

УДК 613.64

РЕЖИМЫ ТРУДА НА КОНВЕЙЕРЕ СБОРКИ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ НАГРЕВАЮЩЕГО МИКРОКЛИМАТА

© 2016 г. Г. А. Сорокин

Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья Роспотребнадзора, г. Санкт-Петербург

На рабочих местах конвейера сборки автомобилей в летнее время наблюдается повышенная до 30–31 °С температура воздуха. Целью настоящего исследования было установление параметров режима труда – физиологической интенсивности трудового процесса (интегральная оценка плотности и темпа трудовых действий), времени и условий внутрисменного отдыха, защищающих работников от острого утомления и перегрева. Описывается метод определения уровня физиологической интенсивности физического труда, при котором предотвращается риск теплового перегрева и острого утомления работающих в условиях нагревающего микроклимата. Использование метода демонстрируется на примере разработки физиологически безопасных режимов труда на конвейере сборки автомобилей при температуре воздуха на рабочих местах 26–31 °С. Определены варианты допустимых сочетаний параметров режимов работы (физиологическая интенсивность труда; производительность конвейера; суммарное за смену время регламентированных перерывов в работе) и условий отдыха (снижение температуры воздуха в пунктах отдыха; скорость движения воздуха при отдыхе; доля времени отдыха в позе сидя). Установлена допустимая физиологическая интенсивность труда и производительность на рабочих местах конвейера сборки автомобилей при температуре воздуха 26–31 °С и относительной влажности 40–50 %.

Ключевые слова: физический труд, работа на конвейере, тепловая нагрузка, физиологическая интенсивность труда, режим труда и отдыха

REGIMES OF WORK OF CAR ASSEMBLY CONVEYOR IN CONDITIONS OF HEATING UP MICROCLIMATE

G. A. Sorokin

Federal State Establishment of Science «Northwest Public Health Research Center», Saint-Petersburg

In the car assembly conveyor workplaces in summertime, high air temperature up to 30–31°C is observed. The purpose of the present research was establishment of parameters of a regime of work - physiological intensity of the working process (an integrated estimation of density and rate of labor actions), time and conditions of rest protecting workers from sharp exhaustion and overheat. There has been described the method of definition of a level of physiological intensity of physical work in which the risk of thermal overheat and sharp exhaustion of workers in conditions of a heating up microclimate was prevented. Use of the method is shown in terms of development of physiologically safe regimes of work in the car assembly conveyor by air temperature in workplaces 26–31°C. There have been determined variants of admissible combinations of parameters of operating modes (physiological intensity of work; conveyor productivity; total time of regulated breaks in work) and conditions of rest (decreased air temperature in rest points; speed of air movement at rest; a share of time of rest in a sitting position). Admissible physiological intensity of work and productivity in the car assembly conveyor workplaces has been established by air temperature 26–31°C and relative humidity 40–50%.

Key words: physical work, conveyor work, heating load, physiological intensity of work, work and rest regime

Библиографическая ссылка:

Сорокин Г. А. Режимы труда на конвейере сборки автомобилей в условиях нагревающего микроклимата // Экология человека. 2016. № 1. С. 20–25.

Sorokin G. A. Regimes of Work of Car Assembly Conveyor in Conditions of Heating up Microclimate. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 1, pp. 20–25.

В летний сезон при повышенной температуре наружного воздуха, используемого для вентиляции внутренних помещений, большой плотности оборудования и нагретых поверхностях обрабатываемых изделий у работников конвейера сборки автомобилей наблюдались случаи теплового перегрева (тепловой удар) при повышении температуры воздуха на рабочих местах свыше 31 °С. Это обстоятельство вызвало постановку цели настоящего исследования: установление параметров режима труда – физиологической интенсивности трудового процесса (плотность и темп трудовых действий), времени и условий внутрисменного отдыха, защищающих указанных работников от острого утомления и перегрева. Для достижения

указанной цели следовало прежде всего определить взаимосвязи между внутрисменной динамикой температуры тела работников и параметрами режима труда при различных показателях микроклимата на рабочем месте и в пунктах нерегламентированного и регламентированного отдыха.

