

УДК: 614.71:553.676

**Абанын асбест буласы менен булгануусунун потенциалдуу тобокелдиктерин
баалоо**Е. В. Ковалевский¹, А.А. Шаршенова², Е.Ж. Отаров³, Ж.О. Касымбеков⁴,
И.М. Цхомария¹¹ «Н.Ф. Измеров атындагы эмгек медицинасы Илимий-изилдөө институту» ФМБИМ, Москва,
Россия Федерациясы² Эл аралык жогорку медицина мектеби, Бишкек, Кыргыз Республикасы³ «Эмгек гигиенасы жана кесиптик оорулар улуттук борбору» КЭАК, Караганда шаары, Казакстан
Республикасы⁴ Кыргыз Республикасынын Саламаттык сактоо министрлигине караштуу Коомдук саламаттык сактоо
Улуттук институту, Бишкек, Кыргыз Республикасы

МАКАЛА ЖӨНҮНДӨ МААЛЫМАТ КОРУТУНДУ

Негизги сөздөр:

Асбест

Була

Чаң

Абанын булгануусун контролдоо

Контролдоо ыкмалары

Алдын алуу

Киришүү. Асбест - бул табигый минералдык булалардын көпчүлүк топторунун экөөсү үчүн жалпы коммерциялык термини болуп саналат: жалпы колдонуу тармагындагы серпентинит тобу (хризотил) жана амфибол тобу (актинолит, амозит, антофиллит, кроцидолит жана тремолит). Асбести казып алуу жана байытуу, өндүрүү, иштетүү процессиндеги, асбест камтыган продукцияны жок кылуудагы контролсуз шарттарда пайда болгон асбест камтыган чаңдын узак мөөнөттүү таасири бир катар олуттуу оорулардын пайда болуу тобокелдигин жогорулатат. Чыныгы тобокелдиктерди баалоодо таасир берүү үнүн потенциалдык мүмкүнчүлүгүн баалоо, асбест буласынын жеке таасиринин идентификациясы, асбесттин түрү жана таасирдин интенсивдүүлүгүнө объективдүү баа берүү маанилүү ролду ойнойт. Буланын түрүнүн энергодисперсиондук микроанализи менен трансмиссиялык микроскопияны жана сканирлөөчү оптикалык фазалык-контрасттык микроскопияны колдонуу аркылуу абадагы булалардын сандык концентрацияларын аныктоо кеңири колдонулган ыкмалардан болуп саналат.

Изилдөөнүн максаты - булалуу бөлүкчөлөр менен абанын потенциалдык булгануу мүмкүнчүлүгүн аныктоо үчүн горизонталдык беттерде жайгашкан чаң үлгүлөрүн анализдөө.

Материалдар жана ыкмалар. 2024-жылдын жай мезгилинде Бишкек (22 үлгү) жана Кант (6 үлгү) шаарларында горизонталдык беттерден жалпысынан 28 чаң үлгүсү алынган. Чаң үлгүлөрү сканерлөөчү электрондук микроскопия (СЭМ) менен үлгүлөрдүн минералдык курамына микроанализ жана энергетикалык дисперсиялык рентген спектроскопиясы менен изилденген.

Адрес для переписки:

Шаршенова Айнаш Акыновна, 720054

Кыргызская Республика, Бишкек, ул. Интергельпо 1Ф

Международная высшая школа медицины (МВШМ)

Тел.: + 996 778990021

E-mail: ainash5ismeh@gmail.com

Contacts:

Sharshenova Ainash Akynovna, 720054,

1F, Intergel'po str, Bishkek, Kyrgyz Republic

International Higher School of Medicine (IHSM)

Phone: +996 778990021

E-mail: ainash5ismeh@gmail.com

Для цитирования:

Ковалевский Е. В., Шаршенова А.А., Отаров Е.Ж., Касымбеков Ж.О., Цхомария И.М. Оценка потенциальных рисков загрязнения воздуха волокнами асбеста. Научно-практический журнал «Здравоохранение Кыргызстана» 2024, № 4, с.116-125. doi.10.51350/zdravkg2024.4.12.15.116.125

Citation:

Kovalevskiy E.V., Sharshenova A.A., Otarov Y.Zh., Kasymbekov Zh.O., Tshomariia I.M. Evaluation of potential risks of air pollution by asbestos fibres. Scientific and practical journal "Health care of Kyrgyzstan" 2024, No. 4, p. 116-125. doi.10.51350/zdravkg2024.4.12.15.116.125

Жыйынтыктар жана талдоо. Сканирлөөчү электрондук микроскопия ыкмасы үлгүлөрдү деталдуу талдап чыгууга жана изилдөөнүн жүрүшүндө аныкталган объекттердин ар биринин минералогиялык анализин жүргүзүүгө мүмкүндүк берди. Чандын беш үлгүсүндө (Бишкекте эки жана Кантта үч) хризотил асбесттин буласы 0,01%дан жогору концентрацияда табылган. Хризотил асбестти цемент матрицасы менен байланышкан абалда болгон.

Амфиболдук асбесттердин буласы табылган жок же анын курамы 0,01%дан аз. Бишкектен жети жана Канттан үч үлгүдө «респирабелдүү булалар» аныктамасына жакын өлчөмдөгү мүнөздөмөлөргө ээ жасалма минералдык булалар (ЖМБ) табылган.

