

© Н.И. Латышевская, В.В. Мирочник, Л.А. Давыденко, А.В. Беляева, 2020

УДК 613.6.027

Гигиеническая оценка риска нарушения теплового состояния операторов, занятых на предприятиях добычи и подготовки нефти в субаридной зоне

Н.И. Латышевская^{1,2}, В.В. Мирочник¹, Л.А. Давыденко^{1,2}, А.В. Беляева^{1,2}

¹ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, пл. Павших Борцов, д. 1, г. Волгоград, 400131, Российская Федерация

²ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр», пл. Павших Борцов, д. 1, г. Волгоград, 400131, Российская Федерация

Резюме: Введение. Нефтехимическая отрасль промышленности является значимой по степени потенциальной опасности для здоровья человека. Цель исследования: оценить риск нарушения теплового состояния операторов, занятых на предприятиях добычи и подготовки нефти в субаридной зоне с целью дальнейшей разработки комплекса профилактических мероприятий, направленных на оптимизацию теплового состояния работающих. Материалы и методы. Осуществлено изучение условий труда операторов подготовки нефти двух групп: операторы обессоливающей и обезвоживающей установки и операторы товарные. Для изучения теплового состояния произведена оценка температуры кожи в 5 точках, ректальной температуры, средневзвешенной температуры кожи, средней температуры тела, теплосодержания, теплоощущения. Результаты. Выявлено, что труд операторов обессоливающей и обезвоживающей установки и операторов товарных в летний период на протяжении 52–54% времени смены осуществляется на открытой территории при действии высоких температур воздуха. Среднесменное значение индекса тепловой нагрузки среды (ТНС-индекса) позволяет отнести условия труда операторов к классу 3.2 и аргументировать фактор «нагревающий микроклимат» как ведущий вредный фактор. Действие высоких температур воздуха носит интермиттирующий характер. Два варианта нагревающего микроклимата, идентичные по общесменной тепловой нагрузке, но с различным режимом интермиттирования и средней продолжительностью однократного пребывания в условиях действия высоких температур, вызывают различные степени напряжения терморегуляторных механизмов операторов обессоливающей и обезвоживающей установки и операторов товарных. Вывод. Доказан риск нарушения теплового состояния операторов, занятых на предприятиях добычи и подготовки нефти в субаридной зоне, более выраженный у операторов товарных, который можно трактовать как «высокий».

Ключевые слова: оценка риска, тепловое состояние, нефтехимическая отрасль, субаридная зона.

Для цитирования: Латышевская Н.И., Мирочник В.В., Давыденко Л.А., Беляева А.В. Гигиеническая оценка риска нарушения теплового состояния операторов, занятых на предприятиях добычи и подготовки нефти в субаридной зоне // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 7 (328). С. 14–19 DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-328-7-14-19>

Hygienic Assessment of the Risk of Disturbance of the Thermal State of Operators Employed in Oil Production and Treatment Enterprises in the Subarid Area

N.I. Latyshevskaya^{1,2}, V.V. Mirochnik¹, L.A. Davydenko^{1,2}, A.V. Belyaeva^{1,2}

¹Volgograd State Medical University, 1 Pavshikh Bortsov Square, Volgograd, 400131, Russian Federation

²Volgograd Medical Scientific Center, 1 Pavshikh Bortsov Square, Volgograd, 400131, Russian Federation

Abstract. Introduction: The petrochemical industry is significant in terms of potential hazard to human health. The objectives of the study were to assess the risk of overheating of the open-air oil production and treatment plant operators working in the subarid area and to develop a set of preventive measures aimed at optimizing the thermal state of workers. Materials and methods: We studied working conditions of crude oil treatment operators of two groups: desalination and dehydration unit operators and loading operators. To establish the workers' thermal state we measured their body temperature at five skin points along with the rectal temperature and estimated the weighted average skin temperature, the average body temperature, heat content, and heat sensations. Results: We found that in summer time crude oil desalination and dehydration unit operators and loading operators spent 52–54% of the shift time in the open air being exposed to high air temperatures. The average shift value of the heat load index allowed us to classify their working conditions as class 3.2 and to justify the factor of hot occupational environment as a leading occupational risk factor. The effect of high ambient temperatures was intermittent. Two variants of the heating microclimate, identical in general shift heat load, but with different intermittent modes and average duration of a single exposure to high temperatures, caused different degrees of tension of the thermoregulatory mechanisms of desalination and dehydration unit operators and loading operators. Conclusion: We proved the risk of disturbance of the thermal state of operators of crude oil production and treatment facilities located in the subarid area that was higher for loading operators and could be interpreted as "high".

Key words: risk assessment, thermal state, petrochemical industry, subarid area.

For citation: Latyshevskaya NI, Mirochnik VV, Davydenko LA, Belyaeva AV. Hygienic assessment of the risk of disturbance of the thermal state of operators employed in oil production and treatment enterprises in the subarid area. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020; (7(328)):14–19 (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-328-7-14-19>

Author information: Latyshevskaya N.I., <https://orcid.org/0000-0002-8367-745X>; Mirochnik V.V., <https://orcid.org/0000-0001-7919-6306>; Davydenko L.A., <http://orcid.org/0000-0002-6612-0529>; Belyaeva A.V., <https://orcid.org/0000-0002-2723-8938>.

