

Кузьмина Л.П., Соркина Н.С., Хотулева А.Г., Безрукавникова Л.М., Артемова Л.В.

ПРОБЛЕМА «СВИНЕЦ И ЗДОРОВЬЕ РАБОТАЮЩИХ» В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова» пр-т Буденного, 31, Москва, РФ, 105275

В статье охарактеризовано современное состояние проблемы воздействия свинца на здоровье работающих, указаны перспективные направления дальнейших исследований. На основе данных углубленного обследования работников свинецперерабатывающего предприятия доказана стадийность адаптации организма работника к воздействию свинца, обоснована необходимость установления новых допустимых значений биомаркеров воздействия свинца на организм работающих в контакте со свинцом. Доказана значимость в комплексе профилактических мероприятий правильного использования средств индивидуальной защиты, мер личной гигиены, а также эффективность применения пектина в лечебно-профилактическом питании. Учитывая комбинированное воздействие свинца на организм работающих современных предприятий, показана важность оценки микроэлементного гомеостаза. Подтверждена значимость расширения спектра определяемых биомаркеров эффекта при проведении биологического мониторинга и для оценки генетически обусловленной чувствительности к воздействию свинца.

Ключевые слова: свинец; воздействие свинца; свинцовая интоксикация; свинецперерабатывающее предприятие; дельта-аминолевулиновая кислота

Kuzmina L.P., Sorkina N.S., Khotuleva A.G., Bezrukavnikova L.M., Artemova L.V. **The problem «lead and health of workers» in the conditions of modern industry.** Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russian Federation, 105275

The article describes the current state of the problem of the impact of lead exposure on the health of workers, identifies promising areas for further research. On the basis of in-depth examination of workers of lead recycling plant results stages of adaptation to lead exposure have been emphasized, necessity of establishment of new reference range of biomarkers of effect for workers exposed to lead has been proved. The importance of the correct use of personal protective equipment, personal hygiene measures, as well as the effectiveness of the use of pectin in the complex of preventive measures has been proved. Taking into account the combined effect of lead with other metals in the conditions of modern industry, the importance of assessing microelement homeostasis has been shown. The importance of expanding the range of the determined biomarkers of effect in the biological monitoring and assessment of the genetically determined sensitivity to lead exposure has been confirmed.

Key words: lead, lead exposure, lead poisoning, lead recycling plant, delta-aminolevulinic acid

Проблема «Свинец и здоровье работающих в контакте с металлом», несмотря на многолетнюю историю изучения, сохраняет актуальность. В современных экономических условиях эта проблема стоит особенно остро, т. к. основной путь получения металла — вторичная переработка свинцового лома, при которой наблюдается комбинированный характер воздействия — совместно с другими металлами, органическими соединениями. Учитывая высокий индекс технологичности свинца, его социально-экологическую значимость, постоянно требуется увеличение его производства.

Сегодня вопросы регулирования воздействия свинца и его соединений остаются актуальными и вызывают серьезную озабоченность мирового сообщества. Международные организации — Стратегический подход к международному регулированию химических веществ (СПМРХВ), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Международное

агентство по охране труда (МОТ), Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) — выдвигают все новые и новые инициативы по минимизации риска воздействия этого тяжелого металла и его производных на здоровье человека и окружающую среду [16].

Свинец — яд политропного действия, что определяет многообразие патогенетических механизмов сатурнизма. Ведущая роль среди них отводится его энзимопатическому эффекту, приводящему к инаktivации ферментов за счет соединения свинца с сульфгидрильными группами активных центров энзимов. Согласно результатам исследований последних лет свинец и его соединения являются разрушителями эндокринной системы [20,21] и вероятными канцерогенами для человека (группа 2А) [17,19].

В условиях ранее установленной ПДК свинца в воздухе рабочей зоны (до 1998 г.) специалистами ФГБНУ «НИИ МТ» был накоплен большой массив данных по результатам изучения действия свинца на

здоровье работников, подвергающихся воздействию различных концентраций металла (около 2500 лиц) [2–4,13,15].

