

## РЕГЕНЕРИРУЕМЫЕ ФИЛЬТРОЭЛЕМЕНТЫ ПРОТИВОПЫЛЕВЫХ ШАХТНЫХ РЕСПИРАТОРОВ НА ОСНОВЕ СПЕЧЕННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МИКРОВОЛОКОН

к.т.н. Сынков В.Г. (ИФГП НАН Украины)

*Розроблена комплексна технологія виробництва регенеруємих фільтруючих елементів респіраторів для шахтарів на основі багатосшарового спеченого в вакуумі фільтроматеріалу з металевих мікрОВОЛОКОН.*

### THE FILTER ELEMENTS REGENERABLE OF MINE RESPIRATOR OF PROFDUSTY FROM SINTERING MICROFIBRES

Synkov V.G.

*It has been a complex technology of manufacturing the regenerable filter elements of mine respirator from multilayer filter material made of sintering in vacuum of metallic microfibrres.*

Новые экономические условия работы горно-рудных предприятий предъявляют повышенные требования к средствам защиты органов дыхания шахтеров от угольной и породной пыли по двум основным причинам.

Во первых, отмечается лавинообразный рост заболеваемости шахтеров (по первому выявлению) пневмокониозами и пылевыми бронхитами (2000 г. – 492 человека, 2002 г. – 2227 человек). Более 50 тыс. шахтеров страдают заболеваниями органов дыхания, половина из них продолжают работать в шахтах, 100 тыс. человек имеет стаж подземных работ свыше 10 лет и в течение ближайших лет они также могут стать инвалидами вследствие пылевой патологии. Это подтверждается оценками Донецкого научного центра охраны труда, согласно которым количество таких заболевших в ближайшие 3-4 года возрастет в 10-15 раз. Таким образом отрасль может остаться без рабочих ведущих профессий, а компенсации за утраченный заработок вследствие инвалидности увеличатся в 25 раз, превысят фонд оплаты труда и станут несовместимыми с возможностями Фонда социального страхования Украины [1].

Во вторых, стоимость годового комплекта стандартных фильтроэлементов (ФЭ) из ткани Петрянова (ТП) или ее аналогов для одного работающего при режиме использования 1 ФЭ/смену составляет 200 грн, а для 250 тыс. горнорабочих Украины 50 млн. грн в год. Причем, экономия за счет попыток регенерировать ФЭ из ТП в перерывах между сменами в респираторных отделениях шахт не способствует сохранению здоровья шахтеров. В течение 2002 г. шахты ПО "Артемуголь" выдавали горнорабочим по 1 ФЭ на 7-8 смен, а забойщикам – по 1 ФЭ в месяц [2].

По поводу такой "экономии" необходимо сказать следующее. Высокая эффективность защиты органов дыхания от пыли (99,9%) с помощью ФЭ из ТП при высокой эффективной площади ( $500-1000 \text{ см}^2$ ) и достаточно низком сопротивлении дыханию (5-15 Па) объясняется его мелкодисперсной структурой, образованной волокнами полимера с характерным размером поперечного сечения 2-7 мкм и электризацией материала перед использованием. Нужно подчеркнуть, что электростатический механизм захвата пыли дает самый большой вклад в эффективность очистки (60-85%), а за счет ситового механизма при высокой пористости этого материала (95-98%) и при среднестатистическом размере поры 20-70 мкм может быть задержано только 5-25% пыли. Другие известные механизмы захвата пыли (диффузионный, седиментационный и инерционный) дают 1-7% вклада в эффективность очистки [3,4].

Влажность воздушной среды в шахте приводит к быстрому стеканию электростатического заряда с поверхности фильтроматериала (ФМ) из полимерных волокон и резкому снижению эффективности очистки. Поэтому, после сушки и стряхивания пыли в респираторных отделениях шахт, не имеющих заряжающих устройств, эффективность пылезадержания при повторном использовании ФЭ не может обеспечить защиту работающих по нормам, требуемым ГОСТ 12.4.041-89 "СИЗОД фильтрующие".

Деградация защитных характеристик этого ФМ объясняется также существенным превышением пылевой нагрузки против нормативной ( $0,2 \text{ мг/см}^2$  при влажности 80%), а также нарушением однородности структуры материала после механического встряхивания ФЭ, осуществляемого рабочими при повышении сопротивления дыханию. Согласно концепции Петрянова [3] противопылевые фильтры из ТП следует использовать для аэрозолей с содержанием пыли до 200 ПДК, но при отсутствии влаги, причем срок годности при концентрации пыли 200-300 мг/м.куб. не должен превышать одну рабочую смену. Это объясняется высокими адгезивными свойствами искусственных волокон, лиофильностью и низкой прочностью структуры нетканого материала, исключая промежуточные регенерации ФЭ на рабочем месте при запредельном возрастании сопротивления дыханию.

