



*The analysis of occupational traumatism of founders is given. It is shown, that wastes connected with termination of work capacity due to illness or traumatism cause not only physical but economical damage as well.*

А. М. ЛАЗАРЕНКОВ, С. А. ХОРЕВА, БНТУ

УДК 621.74:658.392

## АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА ЛИТЕЙЩИКОВ

Анализ травматизма ставит задачу установить закономерности, которые вызвали появление несчастных случаев. Несчастному случаю всегда предшествуют те или иные отклонения от нормального хода производства, которых особенно много наблюдается в литейных цехах, что обуславливается наличием вредностей, опасностей, трудоемких операций и т.д.

Безопасность и безвредность условий труда определяют две группы факторов: производственно-технические (организационные, технические, факторы производственной среды) и человеческие или, как их принято называть, психофизиологические факторы.

При анализе производственного травматизма необходимо учитывать комплекс факторов, определяющих условия труда на производстве.

Исследование производственного травматизма в литейных цехах проводили на основе детально-

го изучения данных актов по форме Н-1 и первичных материалов расследования несчастных случаев, а также с помощью статистического анализа, который позволяет выявить динамику и установить закономерности роста или снижения показателей травматизма. Основными показателями, которыми оперируют при использовании этого метода, являются коэффициент частоты  $K_{\text{ч}}$  и коэффициент тяжести  $K_{\text{т}}$  травматизма.

Анализ производственного травматизма проводили в чугуно- и сталелитейных цехах с разным характером производства (массовым, серийным и мелкосерийным). Были определены коэффициенты частоты и тяжести травматизма (табл. 1), выявлено распределение несчастных случаев по участкам цехов, профессии, возрасту и стажу работы в литейных цехах пострадавшего, времени происшествия, характеру повреждения, причинам и травмирующему фактору за 5-летний период.

Таблица 1. Распределение показателей травматизма в литейных цехах

Литейные цеха	Показатель травматизма	
	$K_{\text{ч}}$	$K_{\text{т}}$
Чугунолитейные	4,0	16,9
Сталелитейные	7,3	20,7
Средняя величина	11,3	18,8

Исследование производственного травматизма в литейных цехах показало, что уровень его еще высокий. Основные показатели в 1,3–2,0 раза превышают общезаводские.

Полученные данные свидетельствуют о том, что показатели травматизма определяются и характером производства литейных цехов. Средние значения коэффициентов частоты  $K_{\text{ч}}$  и тяжести  $K_{\text{т}}$  травматизма имеют наибольшие величины в литейных цехах массового производства, что 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.

Отмечается тенденция снижения значений коэффициента частоты в литейных цехах с любым характером производства, что говорит об эффективности проводимой работы по снижению показателей травматизма. Однако коэффициент тяжести травматизма имеет в основном тенденцию к возрастанию, так как с увеличением уровня механизации производства травмирование работающих машинами и механизмами, как правило, приводит к более серьезным последствиям, что особенно наглядно видно в цехах массового производства. Замечено также, что анализируемый

период должен быть не более 10 лет, а наиболее достоверный прогноз наблюдается при введении систематических периодических прогнозов (1 раз в 5 лет). Это позволяет принимать обоснованные решения по предупреждению производственного травматизма в литейных цехах.

Как уже отмечалось выше, вредные производственные факторы снижают работоспособность трудящихся, повышают утомляемость, притупляют

внимание и тем самым способствуют возникновению травмоопасных ситуаций. Данные о неблагоприятных факторах производственной среды коррелируют с количеством несчастных случаев. Проведенные исследования показали, что наибольшее количество несчастных случаев по месту их происхождения приходится на обрубочно-очистной, формовочный и плавильно-заливочный участки (табл. 2).

