

УДК 621.74:658.382

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А.М. ЛАЗАРЕНКОВ, д-р техн. наук, **И.А. ИВАНОВ**, д-р техн. наук
Белорусский национальный технический университет

Проведена оценка влияния применяемых в литейном производстве технологических процессов и производственного оборудования, уровня механизации и автоматизации, условий труда, квалификации работающих на показатели травматизма, а также распределении их по участкам литейных цехов с разным характером производства, по профессиям работающих, по причинам несчастных случаев.

Ключевые слова: условия труда, литейное производство, травматизм, квалификация работающих, несчастные случаи.

ANALYSIS OF LABOR SAFETY CONDITIONS IN THE CASTING PRODUCTION

A.M. LAZARENKOV, Dr. of Engineering Sciences, **I.A. IVANOU**,
Dr. of Engineering Sciences
Belarusian National Technical University

The influence of the technological processes and production equipment used in the foundry, the level of mechanization and automation, working conditions, the qualifications of workers on the indicators of injuries, as well as their distribution among the sections of foundries with a different nature of production, by occupation, due to accidents are discussed in this paper.

Keywords: working conditions, foundry, injuries, qualifications of workers, accidents.

Литейные технологические процессы характеризуются значительным количеством вредных экологических факторов [1]. Помимо загазованности и запыленности атмосферы, на долю которых

приходится до 70 % всех вредных воздействий литейного производства [2], значительную отрицательную роль играют шумы и вибрация технологического оборудования, воздействие теплового излучения. Кроме этого, стоит отметить отрицательную роль значительной доли ручного труда и особенностей организации внутрицеховых транспортных процессов, связанных с многообразием типа оборудования. Все это вместе неблагоприятно воздействует на рабочих литейных цехов, требует от них повышенного внимания и большого физического напряжения. Такие условия труда способствует созданию предпосылок к нарушению правил безопасности со стороны работников и повышению, как следствие, производственного травматизма [3, 4].

Правила технической безопасности и охраны труда в литейном производстве (Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям и Министерства промышленности Республики Беларусь от 03.01.2005 № 1/1) [5] и Правила по обеспечению промышленной безопасности при получении, транспортировании, использовании расплавов черных и (или) цветных металлов и сплавов на основе этих расплавов (Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 29.05.2017 № 19) [6] устанавливают требования, соблюдение которых должно обеспечивать безопасность труда литейщиков и готовность предприятий, эксплуатирующих опасные производственные объекты, предотвратить аварии и производственный травматизм. Эти постановления устанавливают требования к производственным литейным процессам, определяют требования к организации безопасных условий труда на различных технологических этапах и при работе с литейным оборудованием, определяют порядок применения средств индивидуальной защиты, требования к производственным зданиям и сооружениям, ответственность за нарушение требований данных положений.

Однако модернизация литейных и металлургических цехов, проводимая на предприятиях Республики Беларусь, связанная с внедрением современных сталеразливочных систем и оборудования для внепечной обработки стали и чугунов [7, 8], а также широкое внедрение новых технологий, как в производстве отливок [9], так и в очистке газовых выбросов [10, 11], требует постоянного совершенствования подходов к правильной организации безопасных условий

труда в литейных цехах. Разработка таких подходов должна опираться, в первую очередь, на систематизацию имеющихся данных по таким объективным показателям, как производственный травматизм.

Цель данной работы заключается в оценке влияния применяемых в литейном производстве технологических процессов и производственного оборудования, уровня механизации и автоматизации, условий труда, квалификации работающих на показатели травматизма, а также распределении их по участкам литейных цехов с разным характером производства, по профессиям работающих, по причинам несчастных случаев.

Анализ производственного травматизма имеет целью определить основные закономерности, которые вызывают появление несчастных случаев. Каждому несчастному случаю предшествуют определенные отклонения от нормального хода производства. Причины, по которым таких отклонений особенно много наблюдается в литейных цехах, связаны с наличием большого количества опасных производственных факторов, трудоемкостью операций и т.д.

