

1. Для обеспечения здравоохранения квалифицированными кадрами бакалавров по направлению подготовки «Сестринское дело» кафедры управления сестринской деятельностью способна и готова включиться в инновационные процессы.

2. Инновации высшего сестринского образования включают увеличение объема обучающихся, обеспечение индивидуальной образовательной траектории студенту, формирование надпрофессиональных коммуникаций, использование современных IT-технологий.

3. Развитие высшего сестринского образования требует широкого обмена опытом, в том числе участия в конгрессах, конференциях, конкурсах.

Литература

1. Современные проблемы трудоустройства специалистов с высшим сестринским образованием / Л. А. Шардина, Н. С. Давыдова, Т. А. Найданова, Н. Л. Шкиндр // Диспут плюс. — 2014. — № 8 (28). — С. 52–55.

2. Шурыгина, Е. П. Второй выпуск бакалавров сестринского дела / Е. П. Шурыгина, С. И. Глухих // «Здравоохранение и образовательное пространство: интеграции и перспективы взаимодействия»: мат. II Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. — Самара: СамГМУ, 2017.

НАУКА И ПРАКТИКА

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ КАНЦЕРОГЕННЫХ РИСКОВ В ПИРОМЕТАЛЛУРГИИ МЕДИ

УДК 613.632

В.И. Адриановский^{1,2}, Г.Я. Липатов^{1,2}; Е.А. Кузьмина², Н.В. Злыгостева²

1 Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация

2 Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Представлены результаты оценки профессиональных канцерогенных рисков для работающих, занятых в плавильных цехах, использующих шахтную и отражательную плавку медьсодержащего сырья, в сравнении с автогенными процессами. Показано, что при плавке меди основным фактором, формирующим канцерогенный риск, является мышьяк. Наибольшие прогнозные значения канцерогенных рисков наблюдаются при отражательной и шахтной плавке. Основным мероприятием по снижению канцерогенной опасности в пирометаллургии меди должно быть внедрение автогенных процессов. Методология оценки канцерогенных рисков может быть использована для оценки канцерогенной опасности предприятий металлургии меди.

Ключевые слова: канцерогенный риск, пирометаллургия меди, шахтная, отражательная плавка, печи плавки в «жидкой ванне», мышьяк.

TO THE QUESTION OF APPLICATION OF METHODOLOGY OF ASSESSMENT OF CANCEROGENIC RISKS IN THE COPPER IGNEOUS METALLURGY

V.I. Adrianovskiy^{1,2}, G.Y. Lipatov^{1,2}, E.A. Kuzmina², N.V. Zlygosteva²

1 Urals state medical university, Yekaterinburg, Russian Federation

2 Ekaterinburg medical research center for prophylaxis and health protection of industrial workers, Yekaterinburg, Russian Federation

The results of the assessment of occupational carcinogenic risks for workers employed in smelting shops using mine and reflective smelting of copper-bearing raw materials are presented, in comparison with autogenic processes. It is shown that when copper is melted, arsenic is the main factor that forms a carcinogenic risk. The greatest predicted values of carcinogenic risks, as compared to melting in furnaces with a «molten bath», are observed with

reflective and mine melting. The main measure to reduce carcinogenic hazards in copper pyrometallurgy should be the technical re-equipment of smelters with the introduction of autogenous processes. The methodology of cancer risk assessment can be used to assess the carcinogenic hazards of copper metallurgy plants.

Keywords: carcinogenic risk, copper pyrometallurgy, reflective fusion, shaft furnaces, furnaces with a «molten bath», arsenic.

Введение

Заболеваемость злокачественными новообразованиями (ЗН) в России с 2006-го по 2015 год увеличилась на 17,2% — с 333,7 до 402,9 на 100 тыс. населения. В структуре причин смертности жителей России злокачественные опухоли занимают второе ранговое место (15,6%), уступая лишь болезням органов кровообращения (48,7%). Еще более неблагоприятной является онкологическая ситуация в Свердловской области, где показатель смертности от ЗН превышает средний по России: 218,6 и 200,6 на 100 тыс. населения соответственно [3]. Для такого промышленно развитого региона, как Свердловская область, значимым фактором канцерогенного риска служит профессиональная экспозиция, роль которой в этиологии ЗН может достигать от 4 до 38%. В частности, пирометаллургия меди характеризуется воздействием на работающих целого ряда канцерогенных веществ: неорганические соединения мышьяка, кадмий, свинец, никель и бенз(а)пирен [4].

