

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КАНЦЕРОГЕННЫХ РИСКОВ У РАБОТАЮЩИХ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ПОЛУЧЕНИЯ ЧЕРНОВОЙ МЕДИ

ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий»

Роспотребнадзора, г. Екатеринбург, Российская Федерация;

ГБОУ ВПО «Уральский государственный медицинский университет», г. Екатеринбург, Российская Федерация

Резюме. Работники медеплавильных производств подвержены воздействию таких канцерогенных веществ, как неорганические соединения мышьяка, свинца, кадмия, никеля и др. Показано, что индивидуальные профессиональные канцерогенные риски для этих рабочих при 25-ти летнем стаже работы относятся к 4-му диапазону (более чем $1,0 \times 10^{-3}$), что значительно выше приемлемых значений для профессиональных групп, несмотря на то, что фактические среднесменные концентрации канцерогенных веществ в воздухе рабочей зоны практически не превышали ПДК. Наибольший вклад в значения канцерогенных рисков рабочих вносят неорганические соединения мышьяка. Превышение значений канцерогенного риска для рабочих, занятых в отражательной плавке, над плавкой в «жидкой ванне» составляет 5,3 раза.

Ключевые слова: пирометаллургия меди, плавка в «жидкой ванне», профессиональный канцерогенный риск, мышьяк

В Свердловской области органами и учреждениями Роспотребнадзора совместно с ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП с 2011 г. отрабатывается идеология комплексной оценки канцерогенной опасности предприятий, включающая расчет прогнозных значений профессиональных индивидуальных канцерогенных рисков (КР). К числу отраслей промышленности, требующих оценки канцерогенной опасности, относится цветная металлургия и, в частности, пирометаллургическое производство меди, где условия труда характеризуются воздействием на работающих таких канцерогенных факторов, как мышьяк, никель, кадмий, свинец и др. [1]

В последние десятилетия на предприятиях металлургии меди внедряются новые прогрессивные способы переработки рудного сырья. Так, в получении черновой меди внедрена «плавка А. В. Ванюкова» — принципиально новая технология, основанная на автогенном процессе, протекающем непосредственно в слое расплава («жидкой ванне») при перемешивании шлака с извлекающей фазой [2]. Техническое перевооружение медеплавильных заводов обусловило необходимость комплексной гигиенической оценки новых технологических решений и оборудования. В связи с этим представляло интерес дать оценку индивидуальных канцерогенных рисков для рабочих, занятых в получении черновой меди в печах А. В. Ванюкова, в сравнении с традиционными способами получения металла.

Цель работы — провести гигиеническую оценку условий труда и оценить профессиональные индивидуальные канцерогенные риски для основных и ряда вспомогательных профессий двух предприятий с различными технологическими процессами получения черновой меди.

Материалы и методы

Объектами исследования явились два металлургических предприятия по производству черновой меди: предприятие 1 с традиционным способом получения черновой меди (отражательная плавка), предприятие 2 с получением черновой меди в печах А. В. Ванюкова.

Проведена оценка условий труда работающих, занятых в основных и вспомогательных профессиях основных отделений (подготовки сырья и шихты (ПСШ), плавильные, конвертерное, сушильное, обжиговое, пылеулавливания) ме-

таллургических цехов (МЦ), включая плавильщика, конвертерщика, шихтовщика, загрузчика шихты, сушильщика, разливащика цветных металлов и сплавов, чистильщика печей и газодувов, огнеупорщика, оператора пылегазоулавливающих установок, машиниста крана, стропальщика, электромонтера по ремонту и обслуживанию электрооборудования, слесаря-ремонтника (всего 14 профессий). Оценка условий труда проведена в соответствии с требованиями «Руководства по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (Р 2.2.2006-05).

Вследствие преимущественной аэрогенной нагрузки канцерогенными веществами был проведен расчет ингаляционного КР для работающих [3].

По уровням фактических среднесменных концентраций веществ в воздухе рабочей зоны (ВРЗ) МЦ рассчитаны среднесуточные дозы в течение жизни (LADD, мг/(кг × день)). Набор канцерогенов определен согласно СанПиН 1.2.2353-08 [4]: бенз(а)пирен, бериллий и его соединения, кадмий и его неорганические соединения, мышьяк неорганические соединения, свинца соединения неорганические, хрома шестивалентного соединения. Индивидуальный профессиональный КР рассчитывался с учетом фактической экспозиции (250 рабочих смен/год по 8 часов), референтных концентраций и факторов канцерогенного потенциала веществ при ингаляционном поступлении (SFi, мг/(кг × день)-1) в соответствии с «Руководством по оценке риска ...» (Р 2.1.10.1920-04) [5].