Таблица 2. Распределение несчастных случаев по участкам литейных цехов

Участок литейного цеха	Количество травм за год в цехах (% к общему количеству несчастных случаев)		
	чугунолитейных	сталелитейных	общее
Смесеприготовительный	0,9	2,7	3,6
Стержневой	—	—	—
Формовочный	9,8	12,5	22,3
Шихтовый	0,9	3,6	4,5
Плавильно-заливочный	5,4	11,6	17,0
Обрубочно-очистной	8,9	22,3	31,2
Службы	8,1	13,3	21,4

Особо следует отметить обрубной участок литейных цехов массового производства, где отмечается высокий процент травм несмотря на более высокий уровень механизации. Однако на этом участке имеется значительное количество работ, выполняемых вручную (навешивание и съем отливок с подвесных конвейеров, обрубка, зачистка ручным инструментом, погрузка в тару и т.д.) при высокой напряженности труда в неблагоприятных условиях (значительные уровни шума, вибрации, повышенная запыленность). Кроме того, следует отметить, что мышечная работоспособность после четвертого часа работы снижается примерно на 25%.

Также обращает внимание и высокий уровень травматизма в цехах мелкосерийного производства, где высокая доля ручного труда, связанного с подготовкой форм, набором, транспортировкой и заливкой жидкого металла, извлечением отливок, и все эти физически напряженные работы выполняются в условиях высоких тепловых потоков и температур, повышенного шума и запыленности воздуха.

На плавильно-заливочных участках литейных цехов мелкосерийного производства отмечается более высокий процент несчастных случаев по сравнению с цехами массового производства, что объясняется, несмотря на более благоприятные условия труда, заливкой форм чаще всего на плацу, где невозможно предусмотреть все меры предосторожности.

Статистическая обработка экспериментальных данных позволила получить зависимости количества несчастных случаев на участках от условий труда на рабочих местах, анализ которой показывает, что распределение несчастных случаев по участкам хорошо коррелирует с условиями труда.

Наилучшие приближения получены с использованием экспоненциальной модели типа  $Y=Ae^{Bx}$ , при этом значения коэффициентов регрессии изменялись от 0,75 до 0,98.

Следует особо отметить службы механика, энергетика и др., работники которых имеют около 21% всех случаев травматизма. Это в основном относится к литейным цехам с массовым и серийным характером производства, где уровень механизации и автоматизации составляет порядка 65–80%.

При обслуживании оборудования ремонтники осуществляют работы в неблагоприятных условиях (повышенный шум, запыленность, загазованность, высокие температуры, недостаточная освещенность, неудобные напряженные позы), что способствует утомлению, снижению внимания и возникновению несчастных случаев.

Наиболее травмоопасными в литейных цехах всех видов производств являются профессии формовщика, обрубщика, плавильщика, заливщика и слесаря-ремонтника (табл. 3), что отражает изложенные выше положения на участках цехов. Необходимо обратить внимание на значительный травматизм заливщиков в цехах серийного и мелкосерийного производства, где формы заливаются на плацу и это приводит к возрастанию мер предосторожности в сравнении с заливкой на конвейерах.

Было отмечено, что если соотношение количества травм по профессиям ежегодно в каждом цехе меняется и суммарно находится на одном уровне, то на профессии обрубщика, формовщика и слесаря-ремонтника практически ежегодно приходится количество травм, близкое к указанным выше. Причем большее число травм приходится на литейщиков, обрабатывающих отливки, значи-

Таблица 3. Распределение несчастных случаев по профессиям пострадавших в литейных цехах

Профессия	Количество травм за год в цехах (% к общему количеству несчастных случаев)		
	чугунолитейных	сталелитейных	общее
Земледел	0,9	1,8	2,7
Стерженщик	–	–	–
Формовщик	8,1	9,8	17,9
Шихтовщик	0,9	1,8	2,7
Прессовщик	–	0,9	0,9
Огнеупорщик	0,9	2,6	3,5
Плавильщик металла и сплавов	3,6	3,6	7,2
Заливщик металла	0,9	4,4	5,3
Выбивальщик отливка	–	0,9	0,9
Обрубщик	3,6	13,4	17,0
Чистильщик отливка (наждачник)	3,5	0,9	4,4
Транспортировщик	–	5,3	5,3
Слесарь-ремонтник	5,4	6,2	11,6
Уборщик в литейных цехах	1,8	5,3	7,1
Электромонтер	2,6	1,8	4,4
Термист	–	2,7	2,7
Машинист крана	–	0,9	0,9
Электрогазосварщик (газорезчик)	0,9	1,8	2,7
Мастер участка	0,9	1,8	2,7