Введение. Нефтехимическая отрасль промышленности занимает одно из первых мест по потенциальной опасности для здоровья человека и на протяжении нескольких десятилетий представляет научный интерес как для ученых известных гигиенических школ России [1–4], так и для отдельных авторов. Большинство исследователей, характеризующих условия труда на предприятиях добычи и подготовки нефти, в качестве критериев, определяющих вредность и опасность производства, указывают химический

фактор, который представлен предельными и непределенными углеводородами, интенсивный шум, достигающий по эквивалентному уровню 93 дБА на рабочих местах машинистов насосных и компрессорных установок [5–8]. По мнению ряда авторов [7, 9, 10], основными вредными факторами рабочей среды и трудового процесса для работников основных профессий нефтедобывающей промышленности являются: вибрация, шум, тяжесть и напряженность труда, неблагоприятный микроклимат

в производственных помещениях. Важно, что работы, отражающие исследования по оценке условий труда при добыче и подготовке нефти на открытой территории при действии высоких температур, отсутствуют.

Добыча углеводородов на территории Сталинградской (ныне Волгоградской) области была начата вскоре после окончания Великой Отечественной войны. К 2016 году на территории области располагалось около 1800 нефтяных скважин. Этот факт предполагает долговременное функционирование предприятий по нефтедобыче на данной территории. Волгоградская область относится к субаридной зоне [11–13], с резко континентальным климатом, в связи с чем добыча и подготовка нефти осуществляется в характерных климатических условиях. В летний период года (май–сентябрь, информация из докладов о состоянии окружающей среды Волгоградской области за 2015–2018 гг.) среднемесячная температура воздуха, по многолетним наблюдениям, составляет $24,9 \pm 2,7$ °С, достигая с середины июня по август включительно $28,1$ – $31,3$ °С, уровень инсоляции в это время равен 188 – 204 кВт/м². Трудовая деятельность в таких условиях в сочетании с физической нагрузкой являются факторами риска ухудшения как функционального состояния организма работающих, так и развития патологии [14–16]. Представляется актуальным изучение особенностей характера и условий труда работников ведущих для этих предприятий профессий – оператора обезвоживающей и обессоливающей установки и товарного оператора – с учетом климатических особенностей Волгоградской области [13] и оценка потенциального риска нарушения теплового состояния работающих.

Цель исследования: оценить риск нарушения теплового состояния операторов, занятых на предприятиях добычи и подготовки нефти в субаридной зоне, с целью дальнейшей разработки комплекса профилактических мероприятий, направленных на оптимизацию влияния теплового фактора на состояние работающих.

Материалы и методы. Осуществлено изучение условий труда операторов подготовки нефти территориально-производственного предприятия «Волгограднефтегаз» ООО «РИТЭК» в цехе подготовки и перекачки нефти (ЦППН). Оценка условий и характера труда операторов осуществлялась в соответствии с требованиями Санитарного законодательства 2.2.2006–05¹. Для характеристики воздушной среды на рабочих местах использовались данные протоколов специальной оценки рабочих мест. Самостоятельно осуществлены измерения параметров производственного шума и вибрации (шумомер-анализатор спектров, виброметр ОКТАВА-110А-В3 с трехосевым датчиком вибрации), параметры искусственного и естественного освещения (люксметр ТКА-ПКМ-09).

Измерение и оценка параметров микроклимата производились в соответствии с требованиями руководства Р 2.2.2006–05, СанПиН 2.2.4.548–96², а также МУК 4.3.2756–10³. Измерялись следующие физические характеристики воздушной среды: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха (многофункциональный прибор для измерения параметров окружающей среды testo-400 с двумя типами зондов, в том числе для определения лучистого тепла). Для расчета индекса тепловой нагрузки воздушной среды (ТНС) использовали термогигрометр ТКА-ПКМ-24. Профессиографическая характеристика организации труда операторов выполнена на основе хронометража 20 человеко-смен [13, 17].

Для оценки теплового состояния операторов были сформированы две группы наблюдения: операторы обессоливающей и обезвоживающей установки (ООУ) – 72 человека и операторы товарные (ОТ) – 68 человек. Определялся комплекс показателей, наиболее информативных и адекватных в условиях их профессиональной деятельности: температура кожи в пяти точках (лоб, грудь, кисть, бедро, голень), ректальная температура. Рассчитывались средневзвешенная температура кожи (СВТК), средняя температура тела (СТТ), теплосодержание (ΔQ); оценивались теплоощущения (T_o) по семибальной шкале, динамика и топография кожных температур. Все измерения проводились четыре раза за смену: в начале смены (8.00–8.30), перед обеденным перерывом (12.30–13.00), в самый жаркий период суток (16.00–17.00) и в конце смены (19.30–20.00). Исключение – измерение ректальной температуры: в связи с этическими проблемами измерение проводилось дважды: в начале и в конце смены. Оценка полученных результатов выполнялась в соответствии с требованиями МУК 4.3.1895–04⁴.

