

© Морозова Т.В., 2018

УДК 613.6.02:618.1

ОЦЕНКА НАГРЕВАЮЩЕГО МИКРОКЛИМАТА КАК ФАКТОРА РИСКА НАРУШЕНИЙ РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ У РАБОТНИКОВ В ПОЛИМЕРПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Т.В. Морозова

ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, г. Москва, 105275, Россия

Изучена взаимосвязь степени активации реакций терморегуляции с микроклиматическими условиями на рабочих местах, функциональным состоянием работниц и их репродуктивным здоровьем. Труд женщин-работниц полимерперерабатывающей промышленности сопровождается сочетанным воздействием комплекса факторов рабочей среды и трудового процесса. Одними из ведущих являются нагревающий микроклимат и физическая нагрузка. Гигиеническая оценка условий труда изученных профессиональных групп (прессовщицы, литейщицы, экструзионщицы, обслуживающие высокочастотные установки работницы, вальцовщицы, каландровщицы) показала, что итоговые классы условий труда соответствуют классам вредности 3.2–3.3, что может определять риск развития репродуктивных нарушений. Нагревающий микроклимат в сочетании с физической нагрузкой обуславливает напряжение системы терморегуляции, что проявляется в повышении температуры кожи, потоотделении. По результатам углубленного гинекологического осмотра выявлено увеличение в 1,3–2,0 раза частоты гинекологической заболеваемости. Основными формами гинекологической патологии у работниц полимерперерабатывающей промышленности являлись: опущение матки и стенок влагалища, доброкачественные новообразования, нарушения менструального цикла и воспалительные болезни женских тазовых органов. Состояние репродуктивной системы женщин рассматривается в качестве интегральной оценки воздействия условий труда. Сравнительный анализ объективных гигиенических данных условий труда и субъективных их оценок работницами позволил выявить с помощью множественного регрессионного анализа взаимосвязь между факторами риска и репродуктивным здоровьем, что позволяет усовершенствовать и обосновывать профилактические мероприятия на производстве. Изложена математическая модель, позволяющая оценить и прогнозировать зависимость нарушений репродуктивного здоровья от изученных факторов условий труда, а также использовать ее для разработки практических рекомендаций.

Ключевые слова: микроклимат, тяжесть труда, функциональные нарушения, репродуктивное здоровье, профессиональный риск, условия труда, физическая нагрузка, сердечно-сосудистая система.

T.V. Morozova **HEATING MICROCLIMATE ASSESSMENT AS A RISK FACTOR OF REPRODUCTIVE HEALTH DAMAGE IN WORKERS IN THE POLYMERPROCESSING INDUSTRY** **First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov of Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), 8-2, str. Trubetskaya, Moscow, 105275, Russia.**

We studied the relationship of the thermoregulation reactions activation degree with microclimatic conditions at workplaces, the functional state of female workers and their reproductive health. The labor of women workers in the polymer processing industry is accompanied by the combined effect of factors complex of the working environment and the labor process. Leading ones are the heating microclimate and physical activity. Hygienic assessment of the working conditions of the studied occupational groups (women professions of pressers, casters, extruders, high-frequency installations serving workers, rollers, calenders) showed that the resulting classes of working conditions correspond to hazard classes 3.2–3.3, which can determine the risk of reproductive disorders. The heating microclimate in combination with physical activity causes the thermoregulation system stress, which is manifested in an increase of skin temperature, sweating. According to the results of the in-depth gynecological examination, an increase of 1.3–2 times the frequency of gynecological morbidity was revealed. The main forms of gynecological pathology among female workers in the polymer processing industry were: prolapse of the uterus and vaginal walls, benign tumors, menstrual disorders and inflammatory diseases of the female pelvic organs. The state of women reproductive system is considered as an integral assessment of the impact of working conditions. A comparative analysis of objective hygienic data of working conditions and their subjective assessments by female workers made it possible to identify with the help of multiple regression analysis the relationship between risk factors and reproductive health, which allows us to improve and substantiate preventive measures in the workplace. We presented a mathematical model that allows to evaluate and predict the dependence of reproductive health disorders on the studied factors of working conditions, and also use it to develop practical recommendations.

Key words: microclimate, severity of labor, functional impairment, reproductive health, occupational risk, working conditions, physical activity, cardiovascular system.

Согласно Концепции [11], актуальными проблемами медицины труда являются усиление глобальной конкуренции, ожидаемая волна технологических изменений на основе достижений биотехнологий, информатики и нанотехнологий, в том числе в здравоохранении, и возрастание

роли человеческого капитала как основного фактора экономического развития [15]. Поставленная в России задача создания инновационной экономики в условиях демографических проблем и прогрессирующей трудонедостаточности предполагает усиление внимания к здоро-

вью работников. В настоящее время проблема охраны репродуктивного здоровья населения в условиях низкой рождаемости и высокого уровня смертности в стране является важнейшим направлением государственной политики [2].

Исследования по изучению вклада микроклиматических параметров в заболеваемость представителей разных профессиональных групп в производстве по переработке полимеров практически отсутствуют. Однако литературные данные [4, 6, 9, 10, 16, 18] свидетельствуют о напряжении в функционировании различных систем при воздействии неблагоприятного микроклимата, что может явиться причиной угнетения защитных сил организма, возникновения предпатологических состояний, усугубляющих степень влияния других производственных вредностей: физической нагрузки, химических веществ и т. д., приводящие к снижению работоспособности и повышению уровня заболеваемости.

