

© Коллектив авторов, 2024
УДК 613.62:616-057-036 (470.21)

Профессиональная патология работников различных специальностей при пирометаллургическом рафинировании никеля

А.Н. Никанов¹, Д.В. Винников², С.А. Сюрин¹, Е.Д. Шитикова³¹ ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-я Советская ул., д. 4, г. Санкт-Петербург, 191036, Российская Федерация² Казахский национальный университет имени аль-Фараби, пр. аль-Фараби, д. 71, г. Алма-Ата, 050040, Республика Казахстан³ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический университет» Минздрава России, ул. Литовская, д. 2, г. Санкт-Петербург, 194100, Российская Федерация

Резюме

Введение. Условия труда при пирометаллургическом рафинировании никеля создают повышенный риск профессиональной патологии работникам более чем 60 специальностей.

Цель исследования: изучить общие и отличительные черты профессиональных заболеваний у работников различных специальностей, осуществляющих переработку сульфидных медно-никелевых руд пирометаллургическим способом.

Материалы и методы. Проведен анализ данных об условиях труда и состоянии здоровья 1429 работников цеха пирометаллургического рафинирования никеля. Исследование имело ретроспективный когортный характер с начальной и конечной точками в 2007 и 2021 гг. На 1-м этапе исследования основное внимание было уделено условиям труда и профессиональной патологии работников, занятых в пирометаллургическом производстве никеля, на 2-м этапе – особенностям профессиональной патологии работников 13 специальностей, в каждой из которых было диагностировано не менее 5 профессиональных заболеваний. Использовали программное обеспечение Microsoft Excel 2016, программу Epi Info, v. 6.04d.

Результаты. Условия труда при пирометаллургическом рафинировании никеля соответствуют классам 3.2–4. Основным вредным производственным фактором являются аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, включающие мелкодисперсную пыль различных соединений никеля. В течение 2008–2021 гг. из 1429 работников цеха у 129 (9,0 %) диагностированы 300 профессиональных заболеваний, из которых самыми распространенными были болезни органов дыхания и костно-мышечной системы. Ежегодно профессиональные заболевания выявлялись у 0,23–1,60 % работников. Наибольшее число профессиональных заболеваний было выявлено у плавильщиков ($n = 80$), машинистов крана ($n = 50$) и слесарей-ремонтников ($n = 21$). Профессиональная полиморбидность (2–6 заболеваний) отмечалась у 91 (70,5 %) работника. Особенностью патологии металлургов была значительная вариабельность показателей заболеваемости: от 56,8 случая у электромонтеров до 464,3 на 10 000 работников у разлильщиков металла. Структура патологии у разлильщиков металла отличалась доминированием болезней костно-мышечной системы (61,5 %), тогда как у рабочих других специальностей преобладали болезни органов дыхания (47,4–80,0 %). У электромонтеров наиболее часто выявлялась нейросенсорная тугоухость (41,7 %).

Выводы. Знание особенностей развития и клинических проявлений профессиональной патологии при пирометаллургическом рафинировании никеля позволит дифференцировать методы ее профилактики у работников различных специальностей.

Ключевые слова: пирометаллургическое рафинирование никеля, условия труда, риски здоровью, профессиональная патология.

Для цитирования: Никанов А.Н., Винников Д.В., Сюрин С.А., Шитикова Е.Д. Профессиональная патология работников различных специальностей при пирометаллургическом рафинировании никеля // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 5. С. 66–75. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-5-66-75

Occupational Diseases in Pyrometallurgical Nickel Refining Workers of Various Specialties

Aleksandr N. Nikanov,¹ Denis V. Vinnikov,² Sergei A. Syurin,¹ Elizaveta D. Shitikova³¹ North-West Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya Street, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation² Al-Farabi Kazakh National University, 71 Al-Farabi Avenue, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan³ St. Petersburg State Pediatric Medical University, 2 Litovskaya Street, Saint Petersburg, 194100, Russian Federation

Summary

Introduction: Working conditions pose high risks of occupational diseases for employees of over 60 specialties engaged in pyrometallurgical refining of nickel.

Objective: To study common and distinctive features of occupational diseases in workers of various specialties involved in pyrometallurgical nickel processing.

Materials and methods: We have analyzed data on working conditions and health in a cohort of 1,429 workers of the pyrometallurgical nickel refining shop. The study was conducted retrospectively with start and end points in the years 2007 and 2021. At the first stage, we focused on working conditions and occupational diseases in pyrometallurgical nickel refining workers and at the second stage – specifically on workers of 13 specialties, in whom at least five occupational diseases were diagnosed. Microsoft Excel 2016 and Epi Info, v. 6.04d, were used for data analysis.

Results: Working conditions in pyrometallurgical nickel production fall within hazard classes 3.2–4. Fibrogenic aerosols containing respirable particles of nickel compounds are the main occupational risk factor. In 2008–2021, 300 cases of occupational diseases (mainly of the respiratory and musculoskeletal systems) were diagnosed in 129 of 1,429 workers (9.0 %). Occupational diseases were detected in 0.23 to 1.60 % of the workers annually. The highest number of occupational diseases was registered in smelters ($n = 80$), crane operators ($n = 50$), and repairmen ($n = 21$). Occupational

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-5-66-75>
Original Research Article

multimorbidity (2 to 6 diseases) was observed in 91 (70.5 %) workers. We established a significant variance in incidence rates between the metallurgists of different specialties ranging from 56.8 cases per 10,000 workers in electricians to 464.3 in metal pourers. Musculoskeletal diseases prevailed in the latter (61.5 %), while respiratory diseases were more common in other core personnel (47.4–80.0 %). Sensorineural hearing loss was a more frequent finding in electricians (41.7 %).

Conclusion: Knowledge of the features of development and clinical manifestations of occupational diseases in workers of various specialties engaged in pyrometallurgical nickel refining can help differentiate methods of their prevention.

Keywords: pyrometallurgical nickel refining, working conditions, health risks, occupational diseases.

Cite as: Nikanov AN, Vinnikov DV, Syurin SA, Shitikova ED. Occupational diseases in pyrometallurgical nickel refining workers of various specialties. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(5):66–75. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-5-66-75

Введение. Пирометаллургическое рафинирование никеля – это сложная совокупность технологических операций, в которых участвуют работники более чем 60 специальностей. Условия их труда определяют высокий риск формирования профессиональных заболеваний [1–3]. Пирометаллургическая переработка сульфидных медно-никелевых руд (плавка на штейн, конвертирование штейнов, обжиг никелевого файнштейна и восстановительная плавка оксида никеля на огневой металл) сопровождается выбросом в воздух производственных помещений пылегазовых аэрозолей с высоким содержанием соединений серы и многокомпонентной пыли, состоящей из соединений кремния, металлического никеля, оксидов и сульфидов никеля, меди, кобальта, железа, мышьяка, хрома, кадмия, свинца [4–6]. Кроме того, при выполнении производственных заданий в процессе пирометаллургического рафинирования никеля работники подвергаются воздействию производственного шума, общей и локальной вибрации, физических перегрузок в условиях нагревающего микроклимата на рабочих местах [7, 8]. Экспозиция к сочетанному действию нескольких вредных производственных факторов приводит к формированию у металлургов профессиональных заболеваний разных классов, в том числе в форме коморбидной патологии [9–13].

