

Научная статья

УДК 616-057:613.6 (985)

DOI: 10.24412/2658-4255-2024-4-51-60



EDN: GWYMJE

Для цитирования:

Сюрин С.А. Профессиональные болезни органов дыхания от воздействия фиброгенной пыли и аэрозолей химических веществ на предприятиях в Арктической зоне Российской Федерации // Российская Арктика. 2024. Т. 6. № 4. С. 51-60.

<https://doi.org/10.24412/2658-4255-2024-4-51-60>

Получена: 08.11.2024

Принята: 04.12.2024

Опубликована: 25.12.2024

For citation:

Syurin S.A. Occupational respiratory diseases from exposure to fibrogenic dust and chemical aerosols at enterprises in the Russian Arctic. Russian Arctic, 2024, vol. 6, no. 4, pp. 51-60. (In Russian).

<https://doi.org/10.24412/2658-4255-2024-4-51-60>

Конфликт интересов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Финансирование.

Исследование не имело финансовой поддержки



ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БОЛЕЗНИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИБРОГЕННОЙ ПЫЛИ И АЭРОЗОЛЕЙ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

С.А. Сюрин

Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья Роспотребнадзора, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: kola.reslab@mail.ru

Аннотация

Болезни органов дыхания, обусловленные фиброгенной пылью и аэрозолями вредных химических веществ, относятся к наиболее распространенным формам профессиональной патологии. Цель исследования: сравнительная оценка условий развития, нозологической структуры и распространенности профессиональных болезней органов дыхания, вызванных фиброгенной пылью и аэрозолями вредных химических веществ. Изучены данные социально-гигиенического мониторинга «Условия труда и профессиональная заболеваемость» и Реестра выписок из карт учета профессионального заболевания (Приказ Минздрава России от 28.05.2001 г. № 176 «О совершенствовании системы расследования и учета профессиональных заболеваний в Российской Федерации») в Арктической зоне Российской Федерации. В 2007-2021 годах в структуре вредных факторов химические вещества I-IV классов опасности, аллергены и канцерогены занимали третье (8,8%), а аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД) – восьмое место (5,5%). Однако по числу вызываемых этими факторами профессиональных заболеваний соотношение было обратным: 461 (4,46%) и 941 (9,10%) случай из их общего числа (n=10343). Уровень заболеваемости при болезнях от воздействия АПФД был в 1,48-8,21 раза выше, чем химических веществ. Также был выше риск развития болезней органов дыхания: ОР=3,23; 95%ДИ 2,89-3,61; p<0,001. Между двумя группами болезней установлены существенные различия в условиях и обстоятельствах их развития, распространенности и нозологических единицах. В течение 15 лет отмечено снижение ежегодного числа заболеваний как при воздействии АПФД (R²=0,523), так и аэрозолей химических веществ (R²=0,614), а заболеваемости - только при воздействии химических веществ (R²=0,573). Полученные данные свидетельствуют о меньшей эффективности профилактики профессиональной патологии органов дыхания при воздействии фиброгенных аэрозолей и необходимости ее совершенствования у работников пылевых профессий.

Ключевые слова: фиброгенная пыль, аэрозоли химических веществ, органы дыхания, профессиональная патология, Арктическая зона Российской Федерации

OCCUPATIONAL RESPIRATORY DISEASES FROM EXPOSURE TO FIBROGENIC DUST AND CHEMICAL AEROSOLS AT ENTERPRISES IN THE RUSSIAN ARCTIC

S.A. Syurin

Northwest Public Health Research Center, Saint Petersburg, Russia

E-mail: kola.reslab@mail.ru

Abstract

Respiratory diseases caused by fibrogenic dust and harmful chemical factors are among the most common forms of occupational pathology.

S.A. Syurin

The aim of the study: a comparative assessment of the development, structure and prevalence of occupational respiratory diseases caused by fibrogenic dust and aerosols of harmful chemicals. We studied the data of social and hygienic monitoring "Working conditions and occupational morbidity" and the Register of extracts from occupational disease records (Order of the Ministry of Health of Russia dated May 28, 2001 No. 176 "On improving the system for investigating and recording occupational diseases in the Russian Federation") in 2007-2021 in the Russian Arctic. In 2007-2021, chemicals of hazard classes I-IV, allergens and carcinogens occupied third place (8.8%), and aerosols of predominantly fibrogenic action took eighth place (5.5%) in the structure of harmful industrial factors. However, the ratio was the opposite for the number of occupational diseases caused by these factors: 461 (4.46%) and 941 (9.10%) cases out of the total number in the Russian Arctic ($n=10,343$). The incidence rate for diseases caused by exposure to fibrogenic dust was 1.48 - 8.21 times higher than that of chemicals. The risk of developing respiratory diseases was also higher: $OR=3.23$; 95% CI 2.89 - 3.61; $p<0.001$. Significant differences in the conditions and circumstances of their development, prevalence, and nosological entities were found between the two groups of diseases. Over a 15-year period, a decrease in the annual number of cases was observed both with exposure to fibrogenic dust ($R^2=0.523$) and chemical aerosols ($R^2=0.614$), while a decrease in morbidity rates occurred only with exposure to chemicals ($R^2=0.573$). The obtained data indicate a lower efficiency of occupational respiratory pathology prevention at enterprises in the Russian Arctic and the need to improve it for workers employed in dusty working conditions.