Работа в условиях нагревающего микроклимата в сочетании с физической нагрузкой неблагоприятно сказывается на состоянии специфических функций организма женщин. Выявленные в значительном проценте случаев нарушения менструального цикла протекали по гиперменструальному типу, а степень выраженности данной патологии находилась в прямой зависимости от теплового фактора [3]. По данным ряда авторов [12, 17] высокая температура и тепловое облучение способствуют угрозе прерывания беременности, слабой родовой деятельности, а также рождению детей с малой массой.

Цель исследования – оценить профессиональный риск для репродуктивного здоровья женщин-работниц полимерперерабатывающей промышленности в условиях сочетанного воздействия нагревающего микроклимата и тяжести труда для совершенствования научно-методических основ профилактики.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 1 840 женщин-работниц в возрасте 18–49 лет со стажем работы в полимерперерабатывающей промышленности от 5 до 20 лет.

Для решения поставленной цели были выполнены гигиенические, физиологические, социальные, статистические методы с применением компьютерных технологий.

Микроклиматические условия на рабочих местах были определены в динамике смены в теплый и холодный периоды года и оценены по показателям температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха, температуры поверхностей и интенсивности теплового излучения, которые влияют на теплообмен организма работающих женщин. Для оценки сочетанного действия параметров микроклимата был использован интегральный показатель тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс) [1, 14].

Данный показатель учитывает комплексное влияние температуры, влажности, скорости движения воздуха, теплового излучения на тепловое состояние организма. ТНС-индекс рассчитывается по формуле:

$$ТНС = 0,7 \cdot T_{вл} + 0,3 \cdot T_{из} \quad (1)$$

Для замера показателей микроклимата, использовали измеритель параметров микрокли-

мата «Метеоскоп» и портативный микропроцессорный термогигрометр ИВТМ-7 КЗ.

Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на тепловое состояние работниц. Оценка теплового состояния проводилась в соответствии с МУК 4.3.1895–04 [11].

Температуру кожи измеряли электротермометром. Измерение температуры кожи для оценки ее динамики проводили в пяти точках: на груди у верхнего края грудины; на кистях – с тыльной стороны между основанием первых фаланг большого и указательного пальцев; на бедре и голени в середине наружной поверхности голени и бедра.

Оценка теплового состояния была проведена по средневзвешенной температуре кожи и средневзвешенной величине влагопотерь.

Средневзвешенную температуру кожи ($T_{СВК}$) рассчитывали по формуле:

$$T_{СВК} = 0,07t_{лба} + 0,5t_{грудн} + 0,5t_{кисти} + 0,18t_{бедрн} + 0,20t_{голенн} \quad (2)$$

Средневзвешенная величина влагопотерь определялась по формуле 3:

$$P = K(0,07\Pi_{лица} + 0,25\Pi_{грудн} + 0,25\Pi_{спинн} + 0,05\Pi_{кисти} + 0,18\Pi_{бедрн} + 0,20\Pi_{голенн}), \text{ где } (3)$$

P – среднее количество пота, г/см²·ч;

K – коэффициент, $K = 15$ г/см²·ч;

Π – количество пота, выделившегося за 5 мин на 8 см² поверхности кожи (лица, груди, спины, кисти, бедра, голени).

Влагопотери определялись с помощью метода «фильтрованных тетрадок».

Изменение функционального состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) оценивалось по частоте сердечных сокращений (ЧСС), ударному и минутному объему сердца.

Частота сердечных сокращений – лабильный и информативный показатель функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

Ударный объем сердца (УО, мл) определялся по формуле Старра [13]:

$$УО = 101 + 0,5 \cdot СД - 1,09 \cdot ДД - 0,6 \cdot В, \text{ где } (4)$$

СД – систолическое давление, мм рт. ст.;

ДД – диастолическое давление, мм рт. ст.;

В – возраст обследуемого, годы.

На основании полученных данных определяли минутный объем кровообращения (МОК), отражающий способность сердечно-сосудистой системы обеспечить адекватное снабжение кровью органов и тканей, по формуле:

$$МОК = УО \cdot ЧСС \quad (5)$$

Оценка тяжести трудового процесса проводилась в соответствии с Руководством Р 2.2.2006–05 [14].

Физиологические исследования были дополнены социологическими. Применен метод интервью по специально разработанной анкете с целью выяснения отношения женщин-работниц к трудовой деятельности. Изучение нарушений репродуктивного здоровья работающих женщин всех профессиональных групп было проведено по данным гинекологического осмотра в рамках предварительных и периодических медицинских осмотров.

Статистическую обработку и анализ полученных данных проводили с использованием стандартного пакета программы *Statistica 6.0*.

Результаты исследования. В последние годы интенсивно развивается полимерперерабатывающая промышленность, доля занятых женщин превышает 85 %. Пластмассы и изделия из них нашли широкое применение во всех областях человеческой деятельности. Полимеры применяют в электротехнике, авиостроении, ракетной и космической технике, машиностроении, производстве мебели, легкой и пищевой промышленности, медицине и строительстве. Производство и использование пластмасс – одно из проявлений научно-технического прогресса, так как оно способствует снижению издержек на производство многих изделий, эксплуатационных расходов, повышению качества и улучшению их внешнего вида.

Именно из-за столь важной роли полимеров в повседневной жизни и в хозяйстве необходимо тщательное изучение факторов производства, влияющих на работников этой отрасли промышленности.