Жыйынтыгы. Булалуу бөлүкчөлөр менен абанын булганышын көзө мөлдөө ыкмалары кымбат болгону, эмгекти көп талап кылуусу менен айырмаланат жана жогорку квалификациялуу кадрларды талап кылат. Ошол эле учурда үзгүлтүксүз мониторинг гана объективдүү сүрөт төөнү бере алат. Аба үлгүсүн алуу боюнча бир жолку иш-чаралар асбест булаларынын таасир берүүсүнүн потенциалдуу мүмкүнчүлүгү, бар же жоктугу (жана/же башка табигый жана жасалма минералдык булалар ошондой эле адамдын ден соолугуна терс таасир тийгизиши мүмкүн) таасир берүүчү булалардын түрү жана таасири жөнүндөгү маалыматтын ишенимдүү булагы боло албайт. Ошентип, мурда аткарылган мезгилдүү мониторингдин маалыматтары жок болгон учурда жумушчу зонасынын жана/же калктуу пункттардын атмосфералык абасынын булалуу бөлүкчөлөр менен булганышына, абадагы асбест булаларынын жана башка табигый жана жасалма минералдык булалардын курамын аныктоо горизонталдуу беттерде (мисалы, жолдордун жээгинде же башка беттерде) жайгашкан үлгүлөрдө чаң булаларынын бөлүкчөлөрү менен абанын булгануу потенциалын аныктоо үчүн олуттуу, салыштырмалуу аз эмгекти талап кылган жана арзан инструмент болуп саналат, бул бар же жок экендигин аныктоодо үзгүлтүксүз мониторинг жүргүзүү зарылчылыгын чечүү мүмкүнчүлүгүн берет. Ушуга байланыштуу, бул изилдөөнүн максаты эки шаардын горизонталдык бетине түшкөн чандын үлгүлөрүн чогултуу жана анализдөө болгон.

Оценка потенциальных рисков загрязнения воздуха волокнами асбеста

Е. В. Ковалевский ¹, А.А. Шаршенова ², Е.Ж. Отаров ³, Ж.О. Касымбеков ⁴,
И.М. Цхомария ¹,

¹ ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» Москва, Российская Федерация

² Международная высшая школа медицины, Бишкек, Кыргызская Республика

³ Некоммерческое акционерное общество «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний», Караганда, Республика Казахстан

⁴ Национальный институт общественного здоровья при Министерстве здравоохранения Кыргызской Республики, Бишкек

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

РЕЗЮМЕ

Ключевые слова:

Асбест
Волокно
Пыль
Контроль загрязнения воздуха
Методы контроля
Профилактика

Введение. Асбест – общий коммерческий термин для обозначения двух из множества существующих групп природных минеральных волокон: группы серпентинита (хризотил) и группы амфиболов (актинолит, амозит, антофиллит, крокидолит и тремолит), имеющих общие области применения. Длительное воздействие асбестосодержащей пыли образующейся в процессе добычи и обогащения асбеста, при производстве, использовании, и утилизации асбестосодержащей продукции в неконт

ролируемых условиях увеличивает риск развития целого ряда серьезных заболеваний. Существенную роль в оценке реальных рисков играет оценка потенциальной возможности воздействия, идентификация собственно воздействия волокон асбеста, вида асбеста и объективная оценка интенсивности воздействия. Наиболее широко используемым методом являются определение счётных концентраций волокон в воздухе с использованием оптической фазово-контрастной микроскопии, сканирующей и трансмиссионной микроскопии с энергодисперсионным микроанализом типа волокон.

Цель исследования - анализ проб пыли, осевшей на горизонтальные поверхности для идентификации потенциальной возможности загрязнения воздуха волокнистыми частицами.

Материалы и методы. Летом 2024 года отобрано 28 проб пыли с горизонтальных поверхностей в городах Бишкек (22 проб) и Кант (6 проб). Образцы пыли исследованы методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) с микроанализом минерального состава проб, методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии.

Результаты и обсуждение. Метод СЭМ позволил детально проанализировать образцы и провести минералогический анализ каждого из выявленных при исследовании объектов. В пяти образцах пыли (два в г. Бишкек и три в г. Кант) были обнаружены волокна хризотилового асбеста в концентрации более 0,01%. Волокна хризотилового асбеста находились в связанном с цементным матриксом состоянии. Волокон асбеста амфиболовой группы не обнаружено или их содержание менее 0,01%. В семи образцах из г. Бишкек и трёх образцах из г. Кант были обнаружены искусственные минеральные волокна (ИМВ), с размерными характеристиками, близкими к определению «респираторное волокно».

Заключение. Методы контроля загрязнения воздуха отличаются достаточно высокой стоимостью, трудоемкостью и требуют высококвалифицированного персонала. При этом, объективную картину может дать только регулярный мониторинг. Разовые мероприятия по отбору единичных проб воздуха не могут служить надёжным источником информации о потенциальной возможности воздействия, наличии или отсутствии собственно воздействия волокон асбеста (и/или других природных и искусственных минеральных волокон, которые также могут оказывать негативное влияние на здоровье человека), вида воздействующих волокон и интенсивности воздействия. Таким образом, при отсутствии данных выполненного ранее регулярного мониторинга загрязнения воздуха рабочей зоны и/или атмосферного воздуха населённых мест волокнистыми частицами, определение содержания осевших из воздуха волокон асбеста и других природных и искусственных минеральных волокон в пробах осевшей на горизонтальных поверхностях (например, на обочинах автодорог или других поверхностях) пыли является значимым, сравнительно малотрудозатратным и недорогим инструментом для идентификации потенциальной возможности загрязнения воздуха волокнистыми частицами, позволяет принимать решение о наличии или отсутствии необходимости регулярного мониторинга.