Безопасность и безвредность условий труда зависят от двух групп факторов: производственно-технических (организационные, технические, факторы производственной среды) и психофизиологических. Поэтому при анализе производственного травматизма в литейных цехах необходимо учитывать комплекс факторов, от которых зависят условия труда на производстве.

Исследование производственного травматизма в литейных цехах проводили на основе детального изучения данных актов по форме Н-1 и первичных материалов расследования несчастных случаев с использованием статистического анализа, что позволило определить динамику и выявить закономерности роста или снижения показателей травматизма. Основными показателями, которыми оперируют при использовании этого метода, является коэффициент частоты $K_{\text{ч}}$ и коэффициент тяжести $K_{\text{т}}$ травматизма.

За основу взяты результаты анализа производственного травматизма в чугунно- и сталелитейных цехах с массовым, серийным и мелкосерийным характерами производства. Значения коэффициентов частоты и тяжести травматизма представлены в таблице 1. Распределение несчастных случаев анализировалось по участкам це-

хов, по профессии, возрасту и стажу работы в литейных цехах пострадавшего, времени происшествия, характеру повреждения, причинам и травмирующему фактору за пятилетний период.

Таблица 1 – Распределение показателей травматизма в литейных цехах

Литейные цеха	Показатели травматизма	
	$K_{\text{ч}}$	$K_{\text{т}}$
чугунолитейные	3,3	18,3
сталелитейные	6,1	23,5
средняя величина	4,7	20,9

Результаты исследований показали, что уровень производственного травматизма в литейных цехах достаточно высок. Основные показатели превышают общезаводские в 1,33–1,64 раза. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что показатели травматизма зависят и от характера производства литейных цехов. Средние значения коэффициентов частоты $K_{\text{ч}}$ и тяжести $K_{\text{т}}$ травматизма имеют наибольшие величины в литейных цехах массового производства. Это можно объяснить наиболее высоким уровнем механизации и автоматизации и наиболее неблагоприятными условиями труда, так как воздействие факторов производственной среды в течение всей рабочей смены приводит к утомлению, снижению работоспособности, ослаблению внимания, замедлению реакций и тем самым способствуют возникновению травмоопасных ситуаций.

Прослеживается тенденция снижения значений коэффициента $K_{\text{ч}}$ в цехах с любым характером производства. Однако коэффициент тяжести травматизма $K_{\text{т}}$, как правило, возрастает, что, по всей вероятности, связано с увеличением травмирования работающих машинами и механизмами при росте степени механизации производства. А это, как правило, приводит к более серьезным последствиям. Особенно наглядно виден этот рост в цехах массового производства.

Отметим, что для объективности результатов анализируемый период должен быть не более 10 лет, а наиболее достоверный прогноз можно получить при введении систематических периодических прогнозов раз в 5 лет. Такой подход позволит принимать более

обоснованные решения по предупреждению травматизма в литейных цехах.

Известно, что вредные производственные факторы снижают работоспособность работающих, повышают утомляемость, притупляют внимание и тем самым способствуют возникновению травматических ситуаций. Собранные данные о неблагоприятных факторах производственной среды коррелируют с количеством несчастных случаев. Так, исследования показали, что наибольшее количество фиксируемых несчастных случаев приходится на обрубочно-очистной, формовочный и плавильно-заливочный участки (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение несчастных случаев по участкам литейных цехов

Участок литейного цеха	Количество травм за год (в % к общему количеству несчастных случаев)		
	чугунолитейные цеха	сталелитейные цеха	общее количество
смесеприготовительный	1,1	2,0	3,1
стержневой	1,0	1,3	2,3
формовочный	8,2	10,7	18,9
шихтовый	1,7	2,5	4,2
плавильно-заливочный	8,3	11,2	19,5
обрубочно-очистной	15,4	20,8	36,2
службы	7,3	8,5	15,8