В условиях современного производства по переработке полимеров (прессование, литье, экструзия, высокочастотная (ВЧ) сварка и др.) работники подвергаются воздействию комплекса вредных факторов производственной среды и трудового процесса: ведущими из которых являются нагревающий микроклимат, химический фактор и тяжесть труда, которые могут приводить к нарушениям репродуктивного здоровья, развитию болезней, связанных с работой, и профессиональных заболеваний.

Для изучения состояния микроклимата были проведены замеры его параметров в теплый и холодный период года на рабочих местах в полимерперерабатывающей промышленности. Следует отметить, что в ходе технологического процесса переработки пластических масс нагрев воздуха производственной среды происходит за счет производственного оборудования, горячих изделий, которые имеют температуру 40–250 °С. Параметры микроклимата представлены в табл. 1, 2.

В теплый период года минимальная температура воздуха на рабочих местах прессовщиц в начале смены равнялась 20 °С, максимальная – 22 °С; в конце смены – 28,6 и 31,8 °С соответственно, средняя температура составила (29,9 ± 0,2) °С. В зимний период года средняя температура воздуха на рабочих местах равнялась (23,5 ± 1,2) °С. Однако на отдельных рабочих местах температура воздуха могла повышаться до 26,4 °С к концу смены.

Повышение температуры воздуха на рабочих местах привело к ее увеличению в производственных помещениях в динамике рабочей смены. Так, в летний период года минимальная температура воздуха в цехах литья под давлением в начале рабочей смены составляла 21,4 °С; в конце смены – 24,0 °С, в цехах экструзии – 21,2 и 27,4 °С соответственно; максимальная температура в цехах литья в начале смены была 23,8 °С, в конце смены – 28,4 °С, в цехах экструзии – 23,5 и 27,8 °С соответственно.

Средние значения на рабочих местах литейщиц в летний период составили (26,9 ± 0,4) °С, экструзионщиц – (26,4 ± 0,6) °С.

В среднем в цехах литья в теплый период температура воздуха в начале смены составляла (25,4 ± 0,08) °С, в конце смены – (26,9 ± 0,42) °С, в цехе экструзии – (24,8 ± 0,3) и (27,2 ± 0,6) °С соответственно.

В зимний период года минимальная температура воздуха в цехах литья в начале смены составляла 19,0 °С, в конце смены 19,6 °С, в цехах экструзии 21,4 и 22,8 °С соответственно; максимальная температура в цехе литья в начале смены 23,5 °С, в конце смены 25 °С, в цехах экструзии 24,2 и 25,4 °С соответственно; средняя температура воздуха в цехах литья равнялась (29,2 ± 0,8) °С; в цехах экструзии – (21,8 ± 1,3) °С.

Относительная влажность в цехах прессования, литья и экструзии в холодный период года составила (53,4 ± 2,9), (43,6 ± 3,1) и (44,4 ± 2,6) % соответственно и в теплый период – (63,4 ± 1,2), (58,6 ± 0,8) и (61,2 ± 1,3) % соответственно. Условия труда прессовщиц, литейщиц, экструзионщиц по микроклимату соответствует классу 3.2–3.3.

Таблица 1. Параметры микроклимата рабочей зоны в теплый период года
Table 1. Microclimate parameters of the working area in the warm season

Технологический процесс	Параметры микроклимата			Класс условий труда
	температура, °С	относительная влажность, %	скорость движения воздуха, м/с	
Прессование	29,9 ± 0,2	63,4 ± 1,2	0,3 ± 0,08	3.3
Литье под давлением	26,9 ± 0,4	58,6 ± 0,8	0,4 ± 0,06	3.2
Экструзия	26,4 ± 0,6	61,2 ± 1,3	0,2 ± 0,04	3.2
ВЧ-сварка	26,8 ± 0,8	59,4 ± 1,4	0,3 ± 0,02	3.2
Вальцевание	26,5 ± 0,5	62,6 ± 1,3	0,5 ± 0,03	3.2
Каландрование	28,8 ± 0,7	60,4 ± 0,9	0,4 ± 0,06	3.3

Таблица 2. Параметры микроклимата рабочей зоны в холодный период года
Table 2. Microclimate parameters of the working area in the cold season

Технологический процесс	Параметры микроклимата			Класс условий труда
	температура, °С	относительная влажность, %	скорость движения воздуха, м/с	
Прессование	23,5 ± 1,2	53,4 ± 2,9	0,3 ± 0,03	3.3
Литье под давлением	29,2 ± 0,8	43,6 ± 3,1	0,3 ± 0,02	3.2
Экструзия	21,8 ± 1,3	44,4 ± 2,6	0,3 ± 0,03	3.2
ВЧ-сварка	22,1 ± 1,1	54,4 ± 1,8	0,4 ± 0,03	3.2
Вальцевание	21,6 ± 0,9	49,4 ± 2,2	0,2 ± 0,02	3.2
Каландрование	23,3 ± 1,4	46,8 ± 1,7	0,2 ± 0,01	3.3

Показатели микроклимата на рабочих местах работниц, обслуживающих ВЧ-установки, составляли по температуре: (26,8 ± 0,8) °С – в теплый период года и (22,1 ± 1,1) °С – в холодный при относительной влажности (59,4 ± 1,4) % (теплый период) и (54,4 ± 1,8) % (холодный период) и скорости движения воздуха (0,3 ± 0,02) м/с (теплый период) и (0,4 ± 0,03) м/с (холодный период), соответствующая классу условий труда 3.2.

