

national participation. — 14–16 October 2008. — Kirovsk. — P. 26–27 (in Russian).

4. Prevention of diseases associated with work conditions in workers of mining chemical industry of Far North: Informational methodic address. — Apatity, 2012. — 22 p. (in Russian).

5. Manual on hygienic evaluation of working environment and working process factors. Criteria and classification of work conditions. Manual P 2.2.2006–05. — Moscow, 2005. — 105 p. (in Russian).

6. Skripal B.A. Occupational morbidity, its features on mining chemical complex of Transpolar Kola peninsula // *Ekologiya cheloveka*. — 2008. — 10. — P. 26–30 (in Russian).

7. Skripal B.A. Health state and morbidity of workers in underground mines of mining chemical complex of RF Arctic area // *Med. truda i prom. ekologiya*. — 2016. — 6. — P. 23–26 (in Russian).

8. Syurin S.A. Health state of miners of underground copper-nickel mines of Transpolar Kola peninsula // *Bezopasnost i ohrana truda*. — 2014. — 2. — P. 34–36 (in Russian).

9. Syurin S.A., Burakova O.A. Features of general and occupational diseases in miners of apatite mines of Far North // *Med. truda i prom. ekologiya*. — 2012. — 3. — P. 15–19 (in Russian).

10. Syurin S.A., Skripal B.A., Nikanov A.N. Length of service as a risk factor of health disorders in miners of Transpolar Kola peninsula // *Ekologiya cheloveka*. — 2017. — 3. — P. 15–20 (in Russian).

11. Syurin S.A., Shilov V.V. Influence of work conditions on health state of miners of apatite mines of Transpolar Kola peninsula // *Bezopasnost i ohrana truda*. — 2016. — 2. — P. 29–32 (in Russian).

12. Talykova L.V., Gushin I.V. Relationship of locomotory diseases with occupation in underground mine workers in RF Arctic area // *Ekologiya cheloveka*. — 2017. — 7. — P. 11–15 (in Russian).

Поступила 15.01.2018

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сюрин Сергей Алексеевич (Syurin S.A.),

гл. науч. сотр. ФБУН «СЗНЦГ и общественного здоровья», д-р мед. наук. E-mail: kola.reslab@mail.ru.

Горбанев Сергей Анатольевич (Gorbanev S.A.),

дир. ФБУН «СЗНЦГ и общественного здоровья», д-р мед. наук. E-mail: znc@mail.ru.

Краткие сообщения

УДК 613.6; 621.7

Маркова О.Л., Иванова Е.В., Плеханов В.П.

ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ И ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ ПРИ ПРЕЦИЗИОННОЙ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», 4, 2-я Советская ул., Санкт-Петербург, РФ, 191036

При технической модернизации производства необходимо проведение гигиенической оценки производственных факторов на рабочих местах наладчиков холодно-штамповочного оборудования (ХШО), включая оценку оборудования. Современное изготовление памятных, юбилейных монет, знаков требует высокотехнологичного оборудования и особого внимания к качеству выпускаемой продукции. Выполнена оценка воздушной среды и факторов производственной среды при проведении процессов чеканки изделий из цветных металлов на участках с применением ХШО.

Повышенные концентрации минеральных масел могут быть причиной возникновения повреждения обрабатываемой рабочей поверхности, ухудшать качество изделия. Наличие электростатического поля усиливает эффект повреждения поверхности за счет адсорбции частиц пыли из воздушной среды. Разработанные рекомендации позволили повысить качество выпускаемых изделий за счет обеспыливания подаваемого воздуха и снижения накопления электростатического заряда на рабочей поверхности, надежного заземления устройства.

Ключевые слова: чеканка изделий; цветные металлы; воздух рабочей зоны; электростатическое поле; эффективность систем вентиляции

Для цитирования: Маркова О.Л., Иванова Е.В., Плеханов В.П. Воздушный режим и оценка факторов производственной среды при прецизионной обработке деталей из цветных металлов. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 5:49–53. DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-5-49-53>

Markova O.L., Ivanova E.V., Plekhanov V.P.

