Гигиена труда

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 613.632:622.324

Бойко В.И.¹, Доценко Ю.И.¹, Ахминеева А.Х.², Бойко О.В.²

ГИГИЕНА ТРУДА И СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ РАБОЧИХ, ЗАНЯТЫХ ПЕРЕРАБОТКОЙ ПРИРОДНОГО ГАЗА

¹ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Астраханский филиал», Минобрнауки России, 414045 Астрахань;

²ГБОУ ВПО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России, 414000, Астрахань

Настоящий обзор рассматривает в хронологическом порядке этапы решения одного из ключевых вопросов медицины труда – гигиеническую оценку условий труда на предприятиях газоперерабатывающей промышленности, наиболее устойчиво развивающегося сектора экономики, надежно обеспечивающего потребности населения и народного хозяйства в топливно-энергетических ресурсах. Показано, что на таких предприятиях интенсивность трудового процесса нередко сочетается с постоянным воздействием различных повреждающих факторов производственной среды, что в комплексе способствует формированию неблагоприятных функциональных состояний, снижению уровня физического и психического здоровья, производительности и эффективности труда. Воздушная среда производственных помещений и аппаратных дворов зачастую загрязняется сероводородом, двуокисью серы, меркаптанами, метанолом, предельными и непредельными углеводородами, оксидами азота и углерода. Основная причина такого загрязнения заключена в определенном несовершенстве технологического процесса, оборудования, в частности его недостаточная герметичность. Выделению вредных веществ в воздушную среду способствует также то, что большинство определяющих процессов идет при высокой температуре, повышенном давлении и при наличии весьма агрессивных реагентов, в первую очередь сероводорода и диоксида серы. Не исключена вероятность их аддитивного действия или синергизма на работников, тем более что именно в такого рода производствах имеется ряд комбинаций вредных веществ, усиливающих действие друг друга.

Авторы делают вывод, что условия труда и охрана окружающей среды на предприятиях по переработке природного газа и конденсата с высоким содержанием сероводорода и других агрессивных компонентов требуют дальнейшей всесторонней гигиенической оценки с целью организации мероприятий по оздоровлению условий труда, сохранению здоровья сотрудников и охраны окружающей среды на всех этапах получения и переработки углеводородного сырья в современных условиях.

При подготовке обзора использованы базы данных Scopus и РИНЦ.

Ключевые слова: гигиена труда; здоровье рабочих; условия труда; окружающая среда; природный газ; токсиканты; обзор.

Для цитирования: Бойко В.И., Доценко Ю.И., Ахминеева А.Х., Бойко О.В. Гигиена труда и состояние здоровья рабочих, занятых переработкой природного газа. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(6): 541-548. DOI: <http://dx.doi.org/10.1882/0016-9900-2017-96-6-541-548>

Boiko V.I.¹, Dotsenko Yu.I.¹, Akhmineeva A.Kh.², Boiko O.V.²

OCCUPATIONAL HYGIENE AND HEALTH OF WORKERS EMPLOYED IN THE PROCESSING OF NATURAL GAS

¹Russian Academy of National Economy and Public Administration, Astrakhan branch, Astrakhan, 414045, Russian Federation;

²Astrakhan State Medical University, Astrakhan, 414000, Russian Federation

This review in chronological order considers steps of the solution of the one of key issues of occupational medicine, namely – a hygienic assessment of working conditions at enterprises of gas-processing industry - the most steadily growing sector of economy, reliably providing the population's needs and the national economy for fuel and energy resources. The intensity of the working process at these enterprises was shown to be often associated with the persistent exposure to various harmful factors of the occupational environment that in the complex promotes the formation of unfavorable functional states, a decline in the level of physical and mental health, productivity and efficiency of work. Industrial air environment in services workshop and compressor houses is often polluted with hydrogen sulphide, sulfur dioxide, mercaptans, methanol, saturated and unsaturated hydrocarbons, nitrogen and carbon oxides. The main cause of this pollution is a certain imperfection of the technological process and equipment, especially the lack of its tightness. The number of processes at a high temperature and elevated pressure in the presence of very aggressive reagents primarily, as hydrogen sulfide and sulfur dioxide promotes the release of harmful substances into air environment. The possibility of their additive or synergistic impact on employees is not excluded because just in such industries there is seen a number of combinations of harmful substances enforcing the action of each other. There is made a conclusion that working conditions and environmental protection at the enterprises for the processing of natural gas and condensate with the high content of hydrogen sulfide and other corrosive components need for the further comprehensive hygienic assessment with the aim of the development of measures for the improvement

Для корреспонденции: Бойко Оксана Витальевна, д-р мед. наук, проф. каф. биологической химии ГБОУ ВПО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России, 414000, Астрахань. E-mail: oboyko08@mail.ru

of working conditions, preservation of workers' health and environmental protection at all stages of production and processing of hydrocarbon raw materials in modern conditions.

In preparing the review, the Scopus and Russian Information Scientific Center databases were used.

Key words: *occupational health; workers' health; working conditions; environment; natural gas; toxicants; review.*

For citation: Boiko V.I., Dotsenko Yu.I., Akhmineeva A.Kh., Boiko O.V. Occupational hygiene and health of workers employed in the processing of natural gas. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(6): 541-548. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-6-541-548>

For correspondence: *Oksana V. Boiko*, professor of the department of biochemical Astrakhan State Medical University, Astrakhan, 414000, Russian Federation. E-mail: oboyko08@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: 08 July 2016

Accepted 04 October 2016

Природное сырье газовых и газоконденсатных месторождений состоит в основном из метана, предельных углеводородов. При этом оно может содержать значительные количества азота, углекислого газа (≥ 45 и 33% соответственно) и др. Особое значение в природном газе имеет присутствие высокотоксичных соединений, ведущее место среди которых занимает сероводород (его содержание варьирует от 1,4% в природном газе Оренбургского месторождения до 25–30% Астраханского и 33,5–70% канадского месторождения «Окотокс») [1]. Помимо сероводорода, в углеводородном сырье различных отечественных и зарубежных месторождений содержатся меркаптаны, а в природном газе Астраханского месторождения (наиболее разнообразном по составу) в заметных количествах присутствуют сероуглерод, сероокись углерода и органические кислоты [2].

Сероводород, содержащийся в пластовых флюидах газовых, газоконденсатных, а также нефтяных месторождений, имеет главным образом биогенное происхождение, являясь продуктом жизнедеятельности в основном сульфатовосстанавливающих бактерий, которые способствуют превращению сульфатов в сероводород с одновременным окислением водорода, присутствующего в пластовых водах либо в других соединениях. Это один из наиболее коррозионно-активных компонентов природных газов и газового конденсата. Согласно современным представлениям, усиленное коррозионное разрушение конструктивных сталей в присутствии сероводорода связано с протеканием электрохимических и физических процессов. Обладая уникальными агрессивными свойствами, он вызывает коррозионные повреждения оборудования в результате электрохимической коррозии и водородного охрупчивания. Водородное охрупчивание в условиях статического нагружения металла (повышенное давление внутри аппаратов, трубопроводов) приводит к снижению его длительной прочности. Это явление называют статической водородной усталостью, или сульфидным растрескиванием [3, 4].