Результаты исследования параметров микроклимата производственных помещений, в которых осуществляется переработка пластиковых масс методами прессования и вальцевания, не соответствуют нормативным значениям. Наибольшие отклонения от допустимых параметров регистрировались в теплый период года по температуре воздуха у вальцовщиц – (26,5 ± 0,5) °С и у каландровщиц – (28,8 ± 0,7) °С и по скорости движения воздуха (0,50 ± 0,03) и (0,40 ± 0,06) м/с соответственно. Данный факт объясняется интенсивной работой устройств местной вытяжной вентиляции, а также недостаточной изоляцией рабочих мест от других производственных цехов. Работу вальцовщиц и каландровщиц следует отнести к классу условий труда 3.3.

Тепловое излучение от нагретых поверхностей оборудования в разные периоды года составляло от 150 до 320 Вт/м² в зависимости от профессиональных групп. Наиболее высокие уровни отмечались на рабочих местах прессовщиц (200–350 Вт/м²).

Для оценки нагревающего микроклимата использовался интегральный показатель – тепловая нагрузка среды (ТНС-индекс, °С), отражающий сочетанное влияние температуры воздуха, скорости его движения, влажности и теплового облучения на теплообмен между женщинами-работницами и производственной средой. Класс условий труда по показателю ТНС-индекса для рабочих помещений независим от периода года и представлен в табл. 3.

Данные исследования показывают, что средние значения ТНС-индекса превышают допустимые. Впервые была рассчитана температура воздуха, необходимая для обеспечения

теплового комфорта работниц полимерперерабатывающей промышленности в разные сезоны года (табл. 4). Для расчета комфортной температуры («предпочитаемой») была использована математическая модель [1]. Для прессовщиц и литейщиц, выполняющих тяжелую работу и работу средней тяжести, в холодный период года температура составила 14,6 и 16,3 °С соответственно, в теплый – 16,0 и 19,6 °С соответственно, а для экструзионщиц, работа которых проходит в допустимых условиях труда, комфортная температура выше и составила в холодный период года 17,4 °С, а в теплый период – 20,4 °С, что свидетельствует о различном состоянии систем терморегуляции и влаготеперь.

Таким образом, микроклимат на рабочих местах прессовщиц, литейщиц, экструзионщиц, работниц, обслуживающих ВЧ-установки, вальцовщиц, каландровщиц является нагревающим. В соответствии с Р 2.2.2006–05 [14], условия труда работающих женщин в зависимости от профессиональной принадлежности и расположения рабочих мест относятся к классу 3.2–3.3. При сравнении фактические значения температуры воздуха в рабочей зоне производственных помещений не соответствовали комфортным.

Анализ данных параметров микроклимата показал несоответствие их нормативному документу [5]. В связи с этим было проведено исследование теплового состояния вальцовщиц, каландровщиц, прессовщиц и литейщиц.

Динамика изменений показателей температуры кожи на различных участках тела (лоб, грудь, бедро, кисть, голень) в течение рабочей смены свидетельствует о достоверном повышении температуры на всех исследуемых участках по сравнению с исходным уровнем.

У работниц всех профессиональных групп отмечалось достоверное повышение температуры кожи в области лба, груди и на ладонной поверхности кистей рук. Так, в течение рабочей смены температура кожи лба в зависимости от профессии повышалась на (1,1 ± 0,2) – (2,2 ± 0,7) °С (p < 0,05) перед обеденным перерывом и до (2,6 ± 0,9) °С (p < 0,01) – к концу рабочего дня.

Таблица 3. Показатель ТНС-индекса на рабочих местах
Table 3. Indicator of TNS-index in the workplace

Технологический процесс	Показатель ТНС-индекса, °С	Класс условий труда
Прессование	26,6 ± 1,2	3.3
Литье под давлением	25,4 ± 1,4	3.2
Экструзия	25,2 ± 1,3	3.2
Высокочастотная сварка	24,4 ± 0,8	3.1
Вальцевание	25,3 ± 1,4	3.2
Каландрование	26,4 ± 1,6	3.3

Таблица 4. Комфортная температура воздуха рабочей зоны основных профессий в полимерперерабатывающей промышленности в разные сезоны года
Table 4. Comfortable air temperature of the working zone of the main occupations in the polymer processing industry in different seasons of the year

Сезон года	Комфортная температура (°С)		
	прессовщицы	литейщицы	экструзионщицы
Холодный период	14,6	16,3	17,4
Теплый период	16,0	19,6	20,4

Значительный рост температуры был зарегистрирован на коже кистей рук: у прессовщиц к концу дня температура составляла (35,4 ± 1,8) °С; у литейщиц – (33,4 ± 3,7) °С; у вальцовщиц и каландровщиц – (34,0 ± 3,0) и (32,2 ± 0,4) °С соответственно.

Проксимально-дистальный градиент к концу смены сглаживался у прессовщиц до 1,1 °С, у литейщиц – до 1,8 °С, у каландровщиц – до 2,2 °С, у вальцовщиц – 1,9 °С.

Повышение температуры кожи соответствует дискомфортным ощущениям работниц.

У работниц была рассчитана средневзвешенная температура кожи (СВТК). Средневзвешенная температура кожи изменяется в динамике рабочего дня (табл. 5) [7, 8].