AIR REGIME AND ASSESSMENT OF WORKING ENVIRONMENT FACTORS IN PRECISION PROCESSING OF NON-FERROUS METAL COMPONENTS

North-West Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya str., St. Petersburg, Russian Federation, 191036

Technical modernization of production requires hygienic evaluation of occupational factors at workplaces of cold-pressing equipment adjusters, with the equipment evaluation. Production of memorable, jubilee coins and badges requires hi-tech equipment and special attention to the output products quality. The authors assessed air environment and occupational environmental factors in coining of non-ferrous articles at workplaces using cold-pressing equipment.

Increased concentrations of mineral oils could result in damages of working surface processed and deteriorate the output article quality. Electrostatic field increases the surface damage effect due to absorption of dust particles from ambient air. The recommendations specified enabled to increase quality of the output articles due to removing dust from the air feed and lower accumulation of electrostatic charge on the working surface, reliable grounding of devices.

Key words: *coining; non-ferrous metals; air of workplace; electrostatic field; efficiency of ventilation systems*

For quotation: Markova O.L., Ivanova E.V., Plekhanov V.P. Air regime and assessment of working environment factors in precision processing of non-ferrous metal components. *Med. truda i prom. ekol.* 2018. 5:49–53. DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-5-49-53>

Современное производство по чеканке памятных, юбилейных монет, знаков требует высокотехнологичного оборудования и особого внимания к качеству выпускаемой продукции.

Для обеспечения высокого качества изделий на данном производстве предъявляются особые требования к организации воздушного режима в чеканочной зоне, отличающейся повышенными требованиями к чистоте воздушной среды и необходимостью поддержания заданных температурно-влажностных параметров.

Наиболее ответственные технологические операции проводятся на специальных чеканочных прессах, имеющих закрытую от внешних воздействий чистую чеканочную зону. В чеканочной зоне предусмотрен ряд инженерных решений, направленных на создание надежной ее изоляции, поддержание в ней избыточного давления с целью предотвращения попадания неочищенного воздуха. Такой воздушный режим обеспечивается работой систем вентиляции.

Цель работы — оценка факторов производственной среды при проведении процессов чеканки изделий из цветных металлов на участках с применением ХШО.

Материал и методики. Исследования включали измерения химических и физических факторов на рабочих местах наладчиков ХШО, концентрации химических веществ определялись в приточном воздухе, в зоне блока чеканки, в воздухе производственных помещений.

С целью оценки воздушной среды производственных помещений было выполнено 384 химических анализа проб. Выбор приоритетных химических веществ осуществлялся в зависимости от типа обрабатываемого материала и используемого оборудования. В качестве контролируемых химических веществ были выбраны металлы, входящие в состав обрабатываемых сплавов: железо, марганец, хром, никель, медь, цинк, а также аэрозоль минеральных масел и суммарное содержание недифференцированной по составу пыли

(аэрозоля) в пробах. В работе использованы утвержденные методы: атомно-абсорбционный с электротермической атомизацией для измерения металлов, спектрофотометрический для измерения аэрозоля минеральных масел, гравиметрический [2,3,7].

Гигиенические исследования физических факторов производственной среды включали измерения уровней шума, электростатических полей, параметров микроклимата (температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха), искусственной освещенности. Проведены хронометражные исследования для определения тяжести и напряженности трудового процесса. Из 30 аналогичных измерения проводились на 10 рабочих местах наладчиков ХШО.

Аэродинамические испытания включали определение давления, скорости и объема подаваемого и удаляемого воздуха анемометрическим и пневмометрическими способами.

Измерение напряженности электростатического поля проводили у оборудования (непосредственно на месте штамповки) и на рабочем месте наладчика ХШО до и после штамповки, во время штамповки.

Всего выполнено более 450 измерений физических факторов на рабочих местах.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием пакета программ Microsoft Excel по общепринятым методикам.

