

ное напряженное состояние с наличием концентрации напряжений в районе боковины шины, и слоев брекера. Кроме того следует отметить, что наличие протектора формирует существенную неоднородность напряженного состояния в беговой зоне приводя к наличию областей локализации напряжений в районе самих канавок протектора. Однако следует отметить, что полученные напряжения с точки зрения прочности весьма незначительны.

**Выводы.** Таким образом, в данной работе представлено компьютерную модель пневматической шины, которая учитывает наличие всех внутренних слоев шины с их индивидуальными свойствами, а также ортотропию композитных слоев (каркаса и брекера). Представлено методику определения механических свойств ортотропных слоев. На основе модели проведен анализ статического напряженно-деформированного состояния шины возникающего при воздействии внутреннего давления воздуха. Определено степень напряженности, каждого из слоев шины.

**Список литературы:** 1. Бухин Б.Л. Введение в механику пневматических шин / Б.Л. Бухин. – М.: Химия, 1988. – 224 с. 2. Кнороз В.И. Работа автомобильной шины / В.И. Кнороз. – М.: Транспорт, 1978. – 238 с. 3. J. Pelc Material modelling in cord-rubber structures // KGK Kautschuk Gummi Kunststoffe. – 53. Jahrgang, N 10. – 2000. – PP. 561-565. 4. Er. M. Akif Finite element analysis of cornering characteristics of rotating tires // PhD thesis, The Middle East Technical University. – 2003. – PP. 178. 5. S.K. Clark (Chairman of Editorial Board) et al The pneumatic tire // National Highway Traffic Safety Administration. USA Dep. Of Transportation. – 2006. – Pp. 707. 6. Н.А. Алфутов, П.А. Зиновьев, Б.Г. Попов Расчет многослойных пластин и оболочек из композиционных материалов. – М.: Машиностроение, 1984. – 264 с.

*Поступила в редколлегию 25.11.2010.*

УДК 303.01 / 504.054

**В.В.ЛЕВЕНЕЦ**, канд. физ.-мат. наук, нач. отдела, ННЦ «ХФТИ», Харьков;  
**И.Л.РОЛИК**, мл. науч. сотр., ННЦ «ХФТИ», Харьков

## **МЕТОД ВЫРАЖЕНИЯ СПЕЦИФИЧЕСКИХ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ ИНГАЛЯЦИОННЫХ РИСКОВ В ЕДИНЫХ ПОКАЗАТЕЛЯХ**

В роботі обґрунтовується необхідність і спроможність виразу вираження в єдиних показниках специфічних і неспецифічних ризиків для здоров'я людини при інгаляційному шляху надходження забруднюючих речовин. Наводиться метод, який реалізує відповідну можливість і його застосування на прикладі ризиків для здоров'я працівників Вільногірського гірничо-металургійного комбінату.

The paper explains the necessity and possibility to express in single indicators the specific and non-specific risks to human health at inhalation route of pollutants. The method that implements proper possibility is presented as well as its application as an example of risks to health of workers of Volnogorsky Mining and metallurgical Combine.

## **Введение**

Неоспоримой является необходимость строгого экологического контроля при проектировании и реализации новых, модернизации уже существующих промышленных проектов. При оценке их воздействия на окружающую среду и здоровье населения важно не просто оценить фактические параметры среды и степень изменения ее абсолютного состояния, а определить уровень влияния данного изменения на реципиентов или смежные компоненты среды.

С целью решения данной задачи уже несколько десятилетий развивается новое направление, основанное на принципе теории рисков. Конкретные методические подходы здесь отличаются в постановке задачи, масштабах, достоверности, схеме исследования, типе применяемого математического и аналитического аппаратов. Такие различия приводят к несоответствию получаемых результатов оценки рисков.

Целью работы является разработка метода выражения в единых показателях специфических и неспецифических ингаляционных рисков полученных на основании так называемой классической методики оценки рисков [1] и методологии основанной на принципах гигиенического регламентирования вредных факторов ОС [2].

### **Оценка риска – отличия и сходства методик**

Оценка риска – это оценка вида и степени выраженности опасности, создаваемой агентом в результате существующего или возможного воздействия на определенную группу людей, а также существующий или потенциальный риск для здоровья, связанный с данным агентом [3].

