

4. **Аксенович, Л. А.** Физика в средней школе / Л. А. Аксенович, В. И. Зенькович, К. С. Фарино. – Минск: Аверсэв, 2010. – 1102 с.
5. Окаменевшие капли дождя расскажут о древней атмосфере // BBC. – URL: [https://www.bbc.com/russian/science/2012/12/121204_ancient_rain_drops#:~:text= \(дата обращения: 01.10.2024\).](https://www.bbc.com/russian/science/2012/12/121204_ancient_rain_drops#:~:text= (дата обращения: 01.10.2024).)
6. **Брыль, С. В.** Вертикальное эффективное давление удара капли о почву / С. В. Брыль, М. С. Зверьков // Природоустройство. – 2016. – № 2. – С. 62–67.
7. **Стеценко, В. Ю.** О структуре воды / В. Ю. Стеценко // Литье и металлургия. – 2024. – № 3. – С. 98–99.
8. **Марукович, Е. И.** О броуновском движении в жидкостях / Е. И. Марукович, В. Ю. Стеценко, А. В. Стеценко // Литье и металлургия. – 2020. – № 4. – С. 75–77.
9. Физико-химические свойства окислов: справочник / Под ред. Г. В. Самсонова. – М.: Металлургия, 1978. – 472 с.
10. **Зверьков, М. С.** Численные исследования удара капли о твердую поверхность / М. С. Зверьков // Природообустройство. – 2016. – № 2. – С. 17–20.
11. **Полинг, Л.** Общая химия / Л. Полинг. – М.: Мир, 1974. – 846 с.
12. **Жук, Н. П.** Курс теории коррозии и защиты металлов / Н. П. Жук. – М.: Металлургия, 1976. – 474 с.

REFERENCES

1. *Kaplya kamen' tochit* [A drop sharpens a stone]. Available at: <https://stihi.ru/pics/2016/05/29/7126.jpg> (accessed 1 October 2025).
2. **Geguzin Ya. E.** *Kaplya* [A drop]. Moscow, Nauka, 1973, 160 p.
3. **Sultanalieva R. M., Konushbaeva A. T., Turdubaeva Ch. B.** *Opredelenie prochnostnykh pokazatelej gornyx porod pri odnoosnom szhatii i rastyazhenii* [Determination of the strength parameters of rocks under uniaxial compression and tension]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij*, 2021, no. 5, pp. 61–66.
4. **Aksenovich L. A., Zen'kovich V. I., Farino K. S.** *Fizika v srednej shkole* [Physics in high school]. Minsk, Aversev Publ., 2010, 1102 p.
5. *Okamenevshie kapli dozhdya rasskazhut o drevnej atmosphere* [Petrified raindrops will tell you about the ancient atmosphere]. Available at: [https://www.bbc.com/russian/science/2012/12/121204_ancient_rain_drops#:~:text= \(accessed 1 October 2025\).](https://www.bbc.com/russian/science/2012/12/121204_ancient_rain_drops#:~:text= (accessed 1 October 2025).)
6. **Bryl' S. V., Zver'kov M. S.** *Vertikal'noe effektivnoe davlenie udara kapli o pochvu* [Vertical effective pressure of impact of a drop on the soil]. *Prirodoobustrojstvo = Environmental Engineering*, 2016, no. 2, pp. 62–67.
7. **Stetsenko V. Yu.** *O strukture vody* [About the structure of water]. *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*, 2024, no. 3, pp. 98–99.
8. **Marukovich E. I., Stetsenko V. Yu., Stetsenko A. V.** *O brounovskom dvizhenii v zhidkostyah* [On Brownian motion in liquids]. *Lit'e i metallurgiya = Foundry Production and metallurgy*, 2020, no. 4, pp. 75–77.
9. *Fiziko-himicheskie svoystva okislov: spravochnik* [Physicochemical properties of oxides: reference book]. Pod red. G. V. Samsonova. Moscow, Metallurgiya Publ., 1978, 472 p.
10. **Zver'kov M. S.** *CHislennyye issledovaniya udara kapli o tverduyu poverhnost'* [Numerical studies of the impact of a drop on a solid surface]. *Prirodoobustrojstvo = Environmental Engineering*, 2016, no. 2, pp. 17–20.
11. **Poling L.** *Obshchaya himiya* [General Chemistry]. Moscow, Mir Publ., 1974, 846 p.
12. **Zhuk N. P.** *Kurs teorii korrozii i zashchity metallov* [The course of the theory of corrosion and protection of metals]. Moscow, Metallurgiya Publ., 1976, 474 p.