Таким образом, коррозия и водородное охрупчивание в присутствии сероводорода могут привести к разрушению конструкций без существенного утончения стенок вследствие снижения механических свойств конструктивных сталей – через год после эксплуатации теплообменник с толщиной стенок в 1 см можно буквально проткнуть карандашом.

Возможность подобного «внезапного» разрушения оборудования объектов добычи, промысловой подготовки и переработки газа, эксплуатируемого при высоких давлениях, представляет серьезную опасность и требует разработки специальных мер защиты и контроля коррозионного состояния оборудования.

Опасность сероводорода заключается также в том, что постепенным разрушением поверхности соприкасающегося с ним металла он вызывает снижение герметизации технологического оборудования, в особенности если процессы переработки газа и конденсата сопровождаются повышенными давлением и температурой. Это приводит к поступлению в рабочую зону не только сероводорода, но и других компонентов, большинство из которых вредны и опасны для человека. Таким образом, добыча и переработка углеводородного сырья с высоким содержанием сероводорода всегда ставили серьезные проблемы не только перед сотрудниками охраны труда и газоспасателями, но также перед гигиенистами, занимающимися вопросами нормализации условий труда, сохранения здоровья работающих и охраной окружающей среды в этих отраслях промышленности.

Известно, что значимость природных углеводородов (нефти, газа и конденсата) как энергоносителей стала существенно возрастать в нашей стране только в послевоенный период, точнее, с 60-х годов XX века. До того времени ведущие позиции в этом плане занимал уголь. Но после открытий и начала эксплуатации мощных нефтяных месторождений в Поволжье и Западной Сибири на 1-е место вышла нефть, а теперь – природный газ. Газовая промышленность – не только поставщик на рынок нашей страны наиболее экологичного и дешевого энергоносителя, но и источник ценного сырья для химической промышленности, в частности природной серы. При этом 90% всей получаемой на нефте- и газоперерабатывающих заводах серы идет на производство серной кислоты, а 90% серной кислоты используется для производства минеральных удобрений. Однако такое положение в отечественной газовой промышленности сложилось только после ввода в строй действующих Оренбургского и Карачаганакского месторождения природного газа и конденсата (в них содержится 1,4–2 и 5–6% сероводорода соответственно).

Поскольку все открытые месторождения, кроме природного газа, содержали различное количество жидких углеводородов, современная газовая промышленность и такие ее предприятия, как Оренбургский и Астраханский ГПЗ, стали производителями не только газа, но и различных видов моторных и котельных топлив (бензина, дизельного топлива, газойля, мазута), сжиженных газов, серы различных видов, гелия, гудрона и другой продукции. Таким образом, современные газоперерабатывающие заводы являются по существу типичными газохимическими комплексами. Количество перерабатываемого газа на каждом из них исчисляется миллиардами кубических метров, конденсата и нефти – миллионами тонн, получаемой газохимической продукции – бензина, дизельного топлива, мазута, серы – сотнями тысяч и миллионами тонн [4].

При этом газоперерабатывающие заводы вплоть до 1970-х годов сравнительно редко становились объектом изучения гигиенистов. До начала этого времени опубликованы лишь единичные работы, посвященные отдельным аспектам медицины труда в данной области промышленности. Так, вопросам гигиены, физиологии труда и заболеваемости рабочих Карадагского газобензинового завода были посвящены работы Н.А. Каровой. В своих исследованиях автор акцентировала внимание на состоянии воздушной среды в рабочих помещениях этого завода, ее загрязнении углеводородами и наличии высокой температуры воздуха на рабочих местах, что могло повлиять на заболеваемость с временной утратой трудоспособности сотрудников данного предприятия [5].

Ряд исследований по оценке условий труда и состояния здоровья рабочих выполнен А.Р. Азизходжаевым и Э.С. Рахматуллаевой на Газлинском газоконденсатном месторождении и Мубарекском ГПЗ; в природном узбекском газе содержание сероводорода превышало 6–7% [6]. Установлено, что процессы добычи и переработки природного газа в условиях жаркого климата Узбекистана сопровождались выраженным загрязнением рабочих зон сероводородом, углеводородами, моноэтанолмином, диэтиленгликолем, аммиаком [7]. Их концентрации нередко в десятки раз превышали ПДК, что привело к довольно заметным изменениям в состоянии здоровья рабочих – развитию астении (29% обследованных); вегетососудистой дистонии (32,1%); астеновегетативного синдрома (12%); значительный удельный

вес составляли заболевания периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата – радикулиты, радикулопатии, радикулоневриты, остеохондрозы, а также нарушения функции слуха, ларингиты, дерматиты и риниты (у 18,5–38,7% обследованных) [8]. Помимо значительного загрязнения воздушной среды химическими веществами и интенсивного производственного шума, авторы к важнейшим гигиеническим факторам на предприятиях газовой промышленности Узбекистана относят высокую – до 47 °С – температуру воздуха рабочих зон в теплые периоды года [6].

С пуском на полную мощность Оренбургского, а затем и Астраханского ГПЗ количество исследований в этой области заметно возросло. Основные труды в области гигиены труда, охраны окружающей среды, оценки состояния здоровья рабочих газовой промышленности и населения, проживающего в районах размещения этих двух крупнейших газовых комплексов России и Европы, а также промышленной токсикологии начали выполняться в последние десятилетия XX века.

Уже в первых исследованиях сотрудников Уфимского НИИ медицины труда и экологии человека и оренбургских гигиенистов, выполненных в различных производствах Оренбургского ГПЗ, вступившего в строй в 1972 г., было показано, что к ведущим неблагоприятным в гигиеническом отношении факторам, характерным для современного ГПЗ, следует отнести загрязнение атмосферного воздуха и воздуха рабочих зон комплексом химических веществ (сероводород, углеводороды, диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода, меркаптаны, моноэтаноламин, пыль элементарной серы) [9].

С выходом предприятия на штатный режим оренбургские ученые провели комплекс исследований по оценке вредного воздействия условий труда, сложившихся на Оренбургском ГПЗ, на различные органы и системы сотрудников данного предприятия. Выполненные работы позволили оренбургским исследователям трактовать условия труда на газовом комплексе как неблагоприятные, способствующие развитию самой разнообразной патологии у сотрудников данного предприятия. Наряду с клиническими исследованиями выполнен комплекс экспериментальных работ, целью которых было выяснение механизма токсического действия оренбургского газоконденсата. Результаты обобщены в монографии В.М. Боева и Н.П. Сетко “Сернистые соединения природного газа и их действие на организм” [10].