Методы

Использовался комплексный подход: наблюдение по ходу рабочего дня за показателями функционального состояния работников, включая температуру различных участков тела, с регистрацией параметров микроклимата; определение скорости снижения температуры тела работника в регламентированных

перерывах в условиях охлаждающего микроклимата; совместный анализ физиологической интенсивности трудовых процессов и затрат энергии организмом работника. Данные о температуре тела работников, полученные экспериментально при исследовании непосредственно на рабочих местах при определенных параметрах режима труда и микроклимата, в приемлемом диапазоне экстраполировались с помощью формул теплового баланса организма работника [5, 11] на другие сочетания этих параметров.

Для исследований были отобраны 23 работника (12 мужчин и 11 женщин, возраст 20–29 лет), занятых на 20 рабочих местах, достаточно полно представляющих разнообразие трудовых процессов на конвейере сборки автомобилей. Состав трудовых действий анализировался по их временной структуре [9]. За 100 % принималась суммарная длительность однократного исполнения всего операционного комплекса действий за вычетом времени технологических пауз («машинное время»). Определение гигиенически безопасных параметров режима труда проводилось по двум критериям: допустимое увеличение средней температуры кожи и частоты пульса в зависимости от энергетической нагрузки на рабочем месте: 0,7 °С – допустимое увеличение средней температуры кожи по ходу рабочего дня [6]; 2 уд/мин – допустимое увеличение среднечасовой рабочей частоты пульса на 7–8-м часе смены относительно 2-го часа работы [10]. Соотношение периодов работы (нагревание тела) и периодов отдыха (охлаждение тела) определялось по эмпирически устанавливаемым величинам скорости повышения температуры тела работника при выполнении трудовых действий и скорости снижения температуры тела в технологических паузах и в регламентированных перерывах для отдыха и охлаждения [11]. По ходу рабочего дня у сборщиков регистрировалась частота пульса при работе и после 3-минутного технологического перерыва и 10-минутного регламентированного отдыха; температура кожи (рука, грудь, нога) и в полости рта, наличие субъективные симптомов усталости по [3], теплоощущение по ГОСТ [2]. Регистрация указанных показателей у каждого работника производилась в течение четырех рабочих дней. Определялись: среднее арифметическое показателей (М) и его ошибка (m), коэффициент корреляции (r), коэффициенты линейной регрессии. За исключением нагревающего микроклимата, прочие средовые факторы по Р 2.2.2006-05 [8] имели оптимальные и допустимые значения. Алгоритм решения поставленной задачи был следующим:

1. Определение абсолютного ($I_{абс}$) и относительного ($I_{отн}$) уровня физиологической интенсивности трудового процесса по формулам 1 и 2:

$$I_{абс} = \Pi \times T_d, \tag{1}$$

где: Π и T_d – соответственно среднесменные плотность и темп трудовых действий ($T_d = 1$ при спокойном, «комфортном» темпе действий).

$$I_{отн} = I_{абс} / I_{пду}, \tag{2}$$

где: $I_{пду} = 0,86$ – предельно допустимый уровень физиологической интенсивности труда при 8-часовом рабочем дне и 5-дневной рабочей недели [9, 13]).

Плотность трудовых действий (Π) определялась на основании карт упрощенного микроэлементного анализа трудового процесса, имеющихся на предприятии, и количества кузовов, обрабатываемых за смену на каждом рабочем месте. Темп трудовых действий определялся несколькими способами: хронометраж с экспертной оценкой T_d , использование микроэлементных нормативов времени [12]. По данным микроэлементного анализа трудового процесса и величин затрат энергии на удержание различных рабочих поз и выполнения различных трудовых движений [4] определялись требуемые энергозатраты (Е, ккал/мин; Вт, табл. 1), с учетом изменения $I_{отн}$ при разном такте и производительности конвейера. По показателю Е рабочие места делились на две группы: 1-я группа – категория работ 1 и 2а по [1]; 2-я группа – категория работ 2б и 3.

