

С 2004 года наблюдается определенная синхронность в динамике заболеваемости ИСМП новорожденных и родильниц.

По данным корреляционно-регрессионного анализа, проведенного за период с 2004 по 2015 год, между заболеваемостью ИСМП родильниц и новорожденных есть прямая связь средней силы.

В нозологической структуре ИСМП родильниц доминирует послеродовый эндометрит.

В нозологической структуре ИСМП новорожденных доминирует конъюнктивит.

### **Литература**

1. Эпидемиологическое наблюдение за инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи. Федеральные клинические рекомендации. — М., 2014. — 58 с.

2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2015 году: Государственный доклад. — М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2016. — 200 с.

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения по Рязанской области в 2014 году: Государственный доклад. — Рязань: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Рязанской области, 2015. — 153 с.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАНЦЕРОГЕННЫХ РИСКОВ ПРИ ШАХТНОЙ ПЛАВКЕ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ РУД**

*Адриановский В.И.<sup>1,2</sup>, доцент кафедры гигиены и профессиональных болезней, старший научный сотрудник лаборатории эпидемиологии и профилактики рака отдела комплексных проблем гигиены и профилактики заболеваний населения; Липатов Г.Я.<sup>1,2</sup>, зав. кафедрой гигиены и профессиональных болезней, зав. лабораторией эпидемиологии и профилактики рака отдела комплексных проблем гигиены и профилактики заболеваний населения; Кузьмина Е.А.<sup>2</sup> зав. отделом комплексных проблем гигиены и профилактики заболеваний населения; Злыгостева Н.В.<sup>2</sup>, младший научный сотрудник лаборатории эпидемиологии и профилактики рака отдела комплексных проблем гигиены и профилактики заболеваний населения; Полухин А.С.<sup>2</sup>, старший лаборант-исследователь лаборатории эпидемиологии и профилактики рака отдела комплексных проблем гигиены и профилактики заболеваний населения*

ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России<sup>1</sup>, Екатеринбург  
ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора<sup>2</sup>, Екатеринбург

**Актуальность.** В 80-х годах XXв. началось техническое перевооружение металлургического производства меди, охватившее все основные переделы. Наиболее радикальное изменение претерпела плавка: на смену устаревшим способам переработки руд в, шахтных, отражательных и руднотермических печах приходят автогенные процессы, характеризующиеся возможностью полной автоматизации производства и утилизации отходящих газов, исключением отдельных тяжелых

профессий, снижением доли ручного труда [4]. Вместе с тем еще достаточно велик объем производства со старой технологией, морально устаревшим оборудованием, служащим источником загрязнения производственной среды пылью, серо-содержащими газами и канцерогенными веществами.

В современной металлургии меди, начиная с обогащения медьсодержащих руд и кончая рафинированием металла, работники отрасли подвергаются воздействию вредных производственных факторов, ряд из которых обладает канцерогенным действием. Так, плавка, конвертирование и огневое рафинирование меди характеризуются воздействием на работающих таких канцерогенных веществ, как бенз(а)пирен, мышьяк, никель, свинец, кадмий. Результаты многочисленных исследований позволили включить медеплавильное производство (плавильный передел, конвертерный передел, огневое и электролитическое рафинирование, переработка анодных шламов) в официальный перечень производственных процессов, представляющих канцерогенную опасность для работающих [7]. Между тем, величина экспозиции к канцерогенным факторам рабочих, занятых в металлургических цехах, использующих разные технологии, может существенно различаться [1, 2, 4].

В настоящее время в медицине труда широко внедряются технологии оценки рисков. Однако применение их для оценки канцерогенных рисков носит пока лишь фрагментарный характер. Между тем, одним из способов гигиенической оценки технического перевооружения промышленных объектов может стать методика расчета прогнозных значений канцерогенных рисков [3, 6, 8].

**Цель исследования:** дать оценку профессиональных канцерогенных рисков для работающих, занятых в цехе с шахтной плавкой медьсодержащих руд, в сравнении с современным способом получения черновой меди.

**Материалы и методы исследования.** Для реализации указанной цели нами проведена оценка канцерогенных рисков (КР) для работающих, занятых в плавильных цехах двух крупных предприятий, одно из которых специализируется на получении черновой меди с использованием шахтной плавки, на втором же используется плавка в «жидкой ванне» (ПЖВ), относящаяся к более передовым автогенным процессам.