Авторы особое внимание при оценке вредного воздействия природного газоконденсата Оренбургского месторождения уделяли изменениям перекисного окисления белков и липидов (ПОЛ) как универсальным механизмам развития патологических состояний и антиоксидантным ферментам – каталазе и церулоплазмину. Это вполне объяснимо, так как данные по оценке активности процессов ПОЛ и степени смещения равновесия ПОЛ – окислители в биологических объектах принято рассматривать как объективные показатели общего состояния организма. Активация ПОЛ в настоящее время трактуется как общее звено универсальной “липидной триады”: активация группы специфических фосфолипаз, образование гидроперекисей фосфолипидов и детергентного действия свободных жирных кислот [11–13].

По мнению В.М. Боева и соавт., мембранотропные эффекты продуктов ПОЛ оказывают неоднозначное влияние на функциональное состояние микросомальных монооксигеназ печени: в ранние сроки после однократного воздействия природного газоконденсата наблюдается ингибирование цитохрома P-448, а в более поздние – индукция как цитохрома P-448, так и цитохрома P-450, которому принадлежит ведущая роль в обезвреживании экзогенных и эндогенных веществ [14, 15]. Изучение подострой интоксикации серосодержащего газоконденсата (на уровне 100 мг/м³ по сероводороду) выявило нарушения в системе обезвреживания ксенобиотиков, проявляющиеся в снижении массы тела, выраженными биохимическими и патоморфологическими изменениями. Гистологические исследования свидетельствовали о вовлеченности в процесс иммунокомпетентной и сосудистой системы, а также о прямом токсическом действии на печень и кроветворную систему [10].

Токсическая картина хронического действия на уровне 3–30 мг/м³ сероводорода также характеризовалась определенными нарушениями в системе детоксикации ксенобиотиков. При этом наиболее явственно прослеживается зависимость по-

вреждающего действия сероводорода и других серосодержащих компонентов оренбургского природного газа, в частности меркаптанов (от их концентрации и времени воздействия, что является дополнительным подтверждением тесной взаимосвязи основных факторов в классической гигиенической триаде время–доза–эффект). Исходя из изложенного, авторы приходят к выводу, что ПДК ряда веществ, характерных для Оренбургского газового комплекса, являются сверхпороговыми, обладающими способностью вызывать определенные изменения в гомеостазе организма. Поэтому эти ПДК (в первую очередь сероводорода) требуют своей коррекции в сторону снижения. Применительно к тому же сероводороду оно должно быть меньше на порядок, т. е. в 10 раз. Однако следует принять во внимание тот факт, что в экспериментальных работах с оренбургским природным газом фактически оценивался токсический эффект не только углеводородов и сероводорода, но и других постоянно присутствующих в составе природного газа компонентов (этил- и метилмеркаптанов и метанола). Меркаптаны – неперенный ингредиент оренбургского углеводородного сырья; их содержание составляет порядка 200–800 мг/м³ природного газа, что весьма заметно может сказаться на общетоксическом действии данной газовой смеси. Следует также учесть, что по общетоксическому эффекту меркаптаны в 10–12 раз токсичнее сероводорода (ПДК сероводорода в воздухе рабочих зон без наличия углеводородов 10 мг/м³, этилмеркаптана 1 мг/м³, метилмеркаптана 0,8 мг/м³). Что касается метанола, то, не являясь природным компонентом газа, он в обязательном порядке вводится в его поток уже в скважине для предотвращения гидратообразования. В результате содержание метанола в природном газоконденсате достигает 2000 мг/м³ газа; ПДК метанола в воздухе рабочей зоны – 5 мг/м³, т. е. фактически метанол в 2 раза токсичнее сероводорода. Поэтому следует учитывать повреждающее действие меркаптанов и метанола в эксперименте по токсикологической оценке природного газа [16–18].

Анализируя все предыдущие как клинические, так и особенно экспериментальные данные, выполненные с природным газом Оренбургского месторождения, В.М. Боев и Н.П. Сетко полагают, что механизм его токсического действия складывается из 4 стадий, или этапов. На 1-м этапе имеет место свободнорадикальное окисление субстратов (в том числе перекисное окисление липидов). Будучи жирорастворимым веществом (по-видимому, за счет углеводородов), природный газ приводит к первичным нарушениям в органах и системах, которые богаты липидами и фосфолипидами (нервная и половая системы, печень). При их окислении образуются свободные радикалы серы и ее соединений с кислородом, а также активные формы кислорода. Полученные метастабильные частицы вызывают вторичное действие, образуя при этом новые радикалы из ненасыщенных жирных кислот липидов мембран клеток и субклеточных образований. Нарушения функций клеточных мембран выражаются в их переходе из гидрофобного состояния в гидрофильное. Свободные радикалы также сдвигают баланс системы антиоксидант – прооксидант в сторону появления гидроперекисей, конъюгатов, кетонов, альдегидов, которые в свою очередь оказывают дополнительное токсическое действие на клеточные и субклеточные мембраны, играя важную роль в развитии интоксикации серосодержащими соединениями. Эти соединения способны вступать в реакции с сульфгидрильными группами. Биотрансформация серотоксинов происходит за счет специальной ферментативной системы многоцелевых оксидаз или микросомальных монооксидаз. Набор ферментов микросом печени, обеспечивающих реакции окисления, редукции, конъюгации и метилирования, обладает весьма большой мощностью и относительно невысокой специфичностью. Одним из главных процессов окисления является, как известно, цитохром P-450 содержание которого в организме достаточно велико (порядка 1% печеночных белков или 20% белка эндоплазматического ретикулаума гепатоцитов). На 2-м этапе идет окисление соединений серы, которое осуществляется через окисление сульфидов в сульфаты с последующей экскрецией последних почками. В этой реакции активно участвует митохондриальная фракция. Кроме того, на данной стадии происходит несколько неферментативных реакций: реакция взаимодействия с сульфгидрильными группами белков, 7-дегидроаскорбиновой кислотой, окислен-

ным глутатионом. На 3-м этапе происходит метилирование сернистых комплексов, которое также рассматривается как механизм детоксикации серосодержащих соединений, так как под воздействием тиол-5-метилтрансферазы последние переходят в менее токсичные продукты – метантиол и диметилсульфид. На 4-м этапе происходит реакция сероводорода и меркаптанов, содержащихся в природном газе, с металло- и дисульфосодержащими протеинами; эта реакция обуславливает наибольший токсический эффект с подавлением митохондриевого электронного транспорта. При этом образующийся сульфид водорода и гидросульфидный анион подавляют металлопротеины, содержащие щелочные металлы (каталаза, пероксидаза, церулоплазмин, цитохромоксидаза), изменяя их функции и активности.