Анализ полученных результатов с использованием широкого комплекса методов математической статистики позволил сделать ряд важных выводов. Установлены недействующие величины свинца — 0,15–0,2 мг/м³ в воздухе рабочей зоны, доказана зависимость изменений информативных показателей (содержания свинца в крови, дельта-аминолевулиновой кислоты (АЛК) в моче) от характера воздействия (комбинированный, комплексный), от состава промаэрозолей, особенно при наличии в его составе других металлов [14].

На основании проведенных исследований специалистами ФГБНУ «НИИ МТ» в 1998 г. установлена новая величина среднесменного норматива ПДК свинца в воздухе рабочей зоны — 0,05 мг/м³ (Постановление Главного Государственного санитарного врача Российской Федерации от 10.03.1998 №10 «Об утверждении дополнения №1 к гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.686–98 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»). Именно среднесменная величина ПДК является адекватной для свинца, учитывая его высокую кумулятивную способность.

Проведенное исследование в соответствии с концепцией МОТ №187 гармонизировало новую величину среднесменной ПДК свинца — 0,05 мг/м³ с зарубежными показателями, рекомендованными МОТ, ВОЗ, позволило сопоставлять ее с данными о содержании свинца в воздухе рабочей зоны различных производств. Особый интерес представляли предприятия по вторичной переработке свинца.

Введение нового гигиенического норматива среднесменной ПДК 0,05 мг/м³ потребовало установления новых адекватных референтных величин основных диагностических критериев воздействия свинца на организм, в частности уровней свинца в крови и АЛК в моче, т. к. используемые в настоящее время критерии этих показателей были установлены около 30 лет назад. В связи с этим **целью исследования** явился анализ изменений клинко-лабораторных маркеров воздействия свинца у рабочих предприятия по вторичной переработке свинцового лома, в частности свинцовых аккумуляторов, на основе данных углубленного клинко-лабораторного обследования.

Материалы и методы исследований. Для решения поставленных задач проведено углубленное клинко-лабораторное обследование 155 рабочих завода по переработке свинцовых аккумуляторов. Период наблюдения составил от 6 месяцев до 3–4 лет. Стаж работы в основных профессиях (плавильщики, дробильщики), инженерно-технического персонала у 75% лиц составлял не более 5 лет.

Согласно результатам гигиенических исследований при проведении первичного обследования содержание свинца в воздухе рабочей зоны составляло от ПДК

(0,05 мг/м³) до 8–10 ПДК (0,4–0,5 мг/м³). При этом необходимо отметить комбинированный характер воздействия свинца (табл. 1), что значительно затрудняло установление оценки «доза-эффект». Программа углубленного клинко-лабораторного обследования была составлена с учетом комбинированного действия свинца с другими металлами в составе аэрозоля шлаков на данном производстве.

Таблица 1

Состав пыли

Химический состав аэрозоля, %						
Pb	Sb	Fe	Cl	S	Na	
46–58	0,9–4,9	2–4,5	0,3–5	4,5–6	7–12	
Химический состав шлака, %						
Pb	Sb	Fe	Ca	S	Na	Si
2–6	0,3–0,6	22–32	0,1–2	10–17	8–15	0,88

Биологический мониторинг воздействия свинца на организм включает не только определение свинца в биологических средах (биомаркер экспозиции), но и мониторинг биологического эффекта. В соответствии с приказом Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 № 302н [8] биомониторинг воздействия свинца на организм работающих включает исследование биомаркеров эффекта (ретикулоциты, базофильная зернистость эритроцитов, дельта-аминолевулиновая кислота (δ -АЛК) или копропорфирин мочи), а определение содержания свинца в крови (биомаркер экспозиции) проводится только по показаниям, а является обязательным только при проведении медицинских осмотров работников в условиях специализированной медицинской организации. Учитывая необходимость использования методов атомно-абсорбционной спектроскопии / атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и т. д. для определения свинца в биосредах [1,9], данный вид исследования в настоящее время не является повсеместно доступным для проведения биологического мониторинга.

