

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ И ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА РАБОТАЮЩИХ

А.С. Никитин

Рязанский государственный медицинский университет
имени академика И.П. Павлова

С помощью современных методов изучены условия труда и степень влияния производственных факторов на организм рабочих «горячих» цехов предприятия машиностроения.

Представлены данные об исследовании функциональных показателей основных систем организма в динамике рабочих смен, недель.

Ключевые слова: трудовой процесс, физиологические показатели, производственная среда, рабочие.

Машиностроение является одной из важнейших отраслей тяжелой промышленности, в которой занято значительное количество работающих. Это частично механизированная и автоматизированная отрасль, характеризующаяся высокой интенсивностью труда.

Оценка функционального напряжения организма рабочих при выполнении работ в различных гигиенических условиях, уровнях тяжести и напряженности труда может быть использована при диагностике физиологических сдвигов в организме.

Материалы и методы

Нами проведено исследование показателей состояния ряда систем организма: сердечно – сосудистой - с помощью аппаратно – программного комплекса «Варикард», центральной нервной – исследование внимания методом корректурных проб, нервно-мышечного аппарата методом динамометрии – по максимальной произвольной силе (МПС) и выносливости к статическим напряжениям, дыхательной – по жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и отношением полученных данных к должной ЖЕЛ (ДЖЕЛ), температуры кожи в пяти точках – методом термометрии.

Исследования выполнены в динамике рабочих смен и рабочей недели. Для оценки неспецифической адаптации мы применили предложенную Р.М. Баевским (1984) методику математического анализа сердечного ритма по вариабельности RR-интервалов электрокардиограммы. Для характеристики состояния регуляторных систем использовались показатели: частота сердечных сокращений за 1 минуту (ЧСС), индекс напряжения регуляторных систем (ИНРС), показатель активности регуляторных систем (ПАРС). Физиологические исследования проводились с использованием метода хронометражных наблюдений.

Для изучения в динамике влияния производственной среды на показатели состояния нервной системы была использована методика Платонова, которая

применяется для оценки способности переключения внимания и выявления степени утомления.

Функциональное состояние дыхательной системы может характеризоваться как качественными (ритм), так и количественными показателями (частота, глубина, минутный объем дыхания (МО), жизненная емкость легких (ЖЕЛ)). ЖЕЛ характеризуется изменениями в зависимости от пола, возраста, роста, уровня физического развития. В то же время, на величину ЖЕЛ оказывает существенное влияние интенсивность трудового процесса. С целью определения величины влияния его на жизненную емкость легких, полученные нами данные были сопоставлены с величиной должной жизненной емкости легких (ДЖЕЛ), уровни которой были получены общепринятым расчетным путем с помощью стандартных формул.

Для регистрации гигиенических показателей применялись приборы: для оценки избыточных тепловыделений – актинометр, микроклимата – метеометр МЭС – 200, «черный шар», шума и вибрации - ШИ 01-В, освещенности – люксметр «ТКА-ПКМ».

Целью нашего исследования являлось изучение профессий, непосредственно связанных с воздействием на организм нагревающего микроклимата. Обследованию подлежали заливщики, плавильщики, подручные сталевара, машинисты манипуляторов, машинисты прессов, кузнецы – штамповщики ОАО «ТЯЖПРЕССМАШ» 4 цехов: чугунолитейного (цех №1), сталелитейного (цех №2), кузнечно - прессового (цех №6) и цеха горячей штамповки (цех №33) - общей численностью 242 человек.

Результаты и их обсуждение

Производственная активность плавильщиков и заливщиков цеха №1 составила 78,2-84,1%, кузнецов-штамповщиков 6 и 33 цехов – 74,1-76,9%, подручных сталевара 2-го цеха – 70,1-75,3%, машинистов манипуляторов и прессов 6 цеха – 73,3-77,8%.

В результате проведенных замеров с последующей оценкой условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса согласно «Руководству Р 2.2.2006 – 05» общая оценка условий труда заливщиков и плавильщиков цеха №1 и кузнецов-штамповщиков цеха №6 составляет 3.3 (вредные 3 степени), подручных сталевара и заливщиков цеха №2 и кузнецов-штамповщиков цеха №33 – 3.2 (вредные 2 степени), машинистов манипуляторов и прессов – 3.1 (вредные 1 степени).

