

УДК 622:87

**Анатолий Филиппович Долженков**, нач. отд.

Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела,  
пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР  
г. Донецк

**Сергей Леонидович Тарасенко С. Л.**, зав. отд.

Государственное учреждение Макеевский научно-исследовательский институт по  
безопасности работ в горной промышленности МЧС ДНР  
г. Маковеевка

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА ПРИ ОЦЕНКЕ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ СПЕЦОДЕЖДЫ ШАХТЕРСКОЙ**

**Цель.** Разработка основ комплексного подхода при оценке надежности защиты горнорабочего спецодеждой шахтерской на основании исследования эксплуатационных свойств тканей в условиях больших зональных механических нагрузок.

**Методика.** Анализ, обобщение и статистическая обработка результатов исследований защитных свойств спецодежды шахтерской на основе их комплексной оценки.

**Результаты.** Представлена процедура проведения последовательной пофакторной оценки существующего уровня защиты анатомо-топографических зон шахтера спецодеждой с учетом воздействия конкретного комплекса ОВПФ в различных горно-геологических условиях.

**Научная новизна.** Разработана методология проведения комплексной оценки защитных характеристик спецодежды шахтерской от ОВПФ.

**Практическая значимость.** Полученные результаты позволят увеличить сроки эксплуатации спецодежды в условиях больших механических нагрузок на ткань.

**Ключевые слова:** спецодежда шахтерская, опасные и вредные производственные факторы (ОВПФ), профессиональные заболевания, травматизм, комплексная оценка спецодежды шахтерской, горно-геологические и горнотехнические условия труда.

**Постановка задачи.** Общеизвестно, что на человека, работающего в шахте действует комплекс ОВПФ, приводя к утрате здоровья. С точки зрения теории рисков речь может идти об индивидуальном производственном риске, объектом которого является человек, работающий в шахте. Под таким риском следует понимать ожидаемую частоту или вероятность воздействия ОВПФ на работающего шахтера и, как следствие, возникновение профессиональных заболеваний или травм, а также, возможный ущерб от этого воздействия. Применение понятия риск, таким образом, позволяет переводить опасность в разряд измеряемых категорий.

**Анализ последних исследований.** При определении номенклатуры факторов, от которых возможна защита спецодеждой, разработки комплексного подхода при оценке надежности защиты горнорабочего спецодеждой шахтерской использованы: нормативная документация, результаты исследований авторов, работающих по данной проблеме, и собственные исследования [1-4].

**Результаты исследования.** Невозможно достоверно обосновать требования к степени необходимой защиты шахтера от комплекса ОВПФ без учета горно-геологических и горнотехнических условий труда, оценки температуры, интенсивности и топографии механических воздействий, обводненности выработок, градации которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Градация горно-геологических и горнотехнических условий**

Мощность пласта, м, (М)	Угол падения, град. (У)	Обводненность, (О)	Температура воздуха, °С (Т)	Степень механизации, (С)
М <sub>1</sub> - до 1,2	У <sub>1</sub> - до 18	О <sub>1</sub> - сухие	Т <sub>1</sub> до 7	С <sub>1</sub> - полностью механизированные
М <sub>2</sub> - 1,2-1,8	У <sub>2</sub> - 18-45	О <sub>2</sub> - слабо обводненные	Т <sub>2</sub> 8-15	С <sub>2</sub> - частично механизированные
М <sub>3</sub> - св. 1,8	У <sub>3</sub> - св. 45	О <sub>3</sub> - сильно обводненные	Т <sub>3</sub> 16-26	С <sub>3</sub> - не механизированные
			Т <sub>4</sub> св. 26	

Анализ данной информации диктуется необходимостью построения количественных зависимостей на этапе моделирования и пероведения анализа системы обеспечения защиты шахтеров. В связи с поставленной задачей, было проведено исследование условий труда горнорабочих угольных шахт, форм и методов их контроля, что позволило обосновать номенклатуру комплекса ОВПФ характерную для рабочих мест различных профессий горнорабочих, воздействие которых может устраняться или снижаться спецодеждой, а также оценить характер воздействия этих факторов на горнорабочего. Проведенные исследования показали, что суммарный риск утраты здоровья горнорабочим  $R_3$  от воздействия ОВПФ выражается функцией:

$$R_3 = f\left[\sum_{i=1}^n P_i; P_i(t)\right], \quad (1)$$

(1) вид и характер которой определяется ОВПФ и нарушением здоровья шахтеров.

Здесь  $P_i$ ,  $P_i(t)$  - соответственно, интенсивность и время воздействия  $i$ -го ОВПФ на горнорабочего.