Содержание свинца в цельной крови определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на атомно-абсорбционном спектрометре «AAnalyst800» Perkin Elmer с электротермической атомизацией [1]. Содержание АЛК в моче как показателя порфиринового обмена, нарушаемого при воздействии свинца, определялось по реакции образования пиррола с ацетилацетоном при нагревании и спектрофотометрировании окрашенного продукта реакции пиррола с реактивом Эрлиха [7] с последующим пересчетом содержания АЛК на 1 г креатинина.

Результаты исследований. Первичное обследование показало, что у 75% работников выявлено повышение содержания свинца в крови, максимальный уровень составил 84 мкг/дл, а минимальный — 45 мкг/дл. При этом углубленное обследование работающих не выявило объективных признаков воздействия свинца на организм ни при первичном,

ни при динамических обследованиях. Определение концентрации свинца в крови через 3–6–9–18 месяцев показало отчетливую тенденцию к снижению уровня, несмотря на продолжение работы в прежних профессиях [5,12].

Следует отметить, что по мере выполнения работы происходила модернизация производства, более тщательно соблюдались меры личной гигиены, введено лечебно-профилактическое питание, что обусловило как снижение действующих концентраций в воздухе рабочей зоны, так и поступление свинца в организм работающих.

Анализ полученных результатов не показал достоверной корреляции между уровнем свинца в воздухе рабочей зоны и в крови. Причинами этого, особенно при первичном обследовании, могут быть недостаточные уровни личной гигиены, курение вблизи рабочих мест, недостаточное использование лечебно-профилактического питания с включением пектинов. При повторных обследованиях через 6–12 месяцев после модернизации ряда технологических процессов, оптимизации мер личной гигиены и рационального использования средств индивидуальной защиты (СИЗ) и лечебно-профилактического питания наличие корреляционной связи стало более выражено.

Аналогичная ситуация установлена и в отношении содержания АЛК в моче, средние показатели которой при первичном обследовании имели значимый разброс до 20–60 мкг/гКР со снижением при повторных динамических определениях.

Анализ полученных данных о содержании металла в крови, АЛК в моче в динамике свидетельствует о фазном характере воздействия свинца в концентрациях, несколько превышающих ПДК ($0,05 \text{ мг/м}^3$), что выразилось в последовательных колебаниях лабораторных показателей рабочих.

Первая стадия, когда система (живой организм) ведет поиск нового стационарного состояния, продолжается в течение первых 5 лет контакта. При этом наблюдается «пик» экскреции АЛК мочи с последующим уменьшением и содержания свинца в крови, что подтверждают полученные результаты.

Вторая стадия характеризуется обратными изменениями лабораторных показателей, а также увеличением частоты встречаемости специфических жалоб и развитием отдельных изменений со стороны нервной системы. Как правило, эта стадия составляет от 5 до 10 лет. Третья стадия начинается через 10 лет после начала работы в контакте с токсическим металлом. При этом наблюдается стабилизация лабораторных показателей.

Учитывая, что предприятие по переработке аккумуляторов введено в действие 5,5 лет назад, мы рассматривали первую стадию — фазу токсического воздействия свинца. Как и в предыдущих исследованиях, корреляция уровня свинца в крови со стажем носила отрицательный слабо выраженный характер ($r = -0,32$).

Оценивая полученные результаты, следует обратить внимание на естественное содержание свинца в крови лиц, не имеющих ни производственного, ни бытового контакта с металлом. Оно варьирует в достаточно широких пределах от 10 до 35 мкг/дл (по данным различных литературных источников).

В связи с этим, допустимый уровень свинца в крови в качестве «биологической ПДК» в разных странах имеет весьма значимые различия (табл. 2).

Таблица 2
Допустимое содержание свинца в крови работающих, мкг/дл (внедрено законодательно)

Страна	Мужчины	Женщины
Германия	70	30
Финляндия	50–60	50
Израиль	60	30
Франция	70	70
ЕС	70	70

В Финляндии средняя величина содержания свинца в крови у работающих на предприятии вторичной переработки свинцового лома составляла 79 мкг/дл, имела широкий разброс от 35 до 118 мкг/дл.

