

EDN: <https://elibrary.ru/ffrjnj>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-11-742-747>

УДК 616-053-2-036:12-02.613.865

© Коллектив авторов, 2023

Райкова С.В.<sup>1,2</sup>, Новикова Т.А.<sup>1</sup>, Комлева Н.Е.<sup>1,2</sup>, Мазиллов С.И.<sup>1</sup>, Трубецков А.Д.<sup>1</sup>**Гигиеническая оценка химического фактора условий труда и нарушений функции внешнего дыхания у работников металлообрабатывающего производства**<sup>1</sup>Саратовский медицинский научный центр гигиены ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», ул. Заречная, 1А, Саратов, 410022;<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Минздрава России, ул. Большая Казачья, 112, Саратов, 410012

Изучение функции внешнего дыхания с целью донозологической диагностики патологий органов дыхания, связанных с работой, является актуальной задачей при разработке мер профилактики нарушений здоровья у работников.

Цель исследования — гигиеническая оценка химического фактора условий труда и показателей функции внешнего дыхания у рабочих металлообрабатывающего производства, занятых процессом металлообработки с использованием смазочно-охлаждающих жидкостей.

Обследованы 250 работников металлообрабатывающего предприятия г. Саратова мужского пола. Основную группу составили 145 человек, работающих в условиях контакта со смазочно-охлаждающими жидкостями, контрольную группу — 105 человек, не контактирующих со смазочно-охлаждающими жидкостями. Проведены гигиеническая оценка химического фактора условий труда на рабочих местах и спирометрическое исследование функции внешнего дыхания у работников. Результаты исследования статистически обработаны с использованием программы *Statistica 10*.

Установлено, что концентрации химических веществ в зоне дыхания работников отвечают гигиеническим требованиям к воздуху рабочей зоны, соответствуя допустимым условиям труда (класс 2). По данным спирометрии выявлены значения показателей функции внешнего дыхания, соответствующие должным величинам, при отсутствии статистически значимых различий спирометрических показателей между основной и контрольной группами.

Для идентификации этиологического вклада хронического воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей в формирование патологии органов дыхания работников необходимо проведение дополнительных углублённых клинико-лабораторных, функциональных и эпидемиологических исследований с учётом присутствующих в воздухе рабочей зоны поллютантов и их сочетанного воздействия.

**Этика.** Исследования проведены с соблюдением этических норм и принципов проведения медицинских исследований с участием человека, изложенных в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (ред. 2013 г.). На участие в проведении исследования было получено письменное согласие респондентов. Исследование одобрено локальным этическим комитетом Саратовского МНЦ гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (протокол № 10 от 16.03.2023 г.).

**Ключевые слова:** работники металлообрабатывающего производства; смазочно-охлаждающие жидкости; функция внешнего дыхания

**Для цитирования:** Райкова С.В., Новикова Т.А., Комлева Н.Е., Мазиллов С.И., Трубецков А.Д. Гигиеническая оценка химического фактора условий труда и нарушений функции внешнего дыхания у работников металлообрабатывающего производства. *Мед. труда и пром. экол.* 2023; 63(11): 742–747. <https://elibrary.ru/ffrjnj> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-11-742-747>

**Для корреспонденции:** Райкова Светлана Владимировна, ст. науч. сотр. отд. медико-профилактических и инновационных технологий Саратовского МНЦ гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», канд. мед. наук. E-mail: [matiz853@yandex.ru](mailto:matiz853@yandex.ru)

**Участие авторов:**

Райкова С.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, написание текста;

Новикова Т.А. — сбор и обработка данных, написание текста;

Комлева Н.Е. — концепция и дизайн исследования, редактирование;

Мазиллов С.И. — сбор и обработка данных;

Трубецков А.Д. — сбор и обработка данных.

Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 24.08.2023 / Дата принятия к печати: 29.11.2023 / Дата публикации: 15.12.2023

Svetlana V. Raikova<sup>1,2</sup>, Tamara A. Novikova<sup>1</sup>, Nataliia E. Komleva<sup>1,2</sup>, Svyatoslav I. Mazilov<sup>1</sup>, Alexey D. Trubetskov<sup>1</sup>**Hygienic assessment of the chemical factor of working conditions and respiratory disorders in metalworking workers**<sup>1</sup>Saratov Hygiene Medical Research Center of the "Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies for Public Health Risk Management", 1A, Zarechnaya St., Saratov, 410022;<sup>2</sup>Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, 112, B. Kazachya St., Saratov, 410012

The study of the function of external respiration for the purpose of prenosological diagnosis of respiratory pathology related to work is an urgent task in the development of measures for the prevention of health disorders in workers.

The study aims to conduct a hygienic assessment of the chemical factor of working conditions and indicators of respiratory function in metalworking workers engaged in the metalworking process using lubricant cooling liquids.

We have examined 250 male workers of the Saratov metalworking enterprise. The main group consisted of 145 people

working in contact with lubricants and coolants, the control group consisted of 105 people not in contact with lubricants and coolants. The researchers have conducted a hygienic assessment of the chemical factor of working conditions in the workplace and a spirometric study of the function of external respiration in workers. The results of the study were statistically processed using the Statistica 10 program. The concentrations of chemicals in the workers' breathing zone comply with the hygienic requirements for the air of the working area corresponding to permissible working conditions (Class 2). According to spirometry data, the researchers have identified respiratory function values corresponding to the appropriate values, in the absence of statistically significant differences in spirometric indicators between the main and control groups.

To identify the etiological contribution of chronic exposure to lubricants and coolants to the formation of respiratory pathology of workers, it is necessary to conduct additional in-depth clinical, laboratory, functional and epidemiological studies taking into account pollutants present in the air of the working area and their combined effects.

**Ethics.** The studies were conducted in compliance with Ethical standards and principles of conducting medical research with human participation, set out in the Helsinki Declaration of the World Medical Association (ed. 2013). Written consent of respondents was obtained to participate in the study. The study was approved by the local Ethical Committee of the Saratov Hygiene Research Center of the Federal State Budgetary Institution "Federal Research Center for Medical and Preventive Technologies of Public Health Risk Management" (Protocol No. 10 of 03/16/2023).

**Keywords:** *metalworking workers; lubricant cooling liquids; function of external respiration*

**For citation:** Raikova S.V., Novikova T.A., Komleva N.E., Mazilov S.I., Trubetskov A.D. Hygienic assessment of the chemical factor of working conditions and respiratory disorders in metalworking workers. *Med. truda i prom. ekol.* 2023; 63(11): 742–747. <https://elibrary.ru/ffrjni> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-11-742-747> (in Russian)

**For correspondence:** Svetlana V. Raikova, the senior researcher at the department of medical-preventive and innovative technologies of Saratov Hygiene Medical Research Center of the "Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies for Public Health Risk Management", Cand. of Sci. (Med.). E-mail: [matiz853@yandex.ru](mailto:matiz853@yandex.ru)

**Author IDs:** Raikova S.V. <https://orcid.org/0000-0001-5749-2382>

Novikova T.A. <https://orcid.org/0000-0003-1463-0559>

Komleva N.E. <https://orcid.org/0000-0003-4099-9368>

Mazilov S.I. <https://orcid.org/0000-0002-8220-145X>

Trubetskov A.D. <https://orcid.org/0000-0002-8890-0921>

#### Contribution:

Raikova S.V. — concept and design of the study, data collection and processing, writing the text;

Novikova T.A. — data collection and processing, text writing;

Komleva N.E. — concept and design of the study, editing;

Mazilov S.I. — data collection and processing;

Trubetskov A.D. — data collection and processing.