Keywords: fibrogenic dust, chemical aerosols, respiratory system, occupational pathology, Russian Arctic

Введение

В Российской Федерации профессиональные болезни органов дыхания, наряду с болезнями костно-мышечной и нервной систем, а также нейро-сенсорной тугоухостью относятся к наиболее распространенным формам профессиональной патологии [1, 2]. Их развитие обусловлено ингаляционным воздействием аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД) и вредных химических веществ («Классификатор вредных и (или) опасных производственных факторов», пункты 1.2 и 2)¹. Экспозиция к ним сохраняется у работников различных видов экономической деятельности, несмотря на улучшение систем пылеподавления и средств индивидуальной защиты органов дыхания [3-6].

На предприятиях, расположенных в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ)², наиболее распространенными АПФД являются пыли, возникающие при добыче медно-никелевой, апатит-нефелиновой и железной руд, а также каменного угля [2, 7-9]. Из химических факторов наибольшее гигиеническое значение имеют никель, никеля оксиды, сульфиды и смеси соединений никеля, а также гидроаэрозоли солей никеля [10-12]. Реже опасность развития респираторной патологии создают аэрозоли тетракарбонила никеля, марганец в сварочных аэрозолях, диоксид серы и хлора [13, 14].

Важно отметить, что производственные операции, выполняемые на открытом воздухе в холодном арктическом климате, сопряжены с увеличением риска воздействия пыли на работников. Он формируется из-за повышенного накопления пыли в приземном слое атмосферного воздуха, увеличения ингаляционного поступления и ее депонирования в организме вследствие легочной гипервентиляции и снижения эффективности фильтрующих средств индивидуальной защиты органов дыхания [15]. В подземных рудниках и россыпных шахтах АЗРФ при производстве работ в условиях вечной мерзлоты горных пород, регистрируемые уровни пыли в воздухе рабочих мест в сотни раз превышают ПДК вследствие отсутствия или неэффективного использования средств борьбы с пылью [6, 16]. Помимо этого, известно, что арктические климатические условия оказывают дополнительную нагрузку на регуляторные системы организма [17-19]. Таким образом, они способны модифицировать действие вредных производственных факторов, вызывая более частое и быстрое развитие

¹ Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. Приказ от 21 ноября 2023 года N 817н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению». Приложение 2

² Указ Президента Российской Федерации от 02.05.2014 N 296 (ред. от 05.03.2020) "О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации"

профессиональной патологии [20, 21].

Представленные данные показывают важность выявления особенностей развития, нозологических форм и распространенности профессиональной патологии органов дыхания при воздействии вредных физических и химических производственных факторов на предприятиях в АЗРФ.

Цель исследования

Сравнительная оценка условий развития, нозологической структуры и распространенности профессиональных болезней органов дыхания, вызванных фиброгенной пылью и аэрозолями вредных химических веществ.

Материалы и методы

Изучены результаты социально-гигиенического мониторинга по разделу «Условия труда и профессиональная заболеваемость» и данные реестра выписок из карт учета профессионального заболевания (Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28.05.2001 г. № 176 «О совершенствовании системы расследования и учета профессиональных заболеваний в Российской Федерации») в 2007-2021 годах в АЗРФ.

Полученные результаты обработаны статистически с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2016 и программы Epi Info, v. 6.04d. Рассчитывались *t*-критерий Стьюдента для несвязанных выборок, относительный риск (ОР) и 95% доверительный интервал (95% ДИ), критерий согласия χ^2 , коэффициент аппроксимации (R^2). Числовые данные в тексте и таблицах представлены как абсолютные и процентные значения, среднее арифметическое и его стандартная ошибка ($M \pm m$). Значимость нулевой гипотезы считалась критической при $p < 0,05$.

Результаты исследования

На предприятиях в АЗРФ в 2007-2021 годах в структуре вредных производственных факторов химические вещества I-IV классов опасности, опасные для развития острого отравления, аллергены и канцерогены суммарно занимали третье место (8,8%), уступая сочетанному действию двух или более факторов (23,2%) и шуму (20,6%). Доля АПФД, относящихся к физическим факторам, среди которых выделяются слабо-, умеренно- и высокофиброгенные пыли, находилась на восьмом месте (5,5%). Помимо вышеперечисленных факторов, АПФД уступала долям тяжести и напряженности труда (8,2% и 7,7% соответственно), неионизирующих электромагнитных полей и излучений (7,4%) неудовлетворительных параметров микроклимата рабочих мест (6,9%) и общей вибрации (5,9%).