Полученные данные о динамике показателей свинца в крови и АЛК в моче работающих, подвергающихся воздействию свинца, при отсутствии каких-либо клинических симптомов воздействия обосновывают установление допустимых референтных величин биомаркеров при проведении биологического мониторинга работающих в контакте со свинцом (табл. 3). При этом концентрации свинца в крови мужчин до 50 мкг/дл можно рассматривать как «безопасные», а в диапазоне 50–60 мкг/дл как «допустимые», что соответствует данным, полученным Смаил Н.Н. и соавт. при оценке состояния здоровья рабочих свинцовых заводов по результатам углубленных клинико-диагностических лабораторных исследований [11].

Таблица 3
Допустимые значения биомаркеров воздействия свинца у работающих в контакте со свинцом

Содержание свинца в крови, мкг/дл	δ -АЛК мочи, мкг/гКР
Мужчины ≤ 60	≤ 25
Женщины ≤ 40	

Установление указанных референтных значений необходимо для выделения групп повышенного риска развития свинцовой интоксикации, персонализированного подхода к проведению биомониторинга, оптимизации профилактических мероприятий.

При этом изолированная оценка содержания свинца в крови не позволяет судить о биологическом эффекте свинца на организм, учитывая индивидуальный биохимический профиль каждого человека. Даже при уровне свинца в крови в пределах референтных значений могут наблюдаться лабораторные признаки нарушения порфиринового обмена [12].

В условиях проведения биологического мониторинга воздействия свинца на организм работающих важнейшей особенностью и главной трудностью является выявление ранних, часто неспецифических признаков воздействия, формирующегося у конкретного индивидуума. Учитывая воздействие свинца на клетки красной крови, информативными маркерами являются ретикулоцитоз и увеличение количества эритроцитов с базофильной зернистостью. При этом с учетом расширения возможностей современных гематологических анализаторов перспективным является не только оценка количества ретикулоцитов, но и соотношения ретикулоцитарных фракций, отражающих степень их зрелости, что может являться более чувствительным маркером при мониторинге состояния эритропоэтической активности костного мозга при воздействии свинца.

Оценивая полученные результаты динамики содержания свинца в крови, следует учитывать особую роль состояния микроэлементного гомеостаза, принимая во внимание комбинированный характер воздействия свинца при его вторичной переработке. В первую очередь это касается сопряженных пар: Pb — Fe, Pb — Ca, Pb — Zn, Pb — Cu и других. Учитывая взаимосвязи между транспортом свинца и другими металлами, нарушения микроэлементного баланса и генетически детерминированные особенности белков-транспортеров могут способствовать накоплению свинца в организме [20].

Говоря о роли свинца в микроэлементном гомеостазе организма, следует прежде всего учитывать его конкурентные взаимоотношения с кальцием, так как свинец может вымывать кальций из мест связывания с фосфатными, карбоксильными, сульфгидрильными лигандами на клеточных мембранах, реализуя мембранотоксическое действие (нарушает пассивный транспорт Ca^{++} через мембраны, способствуя развитию остеопороза).

Особую роль при производственном воздействии свинца играют его конкурентные взаимоотношения с железом. Известно ингибирующее действие свинца на ключевой фермент синтеза гема, гемсинтетазу (феррохелатазу), следствием чего является увеличение протопорфирина и железа крови, возможное развитие сидероахрестической (от неиспользования железа) анемии. С одной стороны железо является одним из важнейших элементов, необходимых для поддержания в норме структуры и функции клеток, для их роста и размножения. С другой стороны избыток железа, являющегося мощным катализатором перекисного окисления липидов, может вызывать оксидативный стресс и повреждение клеток [18].

Индивидуальная чувствительность к воздействию свинца может быть связана с генетически детерминированными особенностями метаболизма. Например, показано, что лица с полиморфизмом гена дегидратазы δ -аминолевулиновой кисло-

ты оказываются более восприимчивыми к неблагоприятному воздействию свинца [10]. Учитывая взаимосвязь обмена свинца и железа, наличие полиморфизма гена HFE-белка, ассоциированного с гемохроматозом, может модифицировать абсорбцию не только железа, но и свинца [22], показана значимость выявления этого генетического полиморфизма для оценки чувствительности организма к воздействию свинца [6].