Так как добыча и переработка медно-никелевых руд в Российской Федерации осуществляется на предприятиях, расположенных на территории Арктической зоны, влияние на состояние здоровья работников металлургических предприятий оказывает не только микроклимат производственных помещений, но и суровые климатические условия Арктики [14–16]. Доказано, что вредные производственные и климатические факторы при их сочетанном действии могут ускорять развитие и изменять течение профессиональных заболеваний [17, 18].

Таким образом, проблема сохранения здоровья работников, занятых в пирометаллургическом производстве никеля, по-прежнему не теряет своей актуальности. Однако применяемые технологические, организационные и медико-профилактические мероприятия не всегда приводят к ее решению. В течение 2008–2021 гг. осуществлявшаяся модернизация технологических процессов не приводила к изменению класса вредности условий труда работников пирометаллургического производства.

Цель исследования заключалась в изучении общих и отличительных черт профессиональных заболеваний у работников различных специальностей, осуществляющих пирометаллургическое рафинирование никеля.

Материалы и методы. Исследование носило ретроспективный наблюдательный характер в когортной группе из 1429 работников, занятых в пирометаллургическом производстве никеля. Результаты периодического медицинского осмотра в 2007 г. были его начальной точкой. В последующие 14 лет отслеживались все случаи профессиональных заболеваний с конечной точкой в 2021 г. Сведения о профессиональных заболеваниях (ПЗ) за период 2008–2021 гг. получены в архиве клиники профпатологии филиала ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» (г. Кировск Мурманской области). Оценка условий труда проводилась на основе анализа результатов, представленных в санитарно-гигиенических характеристиках работников, пострадавших вследствие ПЗ. На первом этапе исследования основное внимание было уделено условиям труда и профессиональной патологии работников, занятых в пирометаллургическом производстве никеля, а на втором этапе – особенностям профессиональной патологии работников 13 специальностей, в каждой из которых было диагностировано не менее 5 профессиональных заболеваний.

Программа Epi Info, v. 6.04d и программное обеспечение Microsoft Excel 2016 применены для анализа полученных результатов. Определялись *t*-критерий Стьюдента для независимых выборок, критерий согласия χ^2 , относительный риск (ОР) и 95 % доверительный интервал (ДИ). Числовые показатели даны как абсолютные значения, процентная доля, среднее арифметическое, стандартная ошибка среднего арифметического ($M \pm m$). Критическим считался уровень значимости нулевой гипотезы менее 0,05.

Результаты. По данным санитарно-гигиенических характеристик условий труда наибольшую опасность здоровью работников пирометаллургического рафинирования никеля представляют аэрозоли, обладающие канцерогенным эффектом и фиброгенным действием. Аэрозоли, образующиеся при пирометаллургическом производстве никеля, характеризуются преимущественным содержанием его нерастворимых соединений (сульфиды и оксиды никеля), в том числе сульфидов никеля – до 50,0 %. Они существуют в виде мелкодисперсной пыли с высоким удельным весом (до 95 %) частиц респираторных фракций при среднесменной концентрации никеля в воздухе производственных помещений 12,5–46,1 мг/м³. Меньшее гигиеническое значение имеет загрязнение воздуха производственных помещений пирометаллургических цехов технологическими газами, образующихся за счет

протекания химических реакций, – диоксид серы, углекислый газ, оксид углерода.

Среди вредных производственных факторов физической природы наиболее распространенным является шум. Реже на рабочих местах регистрируются повышенные уровни неионизирующих электромагнитных полей и излучений, вибрации, инфракрасного излучения. К характерным условиям при пирометаллургическом производстве никеля также относятся повышенная тяжесть трудового процесса и неблагоприятный микроклимат производственных помещений. В целом все эти факторы, как правило, соответствуют классам вредности 3.1–3.2. Гигиеническая оценка условий труда показала, что наибольшему воздействию вредных производственных факторов подвергаются плавильщики, конвертерщики, обжигальщики, машинисты мельниц, разлильщики металла с итоговой оценкой класса условий труда 3.3–4. У работников других основных специальностей класс условий труда составлял 3.2–3.4 (табл. 1).

В 2007 г. периодическим медицинским осмотром были охвачены 1429 работников 54 специальностей, в том числе 1254 (87,8 %) мужчины и 175 (12,2 %) женщин. Их средний возраст составил $39,7 \pm 0,3$ года, а трудовой стаж в производстве никеля – $14,9 \pm 0,2$ года. В число обследованных лиц входили 212 (14,8 %) плавильщиков, 209 (14,6 %) слесарей-ремонтников, 151 (10,6 %) электромонтер, 128 (9,0 %) машинистов крана, 122 (8,5 %) обжигальщика, 70 (4,9 %) электрогазосварщиков, 43 (3,0 %) чистильщика металла, 39 (2,7 %) дробильщиков и еще 432 работника других специальностей.

В дальнейшем течение 2008–2021 гг. у 129 (9,0 %) из 1429 работников были впервые выявлены 300 случаев ПЗ или $2,33 \pm 0,14$ случая на одного работника с ПЗ. В числе этих лиц были 110 мужчин и 19 женщин, то есть 8,8 % работников-мужчин и 10,9 % работников-женщин, что свидетельствовало об отсутствии гендерных различий в риске развития ПЗ: ОР 1,23; ДИ 0,78–1,23; $p = 0,783$. Средний возраст работников на момент установления ПЗ составил $49,7 \pm 0,5$ года, а стаж на предприятии – $23,4 \pm 0,6$ года.

Одна нозологическая форма ПЗ выявлена у 38 (29,5 %) работников. У 91 (70,5 %) работника отмечалась профессиональная полиморбидность: два ПЗ – у 48 (37,2 %), три ПЗ – у 19 (14,7 %), четыре ПЗ – у 15 (11,6 %), пять ПЗ – у 6 (4,7 %) и шесть ПЗ – у 3 (2,3 %) работников. Сочетание двух ПЗ состояло преимущественно из болезни органов дыхания и нейросенсорной тугоухости (40,0 %) или двух разных болезней органов дыхания (33,3 %). В случае трех ПЗ чаще возникали сочетание двух разных болезней органов дыхания и нейросенсорной тугоухости (33,3 %) или двух разных болезней костно-мышечной системы и органов дыхания (27,8 %). В случае четырех ПЗ чаще в сочетание входили по две болезни органов дыхания и костно-мышечной системы или три болезни костно-мышечной системы и нейросенсорная тугоухость (по 28,6 %). Сочетания пяти и шести ПЗ у одного работника были редкими, анализ их компонентов не проводился. За 14-летний период наблюдения из 300 случаев ПЗ половина приходится на 3 рабочие специальности из 54 обследованных в 2007 году: плавильщики ($n = 80$),

Таблица 1. Условия труда работников наиболее распространенных специальностей пирометаллургического производства никеля

Table 1. Working conditions of the core personnel of pyrometallurgical nickel production