Вследствие преимущественной аэрогенной нагрузки канцерогенными веществами, был проведен расчет ингаляционного КР, в основу которого взяты подходы, изложенные в «Руководстве по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющую среду» (Р 2.1.10.1920–04) [5] и исследований А.В. Мельцера [6] и П.В. Серебрякова [8]. КР рассчитывался для 5 идентичных профессий (загрузчик шихты, плавильщик, конвертерщик, разлищик цветных металлов, оператор пылегазоулавливающих установок) в металлургическом цехе (шахтная плавка) и медеплавильном цехе (плавка в печах ПЖВ) с учетом фактической экспозиции к мышьяку, никелю, кадмию, свинцу, бериллию и бенз(а)пирену (240 рабочих смен продолжительностью 8 часов).

Индивидуальный КР рассчитывался по уровням фактических среднесменных концентраций веществ в воздухе рабочей зоны (ВРЗ) с учетом типичной экспозиции (250 рабочих смен/год по 8 часов) и факторов канцерогенного потенциала веществ при ингаляционном поступлении ( $SFi, \text{мг}/(\text{кг}\cdot\text{день})^{-1}$ ) в два этапа.

Рассчитывалась средняя суточная доза канцерогена (LADD), усредненная с учетом ожидаемой средней продолжительности жизни человека (70 лет):

$$LADD = [C \times CR \times ED \times EF] / [BW \times AT \times 365],$$

где LADD — средняя суточная доза или поступление (I), мг/(кг×день); C — среднесменная концентрация вещества в ВРЗ, мг/м<sup>3</sup>; CR — скорость поступления воздействующей среды (воздуха), м<sup>3</sup>/день;

ED — продолжительность воздействия, лет

EF — частота воздействия, дней/год;

BW — масса тела человека, кг;

AT — период усреднения экспозиции (для канцерогенов AT = 70 лет);

365 — число дней в году.

Затем рассчитывался индивидуальный КР с использованием данных о величине экспозиции и значениях факторов канцерогенного потенциала (фактор наклона).

$$CR = LADC \times SFi,$$

где SFi — фактор канцерогенного потенциала при ингаляционном воздействии, (мг/(кг × день)<sup>-1</sup>).

КР оценивался от каждого из веществ и суммарный от их комбинации на один, 5, 10, 15, 20 и 25 лет стажа работы. Для условий профессионального воздействия канцерогенов приемлемым считался КР  $\leq 1,0 \times 10^{-3}$  (3-й диапазон) [5]. Для случаев, когда величина КР была больше  $1,0 \times 10^{-3}$ , рассчитывалась продолжительность приемлемого стажа работы, при которой достигается верхний предел допустимого профессионального риска.

**Результаты.** Технологическая схема получения черновой меди в металлургическом цехе (МЦ) включает загрузку брикетов в шахтную печь, плавку на штейн, конвертирование штейна в горизонтальных конвертерах с последующим розливом черновой меди в слитки. В отличие от шахтной плавки, при использовании печей ПЖВ шихта может содержать как концентрат, так и руду любой крупности, поэтому процесс брикетирования шихты не требуется. 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 обоих изучаемых предприятий входят такие канцерогенные вещества, как мышьяк, никель, свинец, кадмий, бериллий и кремния диоксид кристаллический. Плавка на штейн сопровождается выделением в воздух рабочей зоны бенз(а)пирена и сажи черной.

Результаты лабораторных исследований воздуха рабочей зоны (ВРЗ) в МЦ завода, где осуществляется получение черновой меди методом шахтной плавки, показали, что среднесменные концентрации мышьяка на рабочих местах всех пяти оцененных профессий превышали предельно допустимую концентрацию (ПДК) в 4,4 раза. Среднесменные концентрации свинца были ниже ПДК (0,05 мг/м<sup>3</sup>) на рабочих местах конвертерщика, разлищика и оператора пылегазоулавливающих установок, в то время как у плавильщика и загрузчика шихты содержание свинца составило 0,055 и 0,06 мг/м<sup>3</sup>, превышая ПДК соответственно в 1,1 и 1,2 раза. Среднесменные и максимальные разовые концентрации кадмия, бенз(а)пирена и никеля в ВРЗ были ниже ПДК, а бериллия — ниже чувствительности метода измерения, для всех изучаемых профессий. В результате по химическому фактору (канцерогенные вещества) для всех пяти профессий условия труда соответствовали классу 3.3 (вредный 3-й степени), который определялся неорганическими соединениями мышьяка.