Выводы.

1. Введение нового гигиенического норматива среднесменной ПДК свинца в воздухе рабочей зоны ($0,05 \text{ мг/м}^3$) с указанием обязательного проведения биологического мониторинга потребовало проведения специального обследования работников завода по вторичной переработке свинцовых аккумуляторов.

2. Установлен значительный разброс информативных показателей (свинец в крови и АЛК в моче) с постепенным снижением по мере увеличения стажа (период адаптации) при отсутствии клинических симптомов воздействия. При обследовании работников установлена отрицательная корреляционная зависимость содержания свинца в крови со стажем ($r=-0,32$).

3. Необходимо продолжать научный поиск информативных критериев ранних признаков хронического воздействия низких концентраций свинца на организм в условиях современных производств и расширять спектр определяемых биомаркеров эффекта с учетом достижений современных методов исследований. Для оценки индивидуальной предрасположенности к развитию свинцовой интоксикации необходимо проанализировать информативность генетических полиморфизмов белков, участвующих в метаболизме свинца в организме.

4. Комплексный анализ изменения биомаркеров экспозиции и эффекта воздействия свинца на организм работающих в контакте с металлом позволит выделять группы повышенного риска развития нарушений здоровья, связанных с воздействием свинца, и оптимизировать лечебно-профилактические мероприятия с учетом индивидуальных особенностей организма. Доказана значимость правильного использования СИЗ, мер личной гигиены, а также эффективность применения пектина в лечебно-профилактическом питании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 17–22)

1. Атомно-абсорбционное определение свинца в крови. Сборник методических указаний МУК 4.1. 1896–04–1900–04. Методы контроля. Химические факторы. Определение химических соединений в биологических средах. — М.: МЗ РФ, 2003.

2. Ермоленко А.Е., Кравченко О.К., Соркина Н.С. Гигиенический и медико-биологический мониторинг на предприятиях аккумуляторной промышленности (на примере Подольского

аккумуляторного завода) // Медицина труда на предприятиях г. Москвы. — М., 1998. — С. 126–131.

3. Измеров Н.Ф. К проблеме оценки воздействия свинца на организм человека // Мед. труда и пром. экол. — 1998. — №12. — С. 1–4.

4. Кравченко О.К., Ермоленко А.Е. Значение гигиенического мониторинга в выявлении закономерностей развития хронической свинцовой интоксикации на предприятиях аккумуляторной промышленности // Мед. труда и пром. экол. — 1998. — №12. — С. 14–18.

5. Кузьмина Л.П., Безрукавникова Л.М., Анохин Н.Н. Биомаркеры воздействия свинца у работников завода по переработке свинцовых аккумуляторов // Междунар. научно-иссл. ж-л. — 2016. — №12 (54). — С. 98–99.

6. Кузьмина Л.П., Хотулева А.Г., Безрукавникова Л.М. Полиморфизм гена гемохроматоза как фактор риска развития свинцовой интоксикации // Мед. труда и пром. экол. — 2017. — №9. — С. 103.

7. Методы исследований в профпатологии: (Биохимические): Руководство для врачей / Под ред. О. Г. Архиповой. — М.: Медицина, 1988. — 206 с.

8. Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (в ред. от 06.02.2018 г.): Приказ Минздравсоцразвития РФ от 12.04.2011 №302н.

9. Определение химических соединений в биологических средах: Методические указания. — М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. — 64 с.

10. Пай Г.В., Кузьмина Л.П., Ельчинова Г.И. и др. Биохимические маркеры свинцовой интоксикации у рабочих в зависимости от генотипической принадлежности по локусу MSP дельта-аминолевулинатдегидратазы (ALAD) // Медицинская генетика. — 2008. — Т. 7, №7. — С. 36–40.

11. Смаил Н.Н., Окшина Л.Н. Оценка состояния здоровья рабочих свинцовых заводов по результатам углубленных клинико-диагностических лабораторных исследований // Медицина: вызовы сегодняшнего дня: м-алы II Междунар. науч. конф. (Москва, декабрь 2013 г.). — М.: Буки-Веди, 2013. — С. 45–48.