Факторы производственной среды и трудового процесса / Work environment and labor process factors	Специальность / Класс условий труда / Specialty / Class of working conditions							
	Плавильщик / Smelter	Слесарь-ремонтник / Fitter	Электромонтер / Electrician	Обжигальщик / Kiln operator	Машинист крана / Crane operator	Электросварщик / Welder	Дробильщик / Crusher operator	Чистильщик / Cleaner
Вредные химические вещества I–IV классов опасности / Chemicals of hazard classes I–IV	3.3–3.4	3.1–3.3	3.1–3.3	3.3–3.4	3.1–3.3	3.3	3.3	3.2–3.4
Аэрозоли фиброгенные / Fibrogenic aerosols	3.3–3.4	3.1–3.3	3.1–3.3	3.3–3.4	3.3	3.2–3.3	3.3	3.2
Шум / Noise	3.1–3.2	2–3.3	3.1–3.3	3.1–3.2	3.2	3.1	3.2	3.1–3.2
Вибрация локальная / Hand-arm vibration	3.1–3.3	2	2	3.1–3.3	2	2	2	2–3.1
Вибрация общая / Whole-body vibration	2	2	2	2	2	2	3.1	2
Инфракрасное излучение / Infrared radiation	3.2	2	2	3.2	2	2	2	2
Микроклимат / Microclimate	3.1–3.3	2–3.2	3.1–3.2	3.1–3.2	2	3.1	3.1	3.1–3.3
Неионизирующие электромагнитные поля и излучения / Non-ionizing electromagnetic fields and radiation	3.1	2	3.1	3.1	3.1	2	3.1	3.1
Тяжесть труда / Physical heaviness of work	3.1–3.2	2–3.2	3.1	3.1–3.3	3.1	3.1–3.2	3.2	3.2
Итоговый класс условий труда / Resulting class of working conditions	3.3–4	3.2–3.4	3.2–3.4	3.3–4	3.3	3.3	3.3	3.4

https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-5-66-75
Original Research Article

машинисты крана ($n = 50$) и слесари-ремонтники ($n = 21$).

Ежегодное число случаев ПЗ и количество пострадавших работников вследствие ПЗ колебалось в широких границах от 6 случаев и 2 человек (2018 г.) до 61 случая и 22 человек (2008 г.). За период наблюдения максимальные показатели отмечались в первые три года (2008–2010 гг.) с волнообразными периодами снижения и подъема в последующие годы. Каждый год ПЗ диагностировались у 0,23–1,60 % работников. Уровень профессиональной заболеваемости в обследованной группе работников пирометаллургического рафинирования никеля в 2008–2021 гг. составил 149,96 случая на 10 000 работников.

Из шести классов ПЗ наибольшую долю имели заболевания органов дыхания (53,7 %), включая заболевания верхних дыхательных путей (11,0 %), бронхов и легких (42,7 %). Второе и третье места занимали болезни костно-мышечной системы (26,3 %) и уха (16,0 %). В единичных случаях диагностировались злокачественные новообразования (1,7 %), болезни нервной системы (1,3 %) и болезни класса «Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин» (1,0 %). Наиболее распространенным ПЗ являлся хронический бронхит ($n = 69$). В число часто выявляемых ПЗ входили нейросенсорная тугоухость ($n = 47$), хроническая обструктивная болезнь легких ($n = 26$) и бронхиальная астма ($n = 21$). Реже диагностировались радикулопатия ($n = 14$), рефлекторные синдромы ($n = 13$) и плечелопаточный периартроз ($n = 12$)¹.

В соответствии с целью исследования был проведен дополнительный анализ особенностей

формирования профессиональной патологии у работников 13 специальностей, в каждой из которых было диагностировано не менее 5 ПЗ (табл. 2).

На момент развития ПЗ средний возраст работников варьировал от $45,7 \pm 2,3$ (слесари-ремонтники) до $54,1 \pm 2,4$ года (разливщики металла), а продолжительность стажа – от $20,6 \pm 3,3$ (стропальщики) до $28,3 \pm 4,6$ года (сменные мастера), но без статистически значимых различий между группами специалистов. Доля заболевших работников (от их общего числа в 2007 г.) в каждой специальности колебалась от 4,9 (обжигальщики) до 20,0 % (разливщики металла). Число ПЗ, диагностированных у одного работника в специальностях разливщика металла и шихтовщика, было больше по сравнению с электромонтерами ($t = 2,66$; $p = 0,026$ и $t = 2,29$; $p = 0,048$ соответственно), а у разливщика металла больше, чем у слесаря-ремонтника ($t = 2,36$; $p = 0,033$).

Наиболее высокий уровень профессиональной заболеваемости выявлен у разливщиков металла, который в 1,7–2,0 раза выше по сравнению с машинистами кранов, шихтовщиками, плавильщиками, стропальщиками, машинистами мельницы и в 2,0–6,5 раза – с операторами пылегазоулавливающей установки, сменными мастерами, конвертерщиками, обжигальщиками, дробильщиками и слесарями-ремонтниками. Минимальный уровень профессиональной заболеваемости зарегистрирован у работников в специальности электромонтер – в 8,17 раза ниже, чем у разливщиков металла.

У разливщиков металла, машинистов кранов, плавильщиков, стропальщиков и сменных мастеров выявлен повышенный относительный риск развития профессиональной патологии по сравнению

Таблица 2. Характеристика профессиональной патологии у работников различных специальностей
Table 2. Characteristics of occupational diseases in workers of different specialties

Специальность / Specialty	Показатели / Indices						
	Возраст средний, лет / Mean age, yrs	Стаж средний, лет / Mean work duration, yrs	Число заболевших работников / Workers with incident occupational diseases, n	Доля заболевших, % / Workers with incident occupational diseases, %	Число заболеваний, случаев / Number of diseases, cases	Число заболеваний у одного работника, случаи / Number of diseases per worker, cases	Заболеваемость, 10 000 работников / год / Annual incidence per 10,000 workers
Разливщик металла / Metal pourer	$54,4 \pm 2,4$	$25,5 \pm 1,9$	4	20,0	13	$3,3 \pm 0,6$	464,3
Машинист крана / Crane operator	$49,6 \pm 1,5$	$22,6 \pm 1,0$	17	13,3	50	$2,9 \pm 0,3$	279,0
Плавильщик / Smelter	$48,8 \pm 0,9$	$24,3 \pm 1,1$	34	16,0	80	$2,4 \pm 0,2$	269,5
Шихтовщик / Batcher	$50,0 \pm 2,3$	$21,5 \pm 4,3$	4	11,1	13	$3,3 \pm 0,7$	257,9
Стропальщик / Slinger	$50,0 \pm 2,2$	$20,6 \pm 3,3$	7	18,4	13	$1,9 \pm 0,3$	244,4
Машинист мельницы / Mill operator	$49,1 \pm 2,5$	$20,9 \pm 3,6$	4	19,0	7	$1,8 \pm 0,3$	238,1
Оператор пылегазоулавливающей установки / Operator of dust and gas collection plant	$53,0 \pm 1,0$	$28,3 \pm 4,6$	3	17,6	5	$1,67 \pm 0,29$	210,1
Мастер сменный / Shift foreman	$51,1 \pm 1,9$	$24,5 \pm 0,7$	7	18,9	11	$1,57 \pm 0,64$	196,4
Конвертерщик / Converter operator	$50,4 \pm 2,7$	$22,3 \pm 3,6$	3	9,7	8	$2,67 \pm 0,68$	184,3
Обжигальщик / Kiln operator	$48,0 \pm 4,6$	$21,5 \pm 4,5$	6	4,9	19	$3,17 \pm 0,75$	111,2
Дробильщик / Crusher operator	$48,9 \pm 4,4$	$21,8 \pm 4,6$	4	7,9	5	$1,25 \pm 0,25$	89,3
Слесарь-ремонтник / Fitter	$45,7 \pm 2,3$	$21,6 \pm 2,0$	13	6,2	21	$1,62 \pm 0,28$	71,8
Электромонтер / Electrician	$52,4 \pm 1,6$	$23,6 \pm 1,5$	8	5,3	12	$1,50 \pm 0,19$	56,8

