

**ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

© Чудинин Н.В., Кирюшин В.А., Большаков А.М., 2012  
УДК 613.646

**ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА РАБОЧИХ,  
ЗАНЯТЫХ ПЕРЕРАБОТКОЙ АККУМУЛЯТОРНОГО ЛОМА**

*Н.В. Чудинин, В.А. Кирюшин, А.М. Большаков*

ГБОУ ВПО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения и социального развития РФ, г. Рязань

**Выбор метода переработки свинецсодержащего сырья во многом обуславливает санитарно-гигиенические условия труда. Комплексно-сравнительный подход к изучению сложившихся условий труда позволяет выявить наиболее неблагоприятные факторы, действующие на рабочих и дать количественную оценку имеющихся отличий. Проведенное нами проспективное исследование в данной отрасли цветной металлургии, выявило, что одним из неблагоприятных факторов производственной среды является нагревающий микроклимат. Проведенный статистический анализ позволил установить приоритетные факторы, действующие на теплонпряжение организма рабочих и представить количественную оценку различий термического воздействия и теплового состояния организма рабочих, занятых разными методами рециклинга свинца.**

*Ключевые слова:* аккумуляторный лом, дробильщик, плавильщик, нагревающий микроклимат, технологический процесс.

На теплообмен человека помимо параметров микроклимата (температура, влажность, подвижность воздуха, тепловое излучение) и уровня энерготрат, большое влияние может оказывать продолжительность пребывания в неблагоприятной среде [1]. Это, в свою очередь, может зависеть как от степени автоматизации технологических процессов, так и от инженерно-технологических решений, эргономичности производственного процесса.

**Материалы и методы**

Одной из задач нашего исследования является сравнительная оценка влияния параметров микроклимата на тепловое состояние организма основных групп рабочих, занятых различными методами переработки аккумуляторного лома.

Объектами исследования являются рабочие предприятий г. Рязани, имеющих в своем технологическом арсенале разные подходы к рециклингу свинца, на которых

проводилась регистрация микроклиматических параметров с применением приборов: для оценки избыточных тепловыделений – актинометр, микроклимата – метеометр МЭС – 200, тепловой нагрузки среды – ТКА-ПКМ(24) «ТНС-индекс». Оценка теплового состояния организма производилась по средневзвешанной температуре кожных покровов (СТВК, °С) по пятиточечной системе в соответствии с МУК 4.3.1895-04.

Нами рассчитывались среднесменные (эквивалентные) показатели микроклимата, в соответствии со временем пребывания рабочего в различных зонах занятости. Нормирование полученных параметров производилось в соответствии с Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (далее – Р 2.2.2006-05).

Единицей наблюдения в опытных группах стали плавильщики, которые на

основании категории тяжести работ методом основного массива были сформированы в две группы: предприятия ОАО «Рязцветмет» в количестве 98 человек в возрасте от 25 до 40 лет со стажем работы от 1 года до 10 лет и ЗАО КПВР «Сплав», соответственно, в количестве 73 человек. В контрольную группу вошли дробильщики ОАО «Рязцветмет» и ЗАО КПВР «Сплав» с такими же возрастностажевыми характеристиками, соответственно, 43 и 36 человек с категорией тяжести работ 2б и 3, на которых отсутствует влияние нагревающего микроклимата. Выше представленные группы рабочих работали в спецодежде, изготовленной из хлопчатобумажных материалов предназначенной для защиты от общих загрязнений; у плавильщиков предусмотрено использование щитка для защиты лица.

Учитываемые признаки, по которым проводились сравнения, СТБК, °С основных групп рабочих и микроклиматические параметры (температура, относительная влажность, и подвижность воздуха, тепловая нагрузка среды, интенсивность теплового излучения) производственных помещений предприятий ОАО «Рязцветмет», ЗАО КПВР «Сплав».

Для решения поставленной задачи нами сформулированы нулевые гипотезы (H<sub>0</sub>) об отсутствии различий в параметрах микроклимата и СТБК, °С плавильщиков и дробильщиков, как между профессиями, так и в динамике рабочей смены. В случае нахождения статистических различий, принималась альтернативная статистическая гипотеза (H<sub>1</sub>) о наличии отличий учитываемых признаков в сравниваемых когортах.