Как показывают данные таблицы 1, в течение 15 лет на предприятиях в АЗРФ произошло снижение абсолютного числа работников на 129,42 тыс. человек (или на 20,4%) и числа лиц, имевших вредные условия труда, на 111,36 тыс. человека (или на 22,3%). При этом число работников, контактировавших с вредными химическими веществами, уменьшилось на 6,04 тыс. человек, но их доля среди экспонированных лиц увеличилась на 0,8% ($p < 0,001$). Схожая динамика отмечалась и у лиц, экспонированных к АПФД: снижение их числа на 2,93 тыс. человека и повышение доли в общей структуре вредных производственных факторов на 0,7% ($p < 0,001$).

С учетом изменения количества лиц, подвергавшихся воздействию фиброгенной пыли и аэрозолей вредных химических веществ, а также снижения общей численности работников предприятий в АЗРФ с вредными условиями труда, риск воздействия на работников химических веществ и АПФД в 2018-2021 годах был выше, чем в 2007-2009 годах: соответственно $ОР = 1,10$; 95% ДИ 1,09-1,12; $p = 0,031$ и $ОР = 1,14$; 95% ДИ 1,12-1,16; $p = 0,012$ соответственно.

В 2007-2021 годах с воздействием АПФД было связано развитие 941 случая болезней органов дыхания (первая группа работников), а аэрозолей химических веществ - 461 случай (вторая группа работников), что составило соответственно 9,10% и 4,46% всех профессиональных заболеваний в АЗРФ ($n = 10343$). Риск развития профессиональной патологии органов дыхания при воздействии АПФД был выше, чем при экспозиции к вредным химическим веществам: $ОР = 3,23$; 95% ДИ 2,89-3,61; $p < 0,001$.

Хотя развитие профессиональной патологии в обеих группах работников было обусловлено вредными факторами в виде аэрозолей, конкретные условия их формирования имели существенные различия. Вид экономической деятельности был решающим фактором, определявшим возможность формирования профессиональной патологии органов дыхания от воздействия АПФД или аэрозолей вредных химических веществ. Более 90% заболеваний, обусловленных экспозицией к фиброгенной пыли, выявлялись у горняков горнодобывающих и угледобывающих предприятий.

По сравнению с этой группой работников, воздействие аэрозолей химических веществ чаще приводило к развитию нарушений респираторного здоровья в металлургическом производстве, строительстве, обрабатывающей промышленности и в сфере здравоохранения (табл. 2).

Таблица 1.

Ежегодное число работников и характеристика их условий труда на предприятиях в АЗРФ в 2007-2021 годах

Группа работников	Период наблюдения, год				
	2007 - 2009	2010 - 2012	2013 - 2015	2016 - 2018	2019 - 2021
Лица, имеющие контакт с химическими веществами, тыс. чел.	41,41 (8,3%)	37,17 (8,8%)	33,88 (8,3%)	34,12 (8,7%)	35,37 (9,1%)
Лица, имеющие контакт с аэрозолями преимущественно фиброгенного действия, тыс. чел.	24,86 (5,0%)	23,28 (5,5%)	22,88 (5,6%)	22,01 (5,6%)	21,92 (5,7%)
Лица, имеющие вредные условия труда, тыс. чел.	499,38	423,56	408,65	390,63	388,01
Все работники предприятий, тыс. чел.	635,64	607,58	554,95	521,54	521,54

Примечание. У лиц, имевших контакт с химическими веществами и фиброгенными аэрозолями, процент показывает их долю среди всех экспонированных работников.

Таблица 2.

Условия развития болезней органов дыхания от воздействия фиброгенных пылей и аэрозолей химических вредных веществ

Показатель	Вредный фактор		p
	Фиброгенные аэрозоли (n=941)	Аэрозоли химических веществ (n=461)	
Класс условий труда, случаи			
Допустимый (класс 2)	0	8 (1,7%)	<0,001
Класс вредности 3.1	172 (18,3%)	86 (18,7%)	0,865
Класс вредности 3.2	161 (17,1%)	81 (17,6%)	0,831
Класс вредности 3.3	144 (15,3%)	85 (18,4%)	0,136
Класс вредности 3.4	464 (49,3%)	106 (23,0%)	<0,001
Опасный (класс 4)	0	95 (20,6%)	<0,001
Обстоятельства развития, случаи			
Конструктивные недостатки машин, механизмов и другого оборудования	580 (61,6%)	119 (25,8%)	<0,001
Несовершенство технологических процессов	277 (29,4%)	178 (38,6%)	<0,001
Несовершенство рабочих мест	43 (4,6%)	10 (2,2%)	0,027
Неисправность машин, механизмов и другого оборудования	12 (1,3%)	3 (0,7%)	0,286
Несовершенство санитарно-технических установок	9 (1,0%)	134 (29,1%)	<0,001
Прочие	20 (2,2%)	17 (3,7%)	0,087
Вид экономической деятельности, случаи			
Добыча полезных ископаемых	866 (92,0%)	67 (14,5%)	<0,001
Металлургическое производство	46 (4,9%)	291 (63,1%)	<0,001
Строительство	16 (1,7%)	46 (10,0%)	<0,001
Обрабатывающая промышленность	6 (0,6%)	34 (7,4%)	<0,001
Здравоохранение	0	12 (2,6%)	<0,001
Транспорт и связь	3 (0,3%)	5 (1,1%)	0,074
Прочие	4 (0,4%)	6 (1,3%)	0,067