Evaluation of potential risks of air pollution by asbestos fibres

E.V. Kovalevskiy ^a, A.A. Sharshenova ^b, Y.Zh. Otarov ^c, Zh. O. Kasymbekov ^d, I.M.Tshomariia ^a

^a FSBSI «Izmerov Research Institute of Occupational Health» Moscow, Russia,

^b International Higher School of Medicine, Bishkek, Kyrgyz Republic,

^c «National Center of Labour Hygiene and Occupational Diseases» non-commercial joint-stock company, Karaganda city, Republic of Kazakhstan

^d National Institute of Public Health of the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic, Bishkek

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Key words:

Asbestos
Fiber
Dust
Air pollution control
Control methods
Prevention

Introduction. Asbestos is a general commercial term for two of the many existing groups of natural mineral fibres: the serpentine group (chrysotile) and the amphibole group (actinolite, amosite, anthophyllite, crocidolite and tremolite), which have common applications. Long-term exposure to asbestos-containing dust generated during asbestos mining and enrichment, and during the production, use and disposal of asbestos-containing materials in uncontrolled conditions increases the risk of developing a number of serious diseases. An essential role in assessing the actual risks is played by assessing the potential for exposure, identifying the actual exposure to asbestos fibres, the type of asbestos and an objective assessment of the intensity of exposure. The most widely used methods for solving these problems are the determination of number concentrations of fibres in the air using optical phase-contrast microscopy, scanning and transmission microscopy with energy-dispersive microanalysis of the fibre type.

The purpose of the work - analysis of dust samples settled on horizontal surfaces to identify the potential for air pollution by fibrous particles.

Materials and methods. In the summer of 2024, a total of 28 dust samples were taken from horizontal surfaces in the cities of Bishkek (22 samples) and Kant (6 samples). Dust samples were examined by scanning electron microscopy (SEM) with microanalysis of the mineral composition of the samples, and by energy-dispersive X-ray spectroscopy.

Results and discussion. The SEM method made it possible to analyze the samples in detail and conduct a mineralogical analysis of each of the objects identified during the study. In five dust samples - two (Bishkek) and three (Kant) fibers of chrysotile asbestos were found in a concentration of more than 0.01%. The chrysotile asbestos fibers were in a state bound to the cement matrix. No asbestos fibers of the amphibole group were detected or their content was less than 0.01%. In seven samples from Bishkek and three samples from Kant, man-made mineral fibers (MMF) were found, with dimensional characteristics close to the definition of "respirable fiber".

Conclusion. Air pollution monitoring methods are quite expensive, labor intensive and require highly qualified personnel. At the same time, only regular monitoring can provide an objective picture. One-time events to collect individual air samples cannot serve as a reliable source of information on the potential for exposure, the presence or absence of exposure to asbestos fibres (and/or other natural and man-made mineral fibres that can also have a negative influence on human health), the type of fibres them, and the intensity of exposure. Thus, in the absence of data from previously performed regular monitoring of air pollution in the working area and/or atmospheric air of populated areas with fibrous particles, determining the content of asbestos fibres and other natural and man-made mineral fibers settled from the air in samples of dust settled on horizontal surfaces (e.g., on roadsides or other surfaces) is a significant, relatively low-labor and inexpensive tool for identifying the potential for air pollution with fibrous particles, and allows decision making whether regular monitoring is necessary or not. In this regard, the purpose of this study was to collect and analyze samples of dust settled on horizontal surfaces in two cities.

Введение

Асбест – общий коммерческий термин для обозначения двух из множества существующих групп природных минеральных волокон: группы серпентинита (хризотилловый асбест, далее – хризотил) и группы амфиболов (актинолит, амозит, антофиллит, крокидолит и тремолит) (далее – амфиболы), имеющих общие области применения (наиболее широко

применяются или применялись ранее хризотил, крокидолит и амозит, реже или встречаются в качестве примесей к различным группам минерального сырья – антофиллит, актинолит, тремолит). Воздействие асбестосодержащей (т. е. содержащей свободные волокна асбеста) пыли в неконтролируемых условиях увеличивает риск развития целого ряда заболеваний, наиболее значимыми из которых являются асбестоз, хронический бронхит и злокачественные новообра-

зования верхних дыхательных путей, бронхолегочного аппарата, плевры, других органов и систем.

Хризотил и амфиболы существенно различаются по минералогическому строению, физико-химическим свойствам, способности накапливаться в органах дыхания человека (биоперсистенции). Волокна хризотила (использование в настоящее время продолжается в большинстве стран мира) легко растворяются в биологических средах и выводятся из легких в короткие сроки. В связи с этим условием накопления волокон хризотила в органах дыхания до количества, достаточного для развития того или иного заболевания, является длительное (в течение многих лет) поступление с вдыхаемым воздухом в концентрациях, многократно превышающих предельно допустимые уровни, установленные в настоящее время для воздуха рабочей зоны и атмосферного воздуха населенных мест. Волокна амфиболов практически не выводятся из органов дыхания и их накопление происходит при многолетнем вдыхании даже в малых концентрациях, их использование, чрезвычайно широкое в XX веке в наиболее промышленно развитых странах, в настоящее время запрещено практически во всех странах мира [1]. Многие, уже ставшие классическими работы указывают на существенные различия в рисках для здоровья человека при воздействии амфиболов и хризотила [4, 8, 9].