При анализе параметров микроклимата (температура, влажность, подвижность воздуха, индекс тепловой нагрузки среды, тепловое облучение) выявлено, что в 76% замеров они не соответствовали допустимым. Интенсивность теплового облучения на рабочих местах в цехах при выполнении различных производственных операций находилась в пределах от 1047 до 2443 Вт/м² (при норме до 140 Вт/м²). Особого внимания заслуживает кузнечно-прессовый цех, где отмечена наибольшая доля нестандартных замеров (89,1%). Это обусловлено технологическими процессами, при которых нагретые до температуры 1200-1300°С заготовки подвергаются механическому воздействию с непосредственным участием кузнецов и машинистов - манипуляторов.

У кузнецов-штамповщиков в цехе горячей штамповки в 68% замеров температура воздуха и ТНС-индекс выходили за рамки допустимых значений.

Для изучения влияния нагревающего микроклимата на организм рабочих мы проводили измерения температуры кожи в пяти точках (лоб, грудь, кисти рук, бедра, голень). На основании полученных данных, была рассчитана средневзвешенная температура кожи. Полученные результаты представлены в таблице 1 в виде среднего значения \pm среднее квадратическое (стандартное) отклонение ($M \pm s$).

Таблица 1

Средневзвешенная температура кожи у рабочих изучаемых цехов.

Профессия	Средневзвешенная температура кожи, °С, $M \pm s$				Изменение понедельник-пятница
	Понедельник до работы	Понедельник после работы	Пятница до работы	Пятница после работы	
Чугунолитейный цех (цех №1)					
Заливщики	33,2 \pm 0,8	34,3 \pm 0,8	33,8 \pm 0,8	34,9 \pm 0,5	5,1 %
Плавильщики	33,4 \pm 0,6	34,4 \pm 0,7	33,6 \pm 0,7	34,8 \pm 0,6	4,2 %
Сталелитейный цех (цех №2)					
Подручные сталевара заливщики	33,9 \pm 0,7	34,2 \pm 0,6*	33,9 \pm 0,5	34,6 \pm 0,5*	2,1 %
	33,8 \pm 0,7	34,3 \pm 0,6	33,7 \pm 0,6	34,6 \pm 0,6	2,4 %
Кузнечно-прессовый цех (цех №6)					
Кузнецы-штамповщики Машинисты манипуляторов и прессов	33,7 \pm 0,7	34,4 \pm 0,4	33,9 \pm 0,5	34,4 \pm 0,5*	2,1 %
	33,6 \pm 0,7	34,5 \pm 0,5	33,6 \pm 0,8	34,3 \pm 0,6*	2,1 %
Цех горячей штамповки (цех №33)					
Кузнецы-штамповщики	33,5 \pm 0,7	34,3 \pm 0,3	33,8 \pm 0,5	34,5 \pm 0,6*	3 %
Контрольная группа	33,7 \pm 0,2	33,7 \pm 0,2	33,8 \pm 0,2	33,9 \pm 0,2	0,6 %

* - достоверные изменения, ($P < 0,05$).

Из таблицы 1 видно, что средневзвешенная температура кожи у заливщиков и плавильщиков чугунолитейного цеха в динамике рабочей недели изменяется в большей степени - 5,1 % и 4,2 %, соответственно. По-видимому, это связано с тем, что рабочим приходится (в связи с низкой автоматизацией технологического процесса) вручную разливать расплавленный металл в кокили, что, способствует увеличению продолжительности воздействия нагревающего микроклимата на организм.

Дуговые печи являются источниками выделения в воздух рабочей зоны пыли и химических веществ. Концентрация пыли в цехах №1 и №2 превышала допустимые значения до 4,5 раз, а оксида углерода и диоксида азота - в среднем в 2,5 и 2 раза, соответственно.

Применение дуговых печей приводит не только к интенсивным тепловыделениям и загрязнению воздуха рабочей зоны, но и к образованию интенсивного высокочастотного шума. Кроме печей источниками шума в кузнечных цехах являются прессы и штампы для обработки заготовок, пневматические

приводы станков. Они создают импульсный шум, достигающий 105 - 120 дБА. Доля замеров, превышающая допустимые значения, составила 84% .