При высокой запыленности (свыше 500 мг/м.куб.) иногда рекомендуют использовать респираторы с двумя фильтропатронами [4], однако это не исключает деградацию защитных свойств материала при высокой влажности.

Противостоять нарушению однородности при встряхивании может только спеченная в вакууме металловолоконная структура ФМ, который после прокатки до пористости 40-60% и последующего дополнительного спекания обеспечивает прочность материала при разрыве 5-20 МПа. Высокая теплостойкость и коррозионная стойкость этого материала создают предпосылки для применения различных методов регенерации ФЭ (подушки сжатым воздухом, промывки в моющих растворах с наложением

ультразвуковых колебаний), а также санитарно-гигиенической обработки [5].

Применяемая в промышленности технологическая схема получения металловолоконного фильтроматериала с заданными геометрическими и структурными характеристиками включает операции войлокования коротких отрезков (5-20мм) проволоки, спекания и деформационной обработки спеченной заготовки прокаткой в валках [6,7]. Успехи комплексной технологии производства металлических микроволокон пакетным гидропрессованием, формирование из них войлочных высокопористых матов, спекание матов в вакуумных печах, последующая их прокатка в полосы определенной пористости и формирование из пластин различной пористости градиентного материала при окончательном пакетном спекании [8,9] создали фундамент новой концепции фильтроматериала и фильтроэлемента для средств индивидуальной защиты органов дыхания шахтеров от рудничной пыли при высокой влажности воздуха.

Следует отметить, что гидропрессованные волокна отличаются от полученных путем резки микропроволоки более развитым рельефом поверхности, что дает ему преимущества при использовании в фильтровальных материалах [9], а также из-за существенно меньшей цены при диаметрах 5-20 мкм.

В течение 1996-1999 гг по заказу Госнадзорохрантруда Украины нами с помощью инновационной компании "Синтра" (г.Донецк) изготовлены и проверены на стенде НПО "Респиратор"(г.Донецк) и производственных условиях 3 шахт г.Донецка опытные партии металловолоконных фильтроэлементов МВФЭ-1 к шахтному респиратору типа РПА-1 (ТУ У 1354938.003-97). При площади фильтрования 300 см<sup>2</sup> ФЭ обеспечивает эффективность защиты от пыли не ниже 99%, сопротивление воздушному потоку не более 35 Па и время защитного действия 300 мин в запыленной атмосфере 500 мг/м<sup>3</sup>. Ресурс МВФЭ с промежуточными регенерациями встряхиванием и продувкой сжатым воздухом не менее 250 смен, масса не более 70 г. Ресурс подтвержден широкими испытаниями МВФЭ-1 в условиях шахты им.Абакумова (запыленность 200-500 мг/м<sup>3</sup>, температура воздуха 27-30 °С, влажность воздуха 85-89%) на добычном участке №10 в 3-й западной лаве и участках УПР-1 (главный конвейерный штрек, горизонт 715, скоростная проходка) и УПР-3 ( 6-я западная лава, пласт М-3).

Шестнадцатилепестковый фильтроэлемент МВФЭ-1 размещается в стандартном патроне респиратора РПА. Уплотнение ФЭ в патроне осуществляется двойной резиновой манжетой, исключаяющей проскок пыли между стенками корпуса патрона и ФЭ. Снаружи он защищен термоусадочной пленкой (0,5 мм), надежно фиксирующей на нем уплотнительную манжету.

Опытная партия МВФЭ успешно прошла приемочные испытания и принята межведомственной комиссией, назначенной Госнадзорохрантруда.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теличко Э.Н. Горловскому НПП «Фильтр» 15 лет// Охрана труда,2003.- №11.-с.39-40.
2. Грипась И.И. О состоянии профзаболеваемости на угольных шахтах Горловки// Охрана труда, 2003.-№6.- с.41-43.
3. Петрянов И.В. Волокнистые фильтрующие материалы ФП. М.: «Знание».-1968.- 78 с.
4. Ужов В.Н., Мягков В.И. Очистка промышленных газов фильтрами. М.: «Химия»,1970.- 318 с.
5. Сынков В.Г., Нифонтов В.А., Аксельрод И.М., Николенко В.Г. Металловолоконные фильтроэлементы противопылевых респираторов// Охрана труда, 1997.-№12.- с.56-57.
6. Косторнов А.Г. Проницаемые металлические волокновые материалы. К.: «Техніка»,1983.-128 с.
7. Пористые проницаемые материалы:Справочное издание / Под ред. С.В.Белова.- М.: «Металлургия», 1987.- 335 с.
8. Сынков С.Г., Сынков В.Г., Сапронов А.Н. Пакетная гидроэкструзия волокон из хромоникелевых сталей// Физика и техника высоких давлений.-1996.- Т.6.-№ 2.-С.141-145.
9. Нифонтов В.А., Романенко В.Я., Сынков В.Г. и др. Особенности обработки давлением пористых образцов из гидропрессованных волокон//Физика и техника высоких давлений. -1994.-Т.4.-№3-4.-С.118-121.