Исходя из приведенного определения риска следует, что понятие риск в широком смысле, подразумевает под собой две основные составляющие: качественную и количественную. Качественная - заключается в определении т.н. опасности для организма, ее характере и степени выраженности. Количественный анализ заключается в определении вероятности возникновения или невозникновения отрицательного эффекта [4]. Таким образом, двойственность самого понятия риска обуславливает и разницу в методических подходах его исследования, что особенно выражено при оценке неканцерогенных эффектов обладающих т.н. порогом воздействия. В настоящее время уже существуют четкие методологические основы оценки перечисленных составляющих риска, из которых широко используемыми являются т.н. классическая методология оценки риска и методология основанная на принципах гигиенического регламентирования вредных факторов ОС. Основные отличия данных подходов представлены в табл. 1.

Общим для обеих концепций является в основном то, что:

- гигиенические нормативы по существу служат критериями риска неблагоприятных эффектов от воздействия физических, химических и биологических факторов, поскольку они отражают определенную вероятность возникновения у лиц специфических и неспецифических эффектов;

- используется пороговый принцип воздействия агентов риска;
- возможно определение комплексного и комбинированного воздействия загрязняющих веществ;
- шкала приемлемости рисков включает 5 уровней опасности [1, 2, 5].

Таблица 1 – Отличия методических подходов оценки риска для здоровья человека

Принципы оценки	Классическая методология оценки риска	Методология оценки риска основанная на принципах гигиенического регламентирования
Показатели опасности агентов риска (определение дозозависимых реакций)	Референтные дозы или концентрации (RFD, RFC)	Предельно допустимые концентрации (ПДКм.р., ПДКс.с)
Метод оценки риска	Кратность превышения безопасного уровня	– модель индивидуальных порогов (острое воздействие); – линейно-экспоненциальная модель (хроническое воздействие)
Конечные показатели риска	Индекс опасности (HQ) – характеризует наличие или отсутствие опасности для конкретных органов и систем (качественная составляющая).	– вероятность развития рефлекторных реакций (Rref.); – вероятность роста общей заболеваемости (Rxp.) (количественная составляющая).
Оцениваемые эффекты воздействия	Специфический	Неспецифический
Шкала приемлемости	Базируется на превышении референтного уровня	Учитывает количество негативных реакций

Анализ отличий и сходств данных методических подходов оценки риска, а так же фактических исследований с их применением, свидетельствует о несоответствии получаемых уровней опасности рисков для ряда веществ, но о возможности их сопоставления. Результаты произведенных исследований позволяют сделать вывод о возможности и необходимости разработки метода выражения специфических и неспецифических рисков в единых показателях, что упростит интерпретацию результатов оценки рисков для здоровья человека.

## Метод определения единых показателей степени опасности специфических и неспецифических рисков

Метод выражения величин специфических и неспецифических неканцерогенных рисков в единых показателях осуществляется в 2 этапа.

Первый из них заключается в присвоении каждому значению риска одной из пяти, так называемых категорий соответствия, отвечающих определенной степени опасности данного значения риска. Предлагается разделение на пять основных категорий, которые позволяют сопоставлять степени опасности имеющие место при оценке отдельно специфических и неспецифических рисков, см. табл. 2 [1, 2, 5].

Таблица 2 - Категории соответствия

Категории соответствия	Специфический риск (HQ)	Риск рефлекторных реакций (Rреф.)	Риск хронической интоксикации (Rхр.)
A	$\leq 0,1; 0,1 - 1$	$\leq 0,02$	$\leq 0,05$
B	$= 1$	0,02-0,16	0,05-0,16
C	1-5	0,16-0,5	0,16-0,5
D	5-10	0,5-0,84	0,5-0,84
I	$\geq 10$	0,84-1	0,84-1

Таблица 3 – Единые показатели степени опасности рисков

Сочетание категорий соответствия	Единая степень опасности риска	Характеристика проявления неблагоприятных эффектов
AA	Удовлетворительная	Отсутствуют неблагоприятные медико-экологические тенденции
BB, AB, AC	Относительно напряженная	Недостовверная тенденция роста общей заболеваемости у особо чувствительных подгрупп, единичные случаи специфической патологии (недопустимый для населения, допустимый для производственных условий)
AI, BD, CC, BC, AD	Существенно напряженная	Достоверный рост общей заболеваемости, появление значительного числа случаев специфической патологии
DD, CI, CD, BI	Критическая	Специфические и неспецифические патологии носят массовый характер, тенденция к увеличению смертности
II, DI	Катастрофическая	Появление случаев хронического отравления, изменение структуры заболеваемости, достоверная тенденция к росту смертности и пр. (переход в иное качественное состояние)