2. Эмпирическое определение динамики повышения средней температуры тела (T_t) и кожи (T_k) при выполнении трудовых действий (T_{inc} , °С/мин) и её снижения в перерывах (T_{dec} , °С/мин) при значениях интенсивности труда и параметрах микроклимата, наиболее часто наблюдавшихся в ходе исследований (температура, влажность, скорость движения воздуха ($I_{ф}$; $T_{ф}$, °С; $V_{ф}$, %;

Таблица 1

Пример расчета энергозатрат организма работника на рабочем месте

Вид рабочих поз и трудовых движений	Энергетическая стоимость (Е), ккал/мин	Суммарная длительность за смену (Т), мин*	Рабочие энергозатраты за смену (Е×Т), ккал/смена
Энерготраты, связанные с удержанием рабочей позы и ходьбой			
1.1. Сидя			
1.2. Стоя	0,67	420	301,5
1.3. Ходьба	2,00	36	72
1.4. Подъем	4,17	20	83,4
Энерготраты, связанные с выполнением трудовых движений и ручных операций			
Работа пальцами и кистью руки	2.1. Легкая	0,42	0
	2.2. Тяжелая	0,83	0
Работа рукой	2.3. Легкая	1,25	54
	2.4. Тяжелая	2,08	0
Физическая работа рук, корпуса, ног	2.5. Легкая	3,33	38
	2.6. Средняя	5,00	50
	2.7. Тяжелая	6,67	0
	2.8. Очень тяжелая	8,33	0
Всего рабочие энергозатраты			901
Нерабочие энергозатраты, связанные с основным обменом в состоянии покоя			576
Общие энергозатраты			1477

Среднесменные энергозатраты = 1477 ккал / 8 час = 185 ккал/час или 215 ватт. Работа с энергозатратами 215 ватт относятся к категории IIa [1]

Примечание. * – при выработке за смену 125 кузовов.

V_{ϕ} , м/с); определение почасовой динамики T_t и T_k ; определение T_k при температуре воздуха в диапазоне: $\pm 3,5$ °С от T_{ϕ} без изменения B (%) и V .

3. Прогнозирование с использованием формул тепловых потоков [5] динамики средней температуры кожи при одинаковых значениях интенсивности труда, влажности и скорости движения воздуха (I_{ϕ} , B_{ϕ} , V_{ϕ}), но при разных среднесменных температурах воздуха в диапазоне $\pm 3,5$ °С от T_{ϕ} и при разных условиях отдыха в технологических паузах и регламентированных перерывах (позы стоя и сидя в паузах, разные варианты параметров охлаждающего микроклимата). Расчёт физиологической интенсивности труда и производительности конвейера, при которых сдвиг средней температуры кожи на 8-м часе работы относительно 2-го часа не превышает допустимого значения.

Входные параметры разработанной модели:

– *показатели продолжительности и условий отдыха* (суммарная длительности регламентированных перерывов для отдыха (20–70 мин), возможность отдыха в позе сидя в технологически паузах (0–80 % от длительности технологических пауз); скорость движения воздуха (0,5–2 м/с), снижение температуры воздуха в пунктах отдыха относительно её величины на рабочем месте ($\Delta T \div 2-6$ °С);

– *физиологическая интенсивность трудового процесса* ($I_{\text{абс}} \div 0,42-0,64$ при $P \div 0,42-0,64$ и $T_d = 1$), энергозатраты (см. табл. 1);

– *показатели микроклимата на рабочем месте* (температура воздуха $T \div 25-31$ °С; скорость движения воздуха $V \div 0.5-1$ в/с; влажность $B = \text{const}$ (45–50 %).

Выходные параметры модели:

– *показатели тренда средней температуры кожи и тела* при выполнении трудовых действий ($T_{\text{пс}}$) и во время технологических пауз и регламентированных перерывов ($T_{\text{дс}}$);

– *увеличение средней температуры кожи и тела к концу смены* относительно её значения на 1–2-м часах работы.