Начавшееся в конце XX в. техническое перевооружение предприятий металлургии меди охватило все основные переделы, однако наиболее радикальное изменение претерпела плавка, где на смену устаревшим способам переработки руд в шахтных, отражательных и руднотермических печах пришли новые автогенные процессы, характеризующиеся возможностью полной автоматизации производства и утилизации отходящих газов, снижением доли ручного труда [4]. Вместе с тем, на Урале еще достаточно велик объем производств со старой технологией, морально устаревшим оборудованием, служащим источником загрязнения производственной среды пылью, серосодержащими газами и канцерогенными веществами. При этом величина экспозиции к канцерогенам рабочих металлургических цехов, использующих разные технологии, может существенно варьировать [4; 1].

В настоящее время в медицине труда широко внедряются технологии оценки рисков. Однако применение их для оценки канцерогенных рисков носит пока лишь фрагментарный характер. Одним из способов гигиенической оценки технического перевооружения промышленных объектов может стать методика расчета прогнозных значений канцерогенных рисков [5; 6; 2].

Цель работы

Дать оценку профессиональных канцерогенных рисков для работающих, занятых в цехах с шахтной и отражательной плавкой медьсодержащих руд, в сравнении с современным способом получения черновой меди.

Материал и методы

Проведена оценка канцерогенных рисков (КР) для работающих, занятых в плавильных цехах трех предприятий, два из которых специализируются на получении черновой меди с использованием отражательной (ОП) и шахтной (ШП) плавки, на третьем же используется плавка в «жидкой ванне» (ПЖВ), относящаяся к более передовым автогенным процессам.

В основу расчета ингаляционного КР взяты подходы, изложенные в «Руководстве по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду» (Р 2.1.10.1920–04), и исследований А.В. Мельцера [5] и П.В. Серебрякова [6]. КР рассчитывался для 5 идентичных профессий (загрузчик шихты, плавильщик, конвертерщик, разлищик цветных металлов, оператор пылегазоулавливающих установок) в медеплавильных цехах с ШП, ОП и плавкой в печах ПЖВ с учетом фактической экспозиции к мышьяку, никелю, кадмию, свинцу, бериллию и бенз(а)пирену (250 рабочих смен продолжительностью 8 часов). КР оценивался от каждого из веществ и суммарно от их комбинации на 25 лет стажа работы. Для условий профессионального воздействия канцерогенов неприемлемым считался $KP \geq 1,0 \times 10^{-3}$. При неприемлемом КР рассчитывалась продолжительность стажа работы, при котором достигается верхний предел допустимого профессионального риска.

Математическую обработку результатов исследования проводили в программах BioStat 2009 для WINDOWS с расчетом показателей вариационной статистики: средней арифметической (M) и ошибки средней (m).

Результаты и обсуждение

Технологическая схема получения черновой меди в медеплавильном цехе (МПЦ), оборудованном шахтными печами, включает загрузку брикетов в печь, плавку на штейн, конвертирование штейна в горизонтальных конвертерах с последующим розливом черновой меди в слитки. Получение черновой меди в МПЦ с отражательными печами складывается из операций по подготовке шихты, ее обжига в механических многоподовых печах, плавки огарка в отражательных печах с последующим конвертированием штейна и розливом черновой меди. В отличие от ШП и ОП, при использовании печей ПЖВ шихта может содержать как концентрат, так и руду любой крупности, поэтому процессы брикетирования шихты, а также ее обжига не требуются. Плавка и выпуск шлака и штейна ведутся при непрерывной подаче воздуха, обогащенного кислородом, что облегчает обслуживание агрегата, создает возможность полного автоматического управления и контроля над параметрами режима плавки в «жидкой ванне».

В состав медных концентратов всех изучаемых предприятий входят такие канцерогенные вещества, как мышьяк, никель, свинец, кадмий, бериллий и кремния диоксид кристаллический. Обжиг концентрата, а также плавка на штейн сопровождается выделением в воздух рабочей зоны бенз(а)пирена и сажи черной.