КР оценивался от каждого из веществ и суммарный от их комбинации на 5, 10, 15, 20, 25 лет стажа. Для условий профессионального воздействия канцерогенов приемлемым считался КР $\leq 1,0 \times 10^{-3}$ (≤ 3 -му диапазону) [5].

Результаты и обсуждение

Набор канцерогенных веществ в ВРЗ предприятий сходный: бенз(а)пирен, кадмий, мышьяк, свинец, кроме того, на предприятии 1 присутствует хром (VI), а на предприятии 2 — бериллий.

Результаты лабораторных исследований ВРЗ МЦ предприятия 1 показали, что среднесменные концентрации мышьяка на рабочих местах всех 14 оцененных профессий превышали ПДК ($0,01 \text{ мг/м}^3$) по средним значениям в 3,0–4,3 раза (с наибольшим значением $0,043 \text{ мг/м}^3$ для загрузчика шихты), по максимальным — в 3,0–4,9 раза (с наибольшим значением $0,049 \text{ мг/м}^3$ также для загрузчика шихты). Среднесменные концентрации хрома (VI) по средним значениям находились в диапазоне $0,003$ – $0,016 \text{ мг/м}^3$, а по максимальным значениям — $0,0048$ – $0,019 \text{ мг/м}^3$, в том числе с превышением ПДК ($0,01 \text{ мг/м}^3$) для профессий сушильщика и машиниста крана отделения ПСШ. Среднесменные концентрации свинца, кадмия и бенз(а)пирена по всем значениям были ниже ПДК. По химическому фактору для всех 14 профессий (100 %) по максимальным и средним значениям концентраций канцерогенных веществ условия труда соответствовали классу 3.2 (вредный 2 степени), из них для 2 профессий (14,3 %) он определялся соединениями мышьяка и хрома (VI), для остальных (85,7 %) — только соединениями мышьяка [6].

По данным результатов лабораторных исследований ВРЗ МЦ на предприятии 2 среднесменные концентрации свинца на рабочих местах оцененных 14 профессий не пре-

вышали ПДК (0,05 мг/м³) по средним значениям (0,02–0,05 мг/м³) для всех профессий, кроме загрузчика шихты (0,07 мг/м³), а по максимальным значениям находились в пределах 0,03–0,1 мг/м³, в том числе с превышением ПДК для 11 профессий (включая 0,08 мг/м³ для загрузчика шихты). Среднесменные концентрации мышьяка, составляющие 0,001–0,01 мг/м³, были ниже ПДК для всех профессий, кроме загрузчика шихты (0,015 мг/м³). Среднесменные концентрации бенз(а)пирена, кадмия и бериллия по всем значениям были ниже ПДК. Таким образом, по химическому фактору для 10 профессий (71,4 %) по максимальным значениям концентраций канцерогенных веществ условия труда соответствовали классу 3.1, для загрузчика шихты (7,2 %) — классу 3.2, а для 3 профессий (21,4 %) — допустимому (2.0); по средним значениям: для загрузчика шихты (7,2 %) — классу 3.2, для остальных (92,8 %) — допустимому (2.0) [6]. При этом класс условий труда обуславливается повышенными концентрациями свинца в ВРЗ, и только у загрузчика шихты — повышенными концентрациями свинца и мышьяка.

При расчете профессиональных КР от каждого из канцерогенных веществ, воздействующих на рабочих, и суммарных, было установлено, что на предприятии 1 при 25-ти летнем стаже работы для всех профессий суммарный КР относится к неприемлемому (4-й диапазон [5]) для профессиональных групп с минимальным значением риска $2,1 \times 10^{-2}$ для огнеупорщика и максимальным $3,8 \times 10^{-2}$ для сушильщика и загрузчика шихты, превышая приемлемый КР до 38 раз. Основной вклад в показатели КР вносят мышьяка неорганические соединения (40,5–77,3 % в зависимости от отделения), что в большей степени согласуется с оценкой класса условий труда по химическому фактору, на втором месте — хрома шестивалентного соединения (15,2–56,0 % в зависимости от отделения), кадмий и его неорганические соединения вносят 2,6–6,4 %, вклад свинца соединений неорганических и бенз(а)пирена 0,035–0,22 % и 0,000033–0,0043 % соответственно.