Особо следует отметить, что, несмотря на более высокий уровень механизации обрубочных участков литейных цехов, характерный для условий массового производства, процент травм превышает подобные показатели для других участков. По всей вероятности это связано с тем, что на данных участках имеется значительное количество работ, выполняемых вручную (навешивание и съём отливок с подвесных конвейеров, обрубка, погрузка в тару и т.д.) с сочетанием высокой напряженности труда в неблагоприятных производственных условиях (значительные уровни шума, вибрации, повышенная запыленность). Исследования фиксируют высокий уровень травматизма также в цехах мелкосерийного производства по той же причине (высокая доля ручного труда, связанного с под-

готовкой форм, набором, транспортировкой и заливкой жидкого металла, извлечением отливок). Все эти физически напряженные работы также выполняются в условиях высоких тепловых потоков и температур, повышенного шума и запыленности воздуха.

Также обращает внимание тот факт, что в условиях мелкосерийного производства на плавно-заливочных участках литейных цехов отмечается более высокий процент несчастных случаев по сравнению с цехами массового производства. Это можно объяснить тем, что, несмотря на более благоприятные условия труда, заливка форм на этих участках чаще всего осуществляется на плацу, где невозможно предусмотреть все меры предосторожности.

Следует отметить службы механика, энергетика и другие службы, работники которых приносят около 16 % всех случаев. Это, в основном, относится к литейным цехам с массовым и серийным типами производства, где уровень механизации и автоматизации составляет порядка 65–80 %. Это можно объяснить тем, что ремонтные работы также проводятся в неблагоприятных производственных условиях (повышенный шум, запыленность, загазованность, высокие температуры, недостаточная освещенность, неудобные напряженные позы). Все это способствует утомлению, снижению внимания и, как следствие, приводит к возникновению несчастных случаев.

Наиболее травмоопасными в литейных цехах всех типов производств являются профессии формовщика, обрубщика, плавильщика, заливщика и слесаря-ремонтника (таблица 3). Значительный травматизм наблюдается среди заливщиков в цехах мелкосерийного и серийного производств, где формы заливаются на плацу, что приводит к возрастанию мер предосторожности в сравнении с заливкой на конвейерах. Анализируя ситуацию с большими рисками травм и ухудшения здоровья в литейном производстве, группа исследователей из School of Sport and Health Science Cardiff Metropolitan University отмечает, что усилия по повышению стандартов безопасности и гигиены труда должны быть дополнены привлечением самих производственных рабочих к планированию работ. По мнению данных исследователей это может создать здоровую психосоциальную сре-

ду, в которой руководству будет легче обеспечить создание здорового и безопасного рабочего места [12].

Следует отметить, что соотношение количества травм по профессиям ежегодно в каждом цехе меняется и суммарно находится на одном уровне. В то же время на профессии обрубщика, формовщика и слесаря-ремонтника практически ежегодно приходится количество травм, близкое к указанным выше величинам. При этом наибольшее количество травм приходится на литейщиков, обрабатывающих значительные по объему и достаточно сложные по конструкции отливки. Причина такого состояния дел на литейных участках в несовершенстве технологии формовочных работ. А именно, в использовании формовочной смеси недостаточной прочности, что приводит к литейным дефектам, хаотично расположенным на поверхности отливок. Это исключает применение дистанционных средств очистки и определяет значительный объем обрубных работ.

Таблица 3 – Распределение несчастных случаев по профессиям пострадавших

Профессия	Количество травм за год в литейных цехах (в % к общему количеству несчастных случаев)		
	чугунолитейных	сталелитейных	общее
земледел	0,9	1,5	2,4
стерженщик	1,4	1,6	3,0
формовщик	8,0	9,6	17,6
шихтовщик	1,2	1,7	2,9
огнеупорщик	1,4	2,8	4,2
плавильщик металла	4,1	5,1	9,2
заливщик металла	2,9	3,9	6,8
выбивальщик отливок	2,0	2,4	4,4
обрубщик	11,0	12,6	23,6
чистильщик отливок	3,2	1,8	5,0
слесарь-ремонтник	5,0	6,4	11,4
уборщик в литейных цехах	2,9	3,3	6,2
электромонтер	1,6	1,7	3,3

Наблюдаемый относительно высокий процент травм слесарей-ремонтников (примерно 11 %) свидетельствует о конструктивных недостатках оборудования, которые порождают отказы, аварии, преждевременный выход его из строя.