Показатели освещенности на рабочих местах в чугунолитейном, сталелитейном, горячей штамповки и кузнечно – прессовом цехах в 100% замеров были ниже нормативного значения и колебались в пределах от 40 до 180 Лк. (при нормативном уровне 200 Лк - категория зрительных работ VII).

Для оценки полученных данных работники основных цехов были распределены по стажу и возрасту, данные результаты показаны в таблице №2.

Таблица 2.

Распределение рабочих основных цехов предприятия по возрасту и стажу

Цех	Возраст				Стаж					Общее кол-во
	20-29	30-39	40-49	50-59	1-4	5-9	10-14	15-19	20 и старше	
Чугунолитейный цех (цех №1)										
Заливщики	34%	40%	21%	5%	24%	30%	24%	11%	11%	22
Плавильщики	38%	38%	24%	--	30%	35%	18%	11%	6%	22
Сталелитейный цех (цех №2)										
Подручные сталевара	41%	35%	18%	6%	32%	38%	8%	11%	11%	46
заливщики	28%	38%	30%	4%	41%	21%	5%	22%	11%	24
Кузнечно-прессовый цех (цех №6)										
Кузнецы-штамповщики	29%	45%	26%	-	28%	30%	21%	7%	14%	35
Машинисты манипуляторов и прессов	22%	38%	40%	-	34%	23%	16%	11%	16%	37
Цех горячей штамповки (цех №33)										
Кузнецы-штамповщики	18%	45%	33%	4%	22%	28%	26%	22%	2%	56
Контрольная группа	30%	34%	22%	14%	9%	28%	24%	20%	19%	56

В ходе выполнения математического анализа сердечного ритма у рабочих основных и контрольной групп была выявлена тенденция к изменениям его показателей в динамике рабочего дня, и в еще большей степени – в течение рабочей недели (цикла смен). (табл.3)

Таблица 3

Доля изменений физиологических показателей в цикле «понедельник – пятница».

Показатель/ Профессия	Пульс	Индекс напряжения регуляторных систем	ПАРС
Чугунолитейный цех (цех №1)			

Заливщики	7,2%	70%	39,4%
Плавильщики	5,3%	74,5%	30,6%
Сталелитейный цех (цех №2)			
Подручные сталевара	9,7%	90%	28,8%
Заливщики	5,4%	70%	36,8%
Кузнечно-прессовый цех (цех №6)			
Кузнецы-штамповщики	6,8%	89%	24,9%
Машинисты манипуляторов и прессов	4,0%	80%	31,6%
Цех горячей штамповки (цех №33)			
Кузнецы-штамповщики	5,6%	64%	21,0%
Контрольная группа	1,4%	21,5%	16,6%

Анализ показателей функционального напряжения по профессиям свидетельствует, что у заливщиков цеха №1 и подручных сталевара цеха №2 все исследуемые физиологические показатели в динамике дня и недели колебались в наибольшей степени.

Так, частота пульса у заливщиков цеха №1 и подручных сталевара цеха №2 увеличилась в динамике недели на 7,2% и 9,7%, соответственно, показатель активности регуляторных систем возрос на 39,4% и 28,8%, индекс напряжения – на 70 % и 90%. Это, в комплексе, может свидетельствовать о неблагоприятном воздействии трудового процесса на организм работающих. В возрастных группах изменения, в большей степени, отмечены у рабочих возрастной группы 30-39 лет и стажем работы 5 – 9 лет. У лиц в возрасте 20 – 29 лет и стаже 5 – 9 лет в 31% случаев выявлено увеличение индекса напряжения на 19% по сравнению с возрастной группой 40 - 49 лет и старше и стажем 15 -19 лет и более. Это, по всей видимости, связано с процессом формирования динамического рабочего стереотипа у рабочих этой профессиональной группы.

Сравнивая результаты опытной и контрольной групп, следует отметить значительное снижение возможностей организма у заливщиков и плавильщиков цеха №1 как в дневном, так и в недельном цикле. Это обусловлено, на наш взгляд, значительным физическим напряжением организма при выполнении производственного процесса.