Результаты исследования. Работающие (ООУ и ОТ) осуществляют свои профессиональные функции как в закрытых помещениях (операторные), так и на открытой территории. Операторные представляют собой фундаментальные помещения, в которых расположены пульты управления технологическим процессом, приборные доски и компьютеры, отражающие различные параметры технологического процесса. Работа выполняется в положениях сидя и стоя с незначительным физическим напряжением (категория работ – Ia). Площадь открытой территории ЦППН составляет около 4000 м², на ней расположены установки для обезвоживания и обессоливания нефти, теплообменники, оборудование для горячей сепарации, установки комплексной подготовки нефти; резервуары объемом 2000 м³, заполненные нефтью; емкость 60 м³ с эстакадой; нефтепроводы высокого и низкого давления, запорное оборудование (вентили, задвижки); приборы, контролируемые параметры технологического процесса,

¹ Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 29 июля 2005 г.)

² СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. № 21). М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. 20 с.

³ МУК 4.3.2756–10 «Методические указания по измерению и оценке микроклимата производственных помещений». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 32 с.

⁴ МУК 4.3.1895–04 «Методические указания по оценке теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания». М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 20 с.

расположенные на резервуарах и трубопроводах. Выполняемая операторами работа относится к категории П6 (связана с ходьбой, перемещением и переносом тяжестей до 10 кг и сопровождается умеренным физическим напряжением). Профессиографическая оценка труда операторов ООУ и ТО, выполненная в соответствии с руководством Р 2.2.2006–05, квалифицировала труд операторов обеих групп по тяжести трудового процесса как тяжелый первой степени (класс 3.1) и по напряженности как напряженный труд первой степени (класс 3.1). Такая оценка соответствует данным большинства авторов [6, 9, 16–18]. В то же время в работе Г.Г. Бадашовой с соавторами [19] для операторов товарных установлен 2 класс условий труда по тяжести (допустимый). В нашем исследовании по критерию «Перемещение в пространстве, обусловленное технологическим процессом, км» (до 12 км) класс условий труда – 3.1.

В данном исследовании цех подготовки и перекачки нефти располагался на значительном расстоянии от населенных пунктов (от 12 до 15 км), экспертная оценка позволила исключить наличие химических веществ, характерных для таких предприятий, в атмосферном воздухе селитебных территорий. Анализ параметров воздушной среды как в помещениях операторных, так и на открытой территории выявил, что содержание дисульфида (сероводорода) в смеси с углеводородами C_{1-5} не превышало ПДК (максимальная разовая концентрация составила менее 2 мг/м³ при максимальной разовой ПДК 3 мг/м³), содержание углеводородов алифатических предельных C_{1-10} также не превышало ПДК (менее 100 мг/м³) [13]. Наши данные согласуются с данными ряда авторов [6, 9, 19, 20], которые полагают, что в результате существенных технологических и организационных изменений в нефтедобывающей отрасли концентрации веществ в воздухе рабочих площадок находятся ниже или на уровне ПДК. Определение уровней шума, вибрации, параметров освещения на основных рабочих местах операторов обезвоживающей и обессоливающей установки (ООУ) и операторов товарных (ОТ) не выявило превышения установленных гигиенических нормативов. По вышеперечисленным критериям можно установить класс условий труда 2 (допустимый).

Изучение физических характеристик воздушной среды рабочей зоны показало следующее. Параметры микроклимата при вы-

полнении работ в операторной (температура воздуха $23,21 \pm 1,61$ °С; относительная влажность $63,4 \pm 3,8$ %; скорость движения воздуха – $0,2 \pm 0,03$ м/с; ТНС-индекс – $22,50$ °С) обеспечиваются за счет кондиционирования воздушной среды. В соответствии с Руководством Р 2.2.2006–05, микроклиматические параметры в операторных в теплый период года являлись допустимыми, индекс ТНС колебался в интервале $22,62–24,83$ °С, то есть не выходил за пределы рекомендуемых СанПиН 2.2.4.548–96 величин ($22,2–26,4$) с учетом категории работ по уровню энерготрат.

При выполнении работ на открытой территории температура воздуха во время проведения исследования колебалась от 24 °С до 38 °С. В соответствии с требованиями Руководства Р 2.2.2006–05, для открытых территорий в теплый период года при температуре воздуха 2 °С и более оценка микроклимата и класса условий труда производится по ТНС-индексу, который рекомендуется определять в полдень при ясном небе. В связи с тем, что операторы заняты как в помещении, так и на открытой территории, рассчитывалось среднесменное значение ТНС-индекса с учетом времени пребывания в помещении и на открытой территории (табл. 1).

Минимальное значение ТНС-индекса ($24,38$ °С) отмечено утром (начало рабочей смены). Начиная с полудня и до регламентированного перерыва (обед) при отсутствии облачности величина ТНС-индекса находилась в диапазоне $26,25–29,53$ °С, к 16 часам ТНС-индекс достигал величины $31,32$ °С. Наиболее высокие значения показателя ($32,00$ °С) фиксировалась во временном интервале $16,30–18,30$ ч, к концу рабочей смены отмечено снижение среднего значения ТНС-индекса до $31,04$ °С. Среднесменное значение ТНС-индекса равнялось $25,12$ °С.