Изучение распределения травм по стажу работы пострадавших показывает следующее. В литейных цехах значительное количество несчастных случаев приходится на рабочих со стажем работы до 3-х лет. Наблюдаемый высокий уровень травмирования работающих со стажем до одного года (в среднем 31 %) в большинстве случаев связан с высокой текучестью кадров в литейных цехах и, как следствие, недостаточностью производственного опыта у работающих. Это особенно видно на примере литейных цехов серийного и мелкосерийного производств, где наблюдается самый высокий процент травмируемых со стажем работы в цехе до одного года при возрасте 18–23 года и низкой квалификацией (ученик, 1, 2 разряды). Такая же ситуация наблюдается и в других цехах. Так, в литейных цехах массового производства количество пострадавших низкой квалификации составляет 29 %, серийного – 33 % и мелкосерийного – 38 %. Анализ распределения несчастных случаев по возрасту травмированных показал, что чаще всего травмируются молодые работники (около 29 %) и пожилые литейщики (примерно 42 %).

Наиболее неблагоприятными временными интервалами, с точки зрения времени происшествия несчастных случаев в литейных цехах, являются первый и пятый дни недели, а также начало и окончание трудового процесса. Именно на эти периоды рабочего времени приходится наибольшее количество травм. Изменение напряженности рабочего ритма в течение дня можно охарактеризовать часом происшествия несчастного случая. Наиболее травмоопасными являются первый, четвертый и седьмой часы работы. Наблюдаемый высокий уровень травматизма в первой декаде месяца связан с отсутствием четкого ритма работ, недостаточной загруженностью литейных участков, что притупляет внимание работающих. Большое количество несчастных случаев в конце месяца, а также в конце года, безусловно, связано с повышенной напряженностью труда, приводящей к хроническому накоплению усталости, что ведет к

ослаблению внимания, применению неправильных и опасных приемов выполнения работ.

Более 70 % случаев в литейных цехах происходит по организационным причинам. Например, таким как: нарушения технологических процессов (19 % в цехах массового производства, около 26 % в цехах серийного и 31 % в цехах мелкосерийного производства), недостатки в обучении и инструктировании работающих безопасным приемам труда (19, 16 и 13 %, соответственно), нарушение правил техники безопасности (соответственно, 14, 19 и 26 %), неудовлетворительная организация и содержание рабочих мест, проходов, проездов (6, 9 и 14 %, соответственно).

Из всех причин травмирования работников литейных цехов на травмы по техническим причинам приходится около 15 %. При этом определяющими среди этих технических причин являются конструктивные недостатки оборудования, порождающие отказы, аварии, преждевременный выход машин из строя, а также отсутствие блокировок и средств защиты.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- проблему обеспечения безопасности труда следует рассматривать комплексно с учетом всех производственных факторов, определяющих условия труда;
- требуется дальнейшее усовершенствование машин и механизмов при строгом соблюдении технологической последовательности производственного процесса и обеспечении эргономических требований;
- необходимо значительное улучшение условий труда работающих на формовочных, плавильно-заливочных и обрубочно-очистных участках за счет повышения уровня механизации и автоматизации тяжелых и опасных работ;
- следует особое внимание уделять организационным мероприятиям (повышение уровня технической дисциплины, усиление работы по обучению безопасности труда работающих).