На протяжении рабочего дня средневзвешенная температура кожи повышалась у прессовщиц до (35,3 ± 1,3) °С, литейщиц – до (35,6 ± 1,5) °С, вальцовщиц – до (34,1 ± 1,2) °С и каландровщиц – до (33,4 ± 1,3) °С, что превышало допустимый уровень при выполнении работы средней тяжести и тяжелой на 2–4 °С.

Исследование интенсивности влагопотерь выявило, что к концу рабочего дня наибольшие величины потоотделения у всех профессиональных групп отмечались: в области лба – от (56,1 ± 3,4) г/см²×ч (p < 0,01) до (62,9 ± 3,6) г/см²×ч (p < 0,01); груди – от (23,9 ± 3,1) г/см²×ч (p < 0,01) до (50,7 ± 3,6) г/см²×ч (p < 0,01); ладонной поверхности – от (43,0 ± 3,8) г/см²×ч (p < 0,01) до (45,9 ± 3,5) г/см²×ч (p < 0,01). Влагопотери в

динамике рабочей смены увеличивались на 74,7–83 %.

Таким образом, изменение температуры тела и увеличение влагопотерь свидетельствуют о напряжении процессов терморегуляции. Параметры микроклимата на рабочих местах не обеспечивают сохранение теплового баланса между работницами и производственной средой.

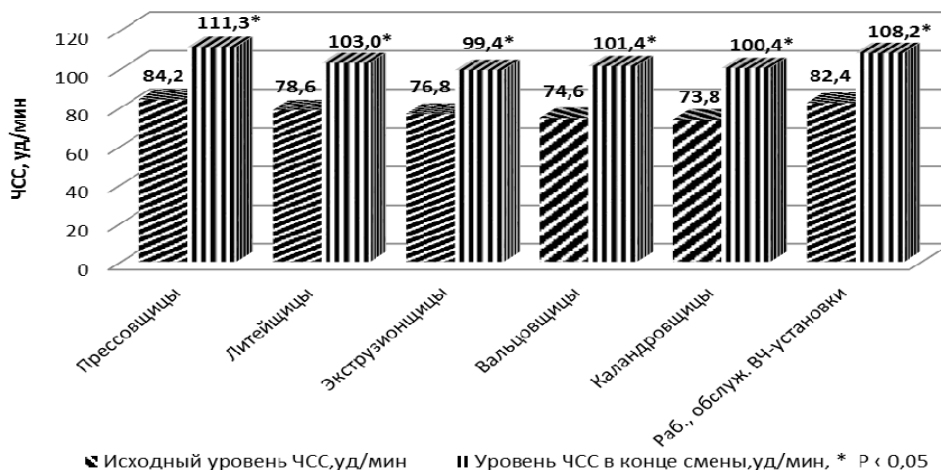
Одним из основных факторов трудового процесса является физическая нагрузка. Работа прессовщиц, литейщиц, вальцовщиц, каландровщиц связана с подсчетом и перемещением тяжестей, разовые величины которых в зависимости от профессий равны от 8 до 28 кг. Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены с рабочей поверхности, составила от 280 до 706 кг в зависимости от выполняемых производственных операций. Это позволило отнести работу прессовщиц, литейщиц, вальцовщиц, каландровщиц по условиям труда к третьему классу второй и третьей степени; труд экструзионщиц и работниц, обслуживающих ВЧ-установки, – к третьему классу первой и второй степени. Рассчитанная внешняя механическая работа составила 18 800–28 800 кгм.

Влияние условий труда находило отражение и в изменении состояния ССС, повышении ЧСС и соответственно увеличением минутного объема кровообращения (МОК) у работниц всех изученных групп (рис. 1, 2).

Таблица 5. Показатели средневзвешенной температуры кожи у прессовщиц, литейщиц, вальцовщиц и каландровщиц в динамике смены

Table 5. Indicators of the average weighted temperature of the skin from presswomen, mold makers, rollers and calenders in the dynamics of change

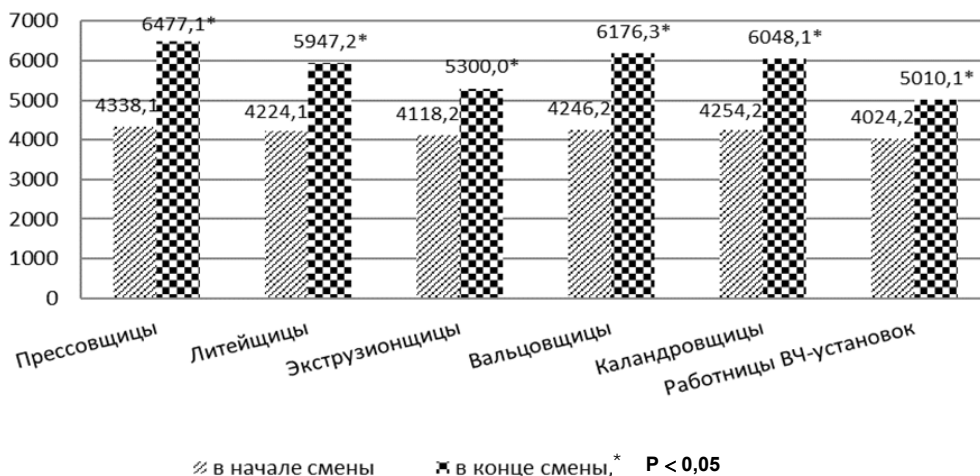
Технологический процесс	СВТК в разные периоды рабочей смены, М ± m, p		
	в начале смены	перед обеденным перерывом	в конце смены
Прессовщицы	33,1 ± 1,2	34,8 ± 1,3 (p < 0,01)	35,3 ± 1,3 (p < 0,01)
Литейщицы	33,4 ± 1,4	34,8 ± 1,4 (p < 0,01)	35,6 ± 1,5 (p < 0,01)
Вальцовщицы	31,9 ± 1,2	33,6 ± 1,1 (p < 0,05)	34,1 ± 1,2 (p < 0,01)
Каландровщицы	31,4 ± 0,6	31,8 ± 2,2 (p < 0,05)	33,4 ± 1,3 (p < 0,05)



