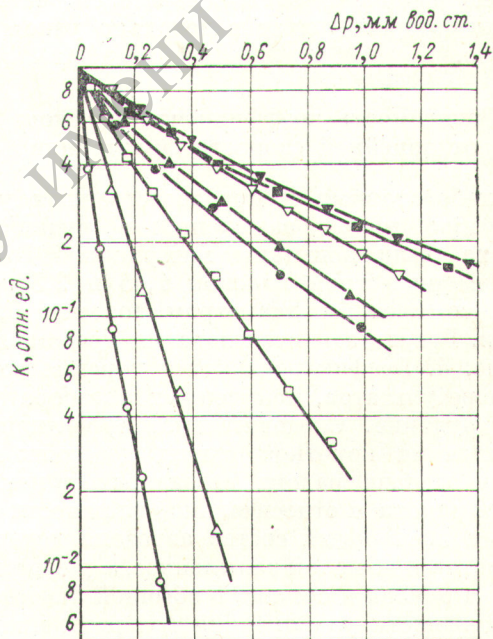


Рис. 3. Зависимость K от Δp , полученная в лабораторных и производственных условиях при различных скоростях фильтрации:

○, △, □, ▽ — соответственно 2; 5,5; 30; 150 см/сек для ФПП со средним диаметром волокон 1,5 мк; ●, ▲, ■, ▼ — соответственно 2; 5,3; 25; 130 см/сек для ФПА со средним диаметром волокон 1,45 мк.

тивления фильтра, опытные данные (рис. 3) представлены в полулогарифмических координатах.

Из анализа кривых следует, что материал ФПП фильтрует значительно лучше ФПА. Так, при скорости фильтрации 2 см/сек и стандарт-

ном сопротивлении 0,4 мм вод. ст. эффективность материала ФПА составляет 50%, в то время как у материала ФПП эффективность 99,9%. Это объясняется присутствием на волокнах ФПП электростатических зарядов.

У всех исследованных фильтров ход полученных зависимостей коэффициента проскока от стандартного сопротивления хорошо согласуется с теорией фильтрации. Прямолинейная зависимость, строго говоря, должна иметь место только при фильтрации аэрозоля с частицами одинаковых размеров, а в случае полидисперсных аэрозолей можно ожидать отклонение от прямой. Тем не менее в большинстве случаев полученные зависимости коэффициента проскока от стандартного сопротивления довольно близки к прямолинейным. Следовательно, в атмосферном и рудничном воздухе при небольшой запыленности дочерние продукты распада радона связаны с аэрозолем, размеры частиц которого лежат в довольно узком интервале.

Зависимость коэффициента проскока от линейной скорости фильтрации

В лабораторных и производственных условиях при малой запыленности рудничного воздуха были испытаны материалы ФПА со средним диаметром волокон 1,45 и 2,5 мк и ФПП со средним диаметром волокон 0,5 и 1,5 мк. Результаты исследования представлены на рис. 4. График показывает хорошее совпадение результатов, полученных в лаборатории и на руднике. Следовательно, эффективность улавливания короткоживущих дочерних продуктов распада радона не зависит от концентрации радона и относительной влажности воздуха, а дисперсный состав аэрозоля дочерних продуктов при малой запыленности рудничного воздуха близок к составу в обычной атмосфере. Эффективности улавливания дочерних продуктов распада радона материалами ФПА со средним диаметром волокон 1,45 и 2,5 мк одинаковы, для ФПП более эффективным является материал со средним диаметром волокон 0,5 мк.

Характер кривых рис. 4 также хорошо согласуется с современной теорией фильтрации. Для материалов ФПП при малых скоростях фильтрации эффективность улавливания очень высока, что обусловлено главным образом электростатическим эффектом. При изменении скорости фильтрации от 1 до 25 см/сек коэффициент проскока увеличивается в 20 раз, а дальнейшее увеличение скорости приводит к его увеличению

еще в полтора раза. Для материала ФПА со снятым электрическим зарядом такой резкой зависимости не наблюдается, и при изменении скорости фильтрации от 1 до 25 см/сек коэффициент проскока увеличивается только в полтора раза и в дальнейшем остается почти постоянным.