¹ Более полные сведения об общей и профессиональной патологии данной группы работников представлены в статье: Сюрин С.А., Полякова Е.М., Кизеев А.Н. Управление рисками развития профессиональной патологии в системе охраны труда работников никелевой промышленности // Металлург. 2023. № 4. С. 115–124. doi: 10.52351/00260827_2023_05_115

с обжигальщиками, слесарями-ремонтниками и электромонтерами. Иных существенных различий между группами работников различных специальностей выявлено не было (табл. 3).

У работников двенадцати из тринадцати специальностей наибольший удельный вес в структуре профессиональной патологии занимали болезни органов дыхания от 47,4 % у обжигальщиков до 80,0 % у операторов пылегазоулавливающей установки (табл. 4).

Разливщиков металла отличала низкая доля болезней органов дыхания, которая была ниже, чем у машинистов крана ($\chi^2 = 9,15$; $p = 0,003$), плавильщиков ($\chi^2 = 6,31$; $p = 0,012$), стропальщиков ($\chi^2 = 1,84$; $p = 0,175$), сменных мастеров ($\chi^2 = 8,32$; $p = 0,004$), слесарей-ремонтников ($\chi^2 = 12,95$; $p < 0,001$) и электромонтеров ($\chi^2 = 4,89$; $p = 0,028$). В то же время у разливщиков металла удельный вес болезней костно-мышечной системы превышал показатели у плавильщиков ($\chi^2 = 4,92$; $p = 0,027$), стропальщиков ($\chi^2 = 5,85$; $p = 0,016$), сменных мастеров ($\chi^2 = 4,61$; $p = 0,032$), машинистов мельницы ($\chi^2 = 4,11$; $p = 0,043$), слесарей-ремонтников ($\chi^2 = 16,89$; $p < 0,001$) и электромонтеров ($\chi^2 = 10,6$; $p < 0,001$). Для электромонтеров была характерна высокая доля нейросенсорной тугоухости, которая

превышала показатели у разливщиков металла ($\chi^2 = 6,77$; $p = 0,010$), машинистов крана ($\chi^2 = 10,95$; $p < 0,001$), шихтовщиков ($\chi^2 = 3,95$; $p = 0,047$), плавильщиков ($\chi^2 = 4,93$; $p = 0,027$) и обжигальщиков ($\chi^2 = 4,08$; $p = 0,047$).

Полученные результаты обусловили необходимость объяснения различий в риске развития и структуре профессиональной патологии работников разных специальностей. Степень вредности условий труда частично давала ответ на вопрос о риске, так как в целом он был выше у работников с классом условий труда 3.3–4 по сравнению с классом 3.2–3.4.

Однако степень вредности условий труда не объясняла различий в структуре профессиональной патологии у обжигальщиков и электромонтеров. Поэтому был проведен углубленный анализ демографических данных и исходного состояния здоровья работников вышеуказанных тринадцати специальностей в 2007 г. с учетом структуры заболеваний, способных приобрести профессиональную этиологию (табл. 5).

Критерию «практически здоровый» (отсутствие хронических заболеваний) отвечали 210 (14,6 %) человек. У остальных 1219 (85,3 %) работников было выявлено 2949 хронических непрофессиональных

Таблица 3. Относительный риск развития профессиональных заболеваний у работников разных специальностей

Table 3. The relative risk of occupational diseases in workers of different specialties

Специальность / Specialty	Риск по сравнению со специалистами, ОР, ДИ, p / Relative risk, RR, CI, p		
	Обжигальщик / Kiln operator	Слесарь-ремонтник / Fitter	Электромонтер / Electrician
Разливщик металла / Metal pourer	4,07; 1,26–13,15; 0,015	3,22; 1,16–8,94; 0,025	5,52; 1,25–11,41; 0,017
Мастер сменный / Shift foreman	3,85; 1,38–10,74; 0,007	3,04; 1,30–7,11; 0,009	3,57; 1,38–9,22; 0,006
Стропальщик / Slinger	3,75; 1,34–10,47; 0,008	2,96; 1,26–6,94; 0,012	3,48; 1,34–8,99; 0,008
Плавильщик / Smelter	3,26; 1,41–7,54; 0,003	2,58; 1,40–4,74; 0,001	3,03; 1,44–6,35; 0,002
Машинист крана / Crane operator	2,70; 1,10–6,62; 0,022	4,87; 1,07–4,25; 0,027	2,51; 1,12–5,62; 0,020

Таблица 4. Распространенность профессиональной патологии у работников разных специальностей, случаев (%)

Table 4. Prevalence of occupational diseases in workers of different specialties, cases (%)

Специальность / Specialty	Класс профессиональных болезней / Occupational disease category				
	Болезни органов дыхания / Respiratory diseases	Болезни костно-мышечной системы / Musculoskeletal diseases	Болезни уха / Ear diseases	Злокачественные новообразования / Malignant neoplasms	Болезни нервной системы / Nervous diseases
Разливщик металла / Metal pourer	30,8	61,5	0	7,7	0
Машинист крана / Crane operator	60,0	34,0	6,0	0	0
Шихтовщик / Batcher	53,8	38,5	7,7	0	0
Плавильщик / Smelter	51,3	30,0	15,0	2,5	1,2
Стропальщик / Slinger	61,5	15,4	23,1	0	0
Машинист мельницы / Mill operator	57,1	14,3	14,3	0	14,3
Оператор пылегазоулавливающей установки / Operator of dust and gas collection plant	80,0	20,0	0	0	0
Мастер сменный / Shift foreman	72,7	18,2	9,1	0	0
Конвертерщик / Converter operator	50,0	25,0	25,0	0	0
Обжигальщик / Kiln operator	47,4	31,6	15,8	5,2	0
Дробильщик / Crusher operator	60,0	20,0	20,0	0	0
Слесарь-ремонтник / Fitter	77,2	0	20,0	0	2,8
Электромонтер / Electrician	58,3	0	41,7	0	0

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-5-66-75>
Original Research Article

заболеваний в количестве от одной до одиннадцати нозологических форм у одного работника, или в среднем $2,42 \pm 0,17$ случая. Наибольший удельный вес в структуре нарушений здоровья занимали болезни костно-мышечной системы (27,8 %), глаза (22,3 %), органов дыхания (15,9 %), системы кровообращения (13,2 %), органов пищеварения (9,8 %), эндокринной системы (6,8 %).