Полученная среднесменная величина ТНС-индекса позволяет отнести условия труда операторов к классу 3.2.

Особенностью труда операторов ООУ и ОТ является необходимость перемещения в течение смены из термонейтральной зоны в зону действия нагревающего микроклимата, то есть воздействие неблагоприятных микроклиматических факторов носит интермиттирующий характер с разной длительностью пребывания в различных условиях температурной среды. Определен усредненный режим интермиттирования на

Таблица 1. Физические характеристики воздуха при работе на открытой территории цеха первичной переработки нефти в теплый период года

Table 1. Physical air characteristics during operation in the open area of the primary oil refining workshop in the warm season

Время / Time	Показатели / Indicators						
	Средняя температура воздуха в тени, °С / Average air temperature in shade, °С	Средняя температура воздуха при наличии инсоляции, °С / Average air temperature in sun, °С	Средняя температура смоченного термометра, °С / Average temperature of a moistened thermometer, °С	Средняя температура внутри черного шара, °С / Average temperature inside the black ball, °С	Относительная влажность, % / Relative humidity, %	Скорость движения воздуха, м/с / Air velocity, m/s	Индекс ТНС, °С / Heat load index, °С
8.30–10.30	$25,27 \pm 1,16$	$26,15 \pm 0,88$	$21,7 \pm 1,68$	$35,3 \pm 0,56$	$24,45 \pm 0,48$	$0,2 \pm 0,03$	24,38
10.30–12.30	$26,6 \pm 1,15$	$27,4 \pm 2,00$	$22,08 \pm 1,83$	$36,0 \pm 2,14$	$23,12 \pm 2,46$	$0,4 \pm 0,05$	26,25
12.30–14.30	$33,45 \pm 2,48$	$34,22 \pm 1,35$	$24,3 \pm 1,95$	$44,4 \pm 0,47$	$18,78 \pm 1,68$	$0,5 \pm 0,05$	29,53
14.30–16.30	$34,84 \pm 2,12$	$36,26 \pm 1,12$	$24,92 \pm 1,08$	$46,28 \pm 1,80$	$20,12 \pm 1,02$	$0,4 \pm 0,01$	31,32
16.30–18.30	$35,7 \pm 2,55$	$38,10 \pm 2,89$	$25,7 \pm 2,30$	$47,6 \pm 1,08$	$20,35 \pm 2,82$	$0,3 \pm 0,01$	32,00
18.30–20.00	$32,28 \pm 3,81$	$36,34 \pm 3,68$	$25,12 \pm 2,18$	$47,54 \pm 3,12$	$20,12 \pm 2,34$	$0,6 \pm 0,02$	31,04

протяжении 12-часовой рабочей смены (по результатам хронометражных наблюдений) операторов ООУ и ТО.

Общее время пребывания операторов ООУ в операторных, характеризующихся допустимыми параметрами микроклимата, составляет 4 часа 45 минут. В регламентированный перерыв на обед (1 час) рабочие также пребывают в условиях допустимого микроклимата. В целом 47,13 % времени смены (5 часов 45 минут) операторы ООУ пребывают в условиях допустимого микроклимата. Среднее время одного пребывания на открытой территории — 23,43 минуты, а в условиях допустимого микроклимата — 20,29 минуты. Общее время пребывания ОТ в операторных составляет 4 часа 30 минут. В регламентированный перерыв на обед (1 час) операторы также пребывают в допустимых микроклиматических условиях, всего в условиях благоприятного микроклимата — 45,8 % времени смены. Среднее время одного пребывания на открытой территории составляет 48,75 минут, а в условиях допустимого микроклимата — 33,00 минуты. Таким образом, общее время работы операторов ООУ и ОТ на открытой территории сопоставимо при различных режимах интермиттирования: 52,87 % и 54,20 % соответственно.

Сформированы модельные производственные ситуации двух типов, в которых осуществляются профессиональные функции операторов по первичной нефтепереработке:

I тип (операторы ООУ) — нагревающий интермиттирующий микроклимат с частотой интермиттирования 30–40 раз за смену; среднее время одного пребывания на открытой территории (продолжительность однократного

теплого воздействия) — 23,43 минуты, а в условиях допустимого микроклимата (пребывание в термонейтральных условиях) — 20,29 минуты, общее время пребывания на открытой территории — 6 часов 15 минут (52,87 % времени смены).

II тип (операторы ОТ) — нагревающий интермиттирующий микроклимат с частотой интермиттирования 15–20 раз за смену, среднее время одного пребывания на открытой территории (продолжительность однократного теплового воздействия) — 48,75 минут, а в условиях допустимого микроклимата (пребывание в термонейтральных условиях) — 33,00 минуты, общее время пребывания на открытой территории 6 часов 30 минут (54,2 % времени смены).

Представляют интерес особенности формирования теплового состояния операторов, выполняющих свои профессиональные действия в условиях нагревающего микроклимата с различным режимом интермиттирующего воздействия и временем однократного теплового воздействия.

Показатели теплового состояния операторов представлены в табл. 2 и 3. Выявлено достоверное увеличение кожных температур в динамике смены, носящее достоверный характер практически во всех измеряемых точках.

