

М.А. Щербакова

Качественный состав пыли коврового производства и влияние ее составных компонентов на дыхательную систему человека

Актуальность. Взаимоотношения микро- и макроорганизма представляют собой сложный комплекс биохимических реакций, участниками которого являются различные химические агенты, в том числе и металлы, которые как сами по себе, так и в качестве кофакторов или простетических групп ферментов могут обладать каталитической активностью по отношению к той или иной химической реакции, протекающей в организме, а значит играть важную роль в патогенезе многих заболеваний [1–4].

Наиболее восприимчивой системой человеческого организма, которая мгновенно реагирует на условия существования, является дыхательная, так как она непосредственно взаимодействует с атмосферными составляющими, в частности пылевыми частицами. Поэтому можно говорить о том, что в силу своей высокой чувствительности она может выступать как показатель воздействия на организм различных антропогенных факторов и быть чувствительной индикаторной системой в неблагоприятных для человека условиях, к которым относятся промышленные. Поэтому особое внимание необходимо уделять изучению состава атмосферного воздуха и созданию высокоэффективных технологий профилактической направленности. Воздухоносная система является вторым по значению путем поступления микроэлементов в организм человека, особенно в профессиональной патологии. Аэрогенный путь поступления особенно важен для таких элементов, как железо, медь и цинк.

Эпидемиологическими и экспериментальными исследованиями доказано, что контакт с пылевыми частицами, содержащими металлы, может способствовать нарушению структуры и функции системы органов дыхания и развитию хронических заболеваний легких [2–5]. Однако роль повышенного содержания металлов в биосредах человека и связанного с ним дисбаланса металлов-микроэлементов в патогенезе патологий органов дыхания на данный момент недостаточно изучена. Кроме того, в литературных источниках отсутствуют данные о содержании тяжелых металлов в пыли коврового производства и не рассматривается влияние металлов на состояние дыхательной системы у рабочих изучаемого производства.

Цель. Изучить качественный состав пыли (содержание металлов в пылевых частицах) коврового производства, на примере трех цехов, наиболее характерных по технологическим показателям и количеству работающих в них: крутильном, аксминстерском и жаккардовом, а также определить возможное влияние металлов, содержащихся в образцах, на состояние дыхательной системы работающих.

Материалы и методы. Для исследования качественного состава пыли [2, 6, 7] аксминстерского, крутильного и жаккардового цехов ОАО «Витебские ковры» использовался качественный рентгеноспектральный флуоресцентный

анализ, реализуемый на спектрометре рентгеновском сканирующем кристалл-дифракционном «Спектроскан», фирмы «Спектрон» (СПб).

Суть метода заключается в получении характерного спектра флюоресценции от химических элементов пробы при облучении ее жестким рентгеновским излучением, которое имеет энергию, достаточную, чтобы «выбить» с внутренних орбит (k, l, m) электроны атома [6]. Энергия квантов, образующаяся при заполнении внутренних оболочек внешними электронами, однозначно связана со строением атома, который был подвергнут жесткому облучению. Следовательно, образование пика флюоресценции на определенной длине волны является качественной характеристикой присутствия элемента в пробе, а интенсивность линии пропорциональна в некотором диапазоне концентрации определяемого элемента [7]. С помощью данного анализатора можно исследовать элементы, имеющие заряд ядра от 20 и больше. Для проведения анализа проба должна быть в твердом состоянии и иметь массу от нескольких мг до сотен мг. При облучении пробы рентгеновским излучением регистрируется спектр флюоресценции, который представляется в координатах интенсивности (имп/с) от длины волны, измеряемой в миллиангстремах (мА). В результате анализа получается график, на котором виден ряд отчетливо разделенных пиков. Первый мощный поток соответствует K-линии при определенной длине волны. Регистрируемые сравнительно-слабые L-линии не могут дать сигнала такой величины.