Чаще других диагностировались следующие болезни: миопия ($n = 391$), остеохондроз позвоночника ($n = 242$), артериальная гипертензия ($n = 240$), хронический бронхит без эндоскопической верификации ($n = 191$), вертеброгенная люмбагия ($n = 145$), искривление перегородки носа с нарушением функции дыхания ($n = 142$), ожирение ($n = 134$), варикозная болезнь нижних конечностей ($n = 116$), язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки ($n = 97$) и вертеброгенная цервикалгия ($n = 80$).

Установлены значительные гендерные различия между группами. Так, в семи специальностях женский труд не применялся совсем (в том числе у обжигальщиков). В четырех группах женщины составляли меньшинство (в том числе у электромонтеров), а в двух (машинисты крана и шихтовщики) – большинство работников. У обжигальщиков возраст был

минимальным среди всех групп специалистов. Он был ниже, чем у операторов пылегазоулавливающей установки ($t = 5,23$; $p < 0,001$), мастеров ($t = 3,83$; $p < 0,001$), дробильщиков ($t = 3,78$; $p < 0,001$), машинистов крана ($t = 3,13$; $p = 0,002$), стропальщиков ($t = 2,84$; $p = 0,005$) и плавильщиков ($t = 2,32$; $p = 0,021$). Максимальный возраст отмечался у операторов пылегазоулавливающей установки, но превышал он только показатели у сменных мастеров ($t = 1,45$; $p = 0,152$). Самый короткий по продолжительности стаж имели разлильщики металла, но значимо его превышал только стаж сменных мастеров ($t = 2,32$; $p = 0,024$). Максимально продолжительный стаж отмечался у операторов пылегазоулавливающей установки. Таким образом, гендерные и возрастно-стажевые характеристики не объясняли различия в структуре профессиональной патологии.

Анализ исходного состояния здоровья металлургов показал, что, основываясь на доле здоровых лиц и числе ПЗ, выявляемых у одного работника, его наиболее низкий уровень был у дробильщиков ($5,3$ % и $2,95 \pm 0,32$ случая) и операторов пылегазоулавливающей установки ($6,7$ % и $3,00 \pm 0,43$ случая). Лучшие показатели имели обжигальщики ($24,6$ % и $1,76 \pm 0,14$ случая) и разлильщики металла ($20,0$ %

Таблица 5. Демографические данные и показатели непрофессиональной патологии работников пирометаллургического производства никеля

Table 5. Demographics and non-occupational diseases in pyrometallurgical nickel production workers

Специальность / Specialty	Мужчины, чел. / Men, n	Женщины, чел. / Women, n	Возраст средний, лет / Mean age, yrs	Стаж средний, лет / Mean work duration, yrs	Число здоровых работников, чел. / Healthy workers, n	Число непрофессиональных заболеваний у одного работника, случаи / Occupational diseases per worker, cases	Структура непрофессиональных болезней, случаев / Structure of non-occupational diseases, cases			
							Болезни костно-мышечной системы / Musculoskeletal diseases	Болезни органов дыхания / Respiratory diseases	Болезни уха / Ear diseases	Болезни нервной системы / Nervous diseases
Разлильщик металла / Metal pourer	20	0	$40,4 \pm 2,5$	$12,7 \pm 2,1$	4 (20,0)	$2,35 \pm 0,46$	20 (42,6)	12 (25,5)	2 (4,3)	0
Машинист крана / Crane operator	52	78	$40,1 \pm 0,7$	$16,6 \pm 0,7$	20 (15,4)	$2,61 \pm 0,16$	112 (33,0)	27 (8,0)	3 (0,9)	2 (0,5)
Плавильщик / Smelter	222	0	$39,3 \pm 0,7$	$16,1 \pm 0,6$	31 (14,0)	$2,65 \pm 0,14$	185 (31,5)	78 (13,3)	18 (0,6)	2 (0,3)
Шихтовщик / Batcher	15	21	$40,6 \pm 1,8$	$13,1 \pm 1,4$	7 (19,4)	$2,28 \pm 0,31$	31 (37,8)	9 (11,0)	1 (1,2)	1 (1,2)
Стропальщик / Slinger	38	0	$41,7 \pm 1,5$	$16,8 \pm 1,3$	6 (15,8)	$3,05 \pm 0,36$	45 (38,8)	11 (9,5)	9 (7,8)	1 (0,9)
Машинист мельниц / Mill operator	19	0	$39,1 \pm 2,9$	$16,4 \pm 2,5$	2 (10,5)	$2,89 \pm 0,50$	16 (29,1)	7 (12,7)	1 (1,8)	1 (1,8)
Оператор пылегазоулавливающей установки / Operator of dust and gas collection plant	9	6	$47,1 \pm 1,8$	$23,0 \pm 2,0$	1 (6,7)	$3,00 \pm 0,43$	7 (15,6)	11 (24,4)	0	0
Мастер сменный / Shift foreman	42	1	$43,0 \pm 1,4$	$18,3 \pm 1,2$	5 (11,6)	$2,67 \pm 0,26$	18 (15,7)	20 (17,4)	1 (0,9)	0
Конвертерщик / Converter operator	31	0	$39,7 \pm 2,2$	$15,5 \pm 2,0$	5 (16,1)	$2,65 \pm 0,34$	33 (40,2)	9 (11,0)	5 (6,1)	0
Обжигальщик / Kiln operator	122	0	$37,0 \pm 0,7$	$15,0 \pm 0,6$	30 (24,6)	$1,76 \pm 0,14$	18 (8,4)	43 (20,0)	5 (2,3)	2 (0,9)
Дробильщик / Crusher operator	29	9	$43,6 \pm 1,6$	$15,6 \pm 1,3$	2 (5,3)	$2,95 \pm 0,32$	22 (19,6)	9 (8,0)	1 (0,9)	0
Слесарь-ремонтник / Fitter	209	0	$39,3 \pm 0,7$	$14,9 \pm 0,6$	26 (12,4)	$2,53 \pm 0,12$	92 (17,4)	64 (12,1)	12 (2,3)	0
Электромонтер / Electrician	149	2	$37,8 \pm 0,9$	$14,8 \pm 0,8$	17 (11,3)	$2,41 \pm 0,15$	53 (14,6)	55 (15,1)	8 (2,2)	2 (0,5)

и $2,35 \pm 0,46$ случая). В структуре непрофессиональной патологии разлильщиков металла обращала на себя внимание самая высокая среди всех специалистов доля заболеваний костно-мышечной системы (42,6 %). Структура непрофессиональных заболеваний электромонтеров особенностей не имела.

Обсуждение. Реализация программы оздоровительных мероприятий по охране труда в 2011–2015 гг. на предприятиях цветной металлургии в Арктике по профилактике производственно-обусловленных заболеваний среди работников пирометаллургического производства способствовала снижению распространенности и профессиональной обусловленности многих заболеваний, связанных с условиями труда. Комплексная оценка потерь здоровья методом DALY-анализа продемонстрировала существенное сокращение бремени болезней среди работников пирометаллургического рафинирования никеля на 15,6 %, в том числе среди мужчин – на 12,5 %, среди женщин – на 28,3 % [6]. В то же время, несмотря на предпринимаемый комплекс профилактических мер, у работников всех специальностей пирометаллургического рафинирования никеля сохраняется повышенный риск развития профессиональной патологии [1, 2]. В ее структуре, как и ранее [8, 13], продолжают преобладать заболевания органов дыхания (54,3 %), и прежде всего хронический бронхит. Также продолжают выявляться характерные для экспозиции к соединениям никеля злокачественные новообразования [10, 12, 19], уровень заболеваемости которыми (2,51 случая на 10 000 работников) имеет тенденцию за последние годы к снижению [20].