Данные гипотезы проверялись при помощи непараметрического дисперсионного однофакторного анализа для не связанных групп Краскела-Уоллиса, апостериорное сравнение анализируемых вариаций проведено с применением критерия Коновера. Сравнение показателей СТБК, °С в динамике рабочей смены, произведено с помощью расчета критерия Вилкоксона для связанных групп. Применение данных статистических методов основано на отсутствии равенства дисперсий (тест Леве-

на) в изучаемых выборках. Анализ взаимосвязей влияния параметров микроклимата на тепловое состояние рабочих произведен с использованием параметрического (тест Шапиро-Уилка) корреляционного метода Пирсона. Критический уровень значимости всех используемых статистических методов (критериев),  $\alpha=0,05$ .

Данные представлены в виде выборочного среднего значения с 95% доверительными интервалами ( $\bar{x} \pm 95\% \text{ДИ}$ ). Количественная величина различий исследуемых показателей представлена в виде вычисленных границ 95% доверительных интервалов для разности между выборочными средними значениями признака в изучаемых группах.

Для статистического анализа использованы: пакет прикладных программ «STATISTICA 8,0» и электронная таблица MS Excel 2003.

### Результаты и их обсуждение

Предприятия ОАО «Рязцветмет» и ЗАО КПВР «Сплав» используют два современных подхода переработки аккумуляторного лома: методы гидровоздушной сепарации и пирометаллургической, имеющие принципиальные технологические различия. Первый способ заключается в комплексной автоматизированной разделке отработавших аккумуляторных батарей с выделением металлической и неметаллической фракций с последующей переплавкой, рафинированием и получением готовой продукции в виде марочного свинца. В пирометаллургической схеме отсутствует разделение на фракции: аккумуляторные батареи после осмотра, удаления посторонних предметов и слива кислоты поступают на переплавку; выделенный черновой свинец подвергается рафинированию с целью достижения заданных товарных характеристик.

Анализ результатов условий труда основных групп рабочих на изучаемых предприятиях показал, что одним из основных неблагоприятных факторов производственной среды являются микроклимат. На ОАО «Рязцветмет» условия труда плавильщиков характеризуется

динамическими микроклиматическими условиями, колеблющимися от «оптимальных» до «вредных». Отрицательный вклад в формирование динамического микроклимата вносят: повышенная температура воздуха, местами достигающая 33,6С° (95%ДИ от 31,5С° до 35,7С°) и различные по интенсивности потоки теплового излучения в пределах 100—3270 Вт/м<sup>2</sup>. Эти потоки исходят от шахтных печей, рафинировочных котлов, разливочного конвейера и расплавленного металла. ОАО «Рязцветмет» имеет значительную степень автоматизации, особенно на участках с тяжелой и вредной работой, в результате чего снижена доля ручного труда, который отнесен нами к категории 2б по уровню интенсивности энергозатрат. И уменьшено время контакта с неблагоприятными микроклиматическими параметрами, которое составляет от 20% до 50% времени смены.

Рабочие места плавильщиков ЗАО «КПВР «Сплав» так же характеризуются динамическим микроклиматом, но с диапазоном колебания условий труда от допустимых до вредных. Помимо локальных температур воздуха до 30,3С° (95% ДИ от 28С° до 32,6С°) и теплового излучения от шахтных печей, рафинировочных котлов с электрообогревом и расплавленного металла с диапазоном колебаний 130 – 2970 Вт/м<sup>2</sup>, также отмечается повышенная

его подвижность, достигающая 1,3м/с (95% ДИ от 0,9 м/с до 1,4 м/с). Это предприятие имеет в своем технологическом арсенале меньшую степень автоматизации, что обуславливает преобладание доли ручного труда (категории 3 по уровню интенсивности энергозатрат) и более продолжительное пребывания в неблагоприятных условиях – от 40% до 75% времени смены. Ввиду этого среднесменные микроклиматические параметры – интенсивность теплового излучения, влажность и подвижность воздуха выше на рабочих местах плавильщиков ЗАО «КПВР «Сплав», р<0,001 (табл. 1).