В настоящее время, несмотря на наличие многочисленных исследований, выполненных за последние десятилетия, проблеме оценки потенциальных рисков для здоровья человека в связи с воздействием волокон асбеста уделяется большое внимание. Начиная с 60-х годов XX века существует две прямо противоположные позиции по данному вопросу [13]. С одной стороны, есть утверждения об отсутствии безопасного порога воздействия любых видов асбеста, составляются прогнозы по сотням тысяч смертей в связи с профессиональным и непрофессиональным воздействием любых видов асбеста [3, 14]. С другой стороны, многие авторы указывают на полную некорректность теории «беспорогового действия» для канцерогенов, на экономические и политические причины того, что она находит сторонников до настоящего времени [6, 15]. Многие признанные эксперты в области оценок воздействия и оценок рисков высказывают опасения в связи с некорректными подходами в оценках глобального бремени заболеваний и/или прогнозов ожидаемой смертности в связи с теми или иными факторами риска, что приводит к существенным переоценкам уровней рисков, в том числе и в результате воздействия асбеста [5, 7, 11].

В целом возможно говорить о наличии достаточных доказательств того, что опасность для здоровья человека может представлять длительное воздействие асбестосодержащей пыли, образующейся в

процессе добычи и обогащения асбеста, при производстве, использовании и утилизации асбестосодержащей продукции. Существенную роль в оценке реальных рисков имеет знание о типе асбеста и интенсивности воздействия за весь период профессионального или непрофессионального контакта.

В связи с этим при разработке необходимых и достаточных профилактических мер особую роль играет оценка потенциальной возможности воздействия, идентификация собственно воздействия волокон асбеста, типа воздействующего асбеста и объективная оценка интенсивности воздействия.

Для решения этих задач наиболее широко используемыми методами являются определение счетных концентраций волокон в воздухе с использованием оптической фазово-контрастной микроскопии (ФКОМ), сканирующей и трансмиссионной микроскопии с энергодисперсионным микроанализом типа волокон СЭМ/ТЭМ (сканирующая электронная микроскопия/просвечивающая электронная микроскопия). Фазово-контрастная микроскопия (ФКОМ) – самая простая, быстрая и относительно дешевая методика из упомянутых, позволяет определить счетные концентрации волокнистых частиц в воздухе, но не дает возможности определить, что за волокна считают (если в воздухе одно волокно асбеста и десять органических волокон или частиц, похожих на волокна, то говорят, что в воздухе 11 волокон асбеста). Принцип метода – протягивание определённого объема воздуха через специальные фильтры; подготовка фильтра в лаборатории для СЭМ или подготовка образца для анализа с использованием ТЭМ; подсчет частиц определённых размеров, отложившихся на фильтре и определение типа этих частиц. Подсчет волокон методами СЭМ/ТЭМ с рентгеновским энергодисперсионным микроанализом типа минерала в несколько раз дороже, более трудоемкий, но позволяет говорить о том, какие волокна подсчитывались. В случае если заранее известен тип волокон в воздухе на обследуемом объекте – как, например, на предприятиях по добыче и обогащению асбеста, на предприятиях по производству материалов и изделий, содержащих асбест или искусственные минеральные волокна и на территориях к ним прилегающих, при соблюдении определенных правил подсчета оптическая и электронная микроскопия дают сопоставимые результаты. В остальных случаях обычно рекомендуется электронная микроскопия или комбинация методов.

Методики, основанные на использовании СЭМ/ТЭМ, также используются и при определении наличия асбеста и других минеральных волокон в пробах строительных материалов и осевшей на горизонтальных поверхностях пыли. Последнее может играть важную роль. Упомянутые выше методы контроля загрязнения воздуха отличаются достаточно высокой стоимостью, трудоемкостью и требуют высо-

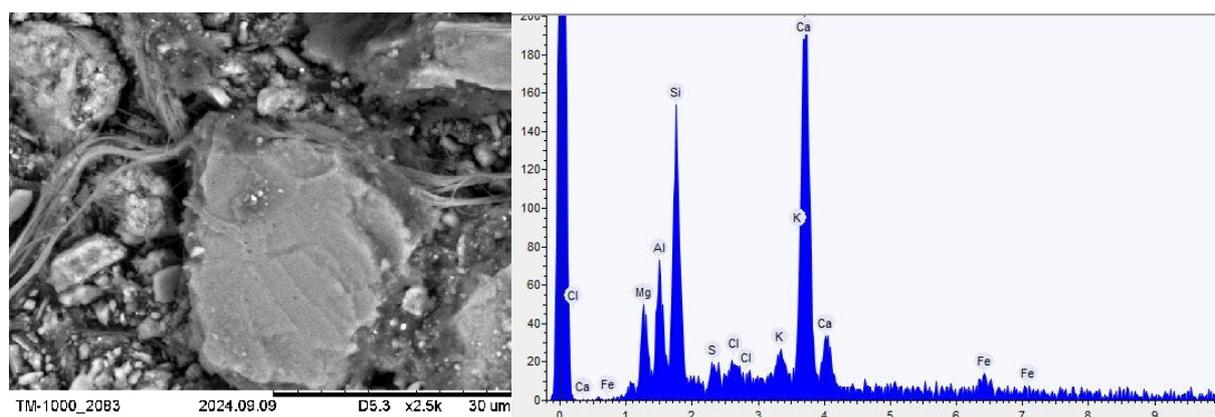


Рисунок 1. Придорожная пыль рядом с шиферным забором. Рядом с постом наблюдения за загрязнением воздуха (ПНЗВ) №6. Фото места отбора образца осевшей пыли и микрофотография конгломерата – фрагмента цемента с вмурованными в него волокнами хризотилового асбеста (увеличение x2500 + спектр).