В ВРЗ большинства профессий МПЦ, где осуществляется плавка в печах ПЖВ, среднесменные концентрации мышьяка не превышали ПДК ( $0,01 \text{ мг/м}^3$ ), составив от  $0,005$  до  $0,09 \text{ мг/м}^3$ , 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 (допустимый).

Расчет прогнозных значений индивидуальных КР при 25-летнем стаже работы показал, что во всех оцениваемых профессиях МЦ суммарный риск находился в 4-м, т. е. неприемлемом для профессиональных групп, диапазоне, (более  $1,0 \times 10^{-3}$ ), составив в среднем по цеху  $1,8 \times 10^{-2}$ , без видимых различий между, плавкой и конвертированием меди (табл. 1). Максимальный вклад в риски вносят неорганические соединения мышьяка (88,9%).

Таблица 1

**Прогнозные значения канцерогенных рисков для работающих, занятых в металлургическом цехе (шахтная плавка) на 25 лет стажа**

| Отделение              | Канцерогенные вещества ( $SF, (\text{мг/кг/день})^{-1}$ ) |                      |                       |                       |                       | Суммарный риск        |
|------------------------|---|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                        | Мышьяк (15,0)   | Никель (0,84)        | Кадмий (6,3)          | Свинец (0,042)        | Бенз(а)пирен (3,9)    |                       |
| Плавильное отделение   | $1,6 \times 10^{-2}$                                      | $3,0 \times 10^{-4}$ | $1,5 \times 10^{-3}$  | $6,2 \times 10^{-5}$  | $2,3 \times 10^{-7}$  | $1,8 \times 10^{-2}$  |
| Конвертерное отделение | $1,6 \times 10^{-2}$                                      | $3,0 \times 10^{-4}$ | $2,2 \times 10^{-3}$  | $6,9 \times 10^{-5}$  | —                     | $1,85 \times 10^{-2}$ |
| В среднем по цеху      | $1,6 \times 10^{-2}$                                      | $3,0 \times 10^{-4}$ | $1,85 \times 10^{-3}$ | $6,55 \times 10^{-5}$ | $1,15 \times 10^{-8}$ | $1,8 \times 10^{-2}$  |

Расчет значений одногодичного канцерогенного риска показал, что у плавильщика, загрузчика шихты, конвертерщика и разливащика цветных металлов КР составил  $7,3 \times 10^{-4}$ , а у оператора пылегазоулавливающих установок —  $6,9 \times 10^{-4}$ .

С учетом значений одногодичного КР проведен расчет продолжительности приемлемого стажа работы, при котором достигается верхний предел допустимого профессионального риска ( $10^{-3}$ ).

Среди профессий цеха, использующего шахтную плавку, минимальное значение предельного стажа работы в контакте с канцерогенными веществами находилось в пределах от 1,37 до 1,45 лет.

В МПЦ, использующем плавку в печах ПЖВ, прогнозные значения КР, рассчитанных на 25 лет стажа, хоть и лежат в неприемлемом диапазоне ( $3,95 \times 10^{-3}$ ), но оказались в 4,6 раза ниже, чем при шахтной плавке, без существенных различий между отделениями (табл. 2).

Таблица 2

**Прогнозные значения канцерогенных рисков для работающих, занятых в металлургическом цехе (плавка в печах ПЖВ) на 25 лет стажа**

| Отделение              | Канцерогенные вещества (SF, (мг/кг/день) <sup>-1</sup> ) |                      |                       |                       |                      | Суммарный риск        |
|------------------------|--|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|                        | Мышьяк (15,0)  | Кадмий (6,3)         | Свинец (0,042)        | Бериллий (8,4)        | Бенз(а)пирен (3,9)   |                       |
| Плавильное отделение   | $4,3 \times 10^{-3}$                                     | $1,9 \times 10^{-5}$ | $7,7 \times 10^{-5}$  | -                     | $6,1 \times 10^{-7}$ | $4,4 \times 10^{-3}$  |
| Конвертерное отделение | $3,35 \times 10^{-3}$                                    | $4,3 \times 10^{-5}$ | $6,6 \times 10^{-5}$  | $3,75 \times 10^{-5}$ | $1,5 \times 10^{-7}$ | $3,5 \times 10^{-3}$  |
| В среднем по цеху      | $3,8 \times 10^{-3}$                                     | $3,1 \times 10^{-5}$ | $7,15 \times 10^{-5}$ | $1,9 \times 10^{-5}$  | $3,8 \times 10^{-7}$ | $3,95 \times 10^{-3}$ |

Так же как и в МЦ, оборудованном шахтными печами, максимальный вклад в риски вносят неорганические соединения мышьяка (96,2%).