Из множества различных сочетаний интенсивности труда с вариантами условий отдыха и параметрами нагревающего микроклимата отбирались те, при которых сдвиг средней температуры кожи к концу смены не превышал допустимого значения. Это наблюдается, когда соотношение времени трудовых действий и времени перерывов равняется отношению $(T_{\text{пс}} - T_{\text{пс}_d}) / (T_{\text{дс}} + T_{\text{пс}_d})$. $T_{\text{пс}_d} = 0,0026$ °С/мин – физиологически допустимая среднесменная скорость повышения средней температуры кожи работника [11].

Результаты

При плановой производительности конвейера (ПК) 125 кузовов автомобилей в смену (100 % плановой нормы для условий оптимального микроклимата) количество повторений комплекса трудовых движений (операционного цикла) на разных рабочих местах составило от 63 до 250 раз за смену. Временная структура трудовых действий: 64–96 % (среднее 81 %) – динамические движения рук, некоторые из которых с усилиями до 1,5 кг; 0–23 % (2 %) – время статических действий с теми же усилиями; 3–27 % (13 %) – ходьба; 0–19 % (4 %) – не физические действия (осмотр деталей, кузова с выбором решений). На пяти рабочих местах состав трудовых действий был переменным – изменялся каждый цикл операции в зависимости от состояния обрабатываемого кузова. Темп трудовых действий на всех местах был спокойный, комфортный $T = 1$, их плотность $P \div 0,5-0,79$ (средняя 0,61). Суммарное время перерывов в трудовом процессе (технологических пауз – «машинное время» и регламентированных перерывов для отдыха) составило в среднем 49 % рабочего времени смены.

Таблица 2

Теплоощущение, температура кожи и частота сердцебиений у конвейерных рабочих при различной температуре воздуха на рабочем месте ($M \pm m$)

Показатель	Пол	Температура воздуха на рабочем месте, °С ($B \div 45-50$ %, $V \div 0,5-1,0$ м/с)				
		24,8±0,1	25,9±,1	26,7±0,1	27,5±0,1	29,1 ± 0,1
Теплоощущение, балл	Муж.	1,3 ± 0,2	1,5 ± 0,2	2,1 ± 0,3	1,8 ± 0,3	2,5 ± 0,2
	Жен.	1,7 ± 0,5	1,8 ± 0,2	2,1 ± 0,3	2,6 ± 0,3	3,0 ± 0,2
Температура в полости рта, °С	Муж.	36,6 ± 0,3	36,7 ± 0,1	36,6 ± 0,2	36,6±0,2	36,7 ± 0,1
	Жен.	36,7 ± 0,1	36,6 ± 0,3	36,6 ± 0,2	36,8±0,1	36,7±0,2
Температура кожи рук, °С	Муж.	33,8 ± 0,3	34,6±0,2	34,3 ± 0,2	35,4±0,2	35,6 ± 0,2
	Жен.	34,0 ± 0,2	34,6 ± 0,3	34,8 ± 0,2	35,7±0,2	36,0±0,3
Температура кожи ног, °С	Муж.	33,6 ± 0,3	34,3 ± 0,3	34,2 ± 0,3	34,7±0,2	34,6 ± 0,2
	Жен.	32, 0±0,2	33,6 ± 0,2	33,6 ± 0,2	34,3±0,1	34,6 ± 0,2
Температура кожи груди, °С	Муж.	35,0 ± 0,3	35,5 ± 0,3	35,4 ± 0,2	35,0±0,2	35,4 ± 0,3
	Жен.	34,8 ± 0,5	34,8 ± 0,3	34,8 ± 0,3	35,7±0,2	35,5±0,2
Средняя температура кожи	Муж.	34,4	35,0	34,9	34,9	35,1
	Жен.	34,0	34,4	34,4	35,2	35,2
Частота пульса при работе, уд/мин	Муж.	85,0 ± 4,1	84,4 ± 3,2	78,2 ± 4,4	79,6±4,7	85,3 ± 6,0
	Жен.	80,2 ± 2,8	83,3 ± 3,3	81,3 ± 3,4	82,4±1,9	89,2±2,7