Список литературы

1. **Лазаренков, А.М.** Условия труда работающих в литейных цехах / А.М. Лазаренков // Литье и металлургия. – 2018. – № 4(92). – С. 160–164.
2. **Экология** литейного производства / А.Н. Болдин [и др.]; под ред. А.Н. Болдина. – Брянск: БГТУ, 2001. – 315 с.
3. **Лазаренков, А.М.** Оценка условий труда работающих в цехах кокильного литья / А.М. Лазаренков, С.А. Хорева // Литейное производство и металлургия 2015. Беларусь : Труды 23-й Международ. науч.-техн. конф., г. Жлобин, 21–22 октября 2015 г. – С. 87–89.
4. **Лазаренков, А.М.** Оценка условий труда работающих при изготовлении отливок гильз цилиндров с использованием карусельных автоматов / А.М. Лазаренков, С.А. Хорева // Литейное производство и металлургия 2015. Беларусь : Труды 23-й Международ. науч.-техн. конф., г. Жлобин, 21–22 октября 2015 г. – С. 90–92.
5. **Правила** технической безопасности и охраны труда в литейном производстве. Утверждено Постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь и Министерством труда Республики Беларусь от 03.01.2005 № 1/1.
6. **Правила** по обеспечению промышленной безопасности при получении, транспортировании, использовании расплавов черных и (или) цветных металлов и сплавов на основе этих расплавов. Утверждено Постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 29.05.2017 № 19.
7. **Сталеразливочные** системы нового поколения / В.И. Золотухин [и др.] // Литье и металлургия. – 2017. – № 4(89). – С. 42–47.
8. **Стеблов, А.Б.** Новые технические решения при разливке металла / А.Б. Стеблов // Литейное производство и металлургия 2019. Беларусь : Труды 27-й Международ. науч.-техн. конф., г. Жлобин, 16–17 октября 2019 г. – С. 113–114.
9. **Харьков, В.А.** Автоматизированная система управления линией непрерывного литья / В.А. Харьков, Ю.В. Саченко // Литье и металлургия. – 2010. – № 3(56). – С. 62–64.
10. **Рожков, А.И.** Поиск способов утилизации пыли дуговых сталеплавильных печей на Белорусском металлургическом заводе. Часть 3. Опыт по брикетированию пыли дуговых сталеплавильных

печей / А.И. Рожков, Е.В. Ермакова // Литье и металлургия. – 2010. – № 3(56). – С. 93–97.

11. Данилевич, И. Новые технологии борьбы с загрязнениями воздуха в металлургическом производстве / И. Данилевич, М. Писалка // Литейное производство и металлургия 2015. Беларусь : Труды 23-й Междунар. науч.-техн. конф., г. Жлобин, 21–22 октября 2015 г. – С. 102–104.

12. Bell, Nick. Can workers' voice be heard in foundries? / Nick Bell, Colin Powell, Peter Sykes // Литейное производство и металлургия 2018. Беларусь : Труды 26-й Междунар. науч.-техн. конф., г. Жлобин, 17–18 октября 2018 г. – С. 24–27.

References

1. Lazarenkov, A.M. *Usloviya truda robotayushchih v litejnyh cekhah* [Working conditions of workers in foundries] // *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*. – 2018. – No. 4 (92). – P. 160–164.

2. Usloviya truda robotayushchih v litejnyh cekhah [Foundry ecology] / A.N. Boldin [et al.]; pod red. A.N. Boldina. – Bryansk; BGTU Publ., 2001. – 315 p.

3. Lazarenkov, A.M. *Ocenka uslovij truda robotayushchih v cekhah kokil'nogo lit'ya* [Assessment of working conditions of workers in die casting shops] // *Litejnoe proizvodstvo i metallurgiya 2015. Belarus': Trudy 23-j Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf., g. Zhlobin, 21–22 oktyabrya 2015 g* [Proceeding of the 23-th International Scientific and Technical Conference «Foundry and Metallurgy 2015. Belarus», October 21–22, Minsk]. – P. 87–89.

4. Lazarenkov, A.M. *Ocenka uslovij truda robotayushchih pri izgotovlenii otlivok gil'z cilindrov s ispol'zovaniem karusel'nyh avtomatov* [Assessment of working conditions of workers in the manufacture of cylinder liner castings using carousel machines] / A.M. Lazarenkov, S.A. Choreva // *Litejnoe proizvodstvo i metallurgiya 2015. Belarus': Trudy 23-j Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf., g. Zhlobin, 21–22 oktyabrya 2015 g* [Proceeding of the 23th International Scientific and Technical Conference «Foundry and Metallurgy 2015. Belarus», October 21–22, Minsk]. – P. 90–92.