В МЦ предприятия 2 при 25-ти летнем стаже работы для всех профессий КР также относится к неприемлемому для профессиональных групп, однако с меньшим превышением: от $3,2 \times 10^{-3}$ для сушильщика до $8,0 \times 10^{-3}$ для загрузчика шихты, превосходя приемлемый КР до 8 раз, тогда как при средних значениях среднесменных концентраций веществ 92,8 % профессий имеют допустимый класс условий труда. Наибольший вклад в показатели риска у всех профессий вносят мышьяка неорганические соединения (от 93,9 % до 100 %), которые обусловили вредные условия труда только у загрузчика шихты. Присутствие в ВРЗ соединений свинца (вклад в КР 1,9–7,7 %), обусловившее вредные условия труда у 78,6 % рабочих мест по максимальным значениям концентраций и 7,2 % — по средним, кадмия (0,275–7,7 %), бериллия (1,5–2,7 %) и бенз(а)пирена (0,03–0,49 %) не оказало существенного влияния на значения суммарного КР.

При расчете суммарных профессиональных КР на 5, 10, 15, 20 и 25 лет стажа для основных и ряда вспомогательных профессий МЦ было установлено, что для 100 % оцененных профессий МЦ предприятия 1 неприемлемые КР выявляются уже на 5-ти летнем стаже работы, тогда как для МЦ предприятия 2 неприемлемый стаж для 100 % профессий — 25 лет. Однако в МЦ предприятия 2 при 5-ти летнем стаже для трёх профессий (21,4 %), а именно: загрузчика шихты, плавильщика и шихтовщика, КР также находятся в 4-м диапазоне, для двух профессий (14,3 %) — в 3-м (конвертерное и сушильное отделение) и 4-м (плавильное отделение) диапазонах, для остальных (64,3 %) — в приемлемом. При 10-ти летнем стаже неприемлемый КР определяется для 10 профессий (71,4 %), у 4-х профессий (28,6 %) — в 3-м и 4-м диапазонах в зависимости от отделения; при 15-ти летнем стаже — у 12 профессий (85,7 %); при 20-ти летнем стаже — у 13 профессий (92,9 %).

Лидирующими профессиями с наиболее неприемлемыми значениями КР для обоих предприятий стали загрузчик шихты и шихтовщик, что согласуется с особенностями технологического процесса, при котором основными источниками высокой запыленности служат тракт шихтоподачи, транспортеры, места пересыпки или загрузки шихты, огарка.

Таким образом, было показано, что при получении черновой меди с помощью отражательной плавки значения КР большие, чем при плавке в «жидкой ванне».

Выводы

1. В медеплавильном производстве на рабочих воздействуют такие канцерогенные вещества, как неорганические соединения мышьяка, кадмия, свинца, бериллия, хрома (VI), а также бенз(а)пирен.

2. Профессиональные индивидуальные КР у рабочих всех оцененных профессий при 25-ти летнем стаже работы находятся в неприемлемом для профессиональных групп диапазоне, даже при условии соответствия уровней среднесменных концентраций ПДК.

3. Существующая гигиеническая оценка условий труда по результатам контроля среднесменных концентраций не дает возможности дать прогнозные оценки КР.

4. Наибольший вклад в показатели профессионального КР для обоих производств вносят неорганические соединения мышьяка.

5. Из основных профессий обоих изученных цехов наибольшее значение КР отмечено у загрузчика шихты.

6. На предприятии с отражательной плавкой неприемлемые КР для 100 % оцененных профессий начинаются уже с 5-ти летнего стажа, тогда как на предприятии с плавкой в печах А. В. Ванюкова — с 10-ти летнего стажа для 71,4 % профессий.

7. Превышение по наибольшим значениям КР в цехе с отражательной плавкой над цехом с плавкой в «жидкой ванне» составляет 5,3 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адриановский В.И., Гилева Ю.М., Липатов Г.Я. и др. К вопросу оценки условий труда рабочих, занятых в обогащении медьсодержащих руд. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2010; 12: 30–31.

2. Ванюков А.В., Мечев В.В. О расширении применения процесса плавки в жидкой ванне. Цветные металлы. 1987; 3: 23–27.

3. Адриановский В.И., Липатов Г.Я. Использование оценки профессионального канцерогенного риска для рабочих, занятых в обогащении медьсодержащих руд. Санитарный врач. 2013; 10: 46–49.

4. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы, СанПиН 1.2.2353-08 Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности (ред. от 20.01.2011; ред. от 22.12.2014).

5. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющую среду. Р 2.1.10.1920–04. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004; 129.

6. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Р 2.2.2006-05. Екатеринбург: ИД «Урал Юр Издат», 2006; 6–10, 51–54.

Авторская справка

Земзеева Наталья Викторовна

ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург.

старший лаборант-исследователь лаборатории эпидемиологии и профилактики рака

Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Попова, д. 30

Липатов Георгий Яковлевич

ГБОУ ВПО «Уральский государственный медицинский университет»
д. м. н., профессор, зав. кафедрой гигиены и профессиональных болезней
ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург
зав. лабораторией эпидемиологии и профилактики рака
Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Полова, д. 30

Кузьмина Елена Анатольевна
ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург
к. м. н., в. н. с., руководитель отдела комплексных проблем гигиены и профилактики заболеваний населения
Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Полова, д. 30

Русских Ксения Юрьевна
ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург
м. н. с. лаборатории эпидемиологии и профилактики рака
Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Полова, д. 30

*Zebzeeva N. V., Lipatov G. Y.,
Kuz'mina E. A., Russkih K. Y.*

THE RESULTS OF THE COMPARATIVE EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS IN WORKERS EMPLOYED IN DIFFERENT WAYS OF PRODUCING BLISTER COPPER

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and
Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor,
Yekaterinburg, Russian Federation;
Ural State Medical University,
Yekaterinburg, Russian Federation

Abstract. Copper plant workers are exposed to cancerogenic substances such as inorganic compounds of arsenic, lead, cadmium, nickel, etc. It's shown individual professional cancerogenic risks of these workers on the 25-year work experience related to the 4-th range (more than 1.0×10^{-3}), that significantly exceeds acceptable for professional groups; despite of factual middle-shift concentrations didn't exceed MACs. Inorganic compounds of arsenic bring the greatest contribution into the cancerogenic risk index for the workings. Exceeding the values of carcinogenic risks in reflectance over the melting in «liquid bath» is 5.3 times.

Key words: copper pyrometallurgy, smelting in the «liquid bath», professional cancerogenic risk, arsenic

REFERENCES

1. Adrianovskij V.I., Gileva Ju.M., Lipatov G.Ja. i dr. K voprosu ocenki uslovij truda rabochih, zanjatyh v obogashhenii med'soderzhashhkih rud. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij.* 2010; 12: 30–31.
2. Vanjukov A.V., Mechev V.V. O rasshirenii primeneniya processa plavki v zhidkoj vanne. *Cvetnye metally.* 1987; 3: 23-27.
3. Adrianovskij V.I., Lipatov G.Ja. Ispol'zovanie ocenki professional'nogo kancerogenного riska dlja rabochih, zanjatyh v obogashhenii med'soderzhashhkih rud. *Sanitarnyj vrach.* 2013; 10: 46-49.
4. Sanitarno-jepidemiologicheskie pravila i normativy, SanPiN 1.2.2353-08 Kancerogennye faktory i osnovnye trebovanija k profilaktike kancerogennoj opasnosti (red. ot 20.01.2011; red. ot 22.12.2014).
5. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdeystvii himicheskikh veshhestv, zagtrjaznjajushhiju sredu. R 2.1.10.1920–04. M.: Federal'nyj centr Gossanjepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004; 129.
6. Rukovodstvo po gigenicheskoj ocenke faktorov rabochej sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikacija uslovij truda: R 2.2.2006-05. Ekaterinburg: ID «Ural Jur Izdat», 2006; 6-10, 51-54.

Authors
Zebzeyeva Natalya V.

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor
Senior Research Technician of Cancer Epidemiology and Prevention Laboratory
Popova St. 30, 620014, Yekaterinburg, Russian Federation
lipatovg@ymrc.ru

Lipatov Georgiy Ya.
Ural State Medical University
MD, Professor, Head of Hygiene and Occupational Diseases Department
Ekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor
Head of Cancer Epidemiology and Prevention Laboratory
Popova St. 30, 620014, Yekaterinburg, Russian Federation

Kuzmina Yelena A.
Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor
PhD, Leading Scientific Officer, Head of Department of Integrated Issues of Hygiene and Prophylaxis of Population Diseases
Popova St. 30, 620014, Yekaterinburg, Russian Federation

Russkih Kseniya Yu.
Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers by Rospotrebnadzor
Junior Scientific Officer of Cancer Epidemiology and Prevention Laboratory
Popova St. 30, 620014, Yekaterinburg, Russian Federation