В табл. 2 представлены значения изученных физиологических показателей при различной температуре воздуха на рабочем месте. На рис. 1 показана внутрисменная динамика риска общей сильной усталости и её симптомов. Зависимость между степенью общей усталости (У) рабочих и производительностью конвейера ПК_ф (кузовов в смену) при одинаковой расстановке работников и условий микроклимата (Т = 26,7 °С, В = 46 %, V = 1 м/с) имеет вид:

$$У \text{ (баллы)} = 1,8 + 0,2 \times (ПК_{\text{ф}} - 95) \quad (3)$$

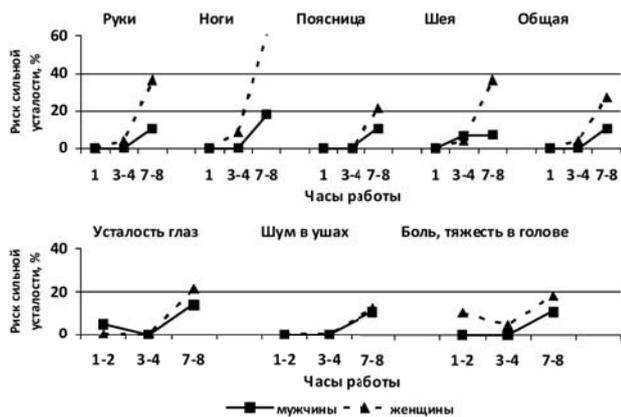


Рис. 1. Риск появления симптомов функционального перенапряжения по часам рабочего дня у сборщиков автомобилей (I_{отн} = 0,48, T_ф = 26,7 °С, В = 46 %, V = 0,8 м/с)

На рис. 2 представлена динамика оценки теплоощущения (ТО) работников конвейера по ходу рабочего дня при интенсивности труда I_{отн} = 0,48 (ПК_ф = 95 кузовов за смену) и при вышеуказанных параметрах микроклимата. Максимальное значение ТО в послеобеденное время вызвано специфическим динамическим действием пищи, которое, по данным физиологических исследований, усиливается в условиях повышенной температуры окружающей среды. Во второй половине смены 29 % рабочих оценивали своё тепловое состояние как «жарко», 15 % – как «очень жарко». Зависимость ТО от температуры воздуха (T_ф) на рабочем месте аппроксимируется регрессией:

$$ТО \text{ (балл)} = -6,7 + 0,33 \times T_{\text{ф}} \text{ (}^{\circ}\text{C)} \quad (4)$$

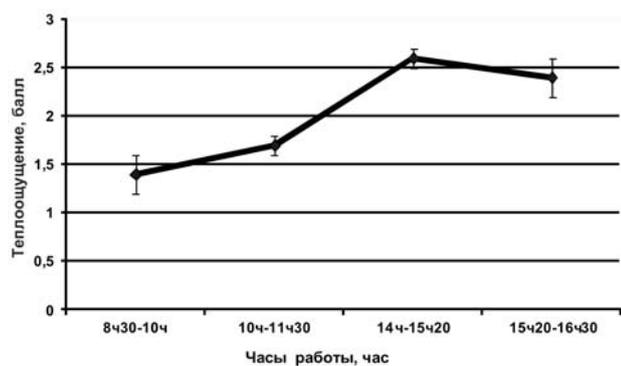


Рис. 2. Динамика теплоощущения по ходу рабочего дня у работников сборочного конвейера автомобилей (M ± m). По ординате оценка теплоощущения в баллах: 0 – ни тепло, ни холодно; 1 – слегка тепло; 2 – тепло; 3 – жарко; 4 – очень жарко

Статистическая ошибка коэффициента регрессии незначительная 0,33 ± 0,06. Корреляция (r) ТО с симптомами усталости составила от 0,37 до 0,63 (табл. 3). Все величины r статистически значимы (p < 0,001).