тельные по объему и достаточно сложные по конструкции. Причина такого положения – несовершенство технологии формовочных работ: использование формовочной смеси недостаточной прочности, приводящее к литейным дефектам на поверхности отливок, хаотически расположенных, что исключает возможность применения дистанционных средств очистки и предопределяет значительный объем обрубных работ. Высокий процент травм формовщиков связан с довольно значительным объемом применяемых ручных операций. Травмы формовщиков происходят во время установки опок и модельных плит на машины и при их снятии, при сборке верхних и нижних полуформ, укладке опок в штабеля и при прочих операциях, связанных с подъемом и перемещением различных грузов.

Характерно, что эти виды работ отличаются наиболее неблагоприятными санитарно-гигиеническими параметрами, что, несомненно, оказывает влияние на состояние работающих и, как следствие, на количество несчастных случаев.

Следует отметить и достаточно высокий процент травм слесарей-ремонтников (примерно 15%),

что говорит о конструктивных недостатках оборудования и порождает отказы, аварии, преждевременный выход из строя.

Изучение распределения травм по стажу работы пострадавших (табл. 4) показало, что в литейных цехах основное количество несчастных случаев приходится на рабочих со стажем работы до трех лет. Высокий уровень травмирования работающих со стажем до одного года (в среднем 35 %) говорит о том, что в литейных цехах имеет место большая текучесть кадров. Особенно это проявляется в литейных цехах серийного и мелкосерийного производства, где отмечается самый высокий процент травмируемых со стажем работы в цехе до одного года при возрасте 19–24 года и низкой квалификации. Аналогичное положение отмечается и в других цехах. Так, в литейных цехах массового производства количество пострадавших низкой квалификации составляет около 25%, серийного – 35 и мелкосерийного – 50%. Изучение распределения несчастных случаев по возрасту пострадавших (табл. 5) показало, что чаще травмируются молодые работники (около 30%) и пожилые литейщики (примерно 40%).

Таблица 4. Распределение несчастных случаев по стажу работы пострадавших в литейных цехах

Стаж работы, лет	Количество травм за год в цехах (% к общему количеству несчастных случаев)		
	чугунолитейных	сталелитейных	общее
До 1 года	8,9	28,6	37,5
1–3	11,6	15,2	26,8
3–5	4,4	6,3	10,7
5–10	1,8	1,8	3,6
Более 10	8,9	12,5	21,4

Таблица 5. Распределение несчастных случаев по возрасту пострадавших в литейных цехах

Возраст пострадавших, лет	Количество травм за год в цехах (% к общему количеству несчастных случаев)		
	чугунолитейных	сталелитейных	общее
18–20	5,4	8,0	13,4
21–30	1,8	19,6	21,4
31–40	8,9	9,8	18,7
41–50	9,8	17,8	27,6
>50	8,1	10,8	18,9

Высокие разряды работающих в литейных цехах определяются в основном за счет квалификации модельщиков и слесарей-ремонтников (в основном 4–6-го разрядов). В цехах массового производства количество работающих 3–4-го разряда наибольшее, так как высокий уровень механизации требует квалифицированного обслуживания.

Рассмотрение времени происшествия несчастных случаев показало, что в литейных цехах наибольшее количество травм приходится на первый и пятый дни недели, на начало и окончание трудового процесса. Напряженность ритма работы в течение дня характеризуется часом происшествия несчастного случая. Наибольшее количество травм приходится на первый, четвертый и седьмой часы работы, т.е. в основном на начало и окончание работы и пред- и послеобеденное время, когда работающий еще не вошел в ритм работы или ориентирует свое внимание на прием пищи или окончание работы. Кроме того, закономерность такого распределения несчастных случаев по часам рабочих смен можно объяснить изменением работоспособности человека в течение рабочего дня.