УДК 621.74:628.517

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА НА ПРОФЕССИОНАЛЬНУЮ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ РАБОТАЮЩИХ В ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХАХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОТЛИВОК ИЗ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ

А. М. ЛАЗАРЕНКОВ, И. А. ИВАНОВ, М. А. САДОХА, Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь, пр. Независимости, 65. E-mail: cadoxa@bntu.by

Рассмотрено влияние условий труда на работающих в литейных цехах при производстве отливок из железоуглеродистых сплавов. Приведены результаты анализа профессиональных заболеваний в литейных цехах с разным характером производства. Отмечено, что наибольшее количество профессиональных заболеваний по месту их происхождения приходится на обрубочно-очистной, формовочный и плавно-заливочный участки литейных цехов, а наибольшее количество случаев в литейных цехах с различным характером производства – на профессии обрубщика, чистильщика литья, выбивальщика отливок, формовщика, плавильщика, заливщика.

Ключевые слова. Литейный цех, профессиональное заболевание, условия труда, характер производства, профессии, работающий.

THE INFLUENCE OF WORKING CONDITIONS ON THE OCCUPATIONAL MORBIDITY OF WORKERS IN FOUNDRIES IN THE PRODUCTION OF CASTINGS FROM IRON-CARBON ALLOYS

A. M. LAZARENKOV, I. A. IVANOV, M. A. SADOKHA, Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus, 65, Nezavisimosti Ave. E-mail: cadoxa@bntu.by

The influence of working conditions on workers in foundries in the production of castings from iron-carbon alloys is considered. The results of the analysis of occupational diseases in foundries with different types of production are presented. It is noted that the highest number of occupational diseases by workplace location occurs in the cutting and cleaning, molding and casting areas of foundries, and the highest number of cases in foundries with a different type of production are in the professions of cutting, casting cleaner, casting knocker, moldmaker, smelter, filler.

Keywords. Foundry, occupational disease, working conditions, nature of production, profession, employee.

Для установления влияния условий труда на профессиональную заболеваемость литейщиков были проведены исследования работающих в литейных цехах (сталелитейных, чугунолитейных). Воздействие отдельных производственных факторов (пыль, шум, вибрация) на организм литейщиков может привести к случаям профессиональной заболеваемости, что наиболее наглядно отмечается в литейных цехах при производстве отливок из железоуглеродистых сплавов. Анализ заболеваемости проводили по данным карт учета профессиональных заболеваний и результатам периодических медицинских осмотров (ежегодных) за период с 2019 по 2024 годы.

В качестве показателей использовали два основных критерия определения степени воздействия производственных факторов на работающих. Первый характеризует частоту заболеваемости и выражается количеством случаев, приходящихся на одну или десять тысяч работающих, а второй – средние сроки развития заболевания (в годах работы по профессии до появления первых признаков заболевания). Также учитывали влияние социальных показателей (стаж работы по специальности).

Изучение состояния профессиональной заболеваемости показало, что в литейных цехах регистрируются наиболее распространенные среди литейщиков заболевания от воздействия пыли (силикоз и пылевой бронхит), вибрации (вибрационная болезнь), шума (нейросенсорная тугоухость) [1–4, 8, 9, 13].

В табл. 1 приведено распределение характерных профессиональных заболеваний в литейных цехах по виду выплавляемого сплава (сталь, чугун). Высокий процент случаев заболеваний силикозом и пылевым бронхитом в сталелитейных и чугунолитейных цехах объясняется высокими концентрациями

кварцсодержащей пыли, в среднем порядка 10–24 мг/м³, и содержанием в пыли кремнезема, определяющего ее силикоопасность, порядка 59–83 %. Более напряженная тепловая обстановка в цехах способствует большей степени воздействия пыли на организм человека.

