УДК 622.831

Н.А.КОТЕНКОВ
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)

РЕСПИРАТОР-КОНДИЦИОНЕР ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Представлен разработанный нами тепловлагообменник, позволяющий снизить воздействие вредных факторов и увеличить производительность труда горнорабочих Севера на 30-40 %, а также повысить комфортность условий труда за счет профилактики простудных заболеваний.

The paper presents an innovative design of a heat-and-moisture exchanger which helps to decrease exposure to the environmental hazards and to enhance work performance of miners in northern climatic conditions by 30-40 % as well as to create favorable working conditions by preventing colds.

Производственная деятельность на Крайнем Севере представляет много трудностей и нередко сопровождается длительной, чрезмерной профессиональной перегрузкой. Это напрямую связано с неблагоприятными факторами, основным из которых является климатический [1].

К основным источникам вредности на предприятиях Севера относятся: производственная (угольная) пыль и микроклимат. Длительное воздействие повышенных концентраций пыли приводит к возникновению тяжелых профессиональных заболеваний органов дыхания. В условиях шахт и рудников Севера производственный микроклимат является охлаждающим, что приводит к перенапряжению терморегуляции, снижению иммунобиологической резистентности организма и обуславливает повышенную чувствительность организма работающих к простудным заболеваниям [2].

Тяжелые физические нагрузки влекут за собой высокий уровень потерь тепла именно при дыхании, а также повышенную нагрузку на дыхательную систему, следовательно, повышается риск респираторных заболеваний. Расчет процентного отношения затрат тепла на дыхание к общему уровню тепловыделений работающего показывает, что в области отрицательных температур, независимо от степени тяжести выполняемой работы, потери тепла на дыхание составляет 20-30 %. Основными последствиями при работе в условиях пониженных температур являются различные формы гипотермии, приводящие, в свою очередь, к различным нарушениям в функционировании организма работника или к его гибели.

Охлаждение человека, как общее, так и локальное (особенно кистей), способствует изменению его двигательной активности, нарушает координацию и способность выполнять точные операции, вызывает процессы торможения в коре головного мозга, что может быть причиной травм [1].

Неудовлетворительная организация применения средств индивидуальной защиты органов дыхания на предприятиях влечет за собой неоправданный расход респираторов более высокой степени защиты, чем требуется, а так же перегрузку функциональных систем организма работающего из-за повышенного сопротивления дыханию.

Одним из главных направлений данной работы является создание респиратора-кондиционера с рекуперативным тепловлагообменником, который будет максимально нейтрализовать вредные факторы, дейст-

вующие на работников горно-добывающих предприятий в условиях Крайнего Севера. Респиратор обеспечивает аккумулирование выдыхаемого тепла и влаги для подогрева и улучшения процесса фильтрации вдыхаемого холодного воздуха (см. рисунок).

В разработанном нами тепловлагообменнике в качестве теплоаккумулирующего элемента предлагается использовать тонкую медную ленту, а в качестве влагоаккумулирующего материала – гигроскопическую ткань, пропитанную насыщенным раствором NaCl. Корпус респиратора выполнен в виде телескопического соединения, его длина в сантиметрах определяется по зависимости

$$L = 0{,}2[t] - 1,$$

где t – температура наружного воздуха, °С.

Коэффициент рекуперации

$$K = \frac{|t + t'|}{|t - t''|},$$

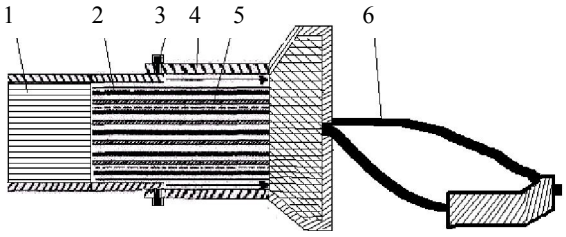
где t' – температура, необходимая на выходе из теплообменника, $t' = 5$ °С; t'' – оптимальная температура вдыхаемого воздуха, $t'' = 37$ °С.

Опытным путем была определена оптимальная длина теплообменника $l_{опт}$, при которой коэффициент рекуперации K для температуры –20; –30 и –50 °С имел максимальные значения:

$l_{опт}$, см	3	5	7
t, °С	–20	–30	–50
K	0,26	0,37	0,51

Коэффициент рекуперации показывает, как эффективно тепловлагообменник рекуперирует тепло, теряемое человеком при дыхании, на полезную работу по созданию оптимальной температуры вдыхаемого воздуха.

Работа респиратора-кондиционера осуществляется следующим образом. Вдыхаемый воздух, проходя через фильтр, попадает в индивидуальный тепловлагообменник. Процесс тепломассопереноса нейтральной среды (фольга – ткань) с теплым и холодным воздухом при возвратно-точном движении в цилиндрических каналах сопровождается отдачей тепла теплым воздухом и получением его холодным, а также отдачей и получением влаги. В процессе эксплуатации респиратора-кондиционера важную роль играет образование конденсата. Процесс конденсации способствует интенсивной коагуляции аэрозольных частиц, т.е. образующиеся частицы воды более эффективно улавливают и связывают частицы пыли. Тепловлагообменник имеет высокие фильтрующие свойства и является препятствием для оставшихся частиц пыли после прохождения фильтра. Гигроскопическая ткань, на которую оседает образовавшийся конденсат и коагулируются частицы пыли, после использования в течение рабочей смены извлекается из теплообменника с целью очистки и сушки.



Респиратор-кондиционер

1 – фильтр; 2 – металлическая гофрированная пластина, например из меди; 3 – зажимное устройство; 4 – корпус; 5 – гигроскопическая ткань, которая укладывается на гофрированную пластину; 6 – элементы крепления, резиновая ленточка

Лабораторные исследования конструкции показали высокую эффективность ее работы в широком диапазоне условий, возможность многократного (более 1000 раз) использования влагопоглотителя и длительное время использования теплоаккумулирующего элемента, соизмеримое со сроком службы самого устройства.

Анализ работы предприятий горной промышленности северных районов России показывает, что в холодные зимние месяцы производительность труда снижается на 10-20 %, что вызывает весьма существенные экономические потери. Среднее горно-добывающее предприятие рассчитано на

производительность 4 млн т в год, на нем задействовано 3000 рабочих. В условиях Севера приблизительные потери добычи составляют 200-400 тыс.т (14-28 млн дол.) плюс затраты на выплаты больничных пособий 300-600 человек (2,7-5,4 млн дол.). Соответственно, общие потери составляют 16,7-33,4 млн дол. в год.

Применение тепловлагообменника позволит снизить риск простудных заболеваний примерно на 60 %, что даст экономический эффект 10-20 млн дол. в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Агранат Г.А.* Использование ресурсов и освоение территории зарубежного Севера. М.: Наука, 1984.

2. *Крючков В.В.* Север на грани тысячелетий. М.: Мысль, 1987.

3. *Ягья Н.С.* Здоровье населения Севера. Л.: Медицина, 1980.

Научный руководитель проф. *Ю.В.Шувалов*