Таблица 3

Корреляция (r) оценки теплоощущения с симптомами усталости

Симптом	r	Симптом	r	Симптом	r
Общая усталость	0,58	Усталость в пояснице	0,61	Головная боль	0,37
Усталость мышц рук	0,59	Усталость шеи	0,54	Тяжесть в голове	0,48
Усталость мышц ног	0,63	Усталость глаз	0,47	Шум в ушах	0,44

При интенсивности труда I_{абс} = 0,48 (ПК = 95 кузовов) и параметрах микроклимата T_ф = 26,7 °С, В = 46 %, V = 0,8 м/с у работников с меньшими энергозатратами (1-я группа) тренд повышения средней температуры кожи составил T_{пс} = 0,00107 °С/мин); у работников с большими энергозатратами (2-я группа) T_{пс} = 0,00117 °С/мин. Тренд снижения средней температуры кожи во время отдыха в условиях снижения температуры воздуха до 24 °С составил T_{дс} = 0,015 °С/мин. Для среднесменных значений параметров микроклимата T_ф = 29 °С и В = 45 % в табл. 4 показаны гигиенически допустимые варианты режимов труда и условий отдыха работников 2-й группы, при которых средняя температура кожи повышается к концу смены на 0,67–0,70 °С относительно 1–2-го часа работы. Аналогичные данные получены для обеих групп рабочих мест для T_ф от 25 до 31 °С.

Таблица 4

Варианты допустимых режимов работы и условий отдыха при температуре и влажности воздуха на рабочем месте 29 °С и 45 %

Интенсивность труда, I _{абс}	Производительность конвейера, ПК, кузовов в смену	Время регламентированных перерывов, мин	Снижение температуры воздуха в пунктах отдыха, ΔT, °С	Скорость движения воздуха при отдыхе, V, м/с	Доля времени отдыха в позе сидя
0,47	105	20	2	0,5	0,8
0,47	105	30	4	0,5	0,8
0,47	105	40	6	0,5	0,0
0,47	105	60	4	0,5	0,0
0,51	115	40	6	1,0	0,0
0,51	115	70	4	1,0	0,0
0,51	115	70	6	0,5	0,8
0,51	115	80	4	1,0	0,0
0,56	125	40	2	2,0	0,0
0,60	135	20	4	2,0	0,8

Обсуждение результатов

По шкале [9, 13] уровни физиологической интенсивности труда I_{отн} ÷ 0,51–0,70 являются

низкими; уровни $I_{отн} \div 0,71-0,90$ – пониженными; $I_{отн} \div 0,91-1,0$ – средними; $I_{отн} \div 1,01-1,20$ – повышенными; $I_{отн} \div 1,21-1,35$ – высокими. При плановой ПК = 125 кузовов в смену, установленной на предприятии в качестве нормы для условий оптимального микроклимата, абсолютное значение физиологической интенсивности труда на разных рабочих местах находится в диапазоне $I_{абс} \div 0,5-0,79$ (формула 1), а её относительный уровень в диапазоне $I_{отн} \div 0,58-0,87$ (формула 2). Таким образом, уровни среднесменной физиологической интенсивности работников находятся в диапазоне «низкий – пониженный». Затраты энергии организмом работников при ПК = 125 кузовов в смену составили от 179 до 254 ккал/мин или от 207 до 290 ватт, что соответствует категориям работ от 2а до 3 [1]. При фактически наблюдавшейся производительности ПК = 96 кузовов в смену в условиях нагревающего микроклимата интенсивность трудовых процессов снижалась в 1,3 раза до диапазона «очень низкий – низкий». В диапазоне $I_{абс}$ «очень низкий – пониженный» снижение интенсивности происходит только за счет уменьшения плотности трудовых действий, а их темп не меняется ($T = 1$). В этом случае уровень энергозатрат работников снижается в той же пропорции, что и $I_{абс}$, т. е. в 1,3 раза, что приводит к снижению категории работ по [1] на одну градацию.