В обследованной группе работников пирометаллургического производства никеля обращает на себя внимание более высокий уровень профессиональной заболеваемости по сравнению с общероссийскими показателями при производстве металлов (превышение в 13,2 раза²). Последний факт можно объяснить не только сочетанным влиянием вредных производственных факторов и вредных климатических условий Арктики [14–16], но и, вероятно, более точными результатами исследований в когортной группе работников. Также заслуживает внимания факт одновременного формирования у 70,5 % металлургов двух и более профессиональных заболеваний, что можно трактовать как прогностически неблагоприятную профессиональную полиморбидность [13, 21–23].

Требуют объяснения выраженные волнообразные колебания числа профессиональных заболеваний и больных с профессиональной патологией, занятых в производстве никеля. Этот феномен может быть связан с неполным выявлением патологии или ее диагностикой на поздних стадиях развития, различными подходами врачей к трактовке выявленных нарушений здоровья [24–26].

Помимо вышеперечисленных общих положений, касающихся рисков здоровью работников

пирометаллургического рафинирования никеля, установлены новые данные об особенностях ПЗ у металлургов различных специальностей. Прежде всего, выявлена значительная вариабельность показателей заболеваемости: от 56,8 случая (на 10 000 работников) у электромонтеров до 464,3 случая (на 10 000 работников) у разлильщиков металла, то есть в 8,17 раза. По сравнению со всеми другими специалистами у разлильщиков металла отмечались низкие показатели, характеризующие профессиональное здоровье: доля заболевших работников, риск развития патологии, уровень заболеваемости. Структура профессиональной патологии у разлильщиков металла отличалась преобладанием болезней костно-мышечной системы, тогда как у других специалистов доминировали болезни органов дыхания. Последний факт можно объяснить исходным высоким удельным весом заболеваний костно-мышечной системы непрофессиональной этиологии по данным медицинского осмотра в 2007 г. Более высокая выявляемость профессиональной нейросенсорной тугоухости у электромонтеров, в сравнении с работниками других специальностей, связана с экспозицией к производственному шуму (класс условий труда 3.1–3.3). В целом различия в структуре профессиональных заболеваний работников пирометаллургического производства никеля требуют дальнейших исследований.

Важно отметить, что класс условий труда, используемый как основной критерий для определения степени риска развития профессиональной патологии³, в обследованной группе металлургов не всегда является таким надежным инструментом. Например, класс вредности у крановщиков менее значительный по сравнению с обжигальщиками, а уровень заболеваемости в 2,49 раза выше. Также у сменных мастеров условия труда более благоприятные, чем у электромонтеров, а уровень заболеваемости в 3,46 раза выше. Эти данные свидетельствуют о необходимости учета особенностей конкретной специальности на конкретном предприятии, которые не отражаются в степени класса условий труда. Прежде всего, при определении категории риска нужно учитывать одновременно уровень профессиональной заболеваемости и удельный вес заболевших работников среди лиц данной специальности, а не на предприятии в целом. На практике эти показатели могут давать противоречивые результаты в случаях диагностики нескольких заболеваний у немногих работников или диагностики одного заболевания у многих работников.

Ограничения исследования. В качестве ограничения исследования следует рассматривать малое число случаев профессиональных заболеваний в некоторых профессиональных группах, что не позволяет получить статистически подтвержденные результаты.

Выводы

1. В 2008–2021 гг. среднегодовой уровень профессиональной заболеваемости при

² Россия в цифрах. 2018. Краткий статистический сборник. Росстат. М., 2018.

³ Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». М., 2005.

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-5-66-75>
Original Research Article

пирометаллургическом рафинировании никеля составил 149,96 случая на 10 000 работников, ежегодно у 0,23–1,60 % работников регистрировались ПЗ.

2. Установлены особенности нарушений здоровья у работников различных профессиональных групп. Так, структура профессиональной патологии у разлильщиков металла отличалась преобладанием болезней костно-мышечной системы, тогда как у рабочих других специальностей доминировали болезни органов дыхания. Установлена более высокая выявляемость профессиональной нейросенсорной тугоухости у электромонтеров в сравнении с работниками других специальностей.

3. У работников всех профессиональных групп пирометаллургического рафинирования никеля выявлена значительная вариабельность показателей заболеваемости: у электромонтеров от 56,8 случая (на 10 000 работников) до 464,3 случая (на 10 000 работников) у разлильщиков металла, то есть в 8,2 раза.