Figure 1. Roadside dust near a slate fence. Near air pollution monitoring post (APMP) No. 6. Photo of the place where the sample of settled dust was collected and a micrograph of a conglomerate – a fragment of cement with embedded chrysotile asbestos fibers (magnification x2500 + spectrum).

коквалифицированного персонала. При этом объективную картину может дать только регулярный мониторинг. Разовые мероприятия по отбору единичных проб воздуха, как правило, не могут служить надежным источником информации о потенциальной возможности воздействия, наличии или отсутствии собственно воздействия волокон асбеста (и/или других природных и искусственных минеральных волокон, которые также могут оказывать негативное влияние на здоровье человека), типа воздействующего асбеста (и/или опять же других природных и искусственных минеральных волокон) и интенсивности воздействия. Таким образом, при отсутствии данных выполненного ранее регулярного мониторинга загрязнения воздуха рабочей зоны и/или атмосферного воздуха населенных мест волокнистыми частицами, определение содержания осевших из воздуха волокон асбеста и других природных и искусственных минеральных волокон в пробах осевшей на горизонтальных поверхностях (например, на обочинах автодорог или других поверхностях) пыли является значимым, сравнительно мало трудозатратным и недорогим инструментом для идентификации потенциальной возможности загрязнения воздуха природными и искусственными минеральными волокнистыми частицами, позволяет принимать решение о наличии или отсутствии необходимости регулярного мониторинга.

В связи с этим целью настоящего исследования был анализ проб пыли, осевшей на горизонтальные поверхности для идентификации потенциальной возможности загрязнения воздуха волокнистыми частицами в двух городах.

Материалы и методы

В Кыргызской Республике в течение двух рабочих

дней летом 2024 года было отобрано 28 проб пыли с горизонтальных поверхностей и обочин автомобильных дорог крупного города Бишкек - 22 образца, и города Кант, расположенного вблизи двух предприятий по производству асбестоцементных изделий, одно из которых находится на территории крупного цементного завода, а второе в непосредственной близости от частного сектора в г. Кант – 6 образцов. Отбор проб пыли непосредственно на территории городов Бишкек и Кант производился вблизи городских стационарных постов наблюдения за загрязнением воздуха (ПНЗВ).

Для выявления факта присутствия асбеста и или других природных и искусственных минеральных волокон и ориентировочной оценки их содержания в исследуемых образцах был выбран метод СЭМ с микроанализом минерального состава проб, методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии. Этот метод позволяет детально проанализировать образцы и провести минералогический анализ каждого из выявленных при исследовании объектов.

Результаты и рекомендации

При исследовании собранных в городах Бишкек и Кант образцов пыли, осевшей на горизонтальных поверхностях и на обочинах автомобильных дорог, в пяти (а именно в двух из 22 в г. Бишкек и трех из 6 в г. Кант) образцах пыли были обнаружены волокна хризотилового асбеста в концентрации более 0,01 %. Волокон амфиболовых асбестов не обнаружено, или их содержание менее 0,01 %.

По результатам визуального обследования было отмечено, что в г. Бишкек широко используются асбестоцементные материалы различного назначения, в первую очередь обращали на себя внимание волни

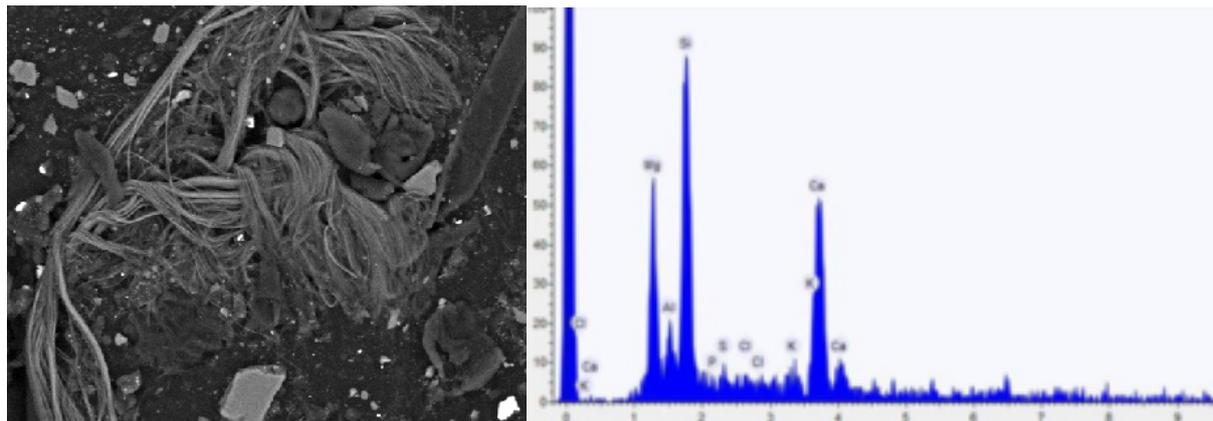


Рисунок 2. Проба пыли с основания металлического забора рядом с проходной асбестоцементного завода. Микрофотография (увеличение $\times 3000$ + спектр).