В соответствии с данными таблицы 1, трудовая деятельность плавильщиков ОАО «Рязцветмет» и ЗАО «КПВР «Сплав» протекает в условиях нагревающего микроклимата с классом условий труда 3.1(вредный первой степени) по показателю интенсивности теплового излучения на основании Р 2.2.2006-05. Условия труда дробильщиков соответствуют допустимым условиям труда, 2 класс.

Из многообразия факторов, формирующих тепловое состояние работающих в нагревающей среде, кроме параметров микроклимата и уровня энергозатрат, обусловленных физической активностью, большое влияние может оказывать продолжительность пребывания в неблагоприятной среде.

Таблица 1

**Среднесменные параметры микроклимата на основных рабочих местах предприятий по переработке свинцоводержащего сырья**

Параметры микроклимата	Рязцветмет		Сплав	
	Плавильщики	Дробильщики	Плавильщики	Дробильщики
tв,С°	24,8(24,2:25,5)	18,9(17:20,7)	4,7(24:25,4)	15,7(14,2:17)
φ, %	40,1(38,2:41,9)	70(67,2:73)	70,8(68,7:72,9)	72(69,2:74,7)
V, м/с	0,27(0,25:0,29)	0,51 (0,45:0,56)	0,65(0,61:0,69)	0,56(0,51:0,61)
J,Вт/м <sup>2</sup>	427(396:458)	-	694(663:724)	-
ТНС,С°	22(21,6:22,4)	16,4(15,9:16,9)	21,4(20,7:22,1)	13,6(13,2:14)
Классы условий труда	<b>3.1</b>	<b>2</b>	<b>3.1</b>	<b>2</b>

*Примечание: данные представлены в виде выборочного среднего (нижней границы: верхней границы 95% доверительного интервала, для выборочного среднего значения).*

Корреляционный анализ полученных данных позволил установить взаимосвязь теплосодержания в организме плавильщиков (СТВК, °С) с комплексом воздействующих факторов. В соответствии с рис. 1 к наиболее значимым факторам, влияющие на СТВК, °С плавильщиков отнесены:

интенсивность теплового облучения, температура воздуха, время нахождения в данном микроклимате, тепловая нагрузка среды, относительная влажность воздуха которые получили прямую зависимость и подвижность воздуха характеризующаяся обратной зависимостью.

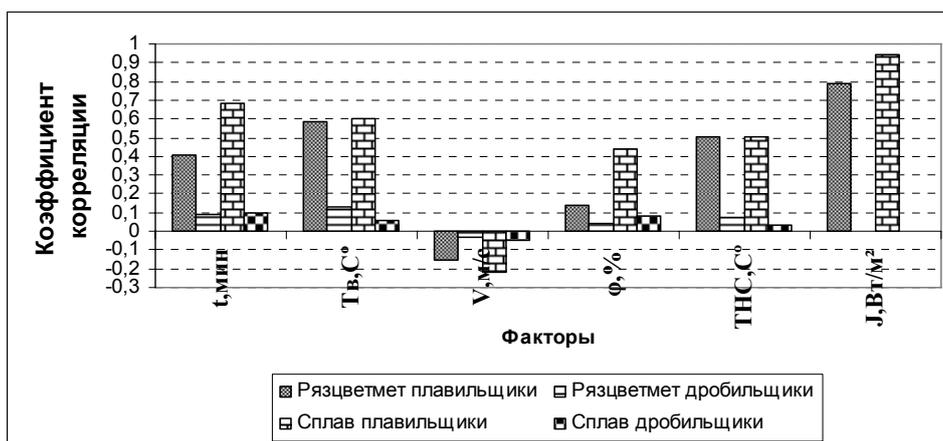


Рис. 1. Значимость влияния среднесменных параметров микроклимата на средневзвешанную температуру кожных покровов основных групп рабочих предприятий вторичного свинца