Полученные характеристики интенсивности и времени воздействия ОВПФ на горнорабочего были применены для идентификации зависимости (1) и последу-

ющей оценки суммарного риска утраты здоровья горнорабочим. Полученное значение риска ( $R_3$ ) использовалась для обоснования показателей защитных свойств материалов и конструкций спецодежды, путем сопоставления его со значением снижения риска возникновения профзаболеваний и травм за счет ее применения. Указанное снижение риска также можно выразить, подобно (1), некоторой функцией, характеризующей их защитные свойства, но только от вектора параметров спецодежды -  $\bar{x}_i$  :

$$R_c = f(\bar{x}_i). \quad (2)$$

Поскольку обе зависимости - (1) и (2) выражают риск, их действительно можно сопоставить и, далее судить об эффективности защитных характеристик спецодежды от воздействия комплекса ОВПФ.

В то же время описание условий труда и параметрическое выражение ОВПФ еще не дают исчерпывающей информации для принятия обоснованных решений о надежности защиты шахтеров, в связи с чем, возникает необходимость в разработке механизма преобразования параметров факторов производственной среды, в требования к свойствам спецодежды.

Целью настоящей работы является разработка основ комплексного подхода при оценке надежности защиты горнорабочего спецодеждой шахтерской.

Для реализации поставленной цели были проведены специальные исследования, позволяющие преобразовывать информацию об условиях труда в параметры требований к отдельным свойствам спецодежды (табл. 2).

Такой подход значительно упростил процедуру оценки эффективности спецодежды, сведя к последовательной пофакторной оценке существующий уровень защиты всех анатомо-топографических зон в каждой группе с учетом воздействия конкретного комплекса ОВПФ в различных горно-геологических условиях.

Анализ достаточности защиты шахтеров применением спецодежды показал, что ее необходимо определять исходя из комплексной оценки ОВПФ, влияющих на ту или иную зону тела. В связи с этим необходимым этапом в процессе выбора изделия, наиболее полно отвечающего требованиям защиты, то ли из существующего ассортимента, то ли при создании или совершенствовании ее новых видов, является проведение комплексной оценки на соответствие их требованиям по уровню защиты от ОВПФ.

Проведенные исследования показали, что подобный подход невозможен, только на основе проведения дифференциальных оценок свойств спецодежды шахтерской, поскольку они характеризуются различной величиной сопоставляемых показателей. Следовательно, при проведении подобной оценки необходимо вводить в расчет соотношение значений показателей свойств, что возможно только при проведении комплексной оценки надежности спецодежды шахтерской - оценки, проводимой по нескольким показателям, максимально характеризующим ее защитные свойства.

Таблица 2

**Номенклатура факторов шахтной среды, чье воздействие может регулироваться спецодеждой.**

<b>Номенклатура факторов</b>	<b>Характер воздействия</b>	<b>Показатели защитных свойств спецодежды</b>
удар	механическая энергия	механическая прочность, Н амортизация материала и конструкции, %
трение	сила трения	стойкость к истиранию, циклов,
давление	сила (интенсивность) давления	сопротивление сжатию, кПа
прокол	прокалывание	стойкость к проколу, Н/см
пыль	концентрация пыли в воздухе	пылепроницаемость, г/см <sup>2</sup>
температура пониженная	усиленная теплоотдача	теплопроводность, Вт/мК
температура повышенная	задержка теплоотдачи	воздухопроницаемость, л/м <sup>2</sup> с
влажность	влагопоглощение	влагоотдача, %
скорость движения воздуха при пониженной или повышенной температуре	скорость охлаждения (нагрева) пододежного пространства по кататермометру	воздухопроницаемость, л/м <sup>2</sup> с
напряжение электрического тока	пробивное электрическое напряжение	Электрическая прочность, кВ/мм
статическое электричество	напряженность электростатического поля	поверхностное электросопротивление, Ом
вода, агрессивные жидкости (водомасляные эмульсии, диэлектрические жидкости и др.)	намокаемость	водоупорность, Мпа
масла	засаливание кожных покровов	маслостойкость, балл
патогенные организмы	концентрация микроорганизмов	микробная проницаемость

На рис. 1 представлена иерархия защитных свойств спецодежды шахтерской, позволяющая детализировать последовательность проведения ее комплексной оценки.

Как видно из анализа рис. 1 на самом нижнем, 1-м иерархическом уровне

Уровни	Иерархия защитных свойств СИЗ					
4	Комплексная защита					
3	Защита от воздействия на анатомо-топографические зоны			Защита от общих и смешанных механизмов воздействия		
2	Защита от механических факторов	Защита от агрессивных и неагрессивных сред	Электрозащита	Защита от воздействий микроклимата	Защита от пыли	Защита от биологических факторов
1	механическая прочность	водоупорность	Электрическая прочность	теплопроводность	пылепроницаемость	микробная проницаемость
	амортизация	маслостойкость		воздухопроницаемость		
	стойкость к истиранию			влагоотдача		
	стойкость к разрыву					
	стойкость к раздиру					

Рис. 1. Иерархия защитных свойств СИЗ

находятся простые защитные свойства спецодежды шахтерской, измеряемые в абсолютных показателях, которые сами по себе не дают возможность оценить само свойство и его уровень. Формально, для оценки степени ее защиты -  $K_{ij}$  (по  $i$ -ому защитному свойству на уровне -  $j$ ) используются относительные показатели, представляющие собой функцию двух абсолютных показателей - измеряемого  $P_{ij}$  и принятого за базовый  $P_{ij}^{баз}$ .

$$K_{ij}=f(P_{ij}; P_{ij}^{баз}) \quad (3)$$

В то же время в отличие от  $P_{ij}$ , являющейся величиной постоянной,  $P_{ij}^{баз}$  зависит не только от самого свойства спецодежды, но и выбранного для сравнения эталона. Иными словами, достоверная оценка защитного свойства  $K_{ij}$  от воздействия на шахтера производственного фактора напрямую зависит от выбранной для сравнения базы показателей  $P_{ij}^{баз}$ .