Таблица 1. Распределение профессиональных заболеваний по литейным цехам (по виду выплавляемого сплава)

Наименование профессионального заболевания	Количество случаев заболеваемости в литейных цехах, %	
	сталелитейных	чугунолитейных
Нейросенсорная тугоухость	35,8	33,8
Вибрационная болезнь	15,7	18,9
Силикоз	28,4	27,6
Пылевой бронхит	20,1	19,7

Сравнение распределения заболеваемости силикозом и пылевым бронхитом у работающих в цехах чугунного и стального литья показало, что в цехах стального литья силикоз и пылевой бронхит развиваются чаще. Причем установлено, что силикоз у работающих в цехах стального литья в среднем развивается через 18,4 года, а у работающих в цехах чугунного литья – через 20,7 года, что подтверждается данными работ [8, 9, 10, 12, 13]. Различия в показателях для стале- и чугунолитейных цехов объясняются более высокой агрессивностью пыли в цехах стального литья, так как под воздействием высоких температур кремнезем переходит в модификацию кристобалит и тридимит, которые обладают более выраженной фиброгенностью.

Отличия в выраженности отдельных профессиональных заболеваний в цехах с различным характером производства (табл. 2) обуславливаются степенью тяжести труда и воздействием на организм работающих производственных факторов, которые определяются неодинаковой степенью автоматизации и механизации работ, разной продолжительностью контакта с вредными факторами, обусловленной технологией литья, и размерами обрабатываемых отливок.

Таблица 2. Распределение профессиональных заболеваний по литейным цехам с различным характером производства

Наименование профессионального заболевания	Количество случаев заболеваемости в литейных цехах с характером производства, %		
	массовым	серийным	единичным
Нейросенсорная тугоухость	36,7	34,8	28,3
Вибрационная болезнь	15,4	17,8	22,6
Силикоз	23,1	25,4	27,2
Пылевой бронхит	24,8	22,0	21,9

Распределение профессиональной заболеваемости по профессиям работающих в литейных цехах с различным характером производства приведено в табл. 3. Как видно из таблицы, наибольший коэффициент заболеваемости K_z (число случаев на 1000 работающих) приходится на профессии обрубщика, чистильщика литья, выбивальщика отливок, что достаточно хорошо согласуется с комплексом производственных факторов условий труда на рабочих местах соответствующих участков [1, 3, 5, 6, 8].

Таблица 3. Распределение профессиональных заболеваний по профессиям работающих в литейных цехах с различным характером производства

Профессия	Коэффициент заболеваемости K_z (число случаев на 1000 работающих) в литейных цехах с характером производства			
	массовым	серийным	единичным	усредненный
Обрубщик	5,28	5,74	6,13	5,72
Плавильщик-заливщик	1,63	1,41	1,06	1,37
Формовщик	2,08	1,59	1,24	1,64
Стерженщик	1,27	1,13	0,87	1,09
Выбивальщик отливок	2,86	2,62	2,29	2,59
Чистильщик литья (наждачник)	3,91	3,74	3,29	3,65
Земледел	0,58	0,46	0,21	0,42

В табл. 4 приведены результаты профессиональных заболеваний (по коэффициенту заболеваемости K_z) для основных профессий работающих в целом по литейным цехам, а также отдельно в сталелитейных и чугунолитейных цехах.

Таблица 4. Распределение профессиональных заболеваний по видам для основных профессий работающих в литейных цехах

Профессия	Коэффициент заболеваемости K_z (число случаев на 1000 работающих в литейных цехах)														
	общее по литейным цехам					в том числе по цехам									
						сталелитейным					чугунолитейным				
	всего	вибро- болезнь	нейро- сенсорная тугоухость	силикоз	пылевой бронхит	всего	вибро- болезнь	нейро- сенсорная тугоухость	силикоз	пылевой бронхит	всего	вибро- болезнь	нейро- сенсорная тугоухость	силикоз	пылевой бронхит
Обрубщик	5,72	0,99	1,99	1,60	1,14	3,12	0,57	1,08	0,86	0,61	2,60	0,42	0,91	0,74	0,53
Плавильщик- заливщик	1,37		0,58	0,36	0,43	0,72		0,28	0,23	0,21	0,65		0,30	0,13	0,22
Формовщик	1,64	0,31	0,59	0,40	0,34	0,79	0,15	0,32	0,18	0,14	0,85	0,16	0,31	0,19	0,19
Стерженщик	1,09	0,09	0,47	0,28	0,25	0,58	0,04	0,25	0,16	0,13	0,51	0,05	0,22	0,14	0,10
Выбивальщик отливок	2,59	0,27	0,91	0,81	0,60	1,36	0,13	0,48	0,39	0,36	1,23	0,14	0,43	0,32	0,34
Чистильщик литья	3,65	0,62	1,27	0,83	0,93	1,98	0,27	0,71	0,52	0,48	1,67	0,35	0,56	0,44	0,32
Земледел	0,42		0,14	0,16	0,12	0,22		0,08	0,09	0,05	0,20		0,06	0,07	0,07