Работники двух групп с профессиональной патологией органов дыхания не имели различий по возрасту и продолжительности трудового стажа на момент установления диагноза профессионального заболевания. Они отличались только по гендерному составу: в первой группе было больше мужчин, а во второй – женщин. В каждой из двух групп выявлялись по шесть нозологических единиц заболеваний, причем в первой отсутствовал токсический пневмосклероз, а во второй – пневмокониоз. Различия

между группами проявлялись в том, что при экспозиции к АПФД в структуре профессиональной патологии была больше доля хронического бронхита, тогда как при воздействии аэрозолей химических веществ отмечались большие доли бронхиальной астмы, злокачественных новообразований органов дыхания, болезней верхних дыхательных путей и гиперсенситивного пневмонита (табл.3).

Таблица 3.
Характеристика работников и болезней органов дыхания от фиброгенной пыли аэрозолей химических вредных веществ

Показатели	Вредный фактор		p
	Фиброгенные аэрозоли (n=941)	Аэрозоли химических веществ (n=461)	
Демографические показатели			
Пол: мужчины, чел. женщины, чел.	887 (94,2%) 54 (5,8%)	355 (77,0%) 106 (23,0%)	<0,001 <0,001
Возраст, лет	52,1±0,2	52,5±0,3	0,267
Стаж, лет	25,0±0,2	24,4±0,4	0,180
Нозологические единицы профессиональных болезней, случаи			
Хронический бронхит	822 (87,4%)	269 (58,4%)	<0,001
Пневмококиоз	79 (8,4%)	0	<0,001
Бронхиальная астма	17 (1,8%)	119 (25,8)	<0,001
Злокачественные новообразования органов дыхания	10 (1,1%)	33 (7,2%)	<0,001
Болезни верхних дыхательных путей	5 (0,5%)	32 (6,9%)	<0,001
Хроническая обструктивная болезнь легких	4 (0,4%)	2 (0,4%)	0,982
Гиперсенситивный пневмонит	4 (0,4%)	4 (0,8%)	0,302
Токсический пневмосклероз	0	3 (0,7%)	0,014

В 2007-2021 годах в АЗРФ отмечались значительные ежегодные колебания числа впервые диагностированных профессиональных болезней органов дыхания (рис. 1). В первой группе их количество составляло от 106 случаев в 2010 году до 20 случаев в 2021 году, а во второй - от 90 случаев в 2009 году до 8 случаев в 2015 году. Все годы, кроме 2007 года, количество заболеваний, вызванных АПФД, превышало число болезней, обусловленных химическими веществами. В целом, в течение 15 лет отмечено снижение числа заболеваний как в первой ($R^2 = 0,524$), так и во второй группе ($R^2 = 0,615$). Особенностью изменения числа заболеваний в первой группе был их рост в 2008-2013 годах с последующим снижением. Во второй группе отмечалось стабильное снижение количества заболеваний с небольшим подъемом в последние три года.

Помимо анализа числа болезней органов дыхания от воздействия АПФД и аэрозолей химических веществ, для оценки влияния на эти показатели изменения численности экспонированных работников была изучена профессиональная заболеваемость (число случаев заболеваний / 10000 работников) в двух сравниваемых группах (рис. 2).

Ежегодные уровни заболеваемости при экспозиции к АПФД были выше, чем при экспозиции к химическим веществам (кроме 2007 года). Это превышение составляло от 1,48 раза в 2008 году до 8,21 раза в 2015 году. Рост показателей заболеваемости отмечался в первой половине периода наблюдения (до 2013 года) с последующим их снижением. В целом, в течение 15 лет наблюдалась выраженная тенденция к снижению профессиональной заболеваемости ($R^2 = 0,441$), но не имевшая статистической значимости. При экспозиции к аэрозолям химических веществ снижение показателей заболеваемости происходило от их максимальных значений в 2007 году до 2015 года. С 2016 года наблюдалась стабилизация показателей с небольшим подъемом в последние три года, но общее снижение показателя в течение 15 лет было статистически значимым ($R^2 = 0,573$).

Обсуждение результатов

В ходе выполнения работы получен ряд результатов, заслуживающих внимания и обсуждения. Прежде всего, надо отметить положительный факт снижения в 2007-2021 годах абсолютных и относительных показателей распространенности профессиональных заболеваний органов дыхания пылевой и химической этиологии, не выявлявшегося в ранее проводившихся исследованиях [2, 21].