Результаты исследования и их обсуждение. После проведения качественного спектрального анализа были получены следующие результаты. На рентгеновском спектре флюоресценции образца пыли крутильного цеха удалось отдифференцировать пики излучения, принадлежащие меди, лютецию, железу и цинку (рис. 1). Из указанного перечня металлов в наибольшем количестве присутствовали медь, лютеций и железо.

В пыли аксминстерского и жаккардового цехов были обнаружены медь, лютеций, железо, хром, титан, марганец (рис. 2). Причем медь, лютеций и железо содержались в наибольшем количестве.

Во всех образцах пыли коврового производства содержались медь, лютеций и железо, что можно объяснить с помощью технологической схемы производства. Сырьем для описываемого производства являются грубая и полугрубая шерсть, хлопчатобумажное, льняное и химические волокна, которые подвергаются окрашиванию и в силу своей консистенции способны являться накопителями различных микро- и макрочастиц, присутствующих в воздухе рабочей зоны.

Кроме того, в волокнах могут оседать частички металлов, содержащихся в красителях и производственном оборудовании (ковровоткачком станке, основовязальной рапель-машине). Отличие состава пыли между образцами объясняется структурной принадлежностью указанных цехов. Крутильный участок относится к прядильному производству, а аксминстерский и жаккардовый цеха – к аксминстерскому производству.

В подготовительном цехе шерсть и другие волокна подвергаются первичной обработке, разрыхляются на трепальных машинах и окрашиваются. Окрашенная шерсть, искусственное волокно и пряжа промываются, отжимаются, сушатся. Проходят обработку на щипальных машинах для расщипывания и разрыхления плотных компонентов смеси. После смешивания и чесания смеси изготавливаются ровницы отдельных номеров, которые поступают на прядильные машины. В крутильном цехе полученная пряжа на текстильно-крутильных машинах сращивается в одну нить, после чего ей дается отдельная крутка. В аксминстерском и жаккардовом цехах на ткацких машинах вырабатываются различные виды жаккардовых и аксминстерских ковров.

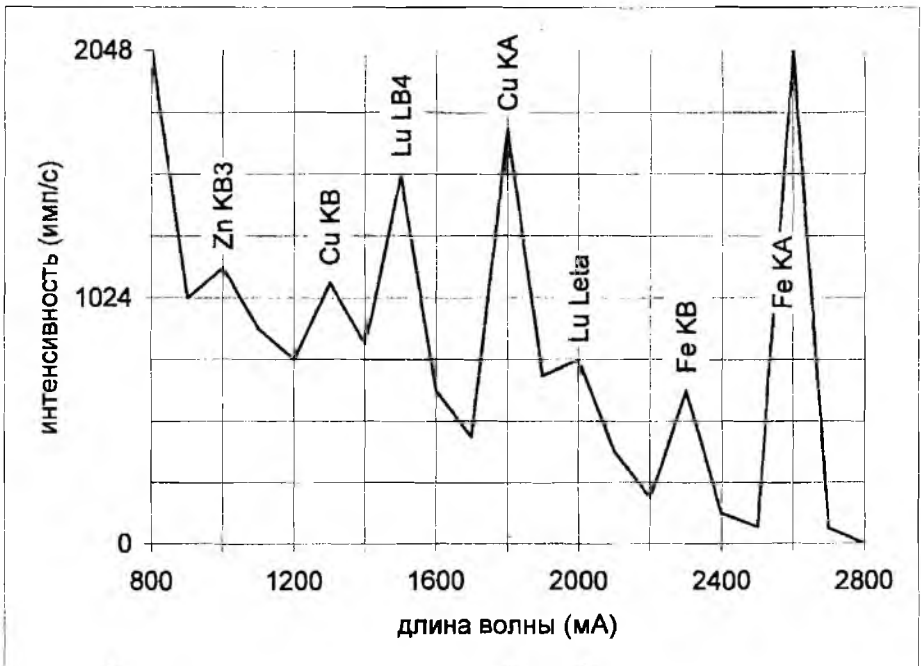


Рис. 1. Схематичное изображение спектра образца пыли крутильного цеха коврового предприятия (начало – 850нм, конец – 3100нм, напряженность трубки – 40).