Результаты исследования и их обсуждение. Участок ХШО размещен в 3-х производственных помещениях. Чеканка изделий из драгоценных и цветных металлов и сплавов (серебро, алюминий, мельхиор, латунь, томпак) производится на прессовом оборудовании различных марок («Sack&Kiesselbach», «Grebener» (мощные гидравлические прессы)), работающем как в автоматическом, так и в ручном режиме. На чеканочных прессах производится обработка металлов для получения изделий сложной формы давлением, при котором металл пластически деформируется в холодном состоянии.

Таблица

Содержание вредных веществ и пыли в воздушной среде производственных помещений участка чеканки

Вещество	Концентрация, мкг/м ³ в			
	Помещение №1			
	Приточный воз- дух (n=6)	Фон помещения (n=5)	Пресс: серебро (n=8)	Пресс: томпак Λ-90 (n=8)
Железо	1,37±0,34	<0,005	<0,005	1,80±0,45
Хром	0,02±0,005	<0,005	<0,005	0,10±0,03
Медь	<0,005	0,01±0,003	0,02±0,005	0,06±0,02
Цинк	<0,005	0,87±0,22	<0,005	<0,005
Марганец	0,02±0,005	0,01±0,003	0,02±0,005	0,01±0,03
Никель	0,67±0,17	0,77±0,19	0,38±0,09	0,01±0,03
Масляный аэрозоль, мг/м ³	0,67±0,17	1,40±0,4	0,05±0,01	0,07±0,02
Пыль (аэрозоль), мг/м ³	0,25±0,06	0,67±0,15	0,10±0,02	1,10±0,25
Помещение №2				
	Приточный воз- дух (n=6)	Фон помещения (n=5)	Пресс: мельхиор (n=8)	Пресс: серебро (n=8)
Железо	5,28±1,32	17,50±4,38	3,71±0,93	4,10±1,03
Хром	0,27±0,07	0,16±0,04	0,15±0,4	<0,005
Медь	0,36±0,09	0,56±0,14	1,89±0,47	0,42±0,11
Цинк	16,67±4,17	23,2±5,8	9,02±2,26	10,70±2,68
Марганец	0,09±0,02	0,19±0,05	0,07±0,018	0,11±0,03
Никель	0,67±0,17	1,55±0,39	1,19±0,29	0,75±0,19
Масляный аэрозоль, мг/м ³	0,33±0,08	0,33±0,08	0,37±0,09	1,53±0,38
Пыль (аэрозоль), мг/м ³	0,10±0,02	0,25±0,06	0,15±0,03	0,79±0,18
Помещение №3				
	Приточный воз- дух (n=6)	Фон помещения (n=5)	Пресс: алюминий (n=8)	Пресс: томпак Λ-90 (n=8)
Железо	10,97±2,74	6,60±1,65	19,28±4,82	1,47±0,36
Хром	0,18±0,05	0,48±0,12	1,05±0,26	0,03±0,008
Медь	0,42±0,11	0,59±0,15	0,35±0,09	0,23±0,06
Цинк	12,45±3,311	9,88±2,47	6,80±1,70	<0,005
Марганец	0,27±0,07	0,14±0,04	0,24±0,06	0,05±0,013
Никель	0,45±0,11	0,51±0,13	0,39±0,09	0,73±0,18
Масляный аэрозоль, мг/м ³	0,07±0,018	0,08±0,02	0,11±0,03	<0,01
Пыль (аэрозоль), мг/м ³	1,17±0,27	1,42±0,36	1,71±0,39	0,67±0,15

Основная профессиональная группа, обеспечивающая производственный процесс чеканки изделий, — наладчики ХШО. Обобщая результаты оценки условий труда, проведенной на рабочих местах наладчиков ХШО, выявлено, что тяжесть труда относится к классу 2 — средняя физическая нагрузка, напряженность труда оценивается как 2 класс — средней степени [6].

Эквивалентный уровень шума составил за смену 71–79 дБА (ПДУ– 80 дБА с учетом тяжести и напряженности трудового процесса). Температура воздуха на рабочем месте — в пределах 22,1–25,4 °С при относительной влажности 37,5–47,1% и скорости движения 0,1–0,4 м/с.