При сравнительном анализе экспериментальных данных можно заметить, что наиболее неблагоприятной является профессия обрубщика, особенно по числу зарегистрированных случаев профессиональных болезней (по литейным цехам $K_z = 5,72$). На долю отдельных профессиональных заболеваний приходится на вибрационную болезнь – 17,3%, нейросенсорную тугоухость – 34,8, силикоз – 28, пылевой бронхит – 19,9% от всех случаев заболеваний обрубщиков. Кроме того, в группе обрубщиков зарегистрированы самые короткие сроки развития вибрационной болезни (10,2 года), нейросенсорной тугоухостью (15,1 год), силикоза (16,1 год), пылевой болезни (15,7 года), что подтверждает значительное влияние условий труда на работающих, о чем свидетельствуют и данные работ [1, 7, 8, 11].

Неблагоприятное положение с профессиональной заболеваемостью отмечается и в группе чистильщиков литья (наждачников), в которой коэффициент заболеваемости K_z равен 3,65. На долю отдельных профессиональных заболеваний приходится на вибрационную болезнь – 17,0%, нейросенсорную тугоухость – 34,8, силикоз – 36,5, пылевой бронхит – 25,5% от всех случаев заболеваний чистильщиков литья. Сроки развития вибрационной болезни составляют 12,5 лет, нейросенсорной тугоухостью – 15,9 года, силикоза – 17,2 года, пылевой болезни – 15,7 года.

Следует отметить и профессию выбивальщика отливок, у которой также достаточно высокий коэффициент заболеваемости $K_z = 2,59$. На долю отдельных профессиональных заболеваний приходится на вибрационную болезнь 10,4%, нейросенсорную тугоухость – 35,1, силикоз – 31,3, пылевой бронхит – 23,2% от всех случаев заболеваний чистильщиков литья. Сроки развития вибрационной болезни составляют 14,9 года, нейросенсорной тугоухостью – 17,8 года, силикоза – 18,3 года, пылевой болезни – 17,7 года.

Наибольшее число профессиональных заболеваний связано с воздействием на работающих чрезмерного шума от используемого литейного оборудования, более высоким уровнем механизации и автоматизации и продолжительным воздействием.

Значительное количество заболеваний вибрационной патологией объясняется тем, что в литейных цехах всех характеров производства работающие (особенно обрубщики и чистильщики литья), кроме больших физических нагрузок, выполняют работы в вынужденных напряженных позах, подвергаются тепловым нагрузкам и охлаждающему микроклимату, что способствует развитию вибрационной болезни.

Заболеваемость силикозом и пылевым бронхитом в группах обрубщиков и чистильщиков литья (наждачников) также весьма высокая из-за повышенного пригара, приводящего к образованию мелких фракций кремнезема.

Продолжительность развития профессиональных заболеваний у работающих основных профессий в литейных цехах приведена в табл. 5.

Таблица 5. Распределение профессиональных заболеваний по продолжительности развития болезни у работающих в литейных цехах

Профессия	Средняя продолжительность развития болезни, лет			
	вибрационная болезнь	нейросенсорная тугоухость	силикоз	пылевой бронхит
Обрубщик	10,2	15,1	16,1	15,7
Плавильщик-заливщик		22,4	21,9	20,0
Формовщик	20,6	18,7	20,6	19,1
Стерженщик	18,8	19,3	18,4	19,2
Выбивальщик отливок	14,9	17,8	18,3	17,7
Чистильщик литья (наждачник)	12,5	15,9	17,2	16,4
Земледел		22,6	20,8	19,9

Анализ данных показывает, что самые короткие сроки развития всех профессиональных заболеваний в литейных цехах отмечаются у обрубщиков и чистильщиков литья.