В сравнительном плане наибольшие статистически значимые корреляционные взаимосвязи установлены у плавильщиков ЗАО «КПВР «Сплав» в сравнении с одноименной профессиональной группой ОАО «Рязцветмет», соответственно, интенсивность теплового излучения  $r = 0,94$  (0,91: 0,96) и  $r = 0,79$  (0,71:0,84),  $p < 0,001$ ; время контакта  $r = 0,67$  (0,55:0,77) и  $r = 0,41$  (0,27: 0,51),  $p = 0,0049$ ; относительная влажность воздуха  $r = 0,44$  (0,32:0,56) и  $r = 0,14$  (0,02: 0,26),  $p = 0,0013$ . Наличие данных отличий подтверждается более высокими среднесменными показателями микроклимата: интенсивности теплового излучения на  $267 \text{ Вт/м}^2$  (95% ДИ от  $223 \text{ Вт/м}^2$  до  $310 \text{ Вт/м}^2$ ),  $p < 0,001$ , влажности  $30,7\%$  (95% ДИ от  $27,9\%$  до  $33,5\%$ ),  $p < 0,001$  и более продолжительной термической нагрузкой в течение времени смены на  $20 - 30\%$ . Статистические различия по другим параметрам не установлены. В группах дробильщиков нами не выявлено ни одной статистически значимой взаимосвязи, влияния изучаемых

параметров на СТВК, °С,  $p > 0,05$ .

Данные факторы определяют экзотермическую нагрузку на организм и чем более они выражены, тем сильнее напряжение механизмов терморегуляции. Полученные результаты СТВК, °С плавильщиков и дробильщиков в динамике рабочей смены подтверждают данный вывод в соответствии с рис. 2: производственная деятельность в условиях нагревающего микроклимата приводит к повышению СТВК, °С, у плавильщиков ЗАО «КПВР «Сплав» на  $1,9^\circ\text{C}$  (95% ДИ от  $1,7^\circ\text{C}$  до  $2,1^\circ\text{C}$ ),  $p < 0,001$ .

У плавильщиков ОАО «Рязцветмет» на  $1,3^\circ\text{C}$  (95% ДИ от  $1,2^\circ\text{C}$  до  $1,4^\circ\text{C}$ ),  $p < 0,001$ . Труд дробильщиков ОАО «Рязцветмет» и ЗАО «КПВР «Сплав» в условиях отсутствия термической нагрузки на организм приводит к понижению СТВК, °С, соответственно, на  $1,2^\circ\text{C}$  (95% ДИ от  $1^\circ\text{C}$  до  $1,4^\circ\text{C}$ ),  $p < 0,001$  и  $1,8^\circ\text{C}$  (95% ДИ от  $1,6^\circ\text{C}$  до  $2^\circ\text{C}$ ),  $p < 0,001$ .

Помимо экзотермической нагрузки на тепловое состояние организма влияют

энерготраты, которые определяют эндотермическую нагрузку. Из литературы известно, что температура кожных покровов в отличие от температуры глубоких слоев тела (его ядра) находится в зависимости не от интенсивности работы, а от условий теплообмена с окружающей средой [7].

Проведенный нами сравнительный анализ СТБК, °С у рабочих опытных и контрольных групп в конце рабочей сме-

ны (табл. 2) дает право сделать заключение, что высокие энерготраты (III) у плавильщиков ЗАО «КПВР «Сплав» в комплексе с данным нагревающим микроклиматом приводит к большему теплonaпряжению организма, что сказывается в превышении СТБК, °С на 4°С (95% ДИ от 3,8°С до 4,2°С),  $p < 0,001$  в сравнении с дробильщиками данного предприятия (категория тяжести работ III).