Искусственное освещение осуществляется люминесцентными лампами, создающими освещенность рабочих поверхностей при системе комбинированного освещения в пределах 760–815 лк при нормируемой 750 лк для данной категории зрительных работ.

Полученные концентрации металлов и аэрозоля минеральных масел на всех рабочих местах не превышают ПДК для воздуха рабочей зоны [4].

Таким образом, по совокупности показателей условия труда наладчика ХШО оцениваются как допустимые — 2 класс. Вместе с тем, имеющиеся литературные данные показывают, что уровни шума выше 70 дБА уже могут оказывать негативное воздействие на организм стажированных работающих [9].

Для обеспечения высокой точности и качества изделий наладчик ХШО выполняет вручную многочисленные подготовительные операции: очистку (протирку) заготовок с укладкой под чеканку, подготовку штемпелей с использованием растворителя (бензин) и ткани, периодически используя обдур сжатим воздухом.

Учитывая существующие на данном предприятии повышенные требования к продукции, помимо оценки условий труда наладчиков ХШО возникла необходимость оценки качества воздушной среды, оказывающей существенное влияние на результат процесса чеканки. С этой целью измерялись концентрации химических веществ в поступающем приточном воз-

духе, внутри блока чеканки, в воздухе производственных помещений; уровни электростатического поля измерялись в нескольких точках при работающем чеканочном прессе.

В соответствии с существующими нормативными документами для производственных помещений концентрацию вредных веществ в приточном воздухе следует принимать не более 30% ПДК в воздухе рабочей зоны [8]. Однако для рассматриваемого производства качество воздуха, поступающего в помещение, оценивалось по ПДК вредных веществ для атмосферного воздуха, что является более жестким требованием к значениям концентраций загрязняющих веществ [5]. В результате проведенных исследований установлено, что концентрации металлов в приточном воздухе в трех помещениях составляют не более 0,33 ПДК_{атм}. Содержание недифференцированной по составу пыли находится в пределах от 0,1 до 1,2 мг/м³, (0,2–2,4 ПДК_{атм}) при ПДК_{атм} = 0,5 мг/м³. Концентрация аэрозоля минеральных масел — в диапазоне 0,01–0,67 мг/м³ при ОБУВ равном 0,05 мг/м³ (табл.).

Полученные концентрации свидетельствуют о неэффективной схеме воздухораспределения в помещениях. Выявлено, что во всех помещениях выброс масляного аэрозоля из чеканочного пресса производится практически в зону подачи приточного воздуха. Наиболее неблагоприятная ситуация сложилась в помещении №1, где вытяжное устройство расположено за массивным чеканочным прессом, что значительно уменьшает спектр всасывания удаляемого воздуха.

Было оценено содержание химических веществ в производственных помещениях. Пробы воздуха в помещениях участка отбирались в проходах между чеканочными прессами. Полученные данные характеризуют общее загрязнение воздушной среды в производственных помещениях. Содержание исследуемых компонентов в помещениях №1 и №3 находилось на уровне концентраций в приточном воздухе. В помещении № 2 установлено, что содержание металлов превышает содержание данных металлов в приточном воздухе: по железу в 3 раза, по меди и цинку — в 1,5 раза, по никелю — в 2 раза, по пыли — в 2,5 раза. Можно предположить, что увеличение концентраций обусловлено заносом веществ из соседних производственных помещений.

При оценке качества воздуха внутри блока чеканки при работе с материалами серебро и томпак Л–90 порядок концентраций всех компонентов соответствует качеству подаваемого атмосферного воздуха. При оценке качества воздуха при работе с материалом мельхиор зафиксировано увеличение концентраций меди (в 5 раз) и никеля (в 2 раза) по сравнению с подаваемым воздухом.

Таким образом, в чистой зоне чеканки наблюдается выделение компонентов обрабатываемых сплавов в концентрациях ниже или на уровне ПДК для атмосферного воздуха. Существенный вклад в загрязнение воздуха внутри блока чеканки вносят аэрозоли минеральных масел, применяемых при работе механическо-

го чеканочного пресса, а также пыль, поступающая с приточным воздухом.