Выделяя 4 основных направления метаболизма серосодержащего газоконденсата, авторы не исключают наличие специфического механизма действия, что подчеркивает необходимость дальнейшего изучения этой проблемы для поисков эффективных путей коррекции патологических процессов на их ранних стадиях развития и возможной медицинской профилактики [10, 19].

Попытки определить более или менее закономерные стадии интоксикации серосодержащими газами предпринимали и другие российские исследователи. Так, Н.П. Стерхова и Т.И. Ивонина, А.В. Клейн и Т.И. Ивонина, базируясь на многолетних исследованиях Свердловского НИИ гигиены труда и профзаболеваний, посвященных воздействию диоксида серы SO_2 на экспериментальных животных и рабочих цветной металлургии, пришли к ряду выводов. Помимо постепенного нарастания на фоне хронической интоксикации серосодержащими газами изменений со стороны ЦНС (от вегетативной дисфункции к энцефалопатии), исследователи указывают и на возможные прогрессирующие патологические изменения в других органах и системах рабочих, постоянно контактирующих с SO_2 и другими серосодержащими компонентами [20]. Весь процесс такого воздействия они делят на 3 стадии. В частности, для I стадии интоксикации могут быть характерны катаральные изменения верхних дыхательных путей, хронический бронхит I степени, миокардиодистрофия I степени, хронический гастрит с повышенной или сохранной кислотностью, нарушение отдельных функций печени. Для II стадии характерны катар верхних дыхательных путей, хронический бронхит I-II степени, легочная недостаточность I-II степени, миокардиодистрофия, хронический гастрит с секреторной недостаточностью, хронический гепатит или гепатохолецистит. При III стадии у рабочих диагностируются хронический бронхит с частыми обострениями, эмфизема, пневмосклероз, миокардиодистрофия, легочное сердце, легочная недостаточность I-II степени, хронический гастрит с секреторной недостаточностью, возможное развитие язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, хронический гепатит. Все эти явления имеют место при достаточно длительном – в течение нескольких лет – воздействии серосодержащих веществ (в первую очередь диоксида серы SO_2), концентрации которых в воздухе рабочей зоны превышали ПДК в 3–10 раз и более [21].

Если же речь идет о сравнительно невысоком содержании сероводорода, диоксида серы и сопутствующих веществ (в нефте- и газопереработке это, как правило, предельные и непредельные углеводороды и оксид углерода CO), на первый план выдвигаются неврозоподобные нарушения астенического круга, включающего последовательно неврастению, астеновегетативный синдром, вегетососудистую дистонию. Вместе с тем данная реакция со стороны центральной и вегетативной нервной системы случается не только при небольших, но и умеренных (до 3–5–10 ПДК) концентрациях как серосодержащих веществ, так и углеводородов. Относительно низкие концентрации сероводорода могут также вызывать воспаление и раздражение верхних дыхательных путей, в результате чего у рабочих регистрируют риниты, фарингиты, ларингиты, бронхиты и пневмонии. Имеются также сведения о токсическом действии сероводорода на сердечно-сосудистую систему, проявляющемся в замедлении ритма сердечной деятельности, экстрасистолии [20].

Безусловно, оценка вредного воздействия сероводорода в различных концентрациях – от единиц до сотен и тысяч mg/m^3 – имеет важное и теоретическое, и практическое значение. Однако в современной нефтяной и газовой промышленности контакт с чистым сероводородом (тем более в течение длительного

времени) маловероятен; скорее всего возможен относительно кратковременный контакт с большими концентрациями этого газа при аварийных ситуациях. Аварии на современных нефтегазоперерабатывающих заводах, безусловно, не исключаются, но, как показывает опыт эксплуатации таких предприятий, как Оренбургский и Астраханский ГПЗ, явление это достаточно редкое, тем более с выбросом в рабочую зону больших концентраций сероводорода. Поэтому в аспекте данного исследования наибольший интерес представляет комбинированное действие веществ, характерных как для природного газа и конденсата (сероводород, углеводороды, меркаптаны, сероуглерод), так и образующихся при переработке серосодержащего углеводородного сырья (сера, оксиды серы, азота и углерода, предельные, непредельные и ароматические углеводороды), а также соединений, которые вводятся в производство для различных целей – экстрагирования сероводорода (моно- или диэтаноламины), профилактики гидратообразования (метанол). Как показывает опыт гигиенических исследований, на производствах рабочие газоперерабатывающих производств практически постоянно контактируют с относительно небольшими или умеренными концентрациями (в пределах 1,5–5 ПДК) диоксидов серы и азота, оксида углерода, сероводорода, углеводородов, меркаптанов; на отдельных участках имеет место наличие пыли серы, паров метанола и диэтанолamina [22].

Поэтому первостепенное значение имеет оценка вредного воздействия именно этих концентраций вредных веществ, целый ряд которых способен оказывать или аддитивное (сероводород-диоксид серы; сероводород-меркаптаны; сероводород-диоксид серы-меркаптаны), или синергическое действие (углеводороды-сероводород). Малые количества сероводорода прежде всего угнетают ЦНС. Однако, как уже отмечено, в нефте- и газоперерабатывающей промышленности имеют дело с комбинированным действием как серосодержащих соединений, так и других по своему составу химических компонентов. Постоянный, в течение рабочего дня, контакт с комплексом вредных веществ вызывает у рабочих в первую очередь достаточно четко выраженные психоневрологические симптомы в виде общей слабости, усталости, нервозности, головной боли, головокружения, депрессивных симптомов, чувства тревоги, расстройств сна (бессонница ночью, сонливость днем), иногда тошноты, рвоты. Эти явления, как правило, усиливаются в конце рабочей смены [14, 17].

Анализ работ, выполненных со всем комплексом вредных соединений, входящих в состав природных газов, нефти и конденсата, позволяет сделать следующую непреложный вывод. Если вещества действуют на живой организм совместно, картина интоксикации всегда ярче выражена, нежели при наличии только одного компонента смеси, даже наиболее токсичного. Весьма убедительные в этом плане данные были давно получены З.Х. Филипповой при изучении токсических свойств крекинг-газа, состоящего из углеводородов и сероводорода; ею установлено, что эта смесь в 1,3–1,5 раза токсичнее, чем чистый сероводород. По ее предложению ПДК сероводорода для воздуха рабочей зоны в присутствии углеводородов была снижена с 10 до 3 mg/m^3 [24].

Более современные исследования, проводимые в этом направлении, только подтверждают сделанные ранее выводы. Так, сочетанное действие сероводорода и диоксида серы SO_2 , образующегося в большом количестве при переработке сернистых нефтей, Оренбургского и Астраханского природного газа в концентрациях на уровне ПДК, изменяет условно-рефлекторную деятельность подопытных животных, снижает холинэстеразную активность крови, воздействует на белые форменные элементы крови, изменяя их соотношение, нарушает внешний газообмен и активность ферментов тканевого дыхания. Хроническое воздействие смеси сероводорода и сероуглерода-сероуглерод, которые являются обязательным компонентом природного газа только Астраханского месторождения (его нет в составе газа Оренбургского и Мубарекского месторождений), вызывающим поражение нервной системы и слизистой оболочки верхних дыхательных путей у взрослых животных, нередко приводит также к отставанию в скорости оксификации, торможению роста и гибели плода на пред- и постимплантационных стадиях развития, удлинит эстральный цикл у самок крыс, оказывает цитогенетическое действие на хромосомный аппарат клеток костного мозга беременных самок [25, 26].