All co-authors — approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

**Funding.** The study had no funding.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.

Received: 24.08.2023 / Accepted: 29.11.2023 / Published: 15.12.2023

Металлообработывающее производство является одним из ведущих и перспективных направлений развития промышленности РФ [1–3]. Неотъемлемой составляющей современного технологического процесса металлообработки является применение смазочно-охлаждающих технологических средств, подавляющее большинство из которых представлено смазочно-охлаждающими жидкостями (СОЖ) [4], предназначенными для охлаждения и смазки обрабатываемой поверхности, а также удаления металлической и абразивной пыли, мелкой стружки металла из рабочей зоны работника, увеличения срока службы инструмента и оборудования, предотвращения коррозии металла [1, 5].

В своё время использование СОЖ явилось революционным для улучшения условий труда при металлообработке, так как «влажная шлифовка» кардинально уменьшила пылевую нагрузку на органы дыхания работников в сравнении с «сухой», что позволило значительно снизить заболеваемость пневмокониозами и продлить трудоспособность работников [6]. Однако аэрозоли продуктов термической деструкции СОЖ на основе нефтяных масел и их эмульсий, поступаая в воздух рабочей зоны, оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки верхних дыхательных путей, а присутствующие в них полиароматические углеводороды являются факторами риска развития онкологических заболеваний дыхательной системы [7–9]. Воздействие аэрозолей нефтяных масел может приводить к нарушению функции внешнего дыхания (ФВД), развитию липоидной пневмо-

нии [10, 11], СОЖ на водной основе — к развитию гиперсенситивного пневмонита, бронхита и бронхиальной астмы в результате контаминации бактериальными, микобактериальными и грибковыми организмами [12–14]. Случаи гиперсенситивного пневмонита, ассоциированного с СОЖ на водной основе, зарегистрированы в разных странах [15–17] и рядом учёных признаются одной из основных причин данного заболевания [18]. При этом существуют данные, не подтверждающие вклад СОЖ в развитие функциональных нарушений дыхательной системы [19].

Таким образом, изучение ФВД работников металлообработывающего производства с целью донозологической диагностики нарушений является актуальной задачей в плане разработки обоснованных медико-профилактических мер, направленных на сохранение их здоровья и продление профессионального долголетия.

Цель исследования — гигиеническая оценка химического фактора условий труда и показателей ФВД у рабочих металлообработывающего производства, занятых процессом металлообработки с использованием СОЖ.

Изучение и гигиеническая оценка химического фактора условий труда на рабочих местах проводилась по результатам санитарно-гигиенических исследований и материалам специальной оценки условий труда, выполненных в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и(или) безвредности для человека

гигиеническими критериями и классификацией условий труда<sup>2</sup>.

Обследованы 250 работников мужского пола металлообрабатывающего производства г. Саратова на базе клиники профессиональной и общей патологии Саратовского МНЦ гигиены. Основную группу составили 145 работников-станочников (шлифовщики, фрезеровщики, токари), работающие в условиях контакта с СОЖ не менее 6 часов за рабочую смену, (средний возраст 51,0±8,4 года, средний стаж 28,8±3,4 года); контрольную группу — 105 работников, не контактирующих с СОЖ (контролёры, нормировщики и др.; средний возраст 50,3±7,5 года, средний стаж 29,1±3,8 года). Критерии исключения: стаж работы в профессии менее 15 лет, употребление курительной продукции, отсутствие письменного согласия на участие в исследовании.

Изучена заболеваемость органов дыхания по результатам медицинского осмотра и «Медицинским картам амбулаторного пациента» (форма № 025/у). ФВД оценивали методом стандартного спирометрического исследования с применением спирографа микропроцессорного СМП-21/01-«Р-Д» (Россия) в соответствии с Методическим руководством<sup>3</sup>. Оценка результатов ФВД проводилась по Клементу Р.Ф. и соавт<sup>4</sup>.

Для статистического анализа использовали пакет прикладных программ *Statistica 10* (*StatSoft Inc.*, США). Данные представлены в виде  $M \pm SD$ , где  $M$  — среднее арифметическое значение,  $SD$  — стандартное отклонение. Для сравнения двух независимых выборок применяли непараметрический метод Манна-Уитни и двухсторонний критерий Фишера. Статистически значимыми считались различия данных при  $p < 0,05$ .