По мере увеличения скорости фильтрации доля электростатического эффекта уменьшается.

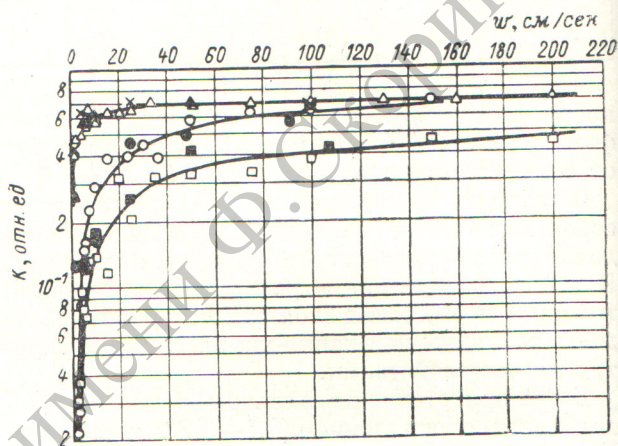


Рис. 4. Зависимость K от w при стандартном сопротивлении 0,2 мм вод. ст.:

△, ▲ — соответственно в лабораторных и шахтных условиях для ФПА со средним диаметром волокон 1,45 мк; × — в лабораторных условиях для ФПА со средним диаметром волокон 2,5 мк; ○, ● — соответственно в лабораторных и шахтных условиях для ФПП со средним диаметром волокон 1,5 мк; □, ■ — соответственно в лабораторных и шахтных условиях для ФПП со средним диаметром волокон 0,5 мк.

При больших скоростях в большей степени проявляются эффект касания и инерционный эффект. Это особенно заметно для материалов ФПП со средним диаметром волокон 1,5 мк и ФПА со средним диаметром волокон 1,45 мк. Если при низких скоростях фильтрации эффективность материалов ФПП и ФПА сильно различается, то с увеличением скорости разница сглаживается, и при 150 см/сек материалы фильтруют почти одинаково. Аналогичные результаты были получены и для других материалов ФП.

Сравнительная оценка фильтров ФП различных марок и некоторые вопросы, связанные с их использованием

Сравнительную оценку эффективности фильтров удобнее всего проводить по коэффициенту фильтрующего действия α , определяемому соотношением (3), и его зависимости от линейной скорости фильтрации (рис. 5). Для всех материалов, испытанных в лабораторных и производственных условиях (за исключением

ФПС), измеренные зависимости одинаковы. Сравнение кривых показывает, что почти во всем представленном интервале скоростей фильтрации материалы с электростатическим зарядом фильтруют значительно лучше незаряженных. Наибольшей эффективностью обладает материал ФПС; несколько меньшей, но достаточно высокой и примерно одинаковой — материалы ФПП; менее эффективны — незаряженные материалы ФПА. Так, при скорости 25 см/сек коэффициент фильтрующего действия

статическим зарядом в этом случае может быть использована кривая фильтрующего действия материалов ФПА с таким же размером волокон, так как при отсутствии заряда эти материалы фильтруют одинаково.

При очистке рудничного воздуха от короткоживущих дочерних продуктов распада радона не требуется высокой эффективности улавливания аэрозолей, так как газообразный радон не задерживается фильтром и снова образует дочерние аэрозольные продукты. В то же время решающее значение имеют производительность и компактность фильтров при минимальном (практически достижимом) сопротивлении воздушному потоку. Действительно, при проветривании подземных выработок фильтрованным воздухом сдвиг равновесия для вновь образующихся дочерних продуктов будет тем больше и, следовательно, их содержание в воздухе тем меньше, чем выше скорость проветривания [8]. Не вызывает сомнений необходимость разработки компактных подземных фильтров с малым аэродинамическим сопротивлением, определяющим экономические затраты на вентиляцию урановых рудников.