Результаты лабораторных исследований воздуха рабочей зоны (ВРЗ) в МПЦ завода, где осуществляется получение черновой меди методом ОП, показали, что среднесменные концентрации мышьяка на рабочих местах всех пяти оцененных профессий превышали предельно допустимую концентрацию (ПДК) в 3,0–4,9 раза, с наибольшими значениями для загрузчика шихты. Среднесменные концентрации хрома (VI), свинца, кадмия и бенз(а)пирена в ВРЗ были ниже ПДК. По химическому фактору (канцерогенные вещества) для всех 5 оцененных профессий условия труда соответствовали классу 3.2 (вредный 2-й степени), который определялся неорганическими соединениями мышьяка и хрома шестивалентного,

В ВРЗ МПЦ завода, где осуществляется получение черновой меди методом ШП, среднесменные концентрации мышьяка на рабочих местах всех пяти оцененных профессий превышали ПДК в 4,4 раза. Среднесменные концентрации свинца были ниже ПДК (0,05 мг/м³) на рабочих местах конвертерщика, разлищика и оператора пылегазоулавливающих установок. У загрузчика и плавильщика содержание свинца составило 0,06 и 0,055 мг/м³ соответственно. Среднесменные концентрации кадмия и бенз(а)пирена и максимальная разовая концентрация никеля в ВРЗ были ниже ПДК для всех изучаемых профессий. В МПЦ с ШП условиям труда был присвоен класс 3.3 (вредный 3-й степени), который определялся неорганическими соединениями мышьяка.

В ВРЗ аналогичных профессий МПЦ, где осуществляется плавка в печах ПЖВ, среднесменные концентрации мышьяка не превышали ПДК (0,01 мг/м³), составив от 0,005 до 0,09 мг/м³, с максимальным значением на рабочем месте загрузчика шихты. Среднесменные концентрации свинца, кадмия, бериллия и бенз(а)пирена в ВРЗ всех рабочих мест находились ниже ПДК, а никеля — ниже чувствительности метода измерения. Таким образом, по химическому фактору (канцерогенные вещества) класс условий труда для всех профессий соответствовал классу 2 (допустимому).

Расчет прогнозных значений КР при 25-летнем стаже работы показал, что для всех оцениваемых профессий, как МПЦ с ОП, так и с ШП, суммарный риск находился в неприемлемом для профессиональных групп диапазоне ($\geq 1,0 \times 10^{-3}$), составив в среднем среди оцененных профессий $2,9 \times 10^{-2}$ и $1,8 \times 10^{-2}$ соответственно. В МПЦ с ПЖВ прогнозные значения КР также лежали в неприемлемом диапазоне ($5,2 \times 10^{-3}$), но оказались в 3,45 раза ниже, чем при шахтной плавке, и в 5,56 раза — чем при отражательной. Наибольшие значения КР достигнуты для загрузчика шихты, наименьшие — для разлищика цветных металлов и сплавов (табл. 1).

Таблица 1
Суммарный канцерогенный риск при 25-летнем стаже работы

Профессии	МПЦ с ОП	МПЦ с ШП	МПЦ с ПЖВ
Загрузчик шихты	$3,8 \times 10^{-2}$	$1,8 \times 10^{-2}$	$8,0 \times 10^{-3}$
Плавильщик	$2,9 \times 10^{-2}$	$1,8 \times 10^{-2}$	$5,5 \times 10^{-3}$
Конвертерщик	$2,8 \times 10^{-2}$	$1,8 \times 10^{-2}$	$3,9 \times 10^{-3}$
Разлищик	$2,3 \times 10^{-2}$	$1,8 \times 10^{-2}$	$3,9 \times 10^{-3}$
Оператор ПГУ	$2,6 \times 10^{-2}$	$1,6 \times 10^{-2}$	$4,7 \times 10^{-3}$
$M \pm m$	$0,0288 \pm 0,0025$	$0,0176 \pm 0,0004$	$0,0052 \pm 0,0008$

Во всех цехах максимальный вклад в КР вносят неорганические соединения мышьяка (67,8% в

МПЦ с ОП, 88,9% в МПЦ с ШП и 96,2% в МПЦ с ПЖВ).