4. Знание особенностей развития и клинических проявлений профессиональной патологии при пирометаллургическом рафинировании никеля позволит дифференцировать методы ее профилактики у работников различных профессиональных групп, подвергающихся воздействию вредных производственных факторов с различной экспозиционной нагрузкой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никанов А.Н., Чашин В.П., Дардынская И. и др. Риск-ориентированный подход к сохранению профессионального здоровья работников на предприятиях цветной металлургии в Арктической зоне Российской Федерации // *Экология человека*. 2019. Т. 26. № 2. С. 12–20. doi: 10.33396/1728-0869-2019-2-12-20
2. Шур П.З., Редько С.В., Фадеев А.Г., Горяев Д.В., Фокин В.А. Оценка условий труда и состояния здоровья работников предприятий цветной металлургии // *Медицина труда и промышленная экология*. 2023. Т. 63. № 8. С. 537–544. doi: 10.31089/1026-9428-2023-63-8-537-544
3. Чашин В.П., Никанов А.Н., Фролова Н.М. и др. Оценка риска для здоровья работников приророметаллургического производства никеля при проведении основных технологических процессов // *Материалы IV международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия в Арктике»*, СПб.: ИПК «Коста», 2023. С. 275–281. EDN: AAGXDA
4. Wippich C, Koppisch D, Pitzke K, Breuer D. Estimating nickel exposure in respirable dust from nickel in inhalable dust. *Int J Hyg Environ Health*. 2021;238:113838. doi: 10.1016/j.ijheh.2021.113838
5. Липатов Г.Я., Адриановский В.И., Гоголева О.И. Химические факторы профессионального риска у рабочих основных профессий в металлургии меди и никеля // *Гигиена и санитария*. 2015. Т. 94. № 2. С. 64–67. EDN: TRHJOZ.
6. Никанов А.Н., Чашин В.П., Новикова Ю.А., Гудков А.Б., Попова О.Н. Производственно обусловленная заболеваемость среди рабочих цветной металлургии при пирометаллургическом способе получения никеля // *Медицина труда и промышленная экология*. 2021. Т. 61. № 5. С. 305–310. doi: 10.31089/1026-9428-2021-61-5-305-310
7. Sunarsih S, Jayadipraja EA. Factors related to occupational diseases in smelter employees PT. Virtue Dragon nickel industry site Morosi. *Waluya Int Sci Health J*. 2023;2(1):151-155. doi: 10.54883/wish.v2i1.29
8. Syurin S, Vinnikov D. Occupational disease predictors in the nickel pyrometallurgical production: A prospective cohort observation. *J Occup Med Toxicol*. 2022;17(1):21. doi: 10.1186/s12995-022-00362-2
9. Горбанев С.А., Сюрин С.А. Профессиональная патология у работников медно-никелевой промышленности в Кольской Арктике (1989–2018 гг.) // *Здоровье населения и среда обитания*. 2020. Т. 331. №10. С. 22–27. doi:10.35627/2219-5238/2020-331-10-22-27
10. Серебряков П.В., Федина И.Н., Рушкевич О.П. Особенности формирования злокачественных новообразований органов дыхания у работников предприятий по добыче и переработке медно-никелевых руд // *Медицина труда и промышленная экология*. 2018. Т. 58. № 9. С. 9–15. doi: 10.31089/1026-9428-2018-9-9-15
11. Ahlström MG, Thyssen JP, Wennervaldt M, Menné T, Johansen JD. Nickel allergy and allergic contact dermatitis: A clinical review of immunology, epidemiology, exposure, and treatment. *Contact Dermatitis*. 2019;81(4):227-241. doi: 10.1111/cod.13327
12. Seilkop SK, Lightfoot NE, Berriault CJ, Conard BR. Respiratory cancer mortality and incidence in an updated cohort of Canadian nickel production workers. *Arch Environ Occup Health*. 2017;72(4):204-216. doi: 10.1080/19338244.2016.1199532
13. Syurin S, Vinnikov D. Occupational multimorbidity in the nickel industry workers. *Int J Circumpolar Health*. 2023;82(1):2231618. doi: 10.1080/22423982.2023.2231618
14. Гакова Е.И., Гакова А.А., Бессонова М.И., Каюмова М.М., Акимов А.М., Петелина Т.И. Основные факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний у мужчин, работающих вахтовым методом на Крайнем Севере // *Профилактическая медицина*. 2022. Т. 25. № 11. С. 61–67. doi: 10.17116/profmed2022511161
15. Гудков А.Б., Дегтева Г.Н., Шепелева О.А. Экологические проблемы на Арктических территориях интенсивной промышленной деятельности (обзор) // *Общественное здоровье*. 2021. Т. 1. № 4. С. 49–55. doi: 10.21045/2782-1676-2021-1-4-49-55
16. Кульнев В.В., Кизеев А.Н., Борисова Д.С., Бурова Д.В., Чашин В.П., Никанов А.Н. Метеоиндикация состояния рудных районов // *Проблемы региональной экологии*. 2023. № 1. С. 87–97. doi: 10.24412/1728-323X-2023-1-87-97
17. Горбанев С.А. Никанов А.Н., Чашин В.П. Актуальные проблемы медицины труда в Арктической зоне Российской Федерации // *Медицина труда и промышленная экология*. 2017. № 9. С. 50–51. EDN: ZFQIXR.
18. Сюрин С.А., Ковшов А.А. Условия труда и риск профессиональной патологии на предприятиях Арктической зоны Российской Федерации // *Экология человека*. 2019. № 10. С. 15–23. doi: 10.33396/1728-0869-2019-10-15-23
19. Pavela M, Uitti J, Pukkala E. Cancer incidence among copper smelting and nickel refining workers in Finland. *Am J Ind Med*. 2017;60(1):87-95. doi: 10.1002/ajim.22662
20. Сюрин С.А. Риск злокачественных новообразований при добыче и переработке никелевых руд в Арктике // *Врач*. 2020. Т. 31. № 12. С. 33–37. doi: 10.29296/25877305-2020-12-07
21. Syurin S, Vinnikov D. Occupational disease claims and non-occupational morbidity in a prospective cohort observation of nickel electrolysis workers. *Sci Rep*. 2022;12(1):7092. doi: 10.1038/s41598-022-11241-5

22. Истомин А.В., Сааркоппель Л.М., Яцына И.В. Гигиенические проблемы коррекции фактора питания у работающих во вредных условиях / под ред. академика РАН, профессора В.Н. Ракитского. М.: Издательство: «Дашков и К^о», 2015. 186 с. EDN: THIGBN
23. Яцына И.В., Сухова А.В., Преображенская Е.А., Егорова А.М. Оценка прогнозирования и управления рисками для здоровья работающих (обзор литературы) // Гигиена и санитария. 2022. Т. 101. № 10. С. 1249–1254. doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-10-1249-1254
24. Бабанов С.А., Будащ Д.С., Байкова А.Г., Бараева Р.А. Периодические медицинские осмотры и профессиональный отбор в промышленной медицине // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 5. С. 48–53. doi: 10.35627/2219-5238/2018-302-5-48-53
25. Чашин В.П. Особенности применения принципов доказательности при проведении гигиенических исследований, экспертиз и оценок // Здравоохранение Российской Федерации. 2008. № 1. С. 17–18. EDN: IJAALV
26. Vinnikov D, Rybina T, Strizhakov L, Babanov S, Mukatova I. Occupational burden of chronic obstructive pulmonary disease in the Commonwealth of Independent States: Systematic review and meta-analysis. *Front Med (Lausanne)*. 2021;7:614827. doi: 10.3389/fmed.2020.614827
9. Gorbanev SA, Syurin SA. Occupational diseases in workers of copper and nickel industry in the Kola Arctic (1989–2018). *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020;(10(331)):22-27. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2020-331-10-22-27
10. Serebryakov PV, Fedina IN, Rushkevich OP. Features of malignant neoplasms formation in respiratory system of workers engaged into mining and processing of copper-nickel ores. *Medsitsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2018;(9):9-15. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2018-9-9-15
11. Ahlström MG, Thyssen JP, Wennervaldt M, Menné T, Johansen JD. Nickel allergy and allergic contact dermatitis: A clinical review of immunology, epidemiology, exposure, and treatment. *Contact Dermatitis*. 2019;81(4):227-241. doi: 10.1111/cod.13327
12. Seilkop SK, Lightfoot NE, Berriault CJ, Conard BR. Respiratory cancer mortality and incidence in an updated cohort of Canadian nickel production workers. *Arch Environ Occup Health*. 2017;72(4):204-216. doi: 10.1080/19338244.2016.1199532
13. Syurin S, Vinnikov D. Occupational multimorbidity in the nickel industry workers. *Int J Circumpolar Health*. 2023;82(1):2231618. doi: 10.1080/22423982.2023.2231618
14. Gakova EI, Gakova AA, Bessonova VI, Kayumova MM, Akimov AM, Petelina TI. Primary risk factors for cardiovascular diseases in men working on a rotational basis in the Far North. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2022;25(11):61-67. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed2022511161
15. Gudkov AB, Degteva GN, Shepeleva OA. Ecological and hygienic problems in the Arctic territories of intensive industrial activity (review). *Obshhestvennoe Zdorov'e*. 2021;1(4):49-55. (In Russ.) doi: 10.21045/2782-1676-2021-1-4-49-55
16. Kulnev VV, Kizeev AN, Borisova DS, Burova DV, Chashchin VP, Nikanov AN. Meteo-indication of the condition of ore areas. *Problemy Regional'noy Ekologii*. 2023;(1):87-97. (In Russ.) doi: 10.24412/1728-323X-2023-1-87-97
17. Gorbanev SA, Nikanov AN, Chashchin VP. Occupational medicine challenges in the Russian Arctic area. *Medsitsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2017;(9):50-51. (In Russ.)
18. Syurin SA, Kovshov AA. Labor conditions and risk of occupational pathology at the enterprises of the Arctic Zone of the Russian Federation. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2019;(10):15-23. (In Russ.) doi: 10.33396/1728-0869-2019-10-15-23
19. Pavela M, Uitti J, Pukkala E. Cancer incidence among copper smelting and nickel refining workers in Finland. *Am J Ind Med*. 2017;60(1):87-95. doi: 10.1002/ajim.22662
20. Syurin SA. The risk of malignant tumors in mining and processing of nickel ores in the Arctic. *Vrach*. 2020;31(12):33-37. (In Russ.) doi: 10.29296/25877305-2020-12-07
21. Syurin S, Vinnikov D. Occupational disease claims and non-occupational morbidity in a prospective cohort observation of nickel electrolysis workers. *Sci Rep*. 2022;12(1):7092. doi: 10.1038/s41598-022-11241-5
22. Istomin AV, Saarkoppel LM, Yatsyna IV. [Hygienic Problems of Correcting the Nutritional Factor in Workers Exposed to Occupational Hazards.] Moscow: Dashkov & Co Publ.; 2015. (In Russ.)
23. Yatsyna IV, Sukhova AV, Preobrazhenskaya EA, Egorova AM. Scientific and methodological aspects of assessment, forecasting and risk management for the health of workers (literature review). *Gigiena i Sanitariya*. 2022;101(10):1249-1254. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-10-1249-1254
24. Babanov SA, Budaщ DS, Baikova AG, Barayeva RA. Periodic medical examinations and professional selection in industrial medicine. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda*