Figure 2. Dust sample from the base of a metal fence near the checkpoint of an asbestos cement plant. Microphotograph (magnification $\times 3000$ + spectrum).

стые кровельные листы, но волокна хризотилового асбеста были обнаружены в пыли только в двух локациях. При этом в обоих образцах (отобранном в непосредственной близости от забора, изготовленного из волнистых асбестоцементных листов и отобранном вблизи двухэтажного строения с крышей из волнистого асбестоцементного листа) были обнаружены только фрагменты асбестоцементного материала, в котором волокна хризотилового асбеста находились в связанном с цементном матриксом состоянии (рисунок 1).

Таким образом, ни в одном из образцов, отобранных в г. Бишкек, именно свободных волокон хризотилового асбеста, способных длительное время находиться во взвешенном состоянии в воздухе, обнаружено не было. Полученные данные не дают оснований для предложений о систематическом широкомасштабном мониторинге загрязнения атмосферного воздуха в г. Бишкек волокнами хризотилового асбеста. В целом это подтверждает результаты выполненных ранее в разных странах многочисленных исследований, указывающие на то, что асбестоцементные материалы могут служить источником загрязнения воздуха свободными волокнами асбеста только в случае интенсивного их измельчения в больших количествах [2, 12]. В то же время, даже учитывая, что данные о содержании волокон асбеста в пыли, осевшей на горизонтальных поверхностях и обочинах автодорог, являются достаточно надежным индикатором наличия или отсутствия загрязнения воздуха в городе волокнами асбеста, целесообразным может представляться контрольный отбор серии хотя бы среднесуточных проб воздуха для оценок возможного загрязнения волокнами хризотилового асбеста в центральной, северной, восточной, южной и западной частях г. Бишкек в теплый сухой период года (то есть в период, когда погодные условия наиболее благоприятны для распростране-

ния и длительного нахождения в воздухе гидрофильных волокон хризотилового асбеста).

В городе Кант, где расположены два предприятия по производству асбестоцементных материалов, одно из которых находится на территории крупного цементного завода на окраине города, а второе в непосредственной близости от частного сектора, в трёх из шести отобранных проб пыли, осевшей на горизонтальных поверхностях или на обочинах автомобильных дорог, были обнаружены волокна хризотилового асбеста. Одна из проб была отобрана с основания забора перед проходной на въезде на территорию крупного предприятия по производству асбестоцементных изделий, расположенного на территории крупного цементного завода на окраине города; вторая – на обочине подъездной автодороги к территории указанных выше предприятий по производству цемента и асбестоцементных материалов около остановки общественного транспорта, около 500 метров от границы промзоны предприятий; и третья – с основания металлического забора рядом с проходной предприятия по производству асбестоцементных материалов, территория которого расположена вблизи от частного сектора в г. Кант (рисунок 2).

В пробах пыли, отобранных непосредственно в г. Кант, волокон хризотилового асбеста обнаружено не было, что указывает на малую вероятность наличия повышенных рисков воздействия волокон хризотилового асбеста на жителей г. Кант в концентрациях, представляющих хотя бы теоретически опасность для здоровья. В то же время, в целом, полученные данные позволяют рекомендовать проведение работ по исключению возможности распространения волокон хризотилового асбеста за пределы производственных корпусов указанных выше предприятий с контрольными замерами загрязнения воздуха волокнами хризотилового асбеста на границе промзон и



Рисунок 3. Микрофотографии искусственных минеральных волокон «респираторного» размера (увеличение x1000, x3000 и x7000)

Figure 3. Microphotographs of man-made mineral fibers of “respirable” size (magnification x1000 x3000 and x7000)

непосредственно в г. Кант в различные периоды года в периоды максимально интенсивных производственных процессов на указанных предприятиях.

Помимо выявления в ряде образцов волокон асбеста следует обратить внимание на то, что в семи из 22 образцов в г. Бишкек и трёх из шести образцов в г. Кант были обнаружены искусственные минеральные волокна (ИМВ), с размерными характеристиками, соответствующими или близкими к определению «респираторное волокно» (рисунок 3).

Это, скорее всего, связано с всё более широким распространением применения различных изоляционных материалов, содержащих ИМВ (каменная вата, стекловата, шлаковата и др.) в промышленном и гражданском строительстве. Такие материалы имеют очень привлекательные потребительские свойства, характеризуются малым пылевыведением при монтаже и в начальные периоды эксплуатации. Но с течением времени, особенно при их использовании на горячих поверхностях (трубопроводы, паропроводы и др.) эти материалы теряют замасливающие тела (полимерные соединения, как правило фенолформа-

льдегидные смолы), обеспечивающие скрепление ИМВ в соответствующих изделиях (мягкие плиты и маты, жесткие и полужесткие плиты, минераловатные цилиндры, отводы, тройники, переходы из минеральной ваты и др.) и возрастает вероятность интенсивного загрязнения воздуха ИМВ не только при работах, связанных с повреждением/разрушением содержащих их материалов, но и даже за счёт естественного движения воздуха при отсутствии соответствующих защитных покрытий. Отдельно следует подчеркнуть, что несмотря на утверждения современных производителей ИМВ о том, что их продукция содержит только достаточно толстые, «нереспираторные» волокна, в ходе данного обследования было выявлено наличие ИМВ, имеющих «респираторные» или очень близкие к таковым размеры (длины равны или более 5 микрон, толщины равны или более 3 микрон и их соотношение 3 к 1), что позволяет им долго находиться во взвешенном состоянии в воздухе и проникать в глубокие отделы органов дыхания человека. Важно подчеркнуть, что указанные ИМВ по данным многочисленных современных исследований имеют существенный канцерогенный потенциал.