■ Исходный уровень ЧСС, уд./мин ▣ Уровень ЧСС в конце смены, уд./мин, * P < 0,05

Рис. 1. Динамика ЧСС у работниц в течение смены, уд./мин

Fig. 1. Dynamics of heart rate in female workers during the shift, beats/min



▨ в начале смены ▣ в конце смены, * P < 0,05

Рис. 2. Показатели МОК у работниц в течение рабочей смены, мл

Fig. 2. IOC indicators for female workers during a work shift, ml

Была определена взаимосвязь ЧСС с одним из важных интегральных показателей сердечно-сосудистой системы – ТНС-индексом:

$$\text{ЧСС} = 1,58116\text{ТНС} + 43,16992 \quad (6)$$

Уравнение регрессии иллюстрирует корреляционную связь показателя ЧСС и ТНС.

Изучение динамики ЧСС в течение рабочей смены выявило влияние условий труда на данный показатель, особенно при выполнении операций с преобладанием региональной динамической работы, статистической нагрузки. К концу рабочего дня регистрировалось достоверное увеличение ЧСС у всех профессиональных групп (p < 0,05). Соответственно при увеличении ЧСС наблюдались изменения со стороны МОК, которые носили достоверный характер (p < 0,01).

Субъективная оценка работницами условий труда согласуется с данными объективных исследований микроклимата и трудового процесса. Среди основных причин неудовлетворенности условиями труда прессовщицами, литейщицами, экструзионщицами, каландровщицами и вальцовщицами названы физическая нагрузка

(34,8–81,6 % опрошенных), загазованность воздуха рабочей зоны (26,4–58,6 %), высокая температура воздуха на рабочем месте (48,6–72,3 %) и загрязнение кожных покровов рук (46,4–57,4 %). На неудовлетворительные средства защиты жалуются 63,4–26,8 % работниц всех профессиональных групп. К концу смены 78–89 % работниц предъявляют жалобы на общую усталость, головные боли, чувство тяжести в ногах, руках, пояснице.

Для выявления возможной связи влияния сочетанного воздействия нагревающего микроклимата и тяжести труда на репродуктивное здоровье женщин-работниц проведен углубленный анализ гинекологической патологии. Он показал, что самые высокие показатели распространенности патологии репродуктивной системы отмечались у прессовщиц, работа которых связана с подъемом и перемещением тяжестей, воздействием нагревающего микроклимата: распространенность опущений половых органов составила (46,40 ± 3,62) случая на 100 женщин (контроль – (28,80 ± 5,18) случая на 100 женщин; p < 0,01); нарушений менструального цикла – 32,42 ± 4,39 (контроль –

$9,08 \pm 3,24$; $p < 0,01$); доброкачественных новообразований – $34,61 \pm 4,21$ (контроль – $4,82 \pm 1,34$; $p < 0,01$); воспалительных болезней женских половых органов – $28,29 \pm 4,62$ (контроль – $10,24 \pm 2,48$; $p < 0,01$).

На основании проведенных исследований была разработана математическая модель (табл. 6), позволяющая прогнозировать априорный риск нарушений репродуктивного здоровья работниц, подвергающихся многофакторному воздействию.

Предложенная прогностическая модель возникновения и развития рисков нарушений репродуктивного здоровья расширяет теоретические представления об особенностях и характере существующих взаимодействий между уровнем воздействия факторов и уровнем компенсаторных возможностей организма и позволяет обосновывать профилактические мероприятия.

Заключение. Таким образом, результаты исследования показывают, что нагревающий

микроклимат в сочетании с физической нагрузкой приводит к перегреванию организма, которое является фактором риска как ухудшения функционального состояния, так и развития репродуктивной патологии у работников всех профессиональных групп в полимерперерабатывающей промышленности.

Анализ гинекологической патологии работниц всех профессиональных групп выявил увеличение в 1,3–2,0 раза частоты гинекологической заболеваемости (нарушения менструального цикла, воспалительные и доброкачественные заболевания, опущения половых органов).

Разработанная прогностическая модель позволяет прогнозировать априорный риск нарушений репродуктивного здоровья работниц в полимерперерабатывающей промышленности, подвергающихся многофакторному воздействию производственной среды и трудового процесса, что крайне важно с практических позиций.