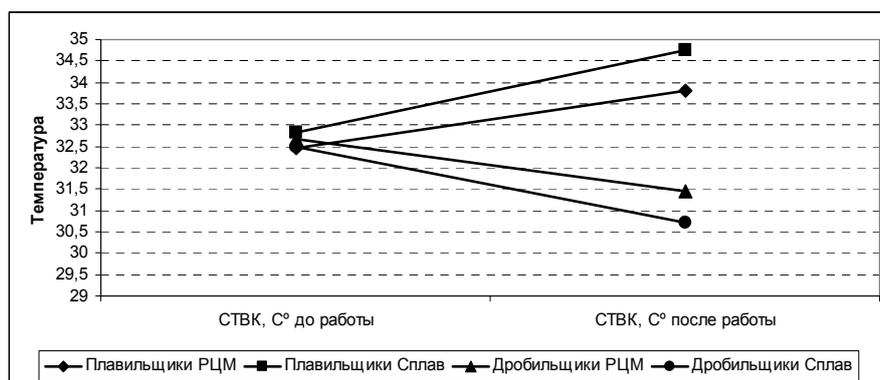


Рис. 2. Динамика изменений СТБК, °С у дробильщиков и плавильщиков ОАО «Рязцветмет» и ЗАО КПВР «Сплав»

Таблица 2

**Статистическое сравнение значений СТБК, °С в конце рабочей смены у рабочих основных профессиональных групп предприятий ОАО «Рязцветмет» и ЗАО «КПВР «Сплав»**

Профессии: категории тяжести работ	СТБК, С° x̄ (95%ДИ), С°	Профессии			
		плавильщики РЦМ	плавильщики Сплав	дробильщики РЦМ	дробильщики Сплав
плавильщики РЦМ: Пб	33,8 (33,7:33,9)		$p < 0,001$ -0,9(-1,1:-0,7)	$p < 0,001$ 2,4(2,2:2,6)	$p < 0,001$ 3,1(2,9:3,3)
плавильщики Сплав: П	34,7 (34,5:34,9)	$p < 0,001$ 0,9(0,7:1,1)		$p < 0,001$ 3,3(3,1:3,5)	$p < 0,001$ 4(3,8:4,2)
дробильщики РЦМ: Пб	31,4 (31,2:31,6)	$p < 0,001$ -2,4(-2,6:-2,4)	$p < 0,001$ -3,3(-3,5:-3,1)		$p = 0,029$ 0,7(0,5:0,9)
дробильщики Сплав: П	30,7 (30,5:30,9)	$p = 0,013$ -3,1(-3,3:-2,9)	$p < 0,001$ -4(-4,2:-3,8)	$p = 0,029$ -0,7(-0,9:-0,5)	

Примечание: данные представлены в виде выборочного среднего (нижней границы: верхней границы 95% доверительного интервала, для выборочного среднего значения).

При сравнении СТБК,°С плавильщиков и дробильщиков ОАО «Рязцветмет» (категории тяжести работ – 2б) выявлено, что данный параметр выше у плавильщиков на 2,4°С(95% ДИ от 2,2°С до 2,6°С),  $p < 0,001$ . В контрольных группах СТБК,°С ниже у дробильщиков ЗАО «КПВР «Сплав» на 0,7°С(95% ДИ от 0,5°С до 0,9°С),  $p = 0,029$ . При сравнительной оценке изучаемых групп плавильщиков установлено: СТБК,°С выше у плавильщиков ЗАО «КПВР «Сплав» на 0,9°С(95% ДИ от 0,7°С до 1,1°С),  $p < 0,001$ .

По нашему мнению, высокие показатели средневзвешанной температуры кожных покровов организма плавильщиков, можно объяснить тем, что в условиях нагревающего микроклимата, отдача тепла организмом путем конвекции и радиации снижена, поэтому на первый план выходит теплоотдача испарением. Более высокие показатели относительной влажности воздуха в сочетании с более продолжительным пребыванием в условиях высокой температуры и интенсивным тепловым излучением, зафиксированные на рабочих местах плавильщиков ЗАО «КПВР «Сплав» приводят к более низкому градиенту влажности между кожей и воздухом, и испарение пота происходит медленнее. Это в свою очередь приводит к большему накоплению тепла в организме и, как следствие, к повышенной нагрузке на кардиореспираторную, нервную, мышечную, центральную нервную и другие системы, направленной на выведение избытка тепла из организма. Аналогичная точка зрения на выявленную тенденцию отмечена в работах [2, 3, 4, 5, 6].