Поскольку фильтры могут быть одновременно использованы и для улавливания присутствующей в рудничном воздухе кварцсодержащей пыли, эффективность очистки (99—99,9%) может быть достигнута в фильтрах типа ЛАИК [9] с удельной производительностью $15\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^3 фильтрующей установки с сопротивлением потоку воздуха $30\text{—}35 \text{ мм вод. ст.}$ и при стандартном сопротивлении используемого фильтрующего материала $1,5 \text{ мм вод. ст.}$ Из-за большой влажности рудничного воздуха для снаряжения фильтров следует предпочесть гидрофобные материалы ФПП и ФПС. Последний, однако, обладает худшими механическими свойствами, чем ФПП, и выпускается промышленностью в ограниченном количестве. Необходимо также учитывать скорость забивания фильтров рудничной пылью, в связи с чем предпочтительнее применять материалы ФПП с толстыми волокнами, так как они более пылеемки.

При использовании материалов ФП в качестве кратковременно работающих фильтров (например, в респираторах одноразового действия, для аналитических целей) электростатические заряды не успевают исчезнуть. За счет этого можно получить высокую эффективность улавливания при значительно меньшем, чем у незаряженных материалов, сопротивлении, поскольку для указанных целей минимальное сопро-

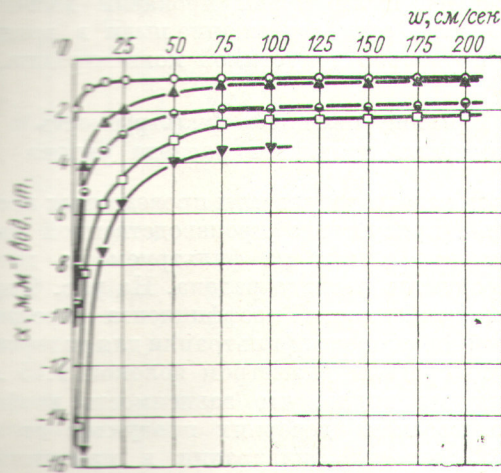


Рис. 5. Зависимость α от w :

○ — для ФПА со средним диаметром волокон 1,45 и 2,5 мк; ● — для ФПА со средним диаметром волокон 1,5 и 0,5 мк соответственно; □, ▼ — для ФПС со средним диаметром волокон 1,34 мк соответственно в лабораторных и шахтных условиях.

материала ФПС равен 14, ФПП — от 8 до 10 и для ФПА — приблизительно 2, а при скорости 25 см/сек — соответственно 5; 2,5 и 0,8.

Если задана эффективность фильтрующего устройства и выбрана скорость фильтрации, то по кривым рис. 5 можно найти коэффициент фильтрующего действия, затем по уравнению (3) для любого из указанных материалов определить значение стандартного сопротивления, которое потребуется для получения заданной эффективности.

Следует отметить, что, применяя материалы ФП в стационарных фильтрующих устройствах, предназначенных для улавливания дочерних продуктов распада радона из воздуха и эксплуатируемых длительное время, нельзя рассчитывать эффективность с учетом электростатических зарядов, так как последние со временем исчезают под действием ионизирующего излучения радиоактивных веществ, накапливающегося на фильтре. Для материалов с электро-

тивление является основным условием применения.

В настоящее время широкое распространение получил бесклапанный респиратор «Лепесток» из фильтрующего материала ФПП со средним диаметром волокон 1,5 мк, который имеет сопротивление дыханию 3—4 мм вод. ст., что значительно меньше сопротивления любого другого типа респираторов. Для подземных условий, где работы, как правило, связаны с большими физическими нагрузками, это преимущество является основным. Однако из опытных данных следует, что при стандартном сопротивлении 1,5 мм вод. ст. этот материал имеет излишний запас эффективности. Действительно, необходимая эффективность улавливания дочерних продуктов распада радона (99,9%) при скорости фильтрации 2 см/сек в респираторе «Лепесток» достигается при стандартном сопротивлении 0,6 мм вод. ст.