Среди профессий МПЦ, в котором применяется отражательная плавка, значения предельного стажа работы в контакте с канцерогенными веществами находились в пределах от 0,65 до 1,09 года, шахтная плавка — от 1,38 до 1,56 года. В плавильном цехе с ПЖВ величина приемлемого стажа работы варьировалась от 3,13 до 6,41 года (табл. 2).

Таблица 2

Величины предельного стажа работы в контакте с канцерогенными веществами (лет)

Профессии	МПЦ с ОП	МПЦ с ШП	МПЦ с ПЖВ
Загрузчик шихты	0,65	1,38	3,13
Плавильщик	0,86	1,38	4,55
Конвертерщик	0,89	1,38	6,41
Разливщик	1,09	1,38	6,41
Оператор ПГУ	0,96	1,56	5,20
M ± m	0,89 ± 0,07	1,42 ± 0,036	5,14 ± 0,62

Разница в приемлемом стаже между плавильными отделениями с ПЖВ (5,14 ± 0,62) и отражательной плавкой (0,89 ± 0,07), а также ПЖВ и шахтной плавкой (1,41 ± 0,03) оказалась существенной ($p < 0,05$) и составила 5,77 и 3,64 соответственно, что убедительно свидетельствует о гигиеническом преимуществе автогенных процессов в пирометаллургии меди.

Выводы

1. При всех способах получения черновой меди максимальный вклад в канцерогенные риски здоровью работников вносят неорганические соединения мышьяка.
2. Наибольшие значения канцерогенных рисков отмечаются у профессий, условия труда которых характеризуются значительным выделением пыли (загрузчик шихты).
3. Для большинства профессий, занятых в плавильных цехах, использующих шахтную и отражательную плавку, ингаляционные канцерогенные риски при 25-летнем стаже работы в 18,0 и 29,0 раз соответственно превышают приемлемый уровень, тогда как при плавке в «жидкой ванне» превышение составляет 5,2 раза.
4. На предприятиях, где для получения черновой меди применяется отражательная и шахтная плавка, неприемлемые значения ингаляционных канцерогенных рисков начинаются со стажа 0,89 и 1,42 года работы соответственно, тогда как при использовании в металлургических цехах печей плавки в «жидкой ванне» — с 5,14 года.
5. Полученные результаты позволяют рекомендовать в целях снижения канцерогенных рисков для работающих и увеличения приемлемого стажа работы замену отражательных и шахтных печей на печи с плавкой «в жидкой ванне».
6. Методология оценки канцерогенных рисков может быть использована для оценки канцерогенной опасности как предприятий металлургии меди, так и других канцерогеноопасных производств.

Литература

1. Адриановский, В. И. Гигиеническая характеристика воздуха рабочей зоны в современном производстве черновой меди / В. И. Адриановский, Г. Я. Липатов, М. П. Лестев // *Фундаментальные исследования*. — 2012. — № 7. — С. 16–20.
2. Результаты сравнительной оценки прогнозных значений канцерогенных рисков у работающих в производстве черновой меди / В. И. Адриановский, Г. Я. Липатов, Е. А. Кузьмина, Н. В. Зибзеева // *Медицина труда и промышленная экология*. — 2015. — № 9. — С. 21.
3. Злокачественные новообразования в России в 2015 году (заболеваемость и смертность) / под ред. А. Д. Каприна, В. В. Старинского, Г. В. Петровой. — М.: МНИОИ им. П. А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2017.
4. Липатов Г. Я. Гигиена труда и профилактика профессионального рака в пирометаллургии меди и никеля: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. — Москва, 1992. — 33 с.
5. Мельцер, А. В. Гигиеническое обоснование комбинированных моделей оценки профессионального риска / А. В. Мельцер, А. В. Киселев // *Медицина труда и промышленная экология*. — 2009. — № 4. — С. 1–5.
6. Серебряков, П. В. Использование оценки канцерогенного риска на горнорудных и металлургических предприятиях Заполярья / П. В. Серебряков // *Гигиена и санитария*. — 2012. — № 5. — С. 95–98.

СУБЪЕКТИВНОЕ ВОСПРИЯТИЕ ЖИЗНЕННОЙ ПЕРСПЕКТИВЫ И