В связи с полученными данными были выполнены дополнительные исследования качественного состава отобранных проб масляного аэрозоля спектрофотометрическим и газохроматографическим методами.

Установлено, что изменения состава минеральных масел не наблюдается, о чем свидетельствуют спектры в ультрафиолетовой области и хроматограммы исследованных образцов. Спектры в области 200–400 нм идентичны для экстрактов отобранных проб и для растворов различных марок минеральных масел, используемых на предприятии, аналогичная картина наблюдается и на хроматограммах.

Таким образом, в воздушной среде блока чеканки присутствует только аэрозоль минерального масла, используемого на конкретном прессе. Дополнительно образующихся химических веществ окисления и деструкции масел не зафиксировано.

На основании полученных данных были даны рекомендации по установлению рациональной схемы воздухораспределения в помещениях на участках ХШО [1].

Для предотвращения попадания загрязняющих веществ с обувью из соседних участков, из коридора, следует предусмотреть тамбур с влажным ковриком при входе в помещение.

При работе с легко электризующимися материалами и изделиями обслуживающий персонал может находиться под воздействием электростатического поля (ЭСП). Контроль напряженности ЭСП в пространстве на постоянных рабочих местах производился путем покомпонентного измерения полного вектора напряженности на разных расстояниях от источника в отсутствии работающего. Измерения проводили на высоте 0,5; 1,0 и 1,7 м (рабочая поза «стоя») и 0,5; 1,0 и 1,4 м (рабочая поза «сидя») от опорной поверхности.

Уровни напряженности ЭСП во всех точках измерения не превышали допустимого уровня в производственных условиях — 20 кВ/м. Всего было выполнено 95 измерений ЭСП в трех помещениях у 6 станков «Grebener» и «Sack & Kiesselbach» на всех стадиях технологического процесса чеканки изделий (от фоновых уровней в помещении и чеканочной зоны до проверки изделия на наличие изъянов). Фоновые уровни ЭСП во всех помещениях у станков не превышали 0,3 кВ/м. При работе станка во время последовательного выхода изделий уровень ЭСП возрастал от менее 0,3 кВ/м до максимального значения 3,94 кВ/м. Увеличение напряженности ЭСП обусловлено трением изделий при скатывании их по пластиковой поверхности. Уровни напряженности ЭСП внутри станка на расстоянии 0,5 м от места чеканки изделий возрастали от менее 0,3 до 1,87 кВ/м, что свидетельствует о накоплении электростатического заряда.

Повышенные концентрации минеральных масел могут потенциально быть причиной возникновения повреждения на обрабатываемой рабочей поверхно-

сти и ухудшения качества изделия. Наличие электростатического поля усиливает эффект повреждения поверхности за счет адсорбции частиц пыли из воздушной среды.

По результатам проведенных исследований было рекомендовано уменьшить количество электростатического электричества на рабочей поверхности или поверхности заготовки до нулевого или близкого к нему уровня. Обдувка обеспыленным воздухом изделия и штампа в конструкции чеканочного прессы должна осуществляться при установленных регламентом скоростях воздушного потока, чтобы избежать накопления электростатического заряда. Накопление электростатического заряда можно свести к минимуму путем надежного заземления устройства.

Выводы:

1. Мероприятия по изменению схемы воздухораспределения вентиляционного оборудования, усовершенствование схемы заземления устройств технологического оборудования привели к улучшению условий труда работающих за счет дополнительной очистки подаваемого воздуха.

2. Внедрение рекомендаций позволило принять оптимальные технологические решения по улучшению качества выпускаемой продукции, что позволило в разы увеличить гарантийный срок изделий и уменьшить количество брака продукции.

3. Влияние воздушного режима на качество продукции прецизионных технологий предполагает применение повышенных требований к качеству подаваемого точного воздуха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES п. 9)

1. Маркова О.Л., Иванова Е.В. Современные решения улучшения состояния воздушной среды на рабочих местах сварщиков // Мед. труда и пром. экол. — 2015. — №2. — С. 5–8.