Однако попытка применения материала со стандартным сопротивлением меньше 1 мм вод. ст. для изготовления респираторов не увенчалась успехом из-за недостаточной механической прочности таких тонких слоев. Гораздо прочнее (на единицу стандартного сопротивления) материалы ФПП с более толстыми волокнами, не уступающие по эффективности тонковолокнистым. Предварительные производственные испытания респираторов «Лепесток» из материала ФПП со средним диаметром волокон 7 мк показали достаточную механическую прочность вплоть до стандартного сопротивления 0,3 мм вод. ст. Попытка получить еще большую эффективность с одновременным улучшением механических свойств путем сочетания тонких и толстых волокон оказалась безуспешной, так как электростатический эффект этих материалов меньше, чем у материалов с однородными волокнами.

Основное требование к аналитическим фильтрам заключается в максимально возможной производительности, что позволяет сократить время отбора проб. Поскольку рабочая поверхность аналитических фильтров невелика, приходится применять повышенные скорости фильтрации порядка 10—100 см/сек. Для обеспечения таких высоких скоростей сопротивление фильтров должно быть минимальным, а эффективность — не ниже 95—99%.

Как следует из полученных данных (см. рис. 5), наибольшей эффективностью при высоких скоростях обладают материалы ФПП и ФПС со средним диаметром волокон 0,5 и 1,34 мк соответственно. При стандартном сопротивлении 1 мм

вод. ст. вплоть до скорости 200 см/сек эти материалы обеспечивают эффективность улавливания дочерних продуктов распада радона не ниже 99%. Сопротивление таких фильтров (диаметром 50 мм) при скорости фильтрации 100 см/сек и производительности 7,2 м³/ч составляет 200 мм вод. ст. Это означает, что при концентрации дочерних продуктов распада радона в воздухе 10⁻¹² кюри/л время, необходимое для отбора пробы, не превышает 1 мин, а при отборе проб для весового анализа кварцсодержащей пыли время прокачки достигает 10—20 мин, если содержание пыли в воздухе равно предельно допустимой концентрации.

Влияние пыли на фильтруемость дочерних продуктов распада радона

Как показали результаты проведенных исследований, присутствие производственной пыли существенно влияет на фильтруемость дочерних продуктов распада радона. На рис. 6 приведены зависимости коэффициента проскока от линейной скорости фильтрации для материала ФПА со средним диаметром волокон 1,45 мк. Из рисунка видно, что зависимость коэффициента проскока дочерних продуктов от линейной скорости фильтрации в присутствии

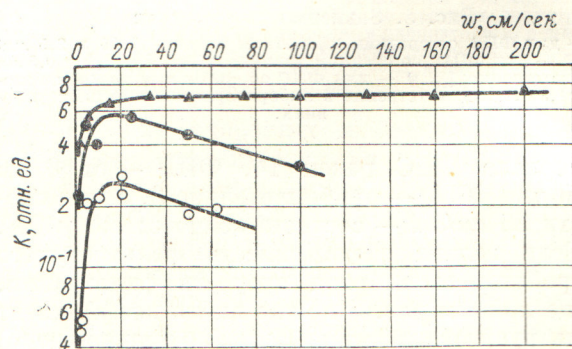


Рис. 6. Влияние производственной пыли на улавливание дочерних продуктов распада радона материалом ФПА:

▲ — фильтрация дочерних продуктов радона, образованных в воздухе с малым содержанием пыли; ● — фильтрация дочерних продуктов радона в присутствии производственной пыли; ○ — фильтрация производственной пыли.

производственной пыли подобна кривой фильтрации производственной пыли. Четко выражено влияние инерционного эффекта, снижающего проскок с увеличением скорости, поскольку часть дочерних продуктов связана с находящимися в воздухе частицами производственной пыли размером более 1 мк.