Установлено, что при обработке металла резанием и шлифованием в производстве используются следующие СОЖ: масляные (масло индустриальное); смеси на основе масел минеральных (нефтяных) или синтетических, обогащённые полимерными присадками; керосин; водосмешиваемые эмульсии (эмульсоли), состоящие из нефтяных масел (на 40–80%), пассивирующих присадок, содержащих щёлочи едкие.

В результате санитарно-гигиенических исследований выявлено соответствие содержания загрязняющих веществ рабочей зоны химических веществ и смесей их ПДК, что отвечает требованиям к допустимым условиям труда по химическому фактору (*табл. 1*).

Коэффициенты сочетанного действия веществ с однонаправленным механизмом действия — углерод оксида и азота оксидов, ароматических углеводородов (бензола и толуола) не превышают 1, что соответствует допустимым условиям труда (класс 2).

У всех работников основной группы отсутствуют профессиональные и общие хронические заболевания органов дыхания. Доступно по: <https://clck.ru/34mqc7> (дата обращения 30.11.2023)

<sup>2</sup> Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

<sup>3</sup> Спирометрия: Методические руководства. Российское респираторное общество. 2021. [https://spulmo.ru/upload/spirometriya\\_16\\_12\\_2021\\_extEd.pdf](https://spulmo.ru/upload/spirometriya_16_12_2021_extEd.pdf) (дата обращения: 30.10.2022).

<sup>4</sup> Клемент Р.Ф., Лаврушин А.А., Тер-Погосян П.А., Котгов Ю.М. Инструкция по применению формул и таблиц должных величин основных спирометрических показателей. Ленинград: ВНИИ пульмонологии МЗ СССР; 1986. – 79 с.

нов дыхания, что послужило основанием для оценки донологической диагностики нарушений ФВД работников, постоянно контактирующих с СОЖ (*табл. 2*).

По данным спирометрического исследования ФВД выявлены значения показателей, соответствующие должным величинам, при отсутствии статистически значимых различий между группами наблюдения.

Результаты исследований показали, что работники металлообрабатывающего производства при механической обработке и шлифовке подвергались воздействию комплекса токсических веществ, источниками которых являются СОЖ и продукты их термоокислительной деструкции. Основными поллютантами являются масла минеральные (нефтяные), обладающие канцерогенным действием, ароматические углеводороды (бензол и толуол), щёлочи едкие (растворы в пересчёте на гидроксид натрия), являющиеся веществами раздражающего типа действия, и комбинация веществ остронаправленного действия — оксиды азота и оксид углерода, содержание которых не превышает их ПДК. Согласно данным научной литературы, продукты термоокислительного разрушения, содержащихся в СОЖ минеральных и синтетических масел, могут оказывать раздражающее и общетоксическое действие на организм человека, вызывать раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей, приводить к воспалительным процессам в лёгочной ткани [20], при этом более выраженное повреждающее действие наблюдается при комбинированном воздействии паров масел и продуктов их термоокислительной деструкции [21], что способствует развитию хронического гипертрофического воспаления слизистых оболочек, липоидной пневмонии.

Имеются данные о том, что, содержащиеся в масляных СОЖ ароматические углеводороды, бензол и его гомологи, соединения серы, образующиеся вследствие термоокислительной деструкции масляной эмульсии, провоцируют развитие рака бронхов и лёгких [8]. Углерода оксид и оксиды азота оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки дыхательных путей, угнетают аэробное окисление в лёгочной ткани, вызывают нарушение ФВД [22]. Раздражающее воздействие на дыхательные пути также оказывают аэрозоль керосина, используемого в качестве СОЖ<sup>5</sup>.