При плановой «нормальной» производительности конвейера ПК = 125 кузовов в смену при параметрах микроклимата $T = 26,7$ °С, $V = 46$ %, $V = 1$ м/с степень усталости работников, определенная по формуле 3, соответствует 3 баллам, т. е. «большой усталости» ($1,8 + 0,2 \times (125-95)$). При большой усталости работников резко повышаются гигиенические риски нарушения их здоровья: тепловой перегрев, перенапряжение опорно-двигательного аппарата, нервный срыв [3, 13]. Эти риски будут наблюдаться при ПК = 125, несмотря на пониженный уровень физиологической интенсивности трудовых действий ($I_{отн} \div 0,58-0,87$).

Анализ изменения ТО по ходу перерывов в работе показал, что в первой половине смены 15-минутный перерыв снижает оценку теплового состояния на 1 балл. Исходя из того, что 1 балл ТО соответствует 30 ккал [7, с. 106], можно ориентировочно определить среднюю скорость вывода из организма накопленной тепловой энергии в перерыве в работе: $30 \text{ ккал} / 15 \text{ мин} = 2 \text{ ккал/мин}$.

Динамика ТО по часам работы ($ЧР \div 1-8$ час) описывается регрессией: $ТО \text{ (баллы)} = -0,14 + 0,17 \times ЧР$, которая соответствует накоплению тепловой энергии в организме работающих со скоростью 5,1 ккал в час и 40,8 ккал за смену. Последняя величина приводит к повышению средней температуры тела на 0,5 °С. Эта величина примерно в 1,5 раза ниже допустимого уровня и совпадает с данными, полученными путем изучения динамики средней температуры тела работающих.

Таблица 5

Допустимая физиологическая интенсивность труда и производительность на рабочих местах конвейера сборки автомобилей при $T_{ф} \div 26-31$ °С и $V \div 40-50$ %

Группа рабочих мест	Интенсивность и производительность	Температура воздуха на рабочем месте, °С					
		26	27	28	29	30	31
Первая	$I_{отн}$	0,64	0,62	0,60	0,56	0,51	0,45
	ПК, кузовов в час	18,1	17,5	16,9	15,6	14,4	12,5
	ПК, кузовов в смену	145	140	135	125	115	100
Вторая	$I_{отн}$	0,60	0,58	0,56	0,51	0,48	0,42
	ПК, кузовов в час	16,9	16,3	15,7	14,5	13,4	11,6
	ПК, кузовов в смену	135	130	126	116	107	93

С использованием предложенного метода разработки динамических режимов труда, включающего регулирование физиологической интенсивности труда и условий отдыха, установлены гигиенически допустимые величины производительности конвейера при повышении температуре воздуха на рабочем месте до 31 °С и сохранении численности бригады рабочих (табл. 5). Разработанные режимы труда приняты администрацией завода к использованию на конвейере сборки автомобилей при различной температуре воздуха и относительной влажности 40–50 % и определенных условиях отдыха ($V = 1$ м/с; $\Delta T = 4$ °С). В летнее время $T_{ф}$ может возрастать от 22–24 °С в начале утренней смены до 30–31 °С в конце рабочего дня, поэтому скорость конвейера уменьшается в соответствие с рекомендованными величинами.

Список литературы

1. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548-96.
2. ГОСТ Р ИСО 10551-2007. Национальный стандарт Российской Федерации. Эргономика тепловой окружающей среды. Определение влияния тепловой окружающей среды с использованием шкал субъективной оценки.
3. Интегральная оценка работоспособности при умственном и физическом труде. М. : НИИТруда, 1990. 107 с.
4. Леман Г. Практическая физиология труда / пер. с нем. М. : Медицина, 1967. С. 137.
5. Метц Б. Температурные условия окружающей среды // Шерпер Ж. Физиология труда / пер. с фр. М. : Медицина, 1973. С. 390–436.
6. Оценка теплового состояния человека : методические рекомендации. 05.03.1990, № 5168-90. 12 с.
7. Руководство по гигиене труда. Т. 1. М. : Медицина, 1987. 367 с.
8. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководства Р 2.2.2006– 05.
9. Сорокин Г. А. Нормирование напряженности труда по его продолжительности, плотности и темпу // Медицина труда и промышленная экология. 2001. № 10. С. 28–32.
10. Сорокин Г. А. Использование пульсометрии для физиологического нормирования интенсивности труда //

Медицина труда и промышленная экология. 2003. № 8. С. 21–25.