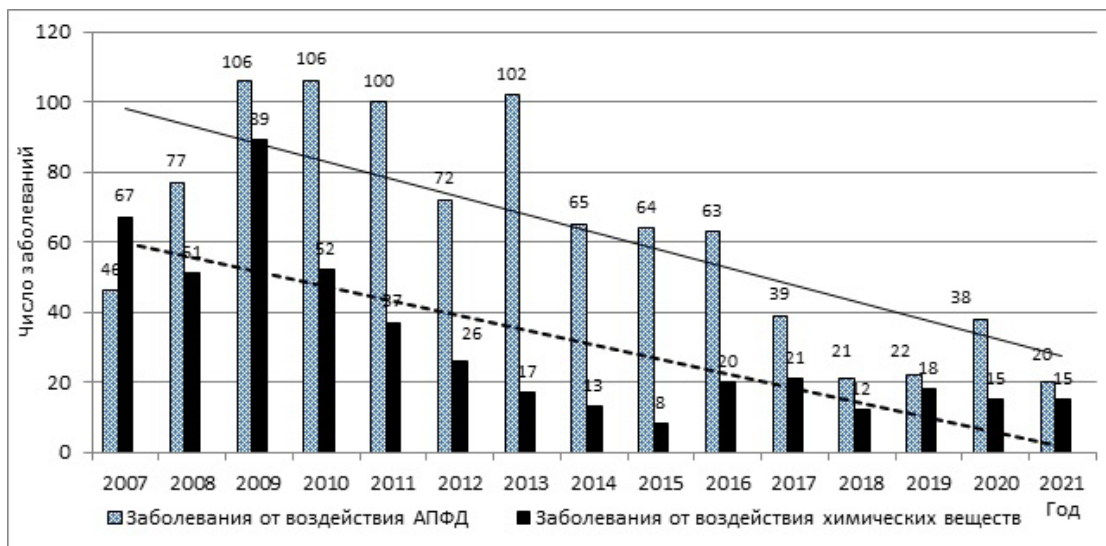


Рисунок 1. Ежегодное число первичных профессиональных заболеваний органов дыхания при воздействии фиброгенной пыли и аэрозолей химических веществ в 2007-2021 годах



Рисунок 2. Ежегодные уровни заболеваемости профессиональными болезнями органов дыхания при воздействии фиброгенной пыли и аэрозолей химических веществ в 2007-2021 годах

Несмотря на вышеуказанные положительные изменения, подтверждена высокая распространенность аэрозолей вредных химических веществ и фиброгенной пыли на рабочих местах предприятий в АЗРФ [2, 7, 9]. Они занимали третье и восьмое место в структуре вредных производственных факторов. Важно, что при большем удельном весе аэрозолей химических веществ среди потенциальных причин развития профессиональной патологии, фиброгенная пыль являлась причиной в 2,04 раза большего числа случаев заболеваний, а также то, что ежегодная заболеваемость при воздействии фиброгенной пыли была в 1,48 – 8,21 раза выше, чем при воздействии аэрозолей химических веществ (кроме 2007 года). Кроме того, в случае экспозиции к фиброгенной пыли был более высоким риск формирования профессиональной патологии ($OR=3,23$; 95%ДИ 2,89-3,61). Представленные данные могут свидетельствовать о меньшей эффективности средств индивидуальной защиты органов дыхания при пылевом воздействии по сравнению с аэрозолями химических веществ. Вероятной причиной также представляются недостаточная эффективность или неадекватное применение существующих систем пылеподавления [6].

Несмотря на схожесть причины возникновения (ингаляционное воздействие вредных факторов) и поражение одной и той же функциональной системы организма (органы дыхания) между этими группами работников с респираторной патологией пылевой и химической этиологии выявлены существенные различия.

Отличительной чертой воздействия химических веществ было развитие болезней

органов дыхания при допустимых и опасных условиях труда, тогда как такие случаи отсутствовали при экспозиции к АПФД. В тоже время АПФД чаще служили причиной болезней при классе вредности условий труда 3.4. Обстоятельствами развития болезней органов дыхания во второй группе работников чаще признавались конструктивные недостатки различного оборудования и несовершенство технологических процессов, тогда как несовершенство санитарно-технических установок имело большее значение при воздействии аэрозолей химических веществ.

В нозологической структуре болезней органов дыхания, связанных с АПФД, преобладает хронический бронхит, а вместе с пневмокониозом их суммарная доля составляет почти 96% всех случаев профессиональной патологии. При воздействии аэрозолей вредных химических веществ отмечается большее разнообразие болезней: помимо хронического бронхита это бронхиальная астма, хронические болезни верхних дыхательных путей, гиперсенситивный пневмонит и токсический пневмосклероз. Заслуживает особого внимания частое развитие злокачественных новообразований дыхательных путей и легких при ингаляционной экспозиции к вредным химическим веществам [22, 23], которое в представленном исследовании в 6,5 раз превышало показатели при воздействии АПФД.