Длительное воздействие диоксида серы совместно с другим неизменным компонентом Астраханского ГПЗ пылью элементарной серы (что применительно к цветной металлургии Среднего Урала, где также, но только из отходов производства меди и других цветных металлов получают серу путем преобразования образующегося в большом количестве диоксида серы SO_2) вызывал в эксперименте у крыс различные изменения в нейронах головного мозга: от умеренного набухания цитоплазмы и периферического хроматолиза до значительного субтотального хроматолиза и пикнотических изменений с кардиоцитозом и образованием клеток-теней. Имели место периваскулярный отек и набухание эндотелия мелких внутримозговых сосудов и сосудистого сплетения желудочков [16, 26].

Совместное воздействие сероводорода и таких компонентов природного газа, как этил- и метилмеркаптаны, также вызывали серьезные изменения в органах и тканях экспериментальных животных, причем более выраженные, чем воздействие любых из компонентов указанной смеси в отдельности, угнетающее действие на ЦНС, наркотическое состояние, нарушение активности аденозинтрифосфатаз, структурные сдвиги и интенсификация функционирования нейросекреторных клеток и аденоцитов гипоталамо-гипофизарного комплекса [20, 21]. Таким образом, комплексное воздействие сероводорода, диоксида серы, меркаптанов, углеводородов, сероуглерода вызывает самые различные изменения в живом организме и прежде всего в нервной системе. Действуя совместно, эти яды существенно снижают способность нервной системы суммировать подпороговые импульсы, а также тканевое дыхание мозга. Они оказывают более выраженное токсическое действие на органы дыхания, функциональное состояние и ультраструктурные изменения в тканях желудка, печени, почек. При этом во всех исследуемых тканях значительно возрастает содержание фосфорных соединений (АТФ, креатинфосфата) и одновременно снижается активность неорганического фосфора в печени и головном мозге. Поэтому исследователи делают вывод, что длительное комбинированное воздействие серосодержащих газов приводит к формированию глубоких изменений в использовании энергии макроэргических соединений для процесса синтеза [19, 26]. Справедливости ради следует заметить, что полученные выводы указанные авторы делают из результатов своих экспериментальных работ в незначительных концентрациях вредных веществ: у некоторых содержание серосодержащих компонентов было на уровне ПДК для воздуха рабочих зон или несколько выше.

С пуском в строй в 1987 г. 1-й очереди Астраханского газоперерабатывающего завода развернулись капитальные исследования, посвященные различным проблемам, вызванным эксплуатацией этого мощного газохимического комплекса. Начались работы по изучению гигиены труда и состояния здоровья рабочих в различных производствах Астраханского газоперерабатывающего завода (АГПЗ) [27].

Условия труда на АГПЗ характеризуются воздействием на сотрудников комплекса вредных химических веществ – диоксидов серы, азота, углерода, сероводорода, меркаптанов, различных углеводородов (предельных, непредельных, ароматических), пыли элементарной серы при ее погрузке. Кроме того, на рабочих действовали производственный шум и неблагоприятные метеорологические условия, в первую очередь высокая температура в теплые периоды года (в условиях Астрахани май–август). Подобные результаты были получены при оценке условий труда на самых различных объектах АГПЗ – от основных до вспомогательных [26].

В то же время было установлено, что после выхода на штатный режим этого предприятия концентрации вредных веществ в основном находились на уровне ПДК, а если и превышали допустимые величины, оно было относительно небольшим (в 1,5–5 раз). Это относилось к таким поллютантам, как диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота (в пересчете на NO_2), сероводород и меркаптаны. Содержание углеводородов – предельных, непредельных, ароматических – практически не превышало установленных для них ПДК. В то же время при выполнении отдельных операций, например при наливке жидкой серы в цистерны на рабочем месте оператора-наливщика, содержание сероводорода и диоксида серы превышало допустимые величины в десятки раз [17, 22, 27, 28].

Подобное постоянное воздействие на работающих целого комплекса вредных веществ, обладающих к тому же эффектом потенцирования (диоксид серы и сероводород, диоксид серы и меркаптаны) и синергизма (углеводороды и сероводород, диоксид углерода и бензол), не могло не сказаться на здоровье коллектива рабочих всего газохимического комплекса.

Если же учесть, что большинство рабочих мест в газоперерабатывающей промышленности наряду с химическими загрязнениями характеризуется наличием высокошумного оборудования (высокооборотные насосы, компрессоры, турбо- и воздуходувки), а для ГПЗ южных регионов характерна также высокая температура на рабочих местах, вероятность различных нарушений в состоянии здоровья рабочих этих предприятий заметно возрастает. В отечественной и зарубежной литературе имеется определенное количество данных, свидетельствующих о самых различных проявлениях вредного воздействия и других факторов химической и физической природы, характерных в том числе и для Астраханского газохимического комплекса [29–32].

Известно, что предприятия по переработке нефти, газа и конденсата вследствие взрыво- и пожароопасности, а также насыщенности высокотоксичными химическими веществами предъявляют высокие требования к персоналу этих объектов; рабочие в течение смены постоянно испытывают нервно-эмоциональное напряжение. Подобное состояние, нередко проявляющееся изо дня в день, приводит, как правило, к нарушению физиологических ритмов, проницаемости тканевых барьеров, механизмов саморегуляции физиологических функций; в свою очередь эти нарушения могут трансформироваться в более или менее выраженные патологические состояния, что неоднократно отмечалось различными исследователями – как отечественными, так и зарубежными [32, 34]. В условиях Астраханской области, региона с жарким климатом, имеет место сочетанное действие вредных химических веществ и повышенной температуры. Подобная комбинация неблагоприятных факторов оказывает более выраженное воздействие на живой организм. Например, диоксид серы – один из ведущих компонентов химических загрязнений воздуха рабочих зон газоперерабатывающих предприятий и атмосферного воздуха в районе размещения этих объектов [27].