2. Методика выполнения измерений массовых концентраций металлов в атмосферном воздухе атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией с использованием атомно-абсорбционного спектрометра МГА –915. ФР. 1.31.2005.01685: — СПб: ООО «Люмэкс», 2005. — 21 с.

3. Методика измерений массовых концентраций металлов (алюминия, бария, бериллия, ванадия, висмута, вольфрама, железа, кадмия, калия, кальция, кобальта, магния, марганца, меди, молибдена, натрия, никеля, олова, ртути, свинца, сурьмы, титана, хрома, цинка), а также кремния, мышьяка и селена в промышленных выбросах в атмосферу и воздухе рабочей зоны атомно-абсорбционным и атомно-эмиссионным методами. МИ-ЭАЛ. 02–2011: — СПб: ООО «ЭАЛ ЦСПО», 2011. — 44 с.

4. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. ГН 2.2.5.1313–03. — М.: Минздрав России, 2003. — 268 с.

5. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений». ГН 2.1.6.3492–17. — М.: Минздрав России, 2018. — 35 с.

6. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация усло-

вий труда. Руководство 2.2.2006–05. — СПб.: ЦОТБСППО, 2005. — 144 с.

7. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186–89: Руководящий документ. — М.: Министерство здравоохранения СССР, 1991. — 695 с.

8. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41–01–2003.

REFERENCES

1. Markova O.L., Ivanova E.V. Contemporary solutions for better air environment at welders' workplace // Med. truda i prom. ekolog. — 2015. — 2. — P. 5–8 (in Russian).

2. Method of measuring mass concentrations of metals in ambient air via atomic absorption with electrothermic atomization by atomic absorption spectrometer MGA –915. FR. 1.31.2005.01685: — St-Petersburg: ООО «Lyumeks», 2005. — 21 p. (in Russian).

3. Method of measuring mass concentrations of metals (aluminium, barium, beryllium, vanadium, bismuth, wolframium, ferrum, cadmium, potassium, calcium, cobalt, magnesium, manganese, copper, molybdenum, sodium, nickel, stannum, mercury, lead, antimony, titanium, chromium, zinc) and silicon, arsenic and selenium in industrial waste into atmosphere and in air of workplace via atomic absorption and atomic emission methods. MI-EAL. 02–2011: — St-Petersburg: ООО «EAL CSPO», 2011. — 44 p. (in Russian).

4. Maximally allowable concentrations (MAC) of chemical hazards in air or workplace. GN 2.2.5.1313–03. — Moscow: Minzdrav Rossii, 2003. — 268 p. (in Russian).

5. Maximally allowable concentrations (MAC) for pollutants in ambient air of rural and urban settlements. GN 2.1.6.3492–17. — Moscow: Minzdrav Rossii, 2018. — 35 p. (in Russian).

6. Manual on hygienic evaluation of working environment and working process factors. Criteria and classification of work conditions. Manual 2.2.2006–05. — St-Petersburg: COTBSPPO, 2005. — 144 p. (in Russian).

7. Manual on control of atmosphere pollution. RD 52.04.186–89: Rukovodyashij dokument. — M.: Ministerstvo zdoravooxraneniya SSSR, 1991. — 695 p. (in Russian).

8. SP 60.13330.2012 Heating, ventilation and conditioning. Actual edition of SNiP 41–01–2003 (in Russian)

9. R. Neitzel, B. Fligor: Determination of Risk of Noise-Induced Hearing Loss due to Recreational Sound: Review. World Health Organization. Feb 2017.

Поступила 15.03.2018

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Маркова Ольга Леонидовна (Markova O.L.), ст. науч. сотр. ФБУН «СЗНЦГ и общественного здоровья», канд. биол. наук. E-mail: olleonmar@mail.ru.

Иванова Елена Викторовна (Ivanova E.V.), науч. сотр. ФБУН «СЗНЦГ и общественного здоровья». E-mail: ventileaciya48@mail.ru.

Плекханов Владимир Павлович (Plekhanov V.P.), науч. сотр. ФБУН «СЗНЦГ и общественного здоровья». E-mail: wplekhanov@bk.ru.