Как и в других исследованиях, были установлены случаи резких колебаний в смежные годы числа впервые выявляемых ПЗ, которые не могут быть объяснены изменениями условий труда и численности работников предприятий. Здесь вероятны недостаточное качество медицинских осмотров, неполное выявление патологии, административное вмешательство в результаты работы медицинских комиссий и некоторые другие факторы [24, 25].

Ограничением исследования можно считать отсутствие данных о реальном загрязнении фиброгенной пылью и вредными химическими веществами вдыхаемого воздуха у работников, регулярно применяющих сертифицированные средства индивидуальной защиты органов дыхания.

Заключение

В структуре вредных производственных факторов на предприятиях в АЗРФ химические вещества занимали третье (8,8%), а АПФД – восьмое место (5,5%), при этом с их воздействием было связано 4,46% и 9,10% всех случаев профессиональной патологии в регионе. Выявлены существенные различия условий и обстоятельств развития, распространенности и нозологической структуры профессиональных заболеваний, обусловленных действием фиброгенной пыли и аэрозолей химических веществ. При экспозиции к АПФД, по сравнению с аэрозолями химических веществ, были выше риск развития патологии (ОР=3,23; 95% ДИ 2,89-3,61) и показатели ежегодной заболеваемости (в 1,48-8,21 раза) в 2008-2021 годах. Полученные данные свидетельствуют о меньшей эффективности профилактики профессиональной патологии органов дыхания при воздействии фиброгенных аэрозолей на предприятиях в АЗРФ и необходимости ее совершенствования у работников пылевых профессий.

Информация о вкладе автора: автор подтверждает единоличную ответственность за концепцию и дизайн исследования, сбор и анализ данных, интерпретацию результатов, а также подготовку рукописи.

Список литературы:

1. Вадулина Н.В., Галлямов М.А., Девятова С.М. Профессиональная заболеваемость в России: проблемы и решения // Безопасность техногенных и природных систем. 2020. № 3. С. 7-15. DOI: 10.23947/2541-9129-2020-3-7-15
2. Сюрин С.А., Кизеев А.Н., Полякова Е.М. Особенности профессиональной патологии в Мурманской области в 2007-2021 гг. // Российская Арктика. 2023. Т. 5. № 1. С. 20–32. DOI: 10.24412/2658-4255-2023-1-20-32
3. Базарова Е.Л., Федорук А.А., Рослая Н.А., Ошеров И.С., Бабенко А.Г. Опыт оценки профессионального риска, связанного с воздействием промышленных аэрозолей, в условиях модернизации металлургического предприятия // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № (1) 310. С. 38-45.
4. Валеева Э.Т., Бакиров А.Б., Капцов В.А., Каримова Л.К., Гимаева З.Ф., Галимова Р.Р. Профессиональные риски здоровью работников химического комплекса // Анализ риска здоровью. 2016. № 3. С. 88–97. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.10
5. Гурьев А.В., Туков А.Р., Кретов А.С. Здоровье работников, имеющих профессиональные заболевания, причинами которых стали вредные химические