СВТК к концу смены у операторов обеих профессиональных групп также возросла и соответствовала допустимому уровню при среднесменных энерготратах, соответствующих тяжести работы IIб. Обращает на себя внимание факт достоверного увеличения ректальной температуры к концу смены у операторов ОТ (с $37,12 \pm 0,07$ °C до $37,65 \pm 0,07$ °C; $p \leq 0,001$)

Таблица 2. Термометрические показатели теплового состояния ООУ в динамике смены ($M \pm m$)

Table 2. Thermometric indicators of the thermal state of crude oil desalination and dehydration unit operators during the work shift ($M \pm m$)

Показатели / Indicators	Время смены / Shift time			
	8.00–8.30	12.30–13.00	16.00–16.30	19.30–20.00
t кожи лба, °C / Forehead t, °C	31,65 ± 0,32	31,92 ± 0,32	32,82 ± 0,26*	33,48 ± 0,28***
t кожи груди, °C / Chest skin t, °C	32,36 ± 0,34	32,68 ± 0,24	33,22 ± 0,37	34,42 ± 0,39***
t кожи кисти, °C / Wrist skin t, °C	31,90 ± 0,28	32,24 ± 0,19	32,18 ± 0,41	32,96 ± 0,38
t кожи бедра, °C / Thigh skin surface t, °C	31,18 ± 0,38	31,36 ± 0,30	32,12 ± 0,38	33,08 ± 0,32***
t кожи голени, °C / Ankle skin t, °C	30,18 ± 0,40	31,04 ± 0,27	31,64 ± 0,48*	31,86 ± 0,30***
СВТК, °C / Weighted average skin temperature, °C	31,62 ± 0,33	32,38 ± 0,38	32,72 ± 0,46	33,48 ± 0,56**
Ректальная t, °C / Rectal t, °C	37,12 ± 0,19	—	—	37,09 ± 0,11
СТТ, °C / Average body temperature, °C	35,28 ± 0,11	—	—	35,40 ± 0,11
ΔQ (кДж/кг) / (ΔQ kJ/kg)	—	—	—	+0,42
Теплоощущения (баллы) / Heat perception (points)	—	4,23 ± 0,15	4,68 ± 0,18	4,96 ± 0,22

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$

Таблица 3. Термометрические показатели теплового состояния ОТ в динамике смены ($M \pm m$)

Table 3. Thermometric indicators of the thermal state of loading operators during the work shift ($M \pm m$)

Показатели / Indicators	Время смены / Shift time			
	8.00–8.30	12.30–13.00	16.00–16.30	19.30–20.00
t кожи лба, °C / Forehead t, °C	31,92 ± 0,32	31,86 ± 0,52	32,42 ± 0,35	33,46 ± 0,38**
t кожи груди, °C / Chest skin t, °C	32,23 ± 0,38	32,54 ± 0,42	32,68 ± 0,34	33,49 ± 0,38*
t кожи кисти, °C / Wrist skin t, °C	31,82 ± 0,28	31,84 ± 0,56	32,22 ± 0,40	33,38 ± 0,40***
t кожи бедра, °C / Thigh skin surface t, °C	32,02 ± 0,45	32,34 ± 0,48	32,66 ± 0,36	33,39 ± 0,30*
t кожи голени, °C / Ankle skin t, °C	30,24 ± 0,36	31,04 ± 0,42	31,30 ± 0,34*	31,90 ± 0,32***
СВТК, °C / Weighted average skin temperature, °C	31,74 ± 0,24	32,12 ± 0,42	32,32 ± 0,28	33,64 ± 0,24**
Ректальная t, °C / Rectal t, °C	37,12 ± 0,07	—	—	37,65 ± 0,07***
СТТ, °C / Average body temperature, °C	35,37 ± 0,08	—	—	36,2 ± 0,06***
ΔQ (кДж/кг) / (ΔQ kJ/kg)	—	—	—	+2,97
Теплоощущения (баллы) / Heat perception (points)	—	4,68 ± 0,15	4,98 ± 0,15	5,88 ± 0,30**5

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$

в отличие от величины этого показателя у операторов ООУ, которая практически не менялась в течение смены. Известно, что величина ректальной температуры в широком диапазоне действующих температур воздуха в большей степени определяется интенсивностью мышечной нагрузки и в меньшей степени зависит от температурных стрессов [17].

В силу того, что операторы ООУ и операторы ОТ выполняют примерно одинаковые по энерготратам операции, можно предположить, что возрастание ректальной температуры обусловлено в большей степени перегревом организма, что совпадает с мнением ряда авторов [21, 23]. Также у операторов ОТ достоверно возросли СТТ (с $35,37 \pm 0,08$ °С до $36,2 \pm 0,06$ °С, $p \leq 0,01$), что соответствует верхней границе допустимого теплового состояния при выполнении работы Пб категории тяжести), и теплоощущения — до величины $+2,87$ кДж/кг. Теплоощущения в конце смены у операторов ОТ достигли $5,88 \pm 0,30$ баллов ($p \leq 0,01$), что соответствует градации «тепло». В целом оценка теплового состояния операторов ООУ позволила его классифицировать как пограничное «оптимально допустимое». Тепловое состояние организма операторов ОТ свидетельствует о напряжении терморегуляторной системы: большая часть показателей находится на верхней границе допустимого, а показатель «теплоощущения» относится к градации «предельно допустимое тепловое состояние» (МУК 4.3.1895–04) [17].