Таблица 6. Зависимость нарушений репродуктивного здоровья от факторов условий труда
Table 6. The dependence of reproductive health disorders on the factors of working conditions

Производство	Характер нарушений	Уравнение множественной регрессии
Производство и переработка пластических масс	Нарушения менструального цикла	$Y = 35,4 + 10,8X_1 + 0,14X_2 + 4,2X_3 + 24,5X_4 + 35,6X_5$
	Опущения половых органов	$Y = 26,3 + 1,4X_1 - 0,16X_2 + 3,1X_3 + 14,6X_4 + 46,3X_5$
	Воспалительные заболевания	$Y = 24,3 + 9,4X_1 + 0,13X_2 + 6,4X_3 + 22,6X_4 + 19,4X_5$
Производство и переработка полимеров на основе стирола	Нарушения менструального цикла	$Y = 24,3 + 16,2X_1 + 0,16X_2 + 6,3X_3 + 21,3X_4 + 26X_5$
	Опущения половых органов	$Y = 36,4 + 2,6X_1 - 0,2X_2 + 3,4X_3 + 6,8X_4 + 18,4X_5$

Примечание: Y – изучаемый показатель, X₁ – температура воздуха; X₂ – влажность или скорость движения воздуха, X₃ – шум, X₄ – химический фактор, X₅ – тяжесть труда.
Note: Y is the indicator under study, X₁ is the air temperature; X₂ – humidity or speed of air movement, X₃ – noise, X₄ – chemical factor, X₅ – the severity of labor

ЛИТЕРАТУРА (п. 18 см. References)

- Афанасьева Р.Ф., Бобров А.Ф., Лосик Т.К., Суворов В.Г. Интегральная оценка оптимального микроклимата и теплового состояния человека // Медицина труда и промышленная экология. 2003. № 5. С. 17–22.
- Беляев Е.Н., Степанов С.А. Сохранение трудового потенциала в России – приоритетная задача Государственной санитарно-эпидемиологической службы // Бюллетень научного совета. Медико-экологические проблемы работающих. 2005. № 1. С. 2–6.
- ВОЗ. Здоровье работающих: глобальный план действий. Шестидесятая сессия Всемирной ассамблеи здравоохранения. Женева, 2007. С. 102–109.
- Гайнуллина М.К., Бакиров А.Б., Якупова А.Х. Влияние неблагоприятных производственных факторов на репродуктивное здоровье. М., 2008. 81 с.
- Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: СанПиН 2.2.4.548–96. М.: Информационно-издательский центр Минздрава России. 1997. 20 с.
- Денисов Э.И. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки профессионального риска для здоровья работников // Бюллетень научного совета. Медико-экологические проблемы работающих. 2003. № 1. С. 82–85.
- Измеров Н.Ф., Сивачалова О.В. Репродуктивное здоровье: факторы риска и профилактика. Материалы Международного конгресса «Профилактика нарушений репродуктивного здоровья от профессиональных и экологических факторов риска». Волгоград, 2004. С. 13–17.
- Интегральная оценка нагревающего микроклимата: МУК 4.3.2756–10. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 32 с.
- Кириллов В.Ф. Руководство по гигиене труда / Под ред. Кириллова В.Ф. М.: Медицина, 2010. 398 с.
- Константинов Е.И., Афанасьева Р.Ф. Влияние тепловой нагрузки среды на функциональное состояние работников газовой промышленности на открытой территории в летний период года // Безопасность в техносфере. 2014. № 5. С. 11–16.
- Об утверждении Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (с изменениями на 28 сентября 2018 г.): распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р.
- Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегрева: МУК 4.3.1895–04. М.: Федеральный центр госстандартнадзора Минздрава России. 2004. 20 с.
- Руководство к практическим занятиям по гигиене труда / Под ред. проф. Кириллова В.Ф. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 416 с.
- Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии классификации условий труда: Р 2.2.2006–05. М., 2005. 142 с.
- Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года. Утв. Указом Президента РФ от 12 мая 2009 г. № 537.
- Фесенко М.А., Голованева Г.В., Морозова Т.В., Федорова Е.В., Вуйчик П.А., Громова Е.Ю. Профессиональный риск нарушений репродуктивного здоровья работников, занятых во вредных условиях труда

// Сборник трудов института «Актуальные проблемы медицины труда» / Под ред. чл.-кор. РАН Бухтиярова И.В. Саратов, 2018. С. 518–525.

17. Фесенко М.А., Сивочалова О.В., Федорова Е.В. Профессиональная обусловленность заболеваний репродуктивной системы у работниц, занятых во вредных условиях труда // Анализ рисков здоровью. 2017. № 3. С. 92–100.