5. Pravila *tehnicheskoy bezopasnosti i ohrany truda v litejnom proizvodstve* [Rules of technical safety and labor protection in the foundry]. *Utverzhdeno Postanovleniem Ministerstva po chrezvychajnym situaciyam Respubliki Belarus' i Ministerstvom truda Respubliki Belarus' ot 03.01.2005 № 1/1* [Approved by the Resolution of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus and the Ministry of Labor of the Republic of Belarus dated 03.01.2005 No. 1/1].

6. Pravila *po obespecheniyu promyshlennoj bezopasnosti pri poluchenii, transportirovanii, ispol'zovanii rasplavov chernyh i (ili) cvetnyh metallov i splavov na osnove etih rasplavov* [Rules for ensuring industrial safety when receiving, transporting, using melts of ferrous and (or) non-ferrous metals and alloys based on these melts.]. *Utverzhdeno Postanovleniem Ministerstva po chrezvychajnym situaciyam Respubliki Belarus' i Ministerstvom truda Respubliki Belarus' ot 29.05.2017, № 1/1* [Approved by the Resolution of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus dated 23.05.2017 No. 19].

7. Stalerazlivochnye *sistemy novogo pokoleniya* [New generation steel pouring systems] / V.I. Zolotuhin [et al.] // *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*. – 2017. – No. 4(89). – P. 42–47.

8. Steblov, A.B. *Novye tekhnicheskie resheniya pri razlivke metalla* [New technical solutions for metal casting] / A.B. Steblov // *Litejnoe proizvodstvo i metallurgiya 2019. Belarus': Trudy 27-j Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf., g. Zhlobin, 16-17 oktyabrya 2019 g* [Proceeding of the 27th International Scientific and Technical Conference «Foundry and Metallurgy 2019. Belarus», October 16–17, Minsk]. – P. 113–114.

9. Har'kov, V.A. *Avtomatizirovannaya sistema upravleniya liniej nepreryvnogo lit'ya* [Automated continuous casting line control system] / V.A. Har'kov, Yu.V. Sachenko // *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*, 2010. – No. 3(56). – P. 62–64.

10. Rozhkov, A.I. *Poisk sposobov utilizacii pyli dugovyh staleplavil'nyh pechej na Belorusskom metallurgicheskom zavode. Chast' 3. Opyt po briketirovaniyu pyli dugovyh staleplavil'nyh pechej* [Search for ways to utilize dust from arc steel-making furnaces at the Belarusian Metallurgical Plant. Part 3. Experience in briquetting dust of arc steel-making furnaces] / A.I. Rozhkov, E.V. Ermakova // *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*, 2010. – No. 3(56). – P. 93–97.

11. Danilevich, I. *Novye tekhnologii bor'by s zagryazneniyami vozduha v metallurgicheskom proizvodstve* [New technologies for combating air pollution in metallurgical production] / I. Danilevich, M. Pishchalka // *Litejnoe proizvodstvo i metallurgiya 2015. Belarus': Trudy 23-j Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf., g. Zhlobin, 21–22 oktyabrya 2015 g* [Proceeding of the 23th International Scientific and Technical Conference «Foundry and Metallurgy 2015. Belarus», October 21–22, Minsk]. – P. 102–104.

12. Bell, Nick. Can workers' voice be head in foundries? / Nick Bell, Colin Powell, Peter Sykes // *Litejnoe proizvodstvo i metallurgiya 2018. Belarus': Trudy 26-j Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf., g. Zhlobin, 17–18 oktyabrya 2018 g* [Proceeding of the 26th International Scientific and Technical Conference «Foundry and Metallurgy 2018. Belarus», October 17–18, Minsk]. – P. 24–27.

Послупила 18.06.2020
Received 18.06.2020