Его действие, особенно в комплексе с другими веществами (как содержащими серу, так без нее), вызывает нарушение всех видов обмена (белкового, углеводного, липидного), снижает иммунный статус и соответственно неспецифическую резистентность организма. Многие исследователи пытались как в экспериментальных работах, так и при изучении состояния здоровья рабочих определить факторы специфического воздействия ведущих компонентов химических загрязнений – диоксида серы и сероводорода [33, 34]. В эксперименте картина различных видов отравлений этими веществами (острое, подострое и хроническое воздействие) изучена достаточно подробно; что же касается клиники вредного воздействия этих веществ, то работ с описанием результатов длительного контакта в промышленных или бытовых условиях практически нет. Это связано с тем, что в промышленности чаще всего имеет место контакт не с одним, а с целым рядом веществ, сопровождающих получение той или иной продукции. Поэтому в клинической картине находит место отражение вредного воздействия именно комплекса промышленных ядов, хотя в целом ряде случаев преобладающее влияние одного из них не исключается [35, 36]. Так, при оценке токсических свойств природного газа Оренбургского, Газлинского, Мубарекского и особенно Астраханского месторождений приоритет в клинической картине отдается, как правило, одному из наиболее токсичных ингредиентов газовой смеси сероводороду, который в составе, например, природного газа Астраханского месторождения преобладает по удельному весу в сравнении с другими компонентами. При этом исследователи регистрируют самые различные признаки этого воздействия – поражения нервной системы, нарушение ритма сердечной деятельности, расстройства функций органов дыхания, половой сферы, иммунитета, изменения со стороны кожных покровов, ЛОР-органов, пограничные психические расстройства [38–43].

Еще одна сторона проблемы, имеющая немаловажное значение в плане оценки условий труда как на Астраханском ГПЗ, так и на промышленных предприятиях других отраслей это организация труда работающих и в первую очередь продолжи-

тельность рабочей смены. Если до начала 90-х годов трудовым законодательством СССР был определен как основной 8-часовой рабочий день (с отдельными относительно небольшими колебаниями) при 41-часовой рабочей неделе, то с начала 90-х годов во многих отраслях промышленности начала внедряться 12-часовая смена с различной длительностью отдыха после ночной и дневной смен. Оценка подобного режима работы проводилась различными группами отечественных исследователей, которые пришли к неоднозначным выводам. Некоторые авторы полагают, что 12-часовая рабочая смена даже при взаимозаменяемости способна вызвать значительные сдвиги со стороны центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, а также нервно-мышечного аппарата (увеличение простой зрительно-моторной реакции на 43,1%, сложной на 34,6, снижение статической выносливости мышц кисти на 34,6%). Особенности нарушений биоритма у сменных рабочих в нефтехимических производствах зависят не только от 8- или 12-часовой рабочей смены, но и от длительности отдыха между ними; при 12-часовой смене наличие 24-часового отдыха после смены снижает тяжесть нарушений биоритмов у сотрудников и повышает их работоспособность [17, 44–47].

Заключение

Почти все исследователи считают, что условия труда при переработке природного серосодержащего газа и конденсата характеризуются комплексом неблагоприятных факторов – загрязнение воздуха рабочих зон вредными веществами, производственный шум, неблагоприятные в отдельных случаях метеорологические условия.

Загрязнение воздушной среды можно назвать в определенной степени умеренным, но постоянным. Как правило, в воздухе рабочих зон обнаруживали вещества, характерные для природного газа и конденсата, а также продукты их переработки: углеводороды, сероводород, меркаптаны, оксиды серы, азота и углерода, метанол, пыль элементарной серы. В основном указанные вещества находились в пределах установленных для них ПДК для воздуха рабочей зоны; тем не менее отдельные компоненты указанной смеси нередко превышали гигиенические нормативы в 3–5 и более раз. В первую очередь отмечали превышение ПДК применительно к диоксиду серы, оксиду углерода, сероводороду.

Все гигиенисты регистрировали повышенные уровни шума практически на всех рабочих местах операторов и машинистов в помещениях насосных, компрессорных и машинных залов, турбо- и воздуходувок, на площадках открытых насосных. Лишь в помещениях центральной операторной, операторных отдельных производств и звукоизолированных кабинах показатели шума не выходили за пределы допустимых величин или же превышали их незначительно.

Метеорологические условия на предприятиях зачастую характеризуются повышенной температурой воздуха в летние периоды года, когда наружный воздух прогревался до 30 °С и выше.

Данный комплекс вредных факторов, а также особенности организации трудового процесса оказали определенное влияние на состояние здоровья сотрудников. Вместе с тем переработка природного углеводородного сырья на каждом предприятии имеет по ряду позиций довольно существенные различия. Например, в природном газе и конденсате Астраханского месторождения заметно выше в сравнении Оренбургским, Карачаганакским, Газлинским и Карадагским месторождениями удельный вес сероводорода: во всех названных местах его добычи содержание H_2S находится на уровне 1,4–6%, в Астраханском – 24–30%. Кроме того, астраханский газоконденсат вообще богаче серосодержащими соединениями – в его составе есть сероуглерод, сероокиси, органические кислоты, которые отсутствуют в прочих месторождениях. К тому же, глубокое залегание газоносной линзы Астраханского месторождения (3800–4200 м) обеспечивает высокое – 629 атм давление в призабойной зоне. Все эти факторы, несмотря на высокую степень герметизации технологического оборудования и его стойкость к коррозии, могут отразиться на состоянии воздушной среды рабочих зон и атмосферного воздуха в целом.

Таким образом, условия труда, а также охрана окружающей среды на предприятиях по переработке природного газа

и конденсата с высоким содержанием сероводорода и других агрессивных компонентов требуют дальнейшей всесторонней гигиенической оценки с целью организации мероприятий по оздоровлению условий труда, сохранению здоровья сотрудников и охраны окружающей среды на всех этапах получения и переработки углеводородного сырья в современных условиях.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

(пп. 12–15, 32–34, 43, 45 см. References)