Анализ динамики термометрических показателей при различных режимах интермиттирования выявил, что более неблагоприятным, вызывающим некоторое напряжение системы терморегуляции, является режим, характерный для второй модели микроклимата. Наши результаты согласуются с данными исследования Ф.М. Шлейфман [22], которое показало, что более неблагоприятными режимами производственной деятельности в условиях нагревающего микроклимата являются периоды однократного теплового воздействия продолжительностью 40–60 минут с последующим пребыванием в термонеutralной зоне. Представляет интерес оценка профессионального риска для здоровья операторов ООУ и ОТ на основе медико-биологических показателей оценки риска, которыми в данном исследовании могут служить показатели теплового состояния работающих, аргументирующие риск перегрева работающих. В соответствии с рекомендациями МУК 4.3.2755–10, риск перегрева работников оценивается по величине накопления тепла в организме, являющейся интегральным показателем теплового состояния, выраженности напряжения реакций терморегуляции, состояния здоровья [14]. В нашем исследовании величина накопления тепла в организме операторов ООУ составила $0,42$ кДж/кг, что говорит о том, что риск перегрева отсутствует. В организме операторов ОТ имело место увеличение теплосодержания до величины $+2,97$ кДж/кг. При этом индивидуальный расчет увеличения теплосодержания у операторов ОТ выявил в 24,45 % случаев накопление тепла в интервале $3,2–3,35$ кДж/кг. Данный факт аргументирует возможность трактования риска перегрева у операторов ОТ как «высокий». Дополнительными факторами, способствующими накоплению

тепла в организме операторов, может служить используемая на данных предприятиях спецодежда (рабочий комбинезон «Модель М 02-01 — костюм летний для защиты от загрязнения нефтепродуктами», изготовленный из ткани с воздухопроницаемостью менее $50 \text{ Дм}^3/\text{м}^2/\text{с}$; спецобувь «Модель М1-740 — ботинки мужские демисезонные для защиты от производственных загрязнений и нефтепродуктов») и необходимость ношения в течение всей смены каски и защитного шлема. Однако этот факт требует дополнительных исследований, поскольку тепловое состояние работающих может быть существенно скорректировано спецодеждой, адекватной условиям труда операторов.

Выводы. Труд операторов обессоливающей и обезвоживающей установки и операторов товарных, занятых на предприятиях добычи и подготовки нефти в субаридной зоне, в летний период года в течение 52–54 % времени смены осуществляется на открытой территории при действии температур воздуха $26,15–38,10$ °С.

Среднесменное значение ТНС-индекса, равное $25,12$ °С, позволяет отнести условия труда операторов к классу 3.2 и аргументировать фактор «нагревающий микроклимат» как ведущий вредный фактор.

Действие высоких температур воздуха носит интермиттирующий характер. Два варианта нагревающего микроклимата, идентичные по общесменной тепловой нагрузке, но с различным режимом интермиттирования и средней продолжительностью однократного пребывания в условиях действия высоких температур, вызывают различные степени напряжения терморегуляторных механизмов у операторов ООУ и ОТ.

Доказан риск нарушения теплового состояния операторов, занятых на предприятиях добычи и подготовки нефти в субаридной зоне, более выраженный у операторов товарных, который можно трактовать как «высокий».

Результаты настоящего исследования являются частью научной базы данных, которая будет использована при разработке системы оздоровительных и профилактических мероприятий, направленных на снижение риска нарушений здоровья операторов ООУ и ОТ, занятых на предприятиях добычи и подготовки нефти в субаридной зоне.

Информация о вкладе авторов: Латышевская Н.И., Мирочник В.В. — разработка дизайна исследования, получение данных для анализа, анализ данных, написание текста статьи. Давыденко Л.А. — анализ полученных данных, обзор публикаций по теме статьи. Беляева А.В. — получение данных для анализа, обзор публикаций по теме статьи.

Финансирование. Работа не имела спонсорской поддержки.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы (пп. 23 см. References)

1. Бакиров А.Б. Научные разработки ФГУН УФИИ медицины труда и экологии человека в нефтяной промышленности // Нефть и здоровье: сборник научных трудов Всемирной научно-практической конференции. Уфа, 2009. С. 18–25.
2. Барг А.О. Особенности поведенческих факторов риска здоровью у работников промышленных предприятий // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 1. С. 48–53. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-48-53
3. Карамова Л.М., Башарова Г.Р., Валеева Э.Т. Уровень здоровья работников в нефтяной и химической отраслях промышленности // Медицина труда и экология человека. 2015. № 4. С. 270–275.