Характерно, что у всех участников исследования, независимо от наличия контакта с СОЖ, показатели ФВД соответствуют должным величинам, что может указывать на идентичные условия труда работников основной и контрольной групп по химическому фактору. Это может свидетельствовать как о реализации на данном производстве адекватных мер по защите органов дыхания работников от воздействия вредного химического фактора, так и на перетекание вредных химических веществ на рабочие места других работников производства. Первое согласуется с данными других авторов [19] и результатами собственных ранее проведённых исследований [23]. При опросе большинство работников указало на обязательное использование средств индивидуальной защиты, предусмотренных требованиями охраны труда в соответствии с выполняемой рабочей операцией. На предприятии на должном уровне проводятся профилактические мероприятия: соблюдаются требования по охране труда к производству работ с СОЖ, имеются устройства дозированной и направленной подачи эмульсии в зону обработки металла и безостановочного

<sup>5</sup> Справочник химика 21. Химия и химическая технология. <https://www.chem21.info/info/508738/>

Таблица 1 / Table 1

**Содержание основных химических веществ в воздухе рабочей зоны при влажной обработке металла**  
**The content of the main chemicals in the air of the working area during wet processing of metal**

Наименование вещества, особенностями действия*	Фактическая концентрация, мг/м <sup>3</sup>		ПДК** мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Превышение ПДК, раз	Класс условный труда
	Кмр	Ксс				
Масла минеральные нефтяные	—	1,8–4,5	—/5	3	—	2
Углеводороды алифатические предельные C1–10 (в пересчёте на C)	10,44–26,9	8,65	900/300	4	—	2
Щёлочи едкие (растворы в пересчёте на гидроксид натрия)	0,34–0,45	—	0,5/—	2	—	2
Бензол	0,2–4,2	4,12	15/5	2	—	2
Метилбензол (толуол)	3,79–4,22	3,05	150/50	—	—	2
Углерод оксид (угарный газ; углерода окись)	5,5–6,0	—	—/20	4	—	2
Азота диоксид (азот (IV) оксид; азота двуокись)	0,46–1,2	—	2	3	—	2
Азота оксиды (азота окислы) (в пересчёте на NO <sub>2</sub> )	4,25–5,0	—	5	3	—	2
Керосин (в пересчёте на C)	55–72	5,5	600/300	4	—	2

Примечание: \* — СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и(или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Note: \* — SanPiN 1.2.3685-21 "Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and(or) harmlessness of environmental factors for humans"

Таблица 2 / Table 2

**Показатели функции внешнего дыхания с учётом работы в условиях контакта с СОЖ (M±SD)**  
**Indicators of respiratory function, taking into account work in contact with lubricating coolants (M±SD)**

Спирометрический показатель	Норма (% от должных величин)	Основная группа (n=105)	Контрольная группа (n=145)	p-уровень критерия Манна–Уитни
ЖЕЛ, % VC, %	81,3–111,4	95,27±14,93	96,24±13,58	0,405
ОФВ <sub>1</sub> , % FEV <sub>1</sub> , %	80,0–112,2	101,82±14,83	102,20±13,70	0,662
ОФВ <sub>1</sub> /ЖЕЛ, % FEV <sub>1</sub> /VC, %	84,2–109,6	83,15±6,87	83,71±7,70	0,489
ПОС, % PEF, %	74,2–115,7	85,20±19,02	85,63±20,23	1,000
МОС <sub>25</sub> , % MEF <sub>25</sub> , %	69,8–118,4	89,56±23,06	87,60±23,84	0,750
МОС <sub>50</sub> , % MEF <sub>50</sub> , %	62,6–122,8	99,87±24,88	102,55±27,40	0,701
МОС <sub>75</sub> , % MEF <sub>75</sub> , %	54,8–127,6	90,49±37,07	89,39±31,19	0,685

удаления загрязнённой жидкости из рабочей зоны, обеспечена эффективная общеобменная вентиляция производственных помещений и местная вытяжная вентиляция.