12. Соркина Н.С., Артемова Л.В., Румянцева О.И. Биологический мониторинг для оценки риска свинцовой интоксикации // Мед. труда и пром. экол. — 2015. — №9. — С. 134.

13. Соркина Н.С., Евлашко Ю.П., Семенова Л.С. К вопросу прогнозирования сатурнизма // М-алы 1-й научной сессии РМАПО. — М., 1995. — С. 175–176.

14. Соркина Н.С., Молодкина Н.Н., Ермоленко А.Е. и др. Материалы к корректировке ПДК свинца в воздухе рабочей зоны // Мед. труда и пром. экол. — 1998. — №12. — С. 18–25.

15. Тарасова Л.А., Соркина Н.С., Молодкина Н.Н. К вопросу о биологическом мониторинге состояния здоровья работающих в контакте со свинцом // Мед. труда и пром. экол. — 1998. — №12. — С. 11–14.

16. Хамидулина Х.Х., Давыдова Ю.О. Международное регулирование свинца и его соединений // Гиг. и санит. — 2013. — №6. — С. 57–59.

REFERENCES

1. Atomic absorption in assessing serum lead level. Collection of methodic recommendations MUK 4.1. 1896–04–1900–04. Control methods. Chemical factors. Measurements of chemicals in biologic media. — Moscow: MZ RF, 2003 (in Russian).

2. Ermolenko A.E., Kravchenko O.K., Sorkina N.S. Hygienic and medical biologic monitoring in storage battery production (exemplified by Podolsk storage battery plant). In: Industrial medicine on Moscow enterprises. — Moscow, 1998. — P. 126–131 (in Russian).

3. Izmerov N.F. On a problem of evaluating lead influence on humans // Med. truda i prom.a ekolog. — 1998. — 12. — P. 1–4 (in Russian).

4. Kravchenko O.K., Ermolenko A.E. Value of hygienic monitoring in disclosing concepts of chronic lead intoxication development on storage battery production enterprises // Med. truda i prom.a ekolog. — 1998. — 12. — P. 14–18 (in Russian).

5. Kuz'mina L.P., Bezrukavnikova L.M., Anokhin N.N. Biomarkers of lead effects in workers engaged into lead batteries processing // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. — 2016. — 12 (54). — P. 98–99 (in Russian).

6. Kuz'mina L.P., Khotuleva A.G., Bezrukavnikova L.M. Polymorphism of hemochromatosis gene as a risk factor of lead intoxication // Med. truda i prom.a ekolog. — 2017. — 9. — 103 p. (in Russian).

7. O. G. Arkhipova, ed. Laboratory methods in occupational pathology (biochemical). Manual for doctors. — Moscow: Meditsina, 1988. — 206 p (in Russian).

8. On approval of lists of jeopardy and (or) hazardous occupational factors and works that require preliminary and periodic medical examinations, and on order of preliminary and periodic medical examinations of workers engaged into heavy jobs and into work with jeopardy and (or) hazardous work conditions (edition on 06.02.2018): Order of RF Ministry of Health and Social development on 12 April 2011 № 302n (in Russian).

9. Evaluation of chemicals in biologic media: Methodic recommendations. Moscow: Federal'nyy tsentr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004. — 64 p (in Russian).

10. Pay G.V., Kuz'mina L.P., El'chinova G.I., et al. Biochemical markers of lead intoxication in workers, depending on genotypic characteristic on MSP locus of delta-aminolevulinatase (ALAD) // Meditsinskaya genetika. — 2008. — Vol 7. — 7. — P. 36–40 (in Russian).

11. Smail N.N., Okshina L.N. Evaluation of health state of workers in lead plants, according to results of thorough medical diagnostic laboratory studies. In: Medicine: challenge of nowadays: materials of II International scientific conference (Moscow, December 2013). — Moscow: Buki-Vedi, 2013. — P. 45–48 (in Russian).

12. Sorkina N.S., Artemova L.V., Rummyantseva O.I. Biologic monitoring to evaluate risk of lead intoxication // Med. truda i prom.a ekolog. — 2015. — 9. — 134 p. (in Russian).