4. Каримова Л.К., Бадамшина Г.Г., Тимашева Г.В. и др. Оценка профессионального риска нарушений здоровья работников нефтехимических производств // Вестник РГМУ. 2014. № 1. С. 76–79.
5. Гимранова Г.Г., Бакиров А.Б., Каримова Н.А. и др. Факторы и показатели профессионального риска при добыче нефти // Вестник РГМУ. 2014. № 1. С. 72–75.
6. Захарова Р.Р., Калимуллина Г.Н., Романов В.С. Условия труда и состояние здоровья работников нефтеперерабатывающих предприятий // Медицина труда и экология человека. 2015. № 4. С. 120–122.
7. Сетко А.Г., Назмеев М.А., Пономарева С.Г. и др. Физиолого-гигиеническая характеристика условий труда рабочих нефтехимического предприятия // Гигиена и санитария. 2012. № 3. С. 40–42.
8. Шайхлисламова Э.Р., Волгарева А.Д., Обухова М.П. и др. Распространенность безлейшманных систем кровообращения у работников «шумовых» профессий, занятых добычей полезных ископаемых, и их профессиональная обусловленность // Сибирский научный медицинский журнал. 2018. Т. 38. № 6. С. 137–144. DOI: 10.15372/SSMJ20180620
9. Гинько И.В., Сушинская Т.М., Рыбина А.Л. Оценка влияния факторов производственной среды на здоровье работников при переработке нефти на основе анализа заболеваемости // Медицина труда и промышленная экология. 2019. Т. 59. № 9. С. 600–601. DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-9-600-601
10. Шляпников Д.М., Шур П.З., Алексеев В.Б., Лебедева Т.М., Костарев В.Г. Методические подходы к комплексному анализу экспозиции и стажа в оценке профессионального риска // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 1. С. 33–37. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-33-36
11. Зонн И.С., Трофимов И.А., Шамсутдинов З.Ш. Земельные ресурсы аридных территорий России // Аридные экосистемы. 2004. Т. 10. № 22-23. С. 87–101.
12. Петров К. М., Бананова В.А., Лазарева В.Г. и др. Динамика процессов опустынивания Северо-Западного Прикаспия: физико-географические и социально-экономические аспекты: атлас-монография. СПб.: Химиздат, 2016. 91 с.
13. Латышевская Н.И., Мирочник В.В., Давыденко Л.А. и др. Гигиеническая оценка условий труда операторов подготовки нефти в Волгоградской области: материалы международной научно-практической конференции (67-ой годичной), посвященной 80-летию ТГМУ им. Абуали ибни Сино. Душанбе, 2019. Т. 3. С. 180.
14. Афанасьева Р.Ф., Бессонова Н.А. Физиолого-гигиеническое обоснование продолжительности периодов пребывания в нагревающем микроклимате и в условиях теплового комфорта в течение рабочей смены // Вестник Российской академии медицинских наук. 2011. № 3. С. 24–28.
15. Дартау Л.А., Фесенко М.А. Здоровый образ жизни как способ совместного управления здоровьем работника со стороны работодателя // Медицина труда и промышленная экология. 2017. № 9. С. 61–62.
16. Афанасьева Р.Ф., Прокопенко Л.В., Киладзе Н.А. и др. Сравнительная оценка теплового состояния работающих в нагревающем микроклимате в теплый и холодный периоды года // Медицина труда и промышленная экология. 2009. № 12. С. 38–41.
17. Латышевская Н.И., Мирочник В.В., Давыденко Л.А., и др. Тепловое состояние операторов нефтедобычи в климатических условиях Волгоградской области: Анализ риска здоровью – 2020: материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Пермь. С. 5–8.
18. Гимранова Г.Г., Шайхлисламова Э.Р., Бакиров А.Б., Волгарева А.Д., Каримова Л.К. Оценка соматического здоровья работников нефтедобывающей отрасли Западной Сибири // Медицина труда и экология человека. 2019. Т. 19. № 3. С. 5–14. DOI: 10.24411/2411-3794-2019-10030
19. Бадамшина Г.Г., Бейгул Н.А., Бакиров А.Б. и др. Условия труда операторов товарных, занятых в производстве нефтепродуктов // Пермский медицинский журнал. 2015. Т. XXXII. № 1. С. 105–109.
20. Кокоулина А.А., Балашов С.Ю., Загороднов С.Ю. и др. Гигиеническая оценка объектов добычи, подготовки и первичной переработки нефти с учетом показателей риска для здоровья // Медицина труда и промышленная экология. 2016. № 12. С. 34–38.
21. Шлейфман Ф. М., Ташкер И. Д., Лашук А. А. и др. Функциональное состояние организма и биологическое старение работающих в условиях нагревающего микроклимата // Врачебное дело. 1990. № 3. С. 111–113.
22. Шлейфман Ф.М., Карнаух Н.Г. Влияние нагревающего микроклимата на здоровье работающих // Врачебное дело. 1986. № 4. С. 91–95.
23. Karamova LM, Basharova GR, Valeyeva ET, et al. Health status of healthy oil and petrochemical workers. *Meditsina Truda i Ekologiya Cheloveka*. 2015; (4):270–275. (In Russian).
24. Badamshina GG, Karimova LK, Timasheva GV, et al. Estimation of the occupational risk of violations of petrochemical industry workers' health. *Vestnik Rossiiskogo Gosudarstvennogo Meditsinskogo Universiteta*. 2014; (1):76–79.
25. Gimranova GG, Bakirov AB, Karimova LK, et al. Factors and indicators of oil extraction occupational risks. *Vestnik Rossiiskogo Gosudarstvennogo Meditsinskogo Universiteta*. 2014; (1):72–75. (In Russian).