При оценке результатов динамометрии у работников изучаемых цехов было отмечено снижение максимальной произвольной силы и выносливости к статическим напряжениям в завершении трудового дня по сравнению с началом смены.

У заливщиков 1 и 2 цехов максимальная произвольная сила (МПС) снизилась в 1,14 раза (44,5±0,7 кг в начале смены и 38,94±0,85 кг по ее завершении), выносливость к статическим напряжениям снизилась в 1,3 раза с 38,6с до 29,1с, кузнецов-штамповщиков 6-го цеха в 1,07 раза – 42,6±0,6 кг и 39,8±0,6 кг, соответственно, выносливость – в 1,2 раза с 32,2с до 26,6с; 33-го - в 1,09 раза –

41,7±0,6 кг и 38,2±0,7 кг, соответственно, а выносливость в 1,2 раза – с 34,3 до 28,2 с.

У работников административного аппарата (контрольная группа) в начале рабочего дня МПС равнялась 38,4±0,6 кг, а по его завершении - 36,5±0,8 кг, а выносливость к статическим напряжениям уменьшилась с 35,5 до 33,4 секунд (снижение в обоих случаях в 1,05 раза).

Жизненная емкость легких измерялась у работников основных профессий до работы и по ее окончании. Данные представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Динамика изменений жизненной емкости легких у работников основных профессий.

Цех	Усредненные показатели			
	ЖЕЛ до работы (л)	ЖЕЛ в конце смены (л)	% изменений	ДЖЕЛ (л)
Чугунолитейный цех (цех №1)				
Заливщики Плавильщики	3,8±0,3	3,5±0,1	9 %	4,5±0,1
	3,7±0,4	3,6±0,2	3 %	4,6±0,1
Сталелитейный цех (цех №2)				
Подручные сталевара заливщики	4,0±0,2	3,7±0,1	10 %	4,7±0,3
	3,7±0,3	3,5±0,2	6 %	4,6±0,2
Кузнечно-прессовый цех (цех № 6)				
Кузнецы- штамповщики Машинисты манипуляторов и прессов	3,9±0,2	3,6±0,2	11%	4,6±0,3
	3,8±0,2	3,5±0,2	9 %	4,6±0,1
Цех горячей штамповки (цех №33)				
Кузнецы- штамповщики	3,8±0,2	3,6±0, 4	6 %	4,4±0,1
Контрольная группа	3,9±0,2	3,8±0,1	2 %	4,4±0,1

Как видно из табл.4, у заливщиков цеха №1 и №2 показатели жизненной емкости снизились, по сравнению с началом рабочего дня на 9% и 6%, соответственно, у подручных сталевара цеха №2 – на 10%, у машинистов манипуляторов цеха №6 – на 9%, а у кузнецов-штамповщиков того же цеха и цеха №33 - на 11% и 6%, а относительно ДЖЕЛ – на 28,6%, 31,4%, 27%, 31,4%, 27,8% и 22,2%, соответственно. На наш взгляд, это свидетельствует о разной степени нагрузки на организм. У лиц контрольной группы изменения ДЖЕЛ оказались менее значительными – 15,8%.

На основании полученных данных можно сделать вывод: у заливщиков цеха №1 и №2, у подручных сталевара цеха №2, у машинистов манипуляторов и кузнецов-штамповщиков цеха №6 в значительной степени снижены функциональные возможности дыхательной системы.

В начале смены заливщики цеха №1 на выполнение теста по таблице Платонова в среднем затрачивали $133,1 \pm 6,4$ секунды; подручные сталевара 2-го цеха – $119,1 \pm 8,3$; кузнецы-штамповщики 6-го и 33-го цехов – $101,3 \pm 8,4$ и $109 \pm 7,7$ секунды, соответственно. По завершении рабочего дня затрачиваемое время возросло до $140,2 \pm 3,2$; $135,3 \pm 7,4$; $141,8 \pm 6,5$ и $129 \pm 5,5$ секунд. Таким образом, увеличение времени латентного периода составило у заливщиков 1-го цеха – 5%, подручных сталевара 2-го – 13%, кузнецов-штамповщиков 6-го – 30%, 33-го цехов – 18%. Это свидетельствует о снижении внимания и накоплении утомления в процессе трудовой деятельности.