#### Выводы

1. Проведенная сравнительная характеристика термического воздействия на организм рабочих основных профессиональных групп, дает основание сделать заключение, что тепловое состояние организма дробильщиков, занятых в допустимых микроклиматических условиях находится в оптимальных границах.

2. Тепловое состояние организма плавильщиков ЗАО «КПВР «Сплав» и

ОАО «Рязцветмет» в нагревающем микроклимате с вредным классом условий труда первой степени-3.1, оценивается как предельно-допустимое с рекомендацией по продолжительности работ в установленном микроклимате, соответственно, не более одного и трех часов за рабочую смену в соответствии с МУК 4.3.1895-04.

3. Переработка аккумуляторного лома методом гидровоздушной сепарации ОАО «Рязцветмет» в сравнении с пирометаллургическим ЗАО «КПВР «Сплав» снижает долю ручного труда и время воздействия неблагоприятных микроклиматических параметров на организм плавильщиков на 20-30% и как следствие уменьшает тепловое напряжение организма плавильщиков ОАО «Рязцветмет».

4. Для достижения оптимального теплового состояния организма плавильщиков, необходима роботизация технологических процессов на «горячих» участках ЗАО «КПВР «Сплав» и ОАО «Рязцветмет».

#### Литература

1. Афанасьева Р.Ф. Интегральная оценка комплекса факторов, обуславливающих термическую нагрузку на работающих / Р.Ф. Афанасьева // Медицина труда и пром. экология. – 2002. – №8. – С. 9-15.
2. Афанасьева Р.Ф. К обоснованию регламентации термической нагрузки среды на работающих в нагревающем микроклимате (на примере сталеплавильного производства) / Р.Ф. Афанасьева // Медицина труда и пром. экология. – 1997. – №2. – С. 30-34.
3. Использование бемитила для повышения устойчивости организма человека к сочетанному воздействию оксида углерода и нагревающего микроклимата / А.В. Серов [и др.] // Гигиена труда и проф. заболевания. – 1991. – №6. – С. 12-14.
4. Коневских Л.А. Изучение процессов адаптации у рабочих-металлургов / Л.А. Коневских // Медицина труда и пром. экология. – 1998. – №4. – С.34-38.
5. Некоторые результаты исследований отдаленных эффектов воздействия на-

- гревающего микроклимата на организм работающих / Ф.М. Шлейфман [и др.] // Гигиена труда и проф. заболевания. – 1990. – №5. – С. 22-24.
6. Шлейфман Ф.М. Функциональное состояние организма и биологическое старение работающих в условиях нагревающего микроклимата / Ф.М. Шлейфман // Врачеб. дело. – 1990. – №3. – С. 111-113.
7. Банхиди Л. Тепловой микроклимат помещений: Расчет комфортных параметров по теплоощущениям человека: пер. с венг. / Л. Банхиди; под ред. В.И. Прохорова. – М.: Стройиздат, 1981. – 248 с.

### THERMAL CONDITION OF THE ORGANISM OF THE WORKERS EMPLOYED PROCESSED BATTERY SCRAP

*N.V. Chudinin, V.A. Kiryushin, A.M. Bolchakov*

**The choice of method for processing of secondary lead in many respects determines the sanitary conditions of labor. Complex comparative approach to the study of existing conditions reveals the most negative factors affecting the workers and to quantify the existing differences. We conducted a prospective study in non-ferrous metals industry, has revealed that one of the disadvantages of the working environment is heating microclimate. Statistical analysis allowed us to establish priorities for the factors acting on the heat-stressed body workers, and to quantify the differences in thermal effects and thermal state of the organism of workers employed by different methods of recycling of lead.**

**Key words:** *battery scrap, the breaker, the founder, a heating up microclimate, technological process.*

Чудинин Николай Владимирович – очный аспирант ГБОУ ВПО РязГМУ Минздравсоцразвития России.

390026, г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9.

Тел.: 8-903-640-41-01.

E-mail: chudinin@bk.ru.

Кирюшин Валерий Анатольевич – д.м.н., проф., зав. кафедрой профильных гигиенических дисциплин ГБОУ ВПО РязГМУ Минздравсоцразвития России.

390026 г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9.