11. Сорокин Г. А., Фролова Н. М. Режимы труда электросварщиков в условиях нагревающего микроклимата // Медицина труда и промышленная экология. 2010. № 4. С. 6–10.

12. Сорокин Г. А., Кемпи А. И., Чубенко А. Е. Оценка факторов трудовой нагрузки : методические рекомендации. Л., 1994 ; утв. ГКСЭН РФ от 27.04.1995.

13. Sorokin G. A. Chronophysiological Study of Occupational Fatigue // Human Physiology. 2008. Vol. 34, N 6. P. 715–721.

References

1. *Gigienicheskie trebovaniia k mikroklimate proizvodstvennyh pomeshchenii* [Hygienic requirements to a microclimate of industrial premises]. Sanitary rules and specifications 2.2.4.548-96.

2. *GOST R ISO 10551-2007. Nacional'nyi standart Rossiiskoi Federatsii. Ergonomika teplovoi okruzhayushhei sredy. Opredelenie vliyaniia teplovoi okruzhayushhei sredy s ispol'zovaniem shkal sub'ektivnoi ocenki* [The national standard of the Russian Federation. Ergonomics of a thermal environment. Definition of influence of a thermal environment with use of scales of value judgment].

3. *Integral'naia otsenka rabotosposobnosti pri umstvennom i fizicheskom trude* [Integrated estimation of working capacity at intellectual and physical work]. Moscow, Scientifically research institute of work, 1990, 107 p.

4. Leman G. *Prakticheskaiia fiziologiia truda* [Practical physiology of work]. Moscow, Meditsina Publ., 1967, p. 137.

5. Metz B. *Temperaturnye usloviia okruzhayushhei sredy* [Temperature conditions of an environment]. In: Sherrer Z. *Fiziologiia of work* [Physiology of work]. Moscow, Meditsina Publ., 1973, pp. 390-436.

6. *Otsenka teplovogo sostoyaniia cheloveka. Metodicheskie rekomendatsii* [Estimation of a thermal

condition человека. Methodical recommendations]. 05.03 1990, no 5168-90, Moscow, 1990, 12 p.

7. *Rukovodstvo po gigiene truda* [Guide on hygiene of work]. Vol. 1. Meditsina Publ., 1987, 367 p.

8. *Rukovodstvo po gigienicheskoj otsenke faktorov rabochei sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikatsiia usloviy truda. Rukovodstvo P 2.2.2006* [Management by a hygienic estimation of factors of a working environment and labour process. Criteria and classification of working conditions. Managements P 2.2.2006-05].

9. Sorokin G. A. Normalization of intensity of work on its duration, density and to rate. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiia*. 2001, 10, pp. 8-32. [in Russian]

10. Sorokin G. A. Measurement of a pulse rate at normalization of intensity of work. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiia*. 2003, 8, pp. 21-25. [in Russian]

11. Sorokin G. A., Frolova N. M., Regimes of work of electric welders in conditions of a heating up microclimate. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiia*. 2010, 4, pp. 6-10. [in Russian]

12. Sorokin G. A., Kempa A. I., Чубенко А. Е. *Otsenka faktorov trudovoi nagruzki. Metodicheskie rekomendatsii* [Estimation of factors of labour loading. Methodical recommendations]. The state committee of sanitary-and-epidemiologic supervision of the Russian Federation. 1994. 4.27.1995.

13. Sorokin G. A. Chronophysiological Study of Occupational Fatigue. *Human Physiology*. 2008, 6, pp. 715-721.

Контактная информация:

Сорокин Геннадий Александрович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»

Адрес: 191036, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Советская, д. 4

E-mail: sorgen50@mail.ru