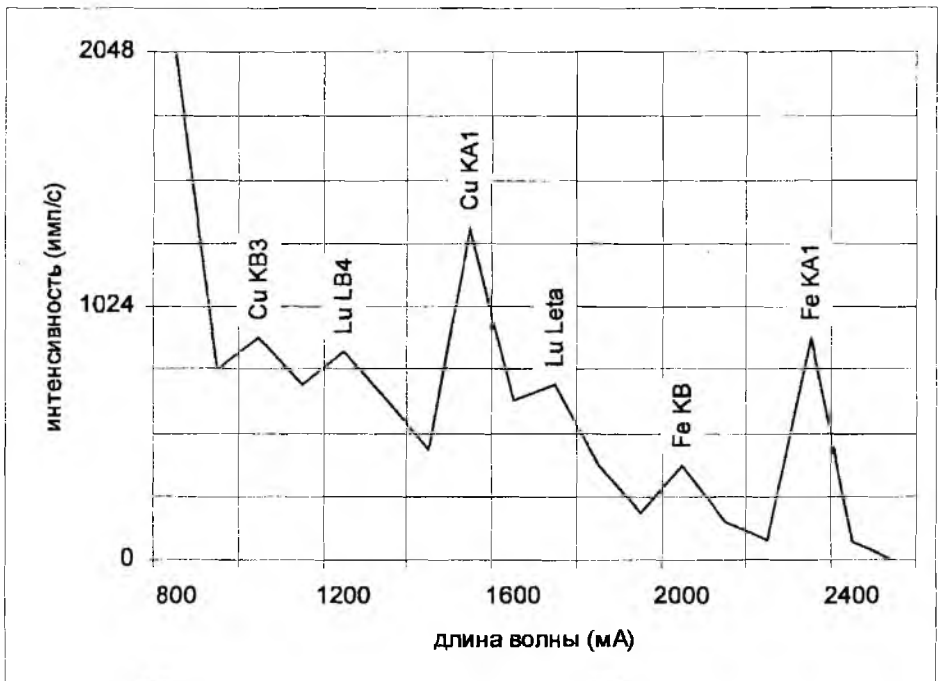


Рис. 2. Схематичное изображение спектра образцов пыли аксминстерского и жаккардового цехов коврового производства (начало – 850нм, конец – 3100нм, напряженность трубки – 40).

Так как медь, лютеций и железо были зарегистрированы на начальной стадии технологического процесса, то можно говорить о том, что данные металлы попадают в натуральную шерсть и искусственные волокна вместе с красителями. Поэтому необходимо уделять особое внимание составу используемых красителей, так как они непосредственно влияют на здоровье работающих: пылевые частицы образуются из волокон шерсти и искусственного происхождения, подвергшихся окрашиванию. Нами впервые в составе пылевых частиц был зарегистрирован лютеций, так как в литературных источниках мы не встретили подобных сведений.

В литературе описано наличие нарушений микроэлементного статуса у больных с хроническими неспецифическими заболеваниями легких, затяжным течением пневмонии и пневмонией, протекающей у лиц пожилого возраста с синдромом вторичного иммунодефицита [2–4].

Экспериментальными исследованиями установлено, что двухвалентные катионы участвуют в регуляции бронхиального тонуса, секреторной активности тучных клеток, нервно-мышечной проводимости и образовании слизи дыхательных путей [8]. Это позволяет предположить, что изменение ионного состава содержимого бронхов, формирующего микроокружение легочной ткани, может иметь существенное значение в патогенезе и клинической картине многих дыхательных заболеваний, в частности бронхиальной астмы и хронического бронхита.

Патогенез ринитов, фарингитов, ларинготрахеитов и бронхитов, которые часто бывают начальными проявлениями различных микроэлементозов, связан как с токсическим действием некоторых микроэлементов, так и с дефицитом эссенциальных микроэлементов, участвующих в поддержании трофики дыхательных путей. Значение микроэлементов в этой патологии, как правило, недооценивается, так как наблюдаемые клинические симптомы обычно объясняют влиянием других патогенных факторов (колебание температуры воздуха, избыточная или недостаточная влажность, запыленность). Термин «пылевой бронхит» широко используется в профессиональной патологии, однако в действительности он представляет собой сборное понятие, под которым объединяется результат влияния патогенных факторов с различными физико-химическими и биологическими свойствами.