Удовлетворительные показатели ФВД у работников исследуемой группы также может быть следствием эффекта «здорового рабочего» [24]. Отчасти это может быть связано с эффектом здорового найма, при котором на заведомо более тяжёлую работу, связанную с воздействием неблагоприятных факторов, принимаются более здоровые работники. Далее происходит «естественный отбор», определяющийся увольнением работников, которые в силу различных причин, в том числе и связанных с состоянием здоровья, меняют место работы [25, 26].

Таким образом, профилактические мероприятия по снижению негативного воздействия производственных факторов на здоровье работников, проведение профессионального отбора при приёме на работу позволяют снизить риски нарушений в состоянии здоровья работников металлообрабатывающего производства. Однако

идентичные уровни показателей внешнего дыхания у работников настораживают и требуют проведения дополнительных углублённых клинико-лабораторных и функциональных исследований с учётом присутствующих в воздухе рабочей зоны поллютантов и их сочетанного воздействия.

Также для изучения вклада «эффекта здорового рабочего» в развитие нарушений здоровья работников, целесообразно проведение полуструктурированного социологического опроса с учётом возраста и стажа, направленного на выявление смены профессии и их причин.

**Ограничения исследования.** Исследование имеет региональные (одно предприятие Саратовской области) и профессиональные (работники металлообрабатывающего производства) ограничения.

**Выводы:**

1. Условия труда работников металлообрабатывающего производства, постоянно контактирующих со смазочно-охлаждающими жидкостями в процессе холодной обработки металла, по химическому фактору являются допустимы

ми, что подтверждает эффективность проводимых предупредительных мер для сохранения здоровья работников.

2. У работников металлообрабатывающего производства не выявлены профессиональные и общие хронические заболевания органов дыхания.

3. Показатели ФВД у работников основной и контрольной групп соответствуют должным величинам.

4. Для идентификации этиологического вклада хронических интоксикаций у работников, контактирующих

с СОЖ, в формирование патологии органов дыхания необходимо проведение дополнительных углублённых клинико-лабораторных и функциональных исследований с учётом воздействующих поллютантов.

5. Для установления возможного вклада «эффекта здорового рабочего» в состоянии здоровья работников металлообрабатывающего производства требуется проведение полуструктурированного социологического опроса с учётом возраста и стажа, направленного на выявление смены профессии и их причин.

### Список литературы (пп. 5, 9–10, 22–19, 24 см. References)

1. Румянцева А.В. Особенности условий труда работников в процессе металлообработки. *Охрана и экономика труда*. 2018; 3(32): 36–47.
2. Энгватова В.В., Давыдов Н.С. Анализ опасных и вредных производственных факторов в цехе металлообработки промышленного предприятия. *Электронный сетевой политехнический журнал «Научные труды КубГТУ»*. 2018; 1: 112–121.
3. Алборова М.А., Латышевская Н.И., Давыденко Л.А., Левченко Н.В. Гигиеническая оценка условий труда и приоритетные факторы риска здоровью станочников по металлообработке. *Прикаспийский вестник медицины и фармации*. 2020; 1(1): 14–19. <https://doi.org/10.17021/2020.1.1.14.19>
4. Ермолаева Н.В., Голубков Ю.В., Аунг К.П. Минимизация воздействия масляных смазочно-охлаждающих жидкостей на окружающую среду и человека средствами автоматизации. *Вестник МГТУ «Станкин»*. 2013; 1(24): 70–75.
6. Измеров Н.Ф. ред. *Российская энциклопедия по медицине труда*. М.: Медицина; 2005.
7. Балабанова Л.А., Камаев С.К., Имамов А.А., Радченко О.Р. Оценка риска нарушения состояния здоровья работников машиностроения. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(1): 76–79. <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-1-76-79>
8. Разаков Ж.П. Исследования загазованности при использовании смазочноохлаждающей жидкости. *Труды Ростовского государственного университета путей сообщения*. 2021; 4(57): 82–87.
11. Гусарова Д.В., Васильев А.В. Анализ негативного воздействия смазочноохлаждающих жидкостей в условиях химического производства и методов его снижения. *Башкирский химический журнал*. 2012; 5(19): 29–32.
20. Лазарев Н.В., Гадаскина И.Д. ред. *Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей*. Изд. 7-е, т. 3. Л.: Химия; 1977.
21. Минеральные масла. *Научные обзоры советской литературы по токсичности и опасности химических веществ*. № 1. М.: Центр международных проектов ГКНТ; 1982.
22. Мельникова Д.В., Волков Д.А. Анализ токсикологического воздействия смазочно-охлаждающих технологических средств промышленных предприятий на организм человека и окружающую среду. *Фундаментальные исследования*. 2014; 11–7: 1555–1559. <https://dck.ru/32iXgc> (дата обращения: 18.12.2022)
23. Райкова С.В., Мазилев С.И., Комлева Н.Е., Кузнецов Н.С., Бобылева Е.В. Факторы риска развития функциональных нарушений дыхательной системы у работников металлообрабатывающего производства. *Гигиена и санитария*. 2023; 102(5): 439–444. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-5-439-444>
25. Трубецков А.Д., Жиров К.С. «Эффект здорового рабочего» в различных областях медицины труда (обзор). *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2021; 29(2): 254–259. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2021-29-2-254-259>
26. Максимов С.А. Эффект здорового рабочего в эпидемиологических исследованиях. *Медицина в Кузбассе*. 2015; 14(2): 10–16.