Заключение

Таким образом, по результатам данного обзорного, обзорного исследования рекомендуется проведение дополнительных исследований по оценке загрязнения атмосферного воздуха населённых мест не только волокнами асбеста, но и ИМВ, выявлению наиболее характерных источников распространения свободных ИМВ в воздухе, с последующей разработкой соответствующих профилактических мероприятий. Все работы, которые могут сопровождаться повреждением (разрушением) таких материалов должны выполняться с применением мер безопасности, как минимум соответствующих требованиям Практического руководства Международной организации труда «Безопасность при испо-

льзовании синтетических стекловидных волокон в качестве изоляционного материала (стекловата, камневата, шлаковата)» (Издание МОТ, Женева, Швейцария, 2001; Русский перевод – Москва, 2001) [16].

Также возможно обратить внимание на то, что в 12 из 28 образцов были обнаружены фрагменты минеральных частиц, имеющих размерные характеристики, отвечающие определению «волокно» (с соотношением длины к диаметру равное или более, чем 3 к 1), но по своему внешнему виду и спектру не соответствующие внешнему виду и спектру волокон асбеста. Распространённость таких находок, представляющих собой фрагменты (обломки) различных горных пород, существенно выше, чем при аналогичных исследованиях выполненных, например, в

крупных российских городах. Такие частицы, часто имеющие вполне «респираторные» размеры, могут длительное время находиться в воздухе. При выполнении определения концентраций волокнистых частиц в воздухе не только с использованием ФКОМ, но и СЭМ/ТЭМ недостаточно опытным оператором могут ошибочно расцениваться как асбестовые [10], что необходимо учитывать при реализации соответствующих мероприятий по контролю загрязнения воздуха волокнами асбеста и/или ИМВ.

Жазуучулар ар кандай кызыкчылыктардын чыр жоктугун жарыялайт.

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов. The authors declare no conflicts of interest.

Литература / References

1. Измеров Н. Ф. Программа Всемирной организации здравоохранения и международной организации труда по элиминации асбестообусловленных заболеваний. Медицина труда и промышленная экология. 2008. №3. С. 1-8. [Izmerov N. F. Program of the World Health Organization and the International Labor Organization for the elimination of asbestos-related diseases. Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology. 2008. №3. P. 1-8.] Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/programma-vsemirnuy-organizatsii-zdravoohraneniya-i-mezhdunarodnoy-organizatsii-truda-po-eliminatsii-asbestoobuslovlennyh> (accessed December 27, 2024)
2. Ковалевский Е.В. Оценка содержания природных и искусственных минеральных волокнистых частиц в воздухе объектов непромышленного назначения. Медицина труда и промышленная экология. 2004. № . С. 10-16. [Kovalevskiy E.V. Assessment of the content of natural and artificial mineral fibrous particles in the air of non-industrial facilities. Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology. 2004. № 1. P. 10-16.] Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17633508> (accessed December 27, 2024)
3. Семенова И. Н., Переверзев В. А. Профессиональные злокачественные новообразования. Военная медицина. 2023. № 3 (68). С.95-110. DOI 10.51922/2074-5044.2023.3.95. EDN QADIYC. [Semenenya I. N., Pereverzev V. A. Occupational malignant tumors. Military Medicine. 2023. № 3(68). С. 95-110.] Available from: <https://www.bsmu.by/upload/docs/militarymedicine/2023-3/16.pdf> (accessed December 27, 2024)
4. Berman D.W., Crump K.S. A meta-analysis of asbestos-related cancer risk that addresses fiber size and mineral type. Crit. Rev. Toxicol. 2008. Vol.38. Suppl 1. P.49-73. doi: 10.1080/10408440802273156. PMID: 18686078. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408440802273156> (accessed December 27, 2024)
5. Cherie J.W., van Tongeren M., Kromhout H. Estimating occupational disease burden: a way forward. Ann. Work. Expo. Health. 2024. Vol. 8 (Aug). № 68(7). P. 673-677. doi: 10.1093/annweh/wxae040. PMID: 38768378. Available from: <https://academic.oup.com/annweh/article-abstract/68/7/673/7676727?redirectedFrom=fulltext&login=false> (accessed December 27, 2024)
6. Clewell R.A., Thompson C.M., Clewell H.J. 3rd. Dose-dependence of chemical carcinogenicity: Biological mechanisms for thresholds and implications for risk assessment. Chem. Biol. Interact. 2019. Mar 1. Vol.301. P.112-127. doi: 10.1016/j.cbi.2019.01.025. PMID: 30763550. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009279718314467?via%3Dihub> (accessed December 27, 2024)
7. Coggon D. Estimating population burdens or occupational disease. Scand. J. Work Environ. Health. 2022. Vol. 48. № 2. P. 83-85. <https://doi.org/10.5271/sjweh.4007> Available from: <https://www.sjweh.fi/article/4007> (accessed December 27, 2024)
8. Donaldson K., Murphy F.A., Duffin R., Poland C.A. Asbestos, carbon nanotubes and the pleural mesothelium: a review of the hypothesis regarding the role of long fibre retention in the parietal pleura, inflammation and mesothelioma. Part. Fibre Toxicol. 2010. Mar. Vol.22. 7:5. doi:10.1186/1743-8977-7-5. PMID: 20307263. PMCID: PMC2857820. Available from: <https://particleandfibretoxicology.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-8977-7-5#citeas> (accessed December 27, 2024)
9. Hodgson J.T., Darnton A. The quantitative risks of mesothelioma and lung cancer in relation to asbestos exposure. Ann. Occup. Hyg. 2000. Dec. Vol. 44(8). P.565-601. PMID: 11108782. Available from: <https://academic.oup.com/annweh/article-abstract/44/8/565/127506?redirectedFrom=PDF&login=false> (accessed December 27, 2024)
10. Khadem M., Somea M.S., Hassankhani H., Heravizadeha O. R. Joint Iranian-Russian studies of airborne asbestos concentrations in Tehran, Iran. Atmospheric Environment. 2018. Aug 1. vol.186. 2017. P. 9-17. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S135223101830325X> (accessed December 27, 2024)
11. Kromhout H., Cherie J.W., van Tongeren M. Letter to the editor // Environ Int. 2023. Vol.179(Sep):108107. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108107> Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412023300380X?via%3Dihub> (accessed December 27, 2024)
12. Lee R.J., Van Orden D.R. Airborne asbestos in buildings. Regul. Toxicol. Pharmacol. 2008. Mar. Vol.50(2). P.218-25. doi: 10.1016/j.yrtph.2007.10.005. PMID: 18006126. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0273230007001535?via%3Dihub> (accessed December 27, 2024)
13. Stone R. No meeting of the minds on asbestos. Science. 1991. Nov 15. Vol. 254(5034). P.928-31. doi:10.1126/science.1948074. PMID: 1948074. Available from: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1948074> (accessed December 27, 2024)