REFERENCES

- Afanas'eva R.F., Bobrov A.F., Losik T.K., Suvorov V.G. Integral'naya otsenka optimal'nogo mikroklimata i teplovogo sostoyaniya cheloveka [Integral assessment of the optimal microclimate and a person thermal state]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2003, no. 5, pp. 17–22. (In Russ.)
- Belyaev E.N., Stepanov S.A. Sokhranenie trudovogo potentsiala v Rossii – prioritnaya zadacha gossanepidsluzhby [Preservation of labor potential in Russia is a priority task of the state sanitary and epidemiological service]. *Byulleten' nauchnogo soveta. Mediko-ekologicheskiye problemy rabotayushchikh*, 2005, no.1, pp. 2–6 (In Russ.)
- VOZ. Zdorov'e rabotayushchikh: global'nyi plan deistvii [WHO. Workers' health: a global plan of action]. *Shestidesyataya sessiya Vsemirnoi assamblei zdравookhraneniya. Zheneva*, 2007, pp. 102–109. (In Russ.)
- Gainullina M.K., Bakirov A.B., Yakupova A.Kh. Vliyaniye neblagopriyatnykh proizvodstvennykh faktorov na reproduktivnoe zdorov'e [Impact of adverse production factors on reproductive health]. Moscow, 2008, 81 p. (In Russ.)
- Gigienicheskie trebovaniya k mikroklimatu proizvodstvennykh pomeshchenii: SanPiN 2.2.4.548–96 [Hygienic requirements for the microclimate of industrial premises: SanPiN 2.2.4.548–96]. Moscow: Informatsionno-izdatel'skii tsentr Minzdrava Rossii Publ., 1997, 20 p.
- Denisov E.I. Organizatsionno-metodicheskie osnovy, printsipy i kriterii otsenki professional'nogo riska dlya zdorov'ya rabotnikov [Organizational and methodological foundations, principles and criteria for the assessment of occupational risk to the health of workers]. *Byulleten' nauchnogo soveta. Mediko-ekologicheskiye problemy rabotayushchikh*, 2003, no. 1, pp. 82–85. (In Russ.)
- Izmerov N.F., Sivochalova O.V. Reproaktivnoe zdorov'e: faktory riska i profilaktika [Reproductive health: risk factors and prevention]. *Materialy Mezhdunarodnogo kongressa «Profilaktika narusheniya reproductivnogo zdorov'ya ot professional'nykh i ekologicheskikh faktorov riska»*. Volgograd, 2004, pp. 13–17. (In Russ.)
- Integral'naya otsenka nagrevayushchego mikroklimata: metodicheskie ukazaniya [Integral assessment of the thermal microclimate: guidelines]. Moscow: Federal'nyi tsentr gigeny i epidemiologii Rospotrebnadzora Publ., 2011, 32 p. (In Russ.)
- Kirillov V.F. Rukovodstvo po ggiene truda [Occupational Health Guidelines]. In: Kirillova V.F. ed. Moscow: Meditsina Publ., 2010, 398 p. (In Russ.)
- Konstantinov E.I., Afanas'eva R.F. Vliyaniye teplovoi nagruzki srede na funktsional'noe sostoyaniye rabotnikov gazovoi promyshlennosti na otkrytoi territorii v letnii period goda [Influence of heat load on the environment on the functional state of gas industry workers in an open area in the summer season]. *Bezopasnost' v tekhnosfere*, 2014, no. 5, pp. 11–16. (In Russ.)
- Ob utverzhenii Kontseptsii dolgosrochnogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda (s izmeneniyami na 28 sentyabrya 2018 g.) [On approval of the Concept of long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2020 (with changes as of September 28, 2018)]. *Rasporyazheniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 17 noyabrya 2018 g. no. 1662-r*.
- Otsenka teplovogo sostoyaniya cheloveka s tsel'yu obosnovaniya gigienicheskikh trebovaniy k mikroklimatu rabochikh mest i meram profilaktiki okhlazhdeniya i peregrevaniya: MUK 4.3.1895–04 [Assessment of the human thermal state in order to substantiate the hygienic requirements for the microclimate of workplaces and the measures for preventing cooling and overheating: MUK 4.3.1895–04]. Moscow: Federal'nyi tsentr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii Publ., 2004, 20 p. (In Russ.)
- Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po ggiene truda [Occupational Health Practice Manual]. In: prof. Kirillova V.F. ed. Moscow: GEOTAR-Media Publ., 2008, 416 p. (In Russ.)
- Rukovodstvo po gigienicheskoi otsenke faktorov rabochei srede i trudovogo protsesssa. Kriterii klassifikatsii uslovii truda: R 2.2.2006–05 [Manual on the hygienic assessment of factors of the working environment and the labor process. Criteria for the classification of working conditions: R 2.2.2006–05]. Moscow. 2005, 142 p. (In Russ.)
- Strategiya natsional'noi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii do 2020 goda [National Security Strategy of the Russian Federation until 2020]. Utv. Ukazom Prezidenta RF ot 12 maya 2009 g., no. 537. (In Russ.)
- Fesenko M.A., Golovanova G.V., Morozova T.V., Fedorova E.V., Vuitsik P.A., Gromova E.Yu. Professional'nyi risk narusheniya reproductivnogo zdorov'ya rabotnikov, zanyatykh vo vrednykh usloviyakh truda [Occupational risk of impaired reproductive health of workers engaged in hazardous working conditions]. *Sbornik trudov instituta «Aktual'nye problemy meditsiny truda»*. In: chl.-kor. RAN Buxhtiarova I.V. ed. Saratov, 2018, pp. 518–525. (In Russ.)
- Fesenko M.A., Sivochalova O.V., Fedorova E.V. Professional'naya obuslovlennost' zabolevaniya reproductivnoi sistemy u rabotnits, zanyatykh vo vrednykh usloviyakh truda [Professional condition of the reproductive system diseases among female workers in hazardous working conditions]. *Analiz riska zdorov'yu*, 2017, no. 3, pp. 92–100. (In Russ.)
- Stewart P. A., Schairer C., Blair A. Comparison of jobs, exposures and mortality risks for short-term and long-term workers. *Journal of occupational medicine*, 1990, no. 32, pp. 703–708.

Контактная информация:

Морозова Татьяна Владимировна, доктор медицинских наук, профессор, зав. учебной частью в ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»
e-mail: moroztrud@mail.ru

Contact information:

Morozova Tatyana, Doctor of Medical Sciences, Professor, Educational Manager in the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov» of Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)
e-mail: moroztrud@mail.ru