Представляет интерес зависимость коэффициента проскока дочерних продуктов распада радона в присутствии пыли от стандартного сопротивления для материала ФПА со

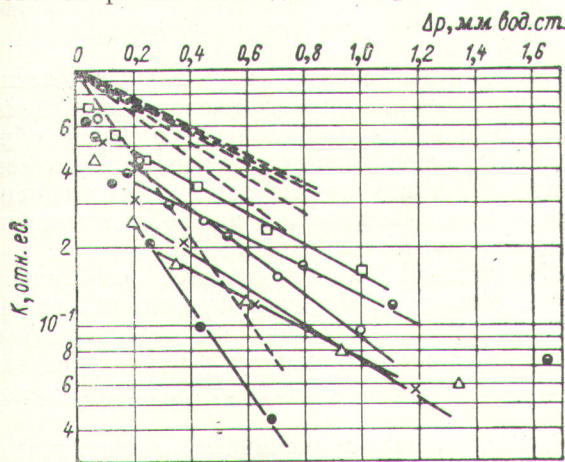


Рис. 7. Зависимость K от Δp в присутствии производственной пыли при различных скоростях фильтрации: ●, ○, ×, □, ⊕, △—1; 5; 10; 25; 50 и 100 см/сек соответственно.

средним диаметром волокон 1,45 мк. Кривые фильтрации (рис. 7) имеют значительный изгиб

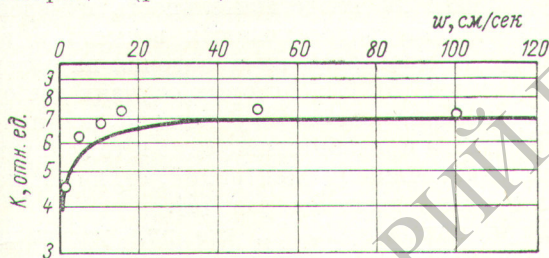


Рис. 8. Зависимость K от w для материала ФПА при стандартном сопротивлении 0,2 мм вод. ст.:

— — фильтрация дочерних продуктов из атмосферного воздуха; ○ — данные рис. 7, полученные из пунктирных линий, которые параллельны прямолинейным участкам кривых фильтрации.

в области малых величин стандартного сопротивления (до 0,2 мм вод. ст.), а при больших

сопротивлениях близки к прямым. Можно предположить, что до сопротивления 0,2 мм вод. ст. происходит почти полное улавливание крупных частиц производственной пыли, а мелкие частицы проникают и в более отдаленные слои фильтрующего материала.

Если сравнить зависимость коэффициента проскока от скорости фильтрации, полученную на основании пунктирных прямых рис. 7, с аналогичной зависимостью без производственной пыли (рис. 8), то окажется, что они достаточно хорошо совпадают. Следовательно, при значительной запыленности воздуха часть дочерних продуктов распада радона оседает на крупные пылевые частицы, а остальные остаются по-прежнему связанными с мелкими частицами, присутствующими в обычном атмосферном воздухе. Поскольку крупные частицы пыли улавливаются лучше мелких, эффективность улавливания продуктов распада радона повышается.

Поступила в Редакцию 31/X 1962 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Хультквист. Ионизирующее излучение естественных источников. М., Изд-во иностр. лит., 1959.
2. Б. Вехоупек. Racovina plic zpusobema ionisacnim zarenim (Fisikalni podklady). Primarni racovina plic. Praha, 1953, 18—25.
3. D. Holaday. Arch. Industr. Health., 12, 163 (1955).
4. Г. Жаммэ, Ж. Прадель. В кн. «Дозиметрия ионизирующих излучений». Материалы Международной конференции по мирному использованию атомной энергии (Женева, 1955). М., Гостехтеориздат, 1956, стр. 414.
5. Н. А. Фукс. Механика аэрозолей. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1955.
6. Я. И. Коган. «Заводск. лаборатория», 24, 215 (1958).
7. E. Tsioglou, H. Ayer, D. Holaday. Nucleonics, 8, No. 11, 40 (1953).
8. E. Tsioglou. Arch. Industr. Hyg. and Occupat. Med., 10, 363 (1954).
9. С. А. Пречистенский. Радиоактивные выбросы в атмосферу. М., Госатомиздат, 1961.