14. Toxicological Profile for Asbestos. 2001. Agency for Toxic Substances and Disease Registry of the U.S. Department of Health and Human Services Centers for Disease Control. Available from: <https://wwwn.cdc.gov/TSP/ToxProfiles/ToxProfiles.aspx?id=30&tid=4> (accessed December 27, 2024)
15. Williams R.A. Economic benefit-cost implications of the LNT model. *Chem. Biol. Interact.* 2019. Mar 1. Vol.301. P.141-145. doi: 10.1016/j.cbi.2019.01.028. PMID: 30763554. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009279719300468?via%3Dihub> (accessed December 27, 2024)
16. Практическое руководство Международной организации труда «Безопасность при использовании синтетических стекловидных волокон в качестве изоляционного материала (стекловата, камневата, шлаковата)» (Издание МОТ, Женева, Швейцария, 2001; Русский перевод – Москва, 2001) / ILO Safety in the use of synthetic vitreous fibre insulation wools (glass wool, rock wool, slag wool). ILO Geneva, International Labour Office, 2001. Code of practice, occupational safety, occupational health, synthetic organic fibres. Available from: <https://www.ilo.org/resource/safety-use-synthetic-vitreous-fibre-insulation-wools-glass-wool-rock-wool>. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40ed_protect/%40protrav/%40safework/documents/normativeinstrument/wcms_146646.pdf

Авторы:

Ковалевский Евгений Вильевич, доктор медицинских наук, профессор Российской академии наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» (ФГБНУ «НИИ МТ»), Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5166-6871>

Шаршенова Айнаш Акыновна, доктор медицинских наук, профессор, Международная высшая школа медицины (МВШМ), Бишкек, Кыргызская Республика
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4852-7437>

Отаров Ертай Жалгаспаевич, доктор медицинских наук, Уполномоченное лицо Некоммерческого акционерного общества «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний», (НАО «НЦГТиПЗ»), Караганда, Республика Казахстан
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5799-3451>

Касымбеков Жаркынбек Орозбекович, доктор медицинских наук, директор Национального института общественного здоровья при Министерстве здравоохранения Кыргызской Республики (НИОЗ МЗ КР), Бишкек, Кыргызская Республика

Цхомария Ираклий Мамукович, научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» (ФГБНУ «НИИ МТ»), Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9615-3284>

Authors:

Kovalevskiy Evgeny Viliyevich, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Leading Researcher Federal State Budgetary Scientific Institution «Izmerov Research Institute of Occupational Health» (FSBSI «IRIOH»), Moscow, Russia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5166-6871>

Sharshenova Ainash Akynovna, Doctor of Medical Sciences, Professor, International Higher School of Medicine (IHSM), Bishkek, Kyrgyz Republic
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4852-7437>

Otarov Yertay Zhalgaspayevich, Doctor of Medical Sciences, Authorized person «National Center of Labour Hygiene and Occupational Diseases» ("NCLHOD" NCJSC), Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5799-3451>

Kasymbekov Zharkynbek Orozbekovich, Doctor of Medical Sciences, Director of the National Institute of Public Health under the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic (NIPH MH KR), Bishkek, Kyrgyz Republic

Tshomariia Iraklii Mamukovich, Researcher, Federal State Budgetary Scientific Institution «Izmerov Research Institute of Occupational Health» (FSBSI «IRIOH»), Moscow, Russia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9615-3284>

Поступила в редакцию 11.11.2024
Принята к печати 20.01.2025

Received 11.11.2024
Accepted 20.01.2025