Проблему сохранения здоровья литейщиков необходимо решать комплексно с учетом всех производственных факторов, определяющих условия труда, на основе модернизации литейного оборудования с учетом выявленных конструктивных недостатков, расширения сферы использования манипуляторов и роботов при выполнении тяжелых и опасных ручных операций, значительного улучшения условий труда работающих особенно на формовочных, плавильно-заливочных и обрубочно-очистных участках, постоянного внимания организационным мероприятиям и строгого профессионального отбора работающих для литейного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазаренков, А. М. Воздействие факторов производственной среды на работающих в литейном производстве / А. М. Лазаренков, И. А. Иванов, М. А. Садоха // *Литье и металлургия*. – 2023. – № 2. – С. 129–135.
2. Оценка условий труда и здоровья работников литейного производства / Е. А. Трушкова, С. Ю. Насонова, А. Н. Теньгаева [и др.] // *Актуальные проблемы науки и техники. Материалы нац. науч.-практ. конф.* – Ростов н/Д, 2020. – С. 323–3255.
3. Толмачева, Л. В. Анализ опасных и вредных факторов современного литейного производства машиностроительных отраслей / Л. В. Толмачева, Т. Н. Новоселова, И. К. Фазлиев // *Достижения современной науки и образования. Материалы I междунар. междисциплин. конф.* – Ростов н/Д, 2017. – 86–88.
4. Молев, М. Д. Оценка воздействия производственного шума на работников литейных цехов / М. Д. Молев, А. И. Шеметов // *Научный альманах*. – 2017. – Т. 10. – № 2. – С. 109–12.
5. Плошкин, В. В. К оценке профессиональных рисков в литейном производстве / В. В. Плошкин, С. И. Казак // *Промышленная экология и охрана труда*. – 2010. – С. 63–72.
6. Лазаренков, А. М. Методика комплексной оценки условий труда в литейном производстве / А. М. Лазаренков, Т. П. Кот // *Литье и металлургия*. – 2021. – № 3. – С. 112–117.
7. Лазаренков, А. М. О влиянии условий труда на работающих в литейных цехах / А. М. Лазаренков // *Литейное производство*. – 2020. – № 3. – С. 33–36.
8. Влияние условий труда на профессиональную заболеваемость литейщиков / А. М. Лазаренков, С. А. Хорева, В. В. Мельниченко [и др.] // *Литейное производство*. 2006. – № 3. – С. 23–25.
9. Лазаренков, А. М. Анализ профессиональной заболеваемости работающих в литейном производстве / А. М. Лазаренков, С. А. Хорева, В. В. Мельниченко // *Литье и металлургия*. – 2011. – № 2 (60). – С. 186–191.
10. Лазаренков, А. М. Комплексная оценка условий и безопасности труда работающих в литейном производстве / А. М. Лазаренков, Ю. А. Николайчик // *Литье и металлургия*. – 2021. – № 4. – С. 116–122.
11. Лазаренков, А. М. Исследование влияния условий труда на работающих в литейных цехах / А. М. Лазаренков // *Литье и металлургия*. – 2019. – № 2. – С. 134–137.
12. Лазаренков, А. М. Оценка условий труда работающих в литейных цехах с массовым характером производства / А. М. Лазаренков // *Литье и металлургия*. – 2017. – № 4(89). – С. 134–137.
13. Лазаренков, А. М. Состояние и прогнозирование профессиональных заболеваний в литейных цехах / А. М. Лазаренков // *Литейное производство*. – 2024. – № 11. – С. 29–34.

REFERENCES

1. Lazarenkov A. M., Ivanov I. A., Sadokha M. A. Vozdejstvie faktorov proizvodstvennoj sredy na rabotajushhih v litejnom proizvodstve [Impact of production environment factors on workers in foundry production]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2023, no. 2, pp. 129–135.
2. Trushkova E. A., Nasonova S. Ju., Ten'gaeva A. N., Omel'chenko E. V. Ocenka uslovij truda i zdorov'ja rabotnikov litejnogo proizvodstva [Assessment of working conditions and health of workers in foundry production]. *Materialy nacional'noj nauchno-*