- факторы // Токсикологический вестник. 2021. № 2. С. 41-45. DOI: 10.36946/0869-7922-2021-2-41-45
6. Чеботарев А.Г. Риски развития профессиональных заболеваний пылевой этиологии у работников горнорудных предприятия // Горная промышленность. 2018. Т. 139. №3. С. 66-70. DOI: 10.30686/1609-9192-2018-3-139-66-70
 7. Скрипаль Б.А. Состояние здоровья и заболеваемость рабочих подземных рудников горно-химического комплекса Арктической зоны Российской Федерации // Медицина труда и промышленная экология. 2016. № 6. С. 23-26.
 8. Фадеев А.Г., Горяев Д.В., Зайцева Н.В., Шур П.З., Редько С.В., Фокин В.А. Нарушения здоровья работников, связанные с факторами риска условий труда в горнодобывающей промышленности Арктической зоны (аналитический обзор) // Анализ риска здоровью. 2023. № 1. С. 184–193. DOI: 10.21668/health.risk/2023.1.17
 9. Сюрин С.А., Никанов А.Н. Риски здоровью горняков, занятых на подземных буровзрывных работах на рудниках Кольского полуострова // Российская Арктика. 2024. Т. 6. № 2. С. 35-45. DOI: 10.24412/2658-4255-2024-2-35-45
 10. Никанов А.Н., Чашин В.П. Гигиеническая оценка экспозиции и определение ее величины при производстве никеля, меди и кобальта на горно-металлургическом комплексе Кольского Заполярья // Экология человека. 2008. № 10. С. 9–14.
 11. Syurin S., Vinnikov D. Occupational disease predictors in the nickel pyrometallurgical production: a prospective cohort observation //J Occup Med Toxicol. 2022. Т. 17. № 21. DOI: 10.1186/s12995-022-00362-2
 12. Syurin S., Vinnikov D. Occupational disease claims and non-occupational morbidity in a prospective cohort observation of nickel electrolysis workers //Sci Rep. 2022. Т. 12. № 7092. DOI: 10.1038/s41598-022-11241-5
 13. Никанов А.Н., Чашин В.П., Дардынская И., Горбанев С.А., Гудков А.Б., Лагхайн Б. 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
 14. 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
 15. Чашин В.П., Сюрин С.А., Гудков А.Б., Попова О.Н., Воронин А.Ю. Воздействие промышленных загрязнений атмосферного воздуха на организм работников, выполняющие трудовые операции на открытом воздухе в условиях холода // Медицина труда и промышленная экология. 2014. № 9. С. 20-26.
 16. Бухтияров И.В., Чеботарев А.Г., Курьеров Н.Н., Сокур О.В. Актуальные вопросы улучшения условий труда и сохранения здоровья работников горнорудных предприятий // Медицина труда и промышленная экология. 2019. Т. 7. № 1. С. 424-429. DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-7-424-429
 17. Гудков А.Б., Дегтева Г.Н., Шепелева О.А. Эколого-гигиенические 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.
 18. Петрова П.Г. Эколого-физиологические аспекты адаптации человека к условиям Севера // Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. Серия «Медицинские науки». 2019. Т. 15. № 2. С. 29-38. DOI: 10.25587/SVFU.2019.2(15).31309
 19. Donaldson S., Adlard B., Odland J.Ø. Overview of human health in the Arctic: conclusions and recommendations // Int J Circumpolar Health. 2016. Т. 75. № 33807. DOI: 10.3402/ijch.v75.33807.
 20. Antipov S. Occupational health in Siberia and Arctic zones // Occup Environ Med. 2018. Т. 75. №A247. DOI: 10.1136/oemed-2018-ICOHabstracts.706
 21. Сюрин С.А., Ковшов А.А. Условия труда и риск профессиональной патологии на предприятиях Арктической зоны Российской Федерации // Экология человека. 2019. Т. 26. № 10. С. 15-23. DOI: 10.33396/1728-0869-2019-10-15-23
 22. 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. № 9. С. 9-15.
 23. Grimsrud T.K., Peto J. Persisting Risk of Nickel Related Lung Cancer and Nasal Cancer Among Clydach Refiners //Occup Environ Med. 2006. Т. 63. № 5. С. 365-366. DOI: 10.1136/oem.2005.026336.

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.
25. Бухтияров И.В., Чеботарев А.Г. Гигиенические проблемы улучшения условий труда на горнодобывающих предприятиях // Горная промышленность. 2018. Т. 141. № 5. С.33–35. DOI: 10.30686/1609-9192-2018-5-141-33-35

References:

1. Vadulina N.V., Gallyamov M.A., Devyatova S.M. Occupational morbidity in Russia: problems and solutions // Safety of Technogenic and Natural Systems, 2020, vol. 7, no. 3, p. 7-15. (In Russian). <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2020-3-7-15>
2. Syurin S.A., Kizeev A.N., Polyakova E.M. Specific features of occupational pathology in the Murmansk region in 2007-2021 // Russian Arctic. 2023, vol. 5, no. 1, p. 20-32. (In Russian). DOI: 10.24412/2658-4255-2023-1-20-32
3. Bazarova E.L., Fedoruk A.A., Roslaya N.A., Oshero I.S., Babenko A.G. Assessment experience of occupational risk associated with exposure to industrial aerosols under the conditions of metallurgical enterprise modernization // Public Health and Life Environment – PH&LE, 2019, vol. 310, no. 1, p. 38-45. (In Russian).
4. Valeyeva E.T., Bakirov A.B., Kaptsov V.A., Karimova L.K., Gimayeva Z.F., Galimova R.R. Occupational risks for health of the workers of the chemical complex // Health Risk Analysis, 2016, no. 3, p. 88–97. (In Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.10
5. Gurev A.V., Tukov A.R., Kretov A.S. Health of workers with occupational diseases who contacted with chemical harmful production factors // Toxicological Review, 2021, no. 2, p. 41-45. (In Russian). DOI: 10.36946/0869-7922-2021-2-41-45
6. Chebotarev A.G. Risks of developing occupational diseases of dust etiology among workers at mining enterprises // Gornaya promyshlennost', 2018, vol. 139, no. 3, p. 66-70. (In Russian). DOI:10.30686/1609-9192-2018-3-139-66-70
7. Skripal B.A. Status of health and diseases in workers of underground mines of a mining complex in the Arctic zone of the Russian Federation // Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya, 2016, no. 6, p. 23–26. (In Russian).
8. Fadeev A.G., Goryaev D.V., Zaitseva N.V., Shur P.Z., Redko S.V., Fokin V.A. Health problems among workers associated with risk factors of working conditions in the mining industry of the Arctic zone (analytical review) // Health risk analysis, 2023, no. 1, p. 184–193. (In Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2023.1.17
9. Syurin S.A., Nikanov A.N. Health risks for miners engaged in underground drilling and blasting operations in the Kola Peninsula mines // Russian Arctic, 2024, vol. 6, no. 2, p. 35-45. (In Russian). DOI: 10.24412/2658-4255-2024-2-35-45
10. Nikanov A.N., Chashchin V.P. Hygienic assessment of exposure and determination of its value in the production of nickel, copper and cobalt at the mining and metallurgical complex of the Kola Arctic // Ekologiyacheloveka, 2008, no. 10, p. 9–14. (In Russian).
11. Syurin S., Vinnikov D. Occupational disease predictors in the nickel pyrometallurgical production: a prospective cohort observation // J Occup Med Toxicol, 2022, vol. 17, no. 21. DOI: 10.1186/s12995-022-00362-2
12. Syurin S., Vinnikov D. Occupational disease claims and non-occupational morbidity in a prospective cohort observation of nickel electrolysis workers // Sci Rep, 2022, vol. 12, no. 7092. DOI: 10.1038/s41598-022-11241-5
13. Nikanov A.N., Chashchin V.P., Dardinskaya I., Gorbanev S.A., Gudkov A.B., Laghain B., Popova O.N., Dorofeev V.M. Risk-based approach to preserving the professional health of workers at non-ferrous metallurgy enterprises in the Arctic zone of the Russian Federation // Ekologiya chelovek, 2019, vol. 26, no. 2, p. 12-20. (In Russian). DOI: 10.33396/1728-0869-2019-2-12-20
14. Shur P.Z., Redko S.V., Fadeev A.G., Goryaev D.V., Fokin V.A. Assessment of working conditions and health status of workers at non-ferrous metallurgy enterprises // Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya, 2023, vol. 63, no. 8, p. 537-544. (In Russian). DOI: 10.31089/1026-9428-2023-63-8-537-544
15. Chashchin V.P., Syurin S.A., Gudkov A.B., Popova O.N., Voronin A.Yu. The impact of industrial air pollution on the body of workers performing labor operations in the open air in cold conditions. Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya, 2014, no. 9, p. 20-26. (In Russian).
16. Buhtiyarov I.V., Chebotarev A.G., Kur'ero N.N., Sokur O.V. Topical issues of improving working conditions and preserving the health of employees of mining enterprises // Medicina truda i promyshlennaya ekologiya, 2019, vol. 7, no. 1, p. 424-429. (In Russian). DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-7-424-429

17. Gudkov A.B., Degteva G.N., Shepeleva O.A. Ecological and hygienic problems in the Arctic territories of intensive industrial activity (review) // *Obshchestvennoe zdorov'e*, 2021, vol. 1, no. 4, p. 49-55. (In Russian). DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-4-49-55
18. Petrova P.G. Ecological and physiological aspects of human adaptation to the conditions of the North // *Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta imeni M.K. Ammosova. Seriya «Meditsinskie nauki»*, 2019, vol. 15, no. 2, p. 29-38. (In Russian). DOI: 10.25587/SVFU.2019.2(15).31309
19. Donaldson S., Adlard B., Odland J.Ø. Overview of human health in the Arctic: conclusions and recommendations // *Int J Circumpolar Health*, 2016, vol. 75, no. 33807. DOI: 10.3402/ijch.v75.33807
20. Antipov S. Occupational health in Siberia and Arctic zones // *Occup Environ Med*, 2018, vol. 75, no. A247. DOI: 10.1136/oemed-2018-ICOHabstracts.706
21. Syurin S.A., Kovshov A.A. Working conditions and the risk of occupational pathology at the enterprises of the Arctic zone of the Russian Federation // *Ekologiya cheloveka*, 2019, no. 10, p. 15-23. (In Russian). DOI: 10.33396/1728-0869-2019-10-15-23
22. Serebryakov P.V., Fedina I.N., Rushkevich O.P. Features of malignant neoplasms formation in respiratory system of workers engaged into mining and processing of copper-nickel ores. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2018, no. 9, p. 9-15. (In Russian). DOI: 10.31089/1026-9428-2018-9-9-15
23. Grimsrud T.K., Peto J. Persisting Risk of Nickel Related Lung Cancer and Nasal Cancer Among Clydach Refiners // *Occup Environ Med*, 2006, vol. 63, no. 5, p. 365-366. DOI: 10.1136/oem.2005.026336
24. Babanov S.A., Budash D.S., Baykova A.G., Baraeva R.A. Periodic medical examinations and professional selection in industrial medicine // *Public Health and Life Environment – PH&LE*, 2018, no. 5, p. 48-53. (In Russian).
25. Bukhtiyarov I.V., Chebotarev A.G. Hygienic problems of improving working conditions at mining enterprises // *Gornaya promyshlennost'*, 2018, vol. 141, no. 5, p. 33-35. (In Russian). DOI: 10.30686/1609-9192-2018-5-141-33-35