Таблица 4 – Риск для здоровья рабочих металлургического производства  
ВГМК

Название вещества	Хроническое воздействие		Острое воздействие	
	HQ	Rxp.	HQ	Rref.
Аммиак	12 / I	0.341 / C	19 / I	0.976 / I
Водород хлорид	20 / I	0.051 / A	1.1 / B	0.768 / D
Ксилол	65 / I	0.445 / C	7.7 / D	1 / I
Пыль (SiO <sub>2</sub> < 20 %)	11.4 / I	0.126 / B	-	0.921 / I
Углерод оксид	0.06 / A	0.002 / A	0.03 / A	-
Серная кислота	99 / I	0.021 / A	5.2 / D	0.992 / I
Фосген	1124 / I	1 / I	395.7 / I	1 / I
Хлор	760 / I	0.086 / B	3.6 / C	0.654 / D
ΣHI	2093 / I	1 / I	432 / I	1 / I

Таблица 5 – Сравнительная характеристика уровней риска

Тип риска	Уровень опасности	
	Хроническое воздействие	Острое воздействие
Специфический	I – фосген, хлор, серная кислота, ксилол, водорода хлорид, аммиак, пыль (SiO <sub>2</sub> < 20 %); A – углерода оксид	I – фосген, аммиак; D – ксилол, серная кислота; C – хлор; B – водорода хлорид; A – углерода оксид.
Неспецифический	I – фосген; C – ксилол, аммиак B – пыль (SiO <sub>2</sub> < 20 %), хлор, A – серная кислота, водорода хлорид, углерода оксид	I – фосген, серная кислота, ксилол, аммиак, пыль (SiO <sub>2</sub> < 20%); D – водорода хлорид, хлор A – углерода оксид
Единая степень опасности	Катастрофическая – фосген; Критическая – аммиак, ксилол, хлор, пыль (SiO <sub>2</sub> < 20 %); Существенно напряженная – серная кислота, водорода хлорид Удовлетворительная – углерода оксид	Катастрофическая – фосген, аммиак, ксилол, серная кислота, пыль (SiO <sub>2</sub> < 20 %); Критическая – хлор; Существенно напряженная – водорода хлорид Удовлетворительная – углерода оксид

На втором этапе производится сравнение присвоенных категорий специфических и неспецифических рисков для каждого вещества при одинаковой экспозиции и сценарии воздействия. В зависимости от сочетания категорий соответствия предлагается отнесение вещества к одной из пяти единых степеней опасности (табл. 3). Разработка категорий соответствия и единых степеней опасности производилась на основании существующих градаций степени

приемлемости неканцерогенных рисков (таблицы) с учетом принципа возможной переоценки риска. То есть при сочетании менее и более опасных уровней риска, не имеющих между собой промежуточного критерия, данному сочетанию присваивалась более высокая степень опасности.

Таким образом в качестве основных агентов риска для рабочих металлургического производства ВГМК выступают (по мере снижения уровня риска): фосген, аммиак, ксилол, серная кислота, пыль ( $\text{SiO}_2 < 20\%$ ), хлор, хлористый водород. При этом у всех реципиентов будет наблюдаться нарушение деятельности следующих органов и систем: органов дыхания, печени, почек, ЦНС, иммунной системы, глаз.

### **Выводы**

Произведен анализ отличий и сходств методических подходов оценки риска для здоровья человека, ориентированных на определение качественной и количественной составляющей риска. Разработан метод выражения уровней опасности специфических и неспецифических ингаляционных рисков в единых показателях. Полученный метод реализован при оценке риска здоровья рабочих металлургического производства ВГМК.

Базируясь на разработанном методе, возможно сопоставлять идентифицированную специфическую опасность возникающую при влиянии агента риска, со значением вероятности его возникновения, что позволит с большей эффективностью планировать меры по снижению риска в экологически неблагоприятных районах, организации мониторинга окружающей среды и т.д.

**Список литературы:** 1. МР «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря» – К: МОЗ України Наказ № 184 від 13.04.2007. 2. МР «2.1. Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения». – М: № 2510/5716-97-32 от 30.07.1997. 3. *Большаков А.М.* Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения / *Большаков А.М., Крутько В.Н., Пуцилло Е.В.* – Москва: Эдиториал УРСС, 1999. – 255 с. 4. *Альгин А.П.* Риск и его роль в общественной жизни / *Альгин А.П.* – М.: Мысль, 1989. – 263 с. 5. *Dennis J.* Paustenbach Human and ecological risk assessment. Theory and practice / *Dennis J.* – New York: 2002. – 635 p.

*Поступила в редколлегию 11.11.2010*