1. Куцын П.В., Гендель Г.Л., Бабиев Г.Н. *Охрана труда при разработке серосодержащих месторождений природных газов*. М.: Недра; 1986.
2. Лапшин В.И., Ильин А.Ф., Токман А.К. Закономерности пространственного распределения состава и возможные изменения свойств пластового газа на АГКМ. В кн.: *Разведка и освоение нефтяных и газоконденсатных месторождений (Научные труды Астрахань НИПИГаз)*. Астрахань; 2001: 33–6.
3. Пивоварова Н.А., Чермина Ю.Ю., Тараканов Г.Г. Очистка легких фракций от серосодержащих соединений. В кн.: *Разведка и освоение нефтяных и газоконденсатных месторождений (Научные труды Астрахань НИПИГаз)*. Астрахань; 2001: 115–8.
4. Афанасьев Ф.И., Стрючков В.М., Подлегаев Н.И. *Технология переработки сернистого природного газа*. М.: Недра; 1993.
5. Кароева Н.А. Некоторые вопросы заболеваемости с временной утратой трудоспособности Карадагского газобензинового завода. В кн.: *Материалы 2-го съезда гигиенистов и санитарных врачей Азербайджанской ССР*. Баку; 1968: 41–2.
6. Азизходжаев А.Р., Назарова М.А. *Гигиена труда при добыче и переработке природного газа в климатических условиях Узбекистана (Методические рекомендации)*. Ташкент; 1976.
7. Рахматуллаева Э.С. Условия труда и состояние здоровья работающих при добыче природного газа в южных районах страны. *Гигиена и санитария*. 1992; 81 (3): 24–6.
8. Азизходжаев А.Р. Профилактика интоксикации природным газом и экспертиза трудоспособности рабочих в газовой промышленности (Методические рекомендации). Ташкент; 1984.
9. Рахматуллин Н.Р., Карамова Л.М., Бойко В.И. Гигиеническая оценка условий труда на современных комбинированных установках нефтепереработки типа ЛК-СУ. *Гигиена труда и профессиональные заболевания*. 1986; (12): 30–5.
10. Боев В.М., Сетко Н.П. *Сернистые соединения природного газа и их действие на организм*. М.: Медицина; 2001.
11. Рахманов Р.С., Блинова Т.В., Тарасов А.В., Шумских Д.С. Антиоксидантная система как перспективное направление в оценке состояния и прогнозирования здоровья населения. *Гигиена и санитария*. 2014; 93 (6): 91–4.
12. Хорошев В.А., Голубев И.Р. К вопросу об охране здоровья работников нефтегазового комплекса России. *Медицина труда*. 1997; (11): 1–5.
13. Бойко В.И. Гигиена труда при получении ароматических углеводородов из нефтяного сырья. *Гигиена труда*. 1980; (11): 5–8.
14. Соседова Л.М. Методические подходы к экспериментальному изучению влияния загрязнения объектов окружающей среды на организм человека. *Гигиена и санитария*. 2014; 93 (6): 94–9.
15. Боев В.М., Перепелкин С.В., Соловьев Д.И. Характеристика поведения и состояния перекисного окисления липидов мозга крыс при остром ингаляционном воздействии сероводородсодержащего газоконденсата. *Журнал высшей нервной деятельности*. 1992; (12): 583–90.
16. Стерехова Н.П., Ивокина Т.И. Клиника хронической интоксикации серосодержащими газами. В кн.: *Доклады Всесоюзной научно-практической конференции «Экология и воздействие природного газа на организм»*. Астрахань; 1989: 209–13.
17. Клейн А.В., Ивокина Т.И. Влияние хронического комплексного воздействия оксида серы и промышленной пыли на центральную нервную систему. В кн.: *Доклады научной конференции ЦНИЛ Свердловского медицинского института*. Свердловск; 1989: 68–9.
18. Бойко О.В., Ахминеева А.Х., Бойко В.И., Гудинская Н.И. Влияние Астраханского газоперерабатывающего завода на загрязнение воздуха производственных помещений и территории. *Гигиена и санитария*. 2016; 95 (2): 167–71.
19. Боев В.М., Сетко Н.П. Адаптационная регуляция функций операторов газохимического производства. *Физиология человека*. 1990; 4 (16): 140–6.
20. Филиппова З.Х. О предельно допустимой концентрации сероводорода в воздухе рабочих помещений при его совместном присутствии с низшими углеводородами. В кн.: *Труды Уфимского НИИ гигиены и профзаболеваний. «Гигиена труда и охрана здоровья рабочих в нефтяной и нефтехимической промышленности»*. Уфа; 1960: 340–9.
21. Асанидзе Н.Л., Астафьева А.Е. Гигиена труда при получении моторных топлив из газового конденсата с высоким содержанием сероводорода. В кн.: *Сборник научных трудов «Неотложные состояния,*