26. Zakharova RR, Kalimullina GN, Romanov VS. Working conditions and health status of oil refining workers. *Meditsina Truda i Ekologiya Cheloveka*. 2015; (4):120–122. (In Russian).
27. Setko AG, Nazmeev MA, Ponomareva SG, et al. Physiological and hygienic characteristics of working conditions of workers in petrochemical enterprise. *Gigiena i Sanitariya*. 2012; (3):40–42. (In Russian).
28. Shaykhlislamova ER, Volgareva AD, Obukhova MP, et al. Prevalence of blood circulation diseases among workers exposed to occupational noise in mineral extraction and their work-relatedness. *Sibirskii Nauchnyi Meditsinskii Zhurnal*. 2018; 38(6):137–144. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.15372/SSMJ20180620>
29. Ginko IV, Sushinskaya TM, Rybina AL. Assessment of the impact of factors of the working environment on the health of workers in oil refining based on the analysis of morbidity. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2019; (9):600–601. (In Russian). DOI: <http://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-600-601>
30. Shlyapnikov DM, Shur PZ, Alekseev VB, et al. Methodological approaches to the integrated evaluation of the exposure and length of service in the occupational risk assessment. *Gigiena i Sanitariya*. 2016; 95(1):33–36. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-1-33-36>
31. Zonn IS, Trofimov IA, Shamsutdinov ZSh, et al. Lands resources of Russia arid territories. *Aridnye Ekosistemy*. 2004; 10(22-23):87–101. (In Russian).
32. Petrov KM, Bananova VA, Lazareva VG, et al. Dynamics of desertification processes in the Northwestern Caspian: physico-geographical and socio-economic aspects: an atlas monograph. St. Petersburg: Khimizdat Publ.; 2016. 91 p. (In Russian).
33. Latyshevskaya NI, Mirochnik VV, Davydenko LA, et al. Hygienic assessment of working conditions of oil treatment operators in the Volgograd region In: *Proceedings of the 67th Annual International Scientific and Practical Conference dedicated to the 80th Anniversary of Avicenna Tajik State Medical University named after Abouali ibni Sino, Dushanbe*. 2019; 3:180. (In Russian).
34. Afanasyeva RF, Bessonova NA. Physiological and hygienic substantiation of the duration of periods of stay in a heating microclimate and in conditions of thermal comfort during a work shift. *Vestnik Rossiiskoi Akademii Meditsinskikh Nauk*. 2011; (3):24–28. (In Russian).
35. Dartau LA, Fesenko MA. Healthy life style as a way of worker's health joint management from employer's side. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2017; (9):61–62. (In Russian).
36. Afanas'eva RF, Prokopenko LV, Kiladze NA, et al. Comparative evaluation of heat state in workers exposed to heating microclimate during cold and warm seasons. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2009; (12):38–41. (In Russian).
37. Latyshevskaya NI, Mirochnik VV, Davydenko LA, et al. Thermal state of an oil production operator in the climatic conditions of the Volgograd Region. In: *Health Risk Analysis – 2020: Proceedings of X All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, Perm*. P. 5–8. (In Russian).
38. Gimranova GG, Shaikhislamova ER, Bakirov AB, et al. Somatic health assessment of oil-extracting workers of the Western Siberia. *Meditsina Truda i Ekologiya Cheloveka*. 2019; (3):5–14. (In Russian). DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2019-10030>
39. Badamshina GG, Beigul NA, Bakirov AB. Working conditions of commodity operators engaged in oil product industry. *Permskii Meditsinskii Zhurnal*. 2015; XXXII(1):105–109. (In Russian).
40. Kokoulina AA, Balashov SYu, Zagorodnov SYu, et al. Hygienic evaluation of objects concerning extraction, preparation and primary processing of oil, considering health risk parameters. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2016; (12):34–38. (In Russian).
41. Shleifman FM, Tashker ID, Lashchuk AA, et al. Functional state of the body and biological aging of workers in a heating microclimate. *Vrachebnoe Delo*. 1990; 3:111–113. (In Russian).
42. Shleifman FM, Karnaukh NG. The effect of the heating microclimate on the health of workers. *Vrachebnoe Delo*. 1986; 4:91–95. (In Russian).
43. Lind AR, Humphreys PW, Collins KJ, et al. Influence of age and daily duration of exposure on responses of men to work in heat. *J Appl Physiol*. 1970; 28(1):50–56. DOI: <https://doi.org/10.1152/jappl.1970.28.1.50>

Контактная информация:

Беляева Алина Васильевна, доцент кафедры общей гигиены и экологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России
e-mail: bel.alina@list.ru

Corresponding author:

Alina V. Belyaeva, Associate Professor, Department of Common Hygiene and Ecology, Volgograd State Medical University of the Russian Ministry of Health
e-mail: bel.alina@list.ru