13. Sorkina N.S., Evlashko Yu.P., Semenova L.S. On forecasting saturnism. Materials of I scientific session of RMAPO. — Moscow, 1995. — P. 175–176 (in Russian).

14. Sorkina N.S., Molodkina N.N., Ermolenko A.E., et al. Materials for correction of MAC for lead in air of workplace // Med. truda i prom.a ekolog. — 1998. — 12. — P. 18–25 (in Russian).

15. Tarasova L.A., Sorkina N.S., Molodkina N.N. On biologic monitoring of health state of workers exposed to lead // Med. truda i prom.a ekolog. — 1998. — 12. — P. 11–14 (in Russian).

16. Khamidulina Kh.Kh., Davydova Yu.O. International regulation of lead and its compounds // Gigiena i sanitariya. — 2013. — 6. — P. 57–59 (in Russian).

Поступила 02.04.2018

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Кузьмина Людмила Павловна (Kuzmina L.P.),
зам. дир. по научн. работе ФГБНУ «НИИ МТ», д-р биол.
наук, проф. E-mail: lpkuzmina@mail.ru.

Соркина Нелли Соломоновна (Sorkina N.S.),
вед. науч. сотр. отд. проф. и неинфекц. заболеваний внутр.
органов от воздействия хим. веществ ФГБНУ «НИИ МТ»,
канд. мед. наук. E-mail: biochimiamt@mail.ru.

Хотулева Анастасия Григорьевна (Khotuleva A.G.),
мл. науч. сотр. лаб. медико-биологич. иссл. клиники ФГБНУ
«НИИ МТ», E-mail: hotuleva_an@mail.ru.

Безрукавникова Людмила Михайловна (Bezrukavnikova L.M.),
вед. науч. сотр. лаб. медико-биологич. иссл. ФГБНУ «НИИ
МТ», канд. мед. наук. E-mail: bezrukavnikovalm@mail.ru.

Артемова Людмила Викторовна (Artemova L.V.),
зав. отд. проф. и неинфекц. заболеваний внутр. органов от
воздействия хим. веществ ФГБНУ «НИИ МТ», канд. мед.
наук. E-mail: artemovalv1to@yandex.ru.

УДК 613.6:551.584.65

Баранников В.Г., Кириченко Л.В.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНОРАБОЧИХ В УСЛОВИЯХ МИКРОКЛИМАТА КАЛИЙНЫХ РУДНИКОВ

ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава РФ,
ул. Петропавловская, 26, Пермь, РФ, 614000

Установлены специфические условия труда горнорабочих калийных рудников Верхнекамского месторождения. Микроклимат на основных рабочих местах характеризуется субнормальной температурой воздуха в течение всего года, низкой температурой и высокой теплопроводностью окружающих пород. Выявлено охлаждение организма шахтеров, интенсивность которого определялась характером физической активности или состоянием покоя. Наблюдалось понижение температуры кожи (особенно на руках и ногах), урежение пульса, отмечались дискомфортные теплоощущения, свидетельствующие о напряжении системы терморегуляции. Одним из факторов, вызывающих охлаждение рабочих, является недостаточность теплозащитных свойств существующей шахтерской спецодежды.

Ключевые слова: калийные рудники; микроклимат; теплообмен горнорабочих

Barannikov V.G., Kirichenko L.V. **Features of functional state formation in miners under microclimate of potassium mines.** Perm State University of Medicine named after academician E.A. Vagner, 26, Petropavlovskaja str., Perm, Russian Federation, 614000

The authors revealed specific work conditions for potassium mine workers in Verkhnekamsky field. Microclimate of main workplaces is characterized by subnormal air temperature throughout a year, low temperature and high thermal conductivity of surrounding rocks. Findings are overcooling of miners, intensity of which is determined by physical activity character or repose state. Signs are lower skin temperature (especially of arms and legs), rare pulse, with unpleasant sensations of temperature — proving stress of thermoregulation system. One among the factors causing workers' cooling is insufficient heat-proof properties of present miners' working clothes.

Key words: potassium mines; microclimate; heat exchange in miners