- возникающие при воздействии компонентов газового конденсата Астраханского месторождения, их профилактика и лечение». Саратов: 1988; (1): 29–31.
26. Асфандияров Р.И., Бучин В.Н., Лазько А.Е., Резаев А.А. *Острые отравления серосодержащими газами*. Астрахань; 1995.
 27. Бойко В.И. Основные направления оздоровления условий труда и охраны окружающей среды в газовой промышленности. *Гигиена труда*. 1990; (11): 5–8.
 28. Бойко В.И., Доценко Ю.И., Бойко О.В. Характеристика производственного шума на Астраханском газоперерабатывающем заводе. *Гигиена и санитария*. 2011; 90 (4): 45–7.
 29. Ахминеева А.Х., Полунина О.С. Дисфункция эндотелия при хронической обструктивной болезни легких и бронхиальной астме. *Астраханский медицинский журнал*. 2012; 7 (3): 43–6.
 30. Ахминеева А.Х., Воронина Л.П., Севостьянова И.В., Полунина О.С. Уровень С-реактивного протеина у пациентов с респираторно-кардиальной коморбидностью. *Астраханский медицинский журнал*. 2014; 9 (1): 45–9.
 31. Чишиева М.А., Мяснянкин А.А., Коханов А.В. Белки мозга с экстремальными физико-химическими параметрами: иммунохимическая идентификация и моделирование тест-систем. *Астраханский медицинский журнал*. 2012; 1 (7): 93–6.
 32. Чуенкова Г.А., Карелин А.О., Аскаров Р.А., Аскарова З.Ф. Оценка риска здоровья населения города Уфы, обусловленного атмосферными загрязнениями. *Гигиена и санитария*. 2015; 94 (3): 23–30.
 33. Харлашова Н.В., Чеботарев П.А. Влияние факторов производственной среды на заболеваемость с временной утратой трудоспособности работающих нефтеперерабатывающего предприятия. *Гигиена и санитария*. 2015; 94 (3): 48–52.
 34. Красовский В.О., Карамова Л.М. Снова о профессионально-обусловленных заболеваниях. *Медицина труда*. 1995; (12): 27–31.
 35. Бойко В.И., Кондрашова Ю.И., Бойко О.В., Доценко Ю.И., Алексашина Л.И., Журихин А.В. Методы комплексной оценки иммунного статуса работающего населения. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2011; (10): 5.
 36. Безручко Н.В., Рубцов Г.К., Анопин К.Д., Кривченкова Е.В. Клинико-биохимические перспективы разработки неинвазивных методов эндогенной интоксикации, значение показателей мочи и слюны. *Технологии живых систем*. 2013; 10 (1): 047–52.
 37. Бойко О.В., Ахминеева А.Х., Гудинская Н.И., Бойко В.И., Козак Д.М., Бендлюк В.А. Биохимические и иммунологические маркеры в диагностике патологических состояний. *Фундаментальные исследования*. 2013; (9): 327–9.
 38. Бойко О.В., Ахминеева А.Х., Гудинская Н.И., Бойко В.И., Козак Д.М. Возрастные изменения иммунологических, морфологических и биохимических показателей репродуктивной системы мужчин. *Успехи геронтологии*. 2014; 27 (1): 50–3.
 39. Барг А.О. Особенности поведенческих факторов риска здоровью у работников промышленных предприятий. *Гигиена и санитария*. 2016; 95 (1): 48–53.
 40. 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; 95 (1): 33–7.
 41. Кривенцев Ю.А., Бисалиева Р.А., Носков А.И. Гемоглобины человека. *Вестник Астраханского государственного технического университета*. 2007; (6): 34–41.
 42. Черникова Е.Ф. Влияние сменного характера труда на состояние здоровья работников. *Гигиена и санитария*. 2015; 94 (3): 44–8.
- ## References
1. Kutsyn P.V., Gendel' G.L., Babiev G.N. *Occupational Health in the Development of Deposits of Sulfur-containing Natural Gas [Okhrana truda pri razrabotke serosoderzhashchikh mestorozhdeniy prirodnykh gazov]*. Moscow: Nedra; 1986. (in Russian)
 2. Lapshin V.I., Il'in A.F., Tokman A.K. Patterns of spatial distribution of the composition and possible changes in the properties of the gas in the reservoir AGKM. In: *Exploration and Development of Oil and Gas Condensate Fields (Proceedings of Astrakhan NIPiGas) [Razvedka i osvoenie neftyanykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy (Nauchnye trudy Astrakhan' NIPiGaz)]*. Astrakhan'; 2001: 33–6. (in Russian)
 3. Pivovarov N.A., Cheremina Yu. Yu., Tarakanov G.G. Purification of the light fractions from the sulfur compounds. In: *Exploration and Development of Oil and Gas Condensate Fields (Proceedings of Astrakhan NIPiGas) [Razvedka i osvoenie neftyanykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy (Nauchnye trudy Astrakhan' NIPiGaz)]*. Astrakhan'; 2001: 115–8. (in Russian)
 4. Afanas'ev F.I., Stryuchkov V.M., Podlegayev N.I. *Technology of Sour Natural Gas [Tekhnologiya pererabotki sernistogo prirodnogo gaza]*. Moscow: Nedra; 1993. (in Russian)
 5. Karoeva N.A. Some questions morbidity with temporary disability Karadag gasoline plant. In: *Materials of 2nd Congress of Hygienists and Health Officers of the Azerbaijan SSR [Materialy 2-go s'ezda gigienistov i sanitarnykh vrachev Azerbaydzhanskoj SSR]*. Baku; 1968: 41–2. (in Russian)
 6. Azizhodzhaev A.R., Nazarov M.A. *Occupational Health in the Extraction and Processing of Natural Gas in the Climatic Conditions of Uzbekistan (Guidelines) [Gigiena truda pri dobyche i pererabotke prirodnogo gaza v klimaticheskikh usloviyakh Uzbekistana (Metodicheskie rekomendatsii)]*. Tashkent; 1976. (in Russian)
 7. Rakhmatullaeva E.S. Working conditions and health status of workers in the extraction of natural gas in the south of the country. *Gigiena i sanitariya*. 1992; 81 (3): 24–6. (in Russian)
 8. Azizhodzhaev A.R. *Prevention of Intoxication with Natural Gas and Disability Expertise Working in the Gas Industry (Guidelines) [Profilaktika intoksikatsii prirodnym gazom i ekspertiza trudospobnosti rabochikh v gazovoy promyshlennosti (Metodicheskie rekomendatsii)]*. Tashkent; 1984. (in Russian)
 9. Rakhmatullin N.R., Karamova L.M., Boyko V.I. Hygienic assessment of working conditions in modern combined refining installations such as LC-GC. *Gigiena truda i professional'nye zabolevaniya*. 1986; (12): 30–5. (in Russian)
 10. Boev V.M., Setko N.P. *Sulphur Compounds of Natural Gas and their Effect on the Body [Sernistyje soedineniya prirodnogo gaza i ikh deystvie na organizm]*. Moscow: Meditsina; 2001. (in Russian)
 11. Rakhmanov R.S., Blinov T.V., Tarasov A.V., Shumskikh D.S. Antioxidant system as a promising area in the assessment of and predicting health outcomes. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 93 (6): 91–4. (in Russian)
 12. Lardinois O.M., de Montellano P.R. H₂O₂-mediated cross-linking between lactoperoxidase and myoglobin. Elucidation of protein-protein radical transfer reaction. *J. Biol. Chem.* 2001; 276 (25): 23 186–91.
 13. Lee P.J., Choi A.M. Pathways of cell signaling in hyperoxia. *Free Radic. Biol. Med.* 2003; 35 (4): 341–50.
 14. Anoop K., Sasmal D., Amand B., Kunal M., Aman T., Neelima S. Deltamethrin-induced oxidative stress and mitochondrial caspase-dependent signaling pathways in murine splenocytes. *Environ. Toxicol.* 2016; 31 (7): 808–19.
 15. Pereira T.C., Campos M.M., Bogo M.R. Copper toxicology, oxidative stress and inflammation using zebrafish as experimental model. *J. Appl. Toxicol.* 2016; 36 (7): 876–85.
 16. Khoroshev V.A., Golubev I.R. On the question of Russian oil and gas complex health protection of workers. *Meditsina truda*. 1997; (11): 1–5. (in Russian)
 17. Boyko V.I. Occupational hygiene during preparation of aromatic hydrocarbons from petroleum feedstocks. *Gigiena truda*. 1980; (11): 5–8. (in Russian)
 18. Sosodova L.M. Methodological approaches to the experimental study of the impact of environmental pollution on the human body. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 93 (6): 94–9. (in Russian)
 19. Boev V.M., Perepelkin S.V., Solovykh D.I. Characteristics of behavior and the state of peroxidation of lipids of the brain of rats with acute inhalation vozdeystvii hydrogen sulfide-containing gas condensate. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti*. 1992; (12): 583–90. (in Russian)
 20. Sterekhov N.P., Ivokina T.I. Clinic chronic intoxication sulfur-containing gases. In: *Reports of the All-Union Scientific and Practical Conference "Ecology and the impact of natural gas in the body" [Doklady Vsesoyuznoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Ekologiya i vozdeystvie prirodnogo gaza na organizm"]*. Astrakhan'; 1989: 209–13. (in Russian)
 21. Klein A.V., Ivonina T.I. Effect of chronic exposure to sulfur oxide complex and industrial dust in the central nervous system. In: *Reports of the Scientific Conference CSRL Sverdlovsk Medical Institute [Doklady nauchnoy konferentsii TsNIL Sverdlovskogo meditsinskogo instituta]*. Sverdlovsk; 1989: 68–9. (in Russian)
 22. Boyko O.V., Akhmineeva A.Kh., Boyko V.I., Gudinskaya N.I. The impact of the Astrakhan gas processing plant on the air pollution of industrial premises and territories. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95 (2): 167–71. (in Russian)
 23. Boev V.M., Setko N.P. Adaptive regulation of the operators of gas-chemical production. *Fiziologiya cheloveka*. 1990; 4 (