В МПЦ годовые канцерогенные риски у плавильщика и оператора по обслуживанию пылегазоулавливающих установок плавильного отделения составили от  $1,6 \times 10^{-4}$  до  $3,25 \times 10^{-4}$ , а величина приемлемого стажа работы варьировала от 3,08 до 6,25 лет.

Разница в приемлемом стаже между плавильными отделениями с шахтной плавкой ( $1,40 \pm 0,03$ ) и плавкой в «жидкой» ванне ( $4,21 \pm 0,58$ ) оказалась существенной ( $p < 0,05$ ) и составила 3,0, что убедительно свидетельствует о гигиеническом преимуществе автогенных процессов в металлургии меди. Аналогичная картина прослеживается и в целом по изучаемым цехам.

Гигиенические преимущества автогенных плавильных агрегатов обусловлены герметизацией «ванн», а также большими объемами удаляемых технологических газов и пыли из подсводового пространства.

При отсутствии различий в технологии конвертирования в обоих плавильных цехах четко прослеживается зависимость величин рисков от используемых видов плавки. Очевидно, что отсутствие изоляции между плавильными и конвертерными отделениями способствует перетеканию воздушных масс и оказывает существенное влияние на запыленность и загазованность в конвертерных отделениях.

Таким образом, показано, что использование в пирометаллургии меди устаревших шахтных печей формирует высокие канцерогенные риски, в 18,0 раз превышающие приемлемый уровень для профессиональных групп, с величиной предельного стажа работы менее 1,5 лет. Основным мероприятием по снижению канцерогенной опасности при получении черновой меди должно стать техническое перевооружение плавильных цехов с внедрением автогенных процессов.

**Выводы:**

1. Для большинства профессий, занятых в плавильных цехах, использующих шахтную плавку, ингаляционные канцерогенные риски находятся в неприемлемом диапазоне, и определяется в основном мышьяком.

2. На предприятии, где для получения черновой меди применяется шахтная плавка, неприемлемые значения ингаляционных канцерогенных рисков начинаются со стажа 1,37–1,45 года работы, тогда как при использовании в металлургических цехах печей ПЖВ — с 3,08–6,25 лет.

3. Полученные результаты позволяют рекомендовать в целях снижения канцерогенных рисков для работающих замену шахтных печей на печи ПЖВ.

### 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. Адриановский В.И. Канцерогенная опасность и алиментарные пути ее снижения при огневом рафинировании меди: автореф. дисс. ... к.м.н. — Екатеринбург, 2000. — 26 с.
3. Адриановский В.И. 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.
4. Липатов Г.Я. Гигиена труда и профилактика профессионального рака в пирометаллургии меди и никеля: автореф. дисс. ... д.м.н. — Москва, 1992. — 33 с.
5. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920-04. — М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2004. — 129 с.
6. Мельцер А.В., Киселев А.В. Гигиеническое обоснование комбинированных моделей оценки профессионального риска // *Медицина труда и промышленная экология*. — 2009. — № 4. — С. 1–5.
7. СанПиН 1.2.2323-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности». — М., 2014. — 34 с.
8. Серебряков П.В. Использование оценки канцерогенного риска на горнорудных и металлургических предприятиях Заполярья // *Гигиена и санитария*. — 2012. — № 5. — С. 95–98.

### ОЦЕНКА КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ДОРОЖНО-АВТОМОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Аликбаева Л.А., заведующий кафедрой общей и военной гигиены; Колодий С.П., аспирант кафедры общей и военной гигиены; Золотарева А.А., студент V курса медико-профилактического факультета; Зубов К.К., лаборант кафедры общей и военной гигиены; Бек А.В., ассистент кафедры общей и военной гигиены*

ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России, Санкт-Петербург

**Актуальность.** Отходы дорожно-автомобильного комплекса (ДАК) формируются за счет эмиссии загрязняющих веществ при сжигании топлива автомобилей, стирания дорожного полотна, тормозной системы и шин. Увеличение численности автомобилей, их грузоподъемности и скорости передвижения привело к росту отходов дорожно-автомобильного комплекса на территории городов. По данным статистического анализа в атмосферный воздух на территории Санкт-Петербурга при уровне автомобилизации населения, характерного для 2015 года, выделилось 115 тыс. тонн твердых пылевых частиц. Результаты исследований Ю.А. Рахмани-