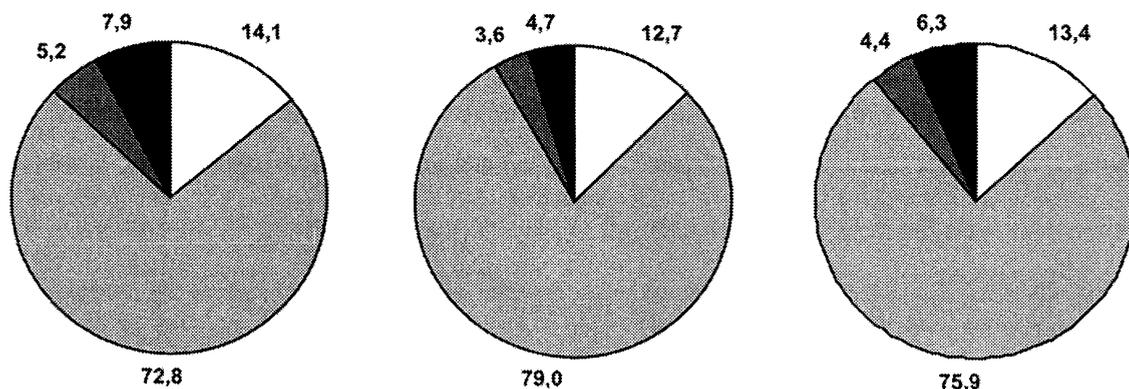
Высокий уровень травматизма в первой декаде месяца обусловлен отсутствием четкого ритма работ, недостаточной загруженностью, которые притупляют внимание работающих. Большое количество несчастных случаев в конце месяца, а также в конце года связано с повышенной напряженностью труда, приводящей к хроническому накопле-

нию усталости, что ведет к ослаблению внимания, применению неправильных и опасных приемов.

Анализ данных о времени происшествия несчастных случаев указывает на увеличение числа травм в жаркое время года (на июль–август приходится около 30% всех травм). Это связано с тем, что температура воздуха на многих участках значительно превышает комфортную, недостаточно интенсивно осуществляется воздухообмен производственных помещений. Кроме того, необходимо учитывать и морально-психологический настрой работающих в летний период, т.е. личные факторы работающих, которые в настоящее время не учитываются при расследовании несчастных случаев.

Изучение причин травматизма в литейных цехах показало, что более 75% случаев происходит по организационным причинам (см. рисунок), таким, как нарушения технологических процессов (около 30% в цехах массового производства, около 25% в цехах серийного и 20% в цехах мелкосерийного производства), недостатки в обучении и инструктировании работающих безопасным приемам труда (соответственно 20, 18 и 16%), нарушение правил техники безопасности (соответственно 16, 21 и 30%), неудовлетворительная организация и содержание рабочих мест, проходов, проездов (соответственно 6, 12 и 16%).

По техническим причинам происходит около 15% от всех травм. Причем определяющими среди



Распределение несчастных случаев в литейных цехах по основным причинам: □ – технические; ▨ – организационные; ▩ – психофизиологические; ■ – санитарно-гигиенические; 1 – чугунолитейные цехи; 2 – сталелитейные цехи; 3 – литейное производство

них являются конструктивные недостатки, порождающие отказы, аварии, преждевременный выход машин из строя и отсутствие блокировок, средств защиты.

Более детальное изучение актов показало, что санитарно-гигиенические факторы при расследовании несчастных случаев учитываются недостаточно или практически не учитываются. Действительно, плохие метеоусловия, шум, вибрация, недостаточное освещение, запыленность и загазованность воздушной среды сравнительно редко могут быть непосредственными причинами травм. Однако все эти факторы отрицательно воздействуют на организм человека, приводят к повышенному утомлению, замедлению защитных реакций, нарушению координации движений, способствуя тем самым совершению ошибочных действий и возникновению травм.