### References

1. Rumyantseva A.V. Features of working conditions of workers in the process of metalworking. *Okhrana i ekonomika truda*. 2018; 3(32): 36–47 (in Russian).
2. Engovatova V.V., Davydov N.S. Analysis of hazardous and harmful production factors in the workshop of metalworking industrial enterprise. *Scientific works of KubGTU*. 2018; 1: 112–121 (in Russian).
3. Alborova M.A., Latyshevskaya N.I., Davydenko L.A., Levchenko N.V. Hygienic assessment of working conditions and priority risk factors for the health of metalworking machine operators. *Prikaspiyskiy vestnik meditsiny i farmatsii*. 2020; 1(1): 14–19. <https://doi.org/10.17021/2020.1.1.14.19> (in Russian).
4. Ermolaeva N.V., Golubkov Yu.V., Aung K.P. Minimization of the impact of oil cutting fluids on the environment and humans by means of automation. *Vestnik MGTU "Stankin"*. 2013; 1(24): 70–75 (in Russian).
5. Deepak R., Johnson J., DevWins L. Optimization of Cutting Parameters and Fluid Application Parameters during Turning of OHNS Steel. *Procedia Engineering*. 2014; 97: 172177.
6. Izmerov N.F. ed. *Russian Encyclopedia of Occupational Medicine*. Moscow: Medicine; 2005 (in Russian).
7. Balabanova L.A., Kamaev S.K., Imamov A.A., Radchenko O.R. Risk assessment of health disorders in employees at the machinery enterprise. *Gigiena i sanitariya*. 2020; 99(1): 76–79. <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-1-76-79> (in Russian).
8. Razakov Zh.P. Studies of gas contamination when using a cutting fluid. *Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya*. 2021; 4(57): 82–87 (in Russian).
9. Savitz D.A. Epidemiologic evidence on the carcinogenicity of metalworking fluids. *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 2003; 18(11): 913–20. <https://doi.org/10.1080/10473220390237539>
10. Gondouin A., Manzoni P., Ranfaing E., Brun J., Cadranet J., Sadoun D., Cordier J.F., Depierre A., Dalphin J.C. Exogenous lipid pneumonia: a retrospective multicentre study of 44 cases in France. *Eur Respir J*. 1996; 9(7): 1463–9. <https://doi.org/10.1183/09031936.96.09071463>
11. Gusarova D.V., Vasil'yev A.V. Analysis of the negative impact of cutting fluids in the conditions of chemical production and methods for its reduction. *Bashkirskiy khimicheskij zhurnal*. 2012; 5(19): 29–3230. (in Russian).
12. Bukowski J.A. Review of respiratory morbidity from occupational exposure to oil mists. *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 2003; 18(11): 828–37. <https://doi.org/10.1080/10473220390237331>
13. Molyneaux P.L., Maher T.M. Time for an international consensus on hypersensitivity pneumonitis. A call to arms. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2017; 196(6): 665–666. <https://doi.org/10.1164/rccm.201707-1439ED33>
14. Barber C.M., Burton C.M., Robinson E., Crook B., Evans G., Fishwick D. Hypersensitivity pneumonitis due to metalworking fluid exposures. *Chest*. 2013; 143(4): 1189. <https://doi.org/10.1378/chest.12-2865>