При сравнении результатов вышеуказанного теста работников опытной и контрольной групп, время, необходимое на его выполнение служащими административного аппарата, оказалось на 5,6 секунды больше. Данный факт мы объясняем тем, что на работников административной сферы, занимающихся умственным трудом, психоэмоциональная нагрузка влияет в большей степени, чем на работников, в производственном цикле которых физический компонент занимает большую часть времени смены.

С целью уменьшения тяжести и напряженности трудового процесса, профилактики утомления, повышения работоспособности рекомендуется провести реконструкцию рабочих мест заливщиков и плавильщиков чугунолитейного, кузнецов-штамповщиков кузнечно-прессового цехов с установкой оборудования, позволяющего механизировать и автоматизировать труд; увеличить количество регламентированных перерывов; в территориальной поликлинике создать базу данных, включающую сведения о гигиенических условиях труда, состоянии здоровья и рисках развития патологии.

Выводы

1. Ведущими отрицательными факторами производственной среды и трудового процесса являются: нагревающий микроклимат, интенсивный шум, низкая освещенность, воздействие химических веществ и пыли, значительное физическое напряжение организма.

2. Общая оценка труда рабочих согласно «Руководству Р 2.2.2006 – 05» заливщиков и плавильщиков цеха №1 и кузнецов-штамповщиков цеха №6 составляет 3.3 (вредные 3 степени), подручных сталевара и заливщиков цеха №2 и кузнецов-штамповщиков цеха №33 – 3.2 (вредные 2 степени), машинистов манипуляторов и прессов – 3.1 (вредные 1 степени).

3. Функциональное напряжение организма в работе органов и систем прямо пропорционально тяжести и напряженности труда. У заливщиков и плавильщиков цеха №1 и кузнецов-штамповщиков цеха №6 (класс условий труда – 3.3) изменения показателей функциональных систем организма более выражены по сравнению с рабочими, условия труда которых отнесены к меньшей степени вредности по тяжести и напряженности трудового процесса.

4. На основании полученных данных разработан комплекс мероприятий по оптимизации условий труда и медицинского контроля работников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева Р.Ф. Интегральная оценка комплекса факторов, обуславливающих термическую нагрузку на работающих./Р.Ф. Афанасьева //Медицина труда и промышленная экология. – 2002 - №8 – с. 9 -15.
2. Устюшин Б.В., и соавт. Гигиеническое ранжирование основных профессий металлургического производства по условиям труда и состоянию здоровья работающего контингента. /Б.В. Устюшин, Л.А. Луценко //Вестник Российской АМН. – 2005 - №3 – с. 23 - 26.
3. Карнаух Н.Г. Изменения в функциональном состоянии организма рабочих горячих цехов ./Н.Г. Карнаух //Гигиена и санитария. – 1993 - №3 – с. 32 – 34.
4. Чвырев В.Г., Ажаев А.Н., Новожилов Г.Н. Тепловой стресс. – М.: Медицина, 2000. – 296 с.
5. Тамбиев А.Э. Влияние степени автоматизации технологического процесса на тяжесть труда кузнецов-штамповщиков. /А.Э.Тамбиев //Гигиена труда и профзаболевания. – 1988 - №4 – с. 49 – 50.

INFLUENCE OF FACTORS OF THE INDUSTRIAL ENVIRONMENT AND LABOUR PROCESS ON PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF A CONDITION OF AN ORGANISM OF WORKERS

A.S. Nikitin

By means of modern methods working conditions and a degree of influence of industrial factors on an organism of workers in shops with a heating up microclimate of the enterprise of mechanical engineering are studied.

Data about research of functional parameters of the basic systems of an organism in dynamics of labour shifts, weeks are presented.

***Keywords:** labor process, physiological indicators, the working environment and workers.*

Никитин А.С. – очный аспирант кафедры профильных гигиенических дисциплин ГОУ ВПО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Росздрава; root@ryazgmu.ryazan.ru