Влияние составных компонентов пыли на дыхательную систему:

Медь. При вдыхании медьсодержащей пыли наблюдается раздражение слизистой глотки и гортани, кашель с выделением мокроты [1, 2]. Часто развиваются бронхиты. Среди работающих с медными порошками процент часто и длительно болеющих ринитом, фарингитом и бронхитом выше нормы, при стаже более 5 лет снижена жизненная емкость легких. Кроме того, происходит усиление сосудисто-бронхиального рисунка, уплотнение корней легких и базальная эмфизема.

Железо. При длительном воздействии аэрозолей (пыль, дым), содержащиеся в них соединения железа откладываются в легких и вызывают сидероз, бронхиты, эмфизему, сухой плеврит. При контакте с железом и его соединениями проявляется общетоксическое действие металла, раздражающее действие на верхние дыхательные пути [2], регистрируются пневмокопиотические изменения. При вскрытии умерших горнорабочих были обнаружены значительные деструктивные изменения на всех уровнях бронхиального дерева, в частности замещение реснитчатых клеток бокаловидными, иногда образующими пласты, выступающие в виде сосочков в просвет бронхов. У рабочих, имеющих контакт с чистой пылью железа, регистрируются изменения, сходные с картиной силикоза I–II степени, на вскрытии умерших находили миллиарные узелки, представляющие собой скопления пылевых клеток с

многочисленными коллагеновыми волокнами и утолщение альвеолярных перегородок [1, 9].

Лютеций. Относится к редкоземельным элементам. В литературе нет данных, описывающих влияние лютеция на организм человека. Однако нами встречалось описание воспаления верхних дыхательных путей (хронические фарингиты, риниты) у лиц, занятых в процессах получения и переработки руд и минералов редкоземельных элементов. Результаты собственных настоящих исследований позволяют предположить, что пыль, содержащая лютеций, приводит к нарушению структуры и функции системы органов дыхания, вызывая развитие хронических неспецифических заболеваний легких.

Марганец. Эпидемиологические исследования показали, что марганец может способствовать развитию хронического бронхита [10]. Кроме того, некоторая часть вдыхаемых частиц марганца может выводиться из легких путем мукоцилиарного клиренса и проглатываться, становясь, таким образом, доступной для всасывания из желудочно-кишечного тракта. Марганец в зависимости от дозы усиливает или угнетает тромбоцитопоз, влияет на синтез гиалуроновой кислоты, хондроэтилсульфата и гепарина, играющих важную роль в формировании соединительной ткани [11].

Титан. Экспериментальные исследования показали, что у работающих с пылью, содержащей титан и его соединения, наиболее часто диагностировались патологии верхних и глубоких дыхательных путей, в том числе гипертрофические, суб- и атрофические состояния слизистой носа, глотки, гортани с изменением дыхательной функции носа, обонятельной чувствительности и двигательной функции мерцательного эпителия слизистой носовой полости. Пылевая патология бронхолегочной системы, развивающаяся от воздействия пыли металлического титана и его соединений, может проявляться как в форме хронического пылевого бронхита с последующим развитием бронхогенного пневмосклероза, так и в форме первичного пневмокониоза.

Хром. При легочной форме интоксикации в клинической картине наибольшие изменения наблюдаются в легких: гиперплазия, пролиферация и плоскоклеточная метаплазия эпителия бронхов, бронхо- и бронхиоэктазы, формирование ретенционных кист слизистых желез, развитие диффузного пневмосклероза [1]. При воздействии хрома и его соединений выделяют поражения дыхательных путей с развитием бронхоспазма и бронхиальной астмы в результате сенсibilизации.