15. Mirer F.E. New evidence on the health hazards and control of metalworking fluids since completion of the OSHA advisory committee report. *Am. J. Ind. Med.* 2010; 53(8): 792–801. <https://doi.org/10.1002/ajim.20853>
16. Robertson W., Robertson A.S., Burge C.B., Moore V.C., Jaakkola M.S., Dawkins P.A., Burd M., Rawbone R., Gardner I., Kinoulty M., Crook B., Evans G.S., Harris-Roberts J., Rice S., Burge P.S. Clinical investigation of an outbreak of alveolitis and asthma in a car engine manufacturing plant. *Thorax.* 2007; 62(11): 981–990. <https://doi.org/10.1136/thx.2006.072199>
17. Tillie-Leblond I., Grenouillet F., Reboux G., Roussel S., Chouraki B., Lorthois C., Dalphin J.C., Wallaert B., Millon L. Hypersensitivity pneumonitis and metalworking fluids contaminated by mycobacteria. *Eur. Respir. J.* 2011; 37(3): 640–7. <https://doi.org/10.1183/09031936.00195009>
18. Barber C.M., Wiggans R.E., Carder M., Agius R. Epidemiology of occupational hypersensitivity pneumonitis; reports from the SWORD scheme in the UK from 1996 to 2015. *Occup. Environ. Med.* 2017; 74: 528–530.
19. Park D., Chin K., Kwag H., Youn K., Choi S., Ha K., Yoon C., Yim S. Effect of metalworking fluid mist exposure on cross-shift decrement in peak expiratory flow. *J. Occup. Health.* 2007; 49(1): 25–31. <https://doi.org/10.1539/joh.49.25>
20. Lazarev N.V., Gadaskina I.D. eds. *Harmful substances in industry. Handbook for chemists, engineers and doctors.* Ed. 7<sup>th</sup>, vol. 3. Leningrad: Khimiya; 1977 (in Russian).
21. Mineral oils. *Scientific reviews of Soviet literature on the toxicity and danger of chemicals. No. 1.* Moscow: Tsentr mezhdunarodnykh proyektov GKNT; 1982 (in Russian).
22. Melnikova D.V., Volkov D.A. Analysis of the toxicological impact of lubricating-cooling technological means of industrial enterprises on the human body and the environment. *Fundamental'nyye issledovaniya.* 2014; 11–7: 1555–1559. <https://clck.ru/32iXgc> (in Russian).
23. Raikova S.V., Mazilov S.I., Komleva N.E., Kuznetsov N.S., Bobyleva E.V. Analysis of risk factors for the formation of functional disorders of the respiratory system in metalworking employees. *Gigiena o sanitariya.* 2023; 102(5): 439–444. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-5-439-444> (in Russian).
24. Mc Michael A.J. Standardized mortality ratio and the “healthy worker effect”: Scratching beneath the surface. *J. Occup. Med.* 1976; 18(3): 165–8.
25. Trubetskov A.D., Zhyrov K.S. The effect of healthy worker» in various areas of occupational medicine: the publications review. *Probl. Sotsialnoj Gig. Zdravookhraneniya i Istor. Med.* 2021; 29(2): 254–259. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2021-29-2-250-253> (in Russian).
26. Maksimov S.A. Healthy worker effect in epidemiological studies. *Meditina v Kuzbasse.* 2015; 14(2): 10–16 (in Russian).