Таким образом, из сказанного выше следует, что оценка спецодежды в целом невозможна без вычисления показателей простых защитных свойств. Непосредственное сведение воедино набора характеризующих ее показателей затруднительно, поскольку они имеют разную размерность, в связи с чем, необходимо на

единой методологической основе перевести все простые свойства из шкал с разными размерностями в безразмерную шкалу, носящую название трансформации шкал [5].

Следующий, более высокий 2-й уровень заключается в укрупнении простых показателей в группы. На этом уровне можно получить более значимые оценки защитных свойств спецодежды. Этот уровень промежуточный, но он позволит уже на 3-м уровне провести оценку защиты шахтера, как от локально действующих на отдельные анатомо-топографические зоны ОВПФ и, так и факторов с общим и смешанным механизмом воздействия.

На 4-ом уровне, согласно представленной иерархии предлагается, проведение комплексной оценки защитных свойств спецодежды шахтерской от воздействия совокупности всех факторов на весь организм в целом, т.е., в конечном итоге, оценить степень риска поражения комплексом ОВПФ и эффективность защиты шахтера. Такой подход позволит провести комплексную сравнительную оценку, как традиционно применяемой в отрасли спецодежды, так и вновь разрабатываемой. Комплексная оценка эффективности спецодежды, в свою очередь, позволит решить задачу распределения контингента шахтеров по группам со сходными условиями труда для создания системы защиты шахтера от действия ОВПФ и решения задачи ее унификации.

Комплекс защитных показателей, рассматриваемых на 1-м иерархическом уровне защитных свойств (табл. 1), устанавливается факторообразующими признаками - горно-геологическими и горнотехническими условиями работы, определяющими номенклатуру, интенсивность и механизм воздействия ОВПФ на шахтера. Каждый из этих признаков имеет 3-4 градации, уровни которых отражены в табл. 1. Мощность пласта, определяющая высоту свободного пространства и угол его падения, обуславливает позу шахтеров при работе и во многом определяет интенсивность и топографию воздействия локальных ОВПФ. Глубина выработок и их обводненность определяет воздействие на организм микроклиматических факторов. Интенсивность воздействия на организм рабочего пыли, масел, других веществ связана со степенью механизации работ. В связи с этим важно определение интервалов варьирования ОВПФ по профессиональному признаку и способов их количественной оценки, охватывающих весь диапазон условий труда в угольной промышленности.

В результате проведенных исследований, был сформирован полный перечень факторов, включающий около 50 наименований. Селекция номенклатуры ОВПФ проведенная экспертами, позволила сократить список до 21 фактора, которые приведены в табл. 2 в виде матрицы связи вредных факторов производственной среды и профессии, в которой элементы матрицы заполнены дихотомными переменными «+», если требуется защита от воздействия ОВПФ и «-» - в противоположном случае.

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** В результате полученных исследований разработана методология проведения комплексной оценки защитных характеристик спецодежды шахтерской от ОВПФ; описана процедура проведения последовательной пофакторной оценки существующего уровня защиты

анатомо-топографических зон шахтера спецодеждой с учетом воздействия конкретного комплекса ОВПФ в различных горно-геологических условиях. Полученные результаты позволяют увеличить сроки эксплуатации спецодежды в условиях больших механических нагрузок на ткань.

### Список литературы.

1. Н. А. Савостицкий «Материаловедение швейного производства» -М.: «Академия» 2004.
2. Долженков А. Ф. О перспективах рационализации средств индивидуальной защиты, применяемых в угольной промышленности / А. Ф. Долженков // Пути повышения безопасности горных работ в угольной отрасли: 8-9 дек. 2004: тезисы докл. – Макеевка: МакНИИ, 2004. – С. 180-183.
3. Долженков А. Ф. Анализ комплекса физико-механических показателей при оценке материалов для спецодежды шахтёрской / А. Ф. Долженков, Н. А. Мартынова, Р. А. Садымака // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах: сб. научн. тр. - Макеевка: МакНИИ, часть 2. - 2004. - С. 174-182.
4. Роберт А. Донелли-мл. Статистика. / Роберт А. Донелли-мл.; пер. с англ. Н. А. Ворониной. – М.: Астрель: АСТ, 2007. – XIV. – С. 299-301.
5. Азгальдов Г. Г. Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии) / Г. Г. Азгальдов. - М.: Экономика, 1982. - С. 256