Цинк. Цинк является активатором ферментов клеточного дыхания: цитохромоксидазы и сукцинатдегидрогеназы [12]. Экспериментальные исследования влияния хронического отравления животных соединениями цинка показали изменение ряда показателей внешнего дыхания и способность вызывать гистологические сдвиги в легких, коррелирующие с экспозицией [5, 9]. При воздействии цинковой пыли у рабочих развиваются трахеит, бронхит, бронхопневмония, бронхиолит, катары верхних дыхательных путей (после 2–3 лет работы), хроническое воспаление слизистых верхних дыхательных путей вплоть до прободения носовой перегородки.

Содержание металлов в организме человека сбалансировано, и поэтому изменение концентрации одного из них приводит к изменениям содержания других.

Выводы: 1. Пыль коврового производства содержит следующие металлы: крутильный цех – медь, лютеций, железо, цинк; аксминстерский и жаккардовый цеха – медь, лютеций, железо, хром, титан, марганец.

2. Металлы, зарегистрированные в пыли, содержатся в красителях, используемых при окраске натуральных и искусственных волокон на начальных стадиях технологического процесса коврового производства.

3. Избыточное поступление металлов в организм приводит к дисбалансу металлов-микроэлементов, вызывая изменения ряда обменных процессов, нарушения структуры и функции органов дыхания.

4. Дисбаланс металлов-микроэлементов и связанные с ним нарушения обмена веществ являются важными звеньями развития хронических заболеваний в промышленных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Авцын А.П. и др.** Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органо-патология / **А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова.** – Мн., 1991. – 496 с.
2. **Биомониторинг тяжелых металлов в слюне** / **М.И. Чубурко, Г.М. Басова, Н.Н. Степанова и др.** // Гигиена и санитария, 2005, № 2. – С. 66–67.
3. **Колпакова А.Ф.** Роль загрязнения тяжелыми металлами среды обитания в патогенезе хронических заболеваний легких на Севере // Мед. труда и пром. экология, 2004, № 8. – С. 14–19.
4. **Ширинкин С.В.** Микроэлементы и их роль в патогенезе пневмонии // Пульмонология, 2003, № 4. – С. 104–108.
5. **Gibbs A., Pooley F.** Analysis and interpretation of inorganic mineral particles in «Lung» tissues // Thorax, 1996, vol. 51, № 3. – P. 327–334.
6. **Неклюдова Г.В., Бобров А.Н.** Качественный рентенофлюоресцентный анализ биологических объектов в пульмонологии // Пульмонология, 1996, № 4. – С. 76–79.
7. **Angelieva R.** Spectrographic method for determination of manganese in foodstuffs of vegetable origin by emissive spectral analysis. – Hig. Zdraveop, 1969, № 3. – P. 312–320.
8. **Двухвалентные катионы содержимого бронхов в патогенезе и клинике бронхиальной астмы** / **Г.Б. Федосеев, А.В. Емельянов, В.А. Гончарова и др.** // Терапевтический архив, 1992, № 12. – С. 58–62.
9. **Печеникова Е.В., Вашкова В.В., Можеев Е.А.** О биологическом значении микроэлементов // Гигиена и санитария, 1997, № 4. – С. 41–43.
10. **Щербачева М.А.** Воздействие марганца и его соединений на респираторную систему рабочих в производственных условиях // Студенческая медицинская наука XXI века: Материалы IV междунар. науч-практ. конф. – Витебск, 2004. – С. 228.
11. **Марганец.** Доклад ВОЗ // Гигиенические критерии состояния окружающей среды. – М., 1985. – 120 с.
12. **Шейбак В.М., Шейбак Л.Н.** Биологическая роль цинка и перспективы медицинского применения цинк-содержащих препаратов. – Гродно, 2003. – 82 с.

S U M M A R Y

In the article the qualitative structure of carpet manufacture dust is considered. The examples of fluorescence spectra, received at an irradiation by rigid x-ray radiation of samples of various shops dust of carpet manufacture. The influence of compound components of dust (the registered metals) on a condition of workers respiratory system is analysed.

Поступила в редакцию 21.11.2005