REFERENCES

1. Nikanov AN, Chashchin VP, Dardynskaia I, et al. Risk-based approach to improve workplace health in non-ferrous metallurgy located in the Arctic Zone of Russian Federation. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2019;(2):12-20. (In Russ.) doi: 10.33396/1728-0869-2019-2-12-20
2. Shur PZ, Redko SV, Fadeev AG, Goryaev DV, Fokin VA. Assessment of working conditions and health conditions of employees of non-ferrous metallurgy enterprises. *Medsitsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2023;63(8):537-544. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2023-63-8-537-544
3. Chashchin VP, Nikanov AN, Frolova NM, et al. [Health risk assessment for workers in pyrometallurgical nickel production during the main technological processes.] In: *Issues of Maintaining Health and Ensuring Sanitary and Epidemiological Welfare of the Population in the Arctic: Proceedings of the Fourth International Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, October 19–20, 2023*. St. Petersburg: Kosta Publ.; 2023:275–281. (In Russ.)
4. Wippich C, Koppisch D, Pitzke K, Breuer D. Estimating nickel exposure in respirable dust from nickel in inhalable dust. *Int J Hyg Environ Health*. 2021;238:113838. doi: 10.1016/j.ijheh.2021.113838
5. Lipatov GY, Adrianovskiy VI, Gogoleva OI. Chemical air pollution of the occupational environment as a factor for professional risk for workers of main occupations in the copper and nickel metallurgy. *Gigiena i Sanitariya*. 2015;94(2):64-67. (In Russ.)
6. Nikanov AN, Chashchin VP, Novikova YuA, Gudkov AB, Popova ON. Manufacturing-conditioned morbidity among non-ferrous workers in pyro-metallurgic way of nickel production. *Medsitsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2021;61(5):305-310. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2021-61-5-305-310
7. Sunarsih S, Jayadipraja EA. Factors related to occupational diseases in smelter employees PT. Virtue Dragon nickel industry site Morosi. *Waluya Int Sci Health J*. 2023;2(1):151-155. doi: 10.54883/wish.v2i1.29
8. Syurin S, Vinnikov D. Occupational disease predictors in the nickel pyrometallurgical production: A prospective cohort observation. *J Occup Med Toxicol*. 2022;17(1):21. doi: 10.1186/s12995-022-00362-2

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-5-66-75>
Original Research Article

- Obitaniya*. 2018;(5(302)):48-53. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2018-302-5-48-53
25. Chashchin VP. The specific features of using the evidence-based principles during hygienic, examinations, and evaluations. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2008;(1):17-18. (In Russ.)
26. Vinnikov D, Rybina T, Strizhakov L, Babanov S, Mukatova I. Occupational burden of chronic obstructive pulmonary disease in the Commonwealth of Independent States: Systematic review and meta-analysis. *Front Med (Lausanne)*. 2021;7:614827. doi: 10.3389/fmed.2020.614827

Сведения об авторах:

✉ **Никанов** Александр Николаевич – к.м.н., заведующий научным отделением профпатологии ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, главный внештатный специалист-профпатолог Минздрава Мурманской области; e-mail: a.nikanov@s-znc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0335-4721>.

Винников Денис Владимирович – д.м.н., заведующий научно-исследовательской лабораторией здоровья и окружающей среды Казахского национального университета им. аль-Фараби; e-mail: denisvinnikov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0991-6237>.

Сюрин Сергей Алексеевич – д.м.н., главный научный сотрудник отдела социально-гигиенического анализа и мониторинга ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора; e-mail: kola.reslab@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0275-0553>.

Шитикова Елизавета Денисовна – студентка 6 курса ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический университет» Минздрава России; e-mail: sv3341015@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1882-686X>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Сюрин С.А.*; сбор и обработка данных, написание текста: *Сюрин С.А., Винников Д.В., Никанов А.Н., Шитикова Е.Д.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по био-медицинской этике или иных документов.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 05.03.24 / Принята к публикации: 08.05.24 / Опубликовано: 31.05.24

Author information:

✉ Aleksandr N. **Nikanov**, Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher, Head of the Scientific Department of Occupational Pathology, North-West Public Health Research Center; Chief Freelance Occupational Pathologist of the Ministry of Health of the Murmansk Region; e-mail: a.nikanov@s-znc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3335-4721>.

Denis V. **Vinnikov**, Dr. Sci. (Med.), Head of the Environmental Health Laboratory, Al-Farabi Kazakh National University; e-mail: denisvinnikov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0991-6237>.

Sergei A. **Syurin**, Dr. Sci. (Med.), Chief Researcher, Department of Public Health Analysis and Monitoring, North-West Public Health Research Center; e-mail: kola.reslab@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0275-0553>.

Elizaveta D. **Shitikova**, student, St. Petersburg State Pediatric Medical University; e-mail: sv3341015@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0008-1882-686X>

Author contributions: study conception and design: *Syurin S.A.*; data collection and analysis, draft manuscript preparation: *Syurin S.A., Vinnikov D.V., Nikanov A.N., Shitikova E.D.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: This research received no external funding.

Conflict of interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Received: March 5, 2024 / Accepted: May 8, 2024 / Published: May 31, 2024