По материалам дополнительного расследования несчастных случаев и исследования условий труда в литейных цехах предприятий установлено, что по санитарно-гигиеническим причинам в действительности происходит до 7% травм (см. рисунок). Данное положение отмечается и в других работах, в которых также показано, что даже 1/5 часть всех травм происходит по психофизиологическим причинам, определяемых личностными показателями пострадавших, которые в настоящее время при расследовании несчастных случаев никаким образом не учитываются. А это говорит о том, что необходимо осуществлять строгий профотбор при приеме на работу в литейные цеха.

Учитывая затруднительность изучения личностных показателей работающих (пострадавших) на производстве, установить какое количество случаев происходит по психофизиологическим причинам в настоящее время не представляется возможным. В то же время следует отметить, что 20% травм по психофизиологическим причинам не вызывают сомнения (а может быть и выше), так как в литейных цехах работают сейчас практически все желающие (без явных противопоказаний со стороны здоровья) и говорить об их профессиональной пригодности к выполняемым работам не приходится.

На основании статистической обработки экспериментальных данных по травматизму была получена линейная регрессионная модель, связывающая коэффициент частоты и причины несчастных случаев:

$$K_4 = -52,4 + 0,78X_1 + 0,59X_2 + 0,89X_3 + 2,53X_4,$$

где  $X_1, X_2, X_3, X_4$  — соответственно технические, организационные, психофизиологические и санитарно-гигиенические причины.

Как видно из полученной зависимости, достаточно сильное влияние на частоту травм оказывают условия труда и личностные данные работающих. Коэффициент множественной регрессии равен 0,96.

Изучение результатов исследования травмирующих факторов по литейным цехам с различным характером производства показало, что существенного различия в их распределении не наблюдается. Отмечается более высокий процент таких факторов, как приспособления, инструменты, транспортное и грузоподъемное оборудование и термические факторы.

Следует отметить, что в связи с большим количеством погрузочно-разгрузочных операций и обилием грузовых потоков большинство травм в литейных цехах происходит именно на транспортном оборудовании ввиду отсутствия ограждения приводных и вращающихся механизмов, переходных мостиков, сигнализирующих устройств. Аварийные кнопки «стоп» расположены на большом расстоянии друг от друга, что затрудняет при необходимости экстренную остановку транспортеров. Применяемые стационарные ограждения транспортеров на большом протяжении не обеспечивают удобное их обслуживание.

Исходя из изложенного выше видно, что проблему обеспечения безопасности труда необходимо рассматривать комплексно с учетом всех факторов, создающих условия труда. Наряду с технологическими мероприятиями, такими, как усовершенствование машин и механизмов, строгое соблюдение технологической последовательности производственного процесса, повышения уровня механизации и автоматизации при выполнении тяжелых и опасных работ, а также в результате значительного улучшения условий труда работающих на формовочных, плавильно-заливочных и обрубочно-очистных участках особое внимание следует уделить организационным мероприятиям, в частности, повысить уровень технической дисциплины и усилить работу по обучению безопасности труда: исключить формальное проведение инструктажей, организовать обучение рабочих, развернуть пропаганду безопасных приемов работ.

Происшедшие в литейных цехах несчастные случаи вызвали значительную потерю дней нетрудоспособности за анализируемый период. Но это только одна из статей ущерба, наносимого несчастными случаями на производстве. Кроме того, потери и дополнительные затраты предприятий включают в себя расходы на подготовку рабочих взамен пострадавших при тяжелых и смертельных несчастных случаях; стоимость устранения повреждений машин, испорченных материалов, инструментов и оборудования; стоимость лечения, суммы пенсий инвалидам труда и др.

Общественные потери, связанные с понижением или прекращением трудоспособности на определенное время по болезни и травматизму, определяются не только экономическими последствиями в денежном выражении, но и мерой наносимого физического, морального и социального ущерба, а случаи с инвалидным или смертельным исходом влекут за собой более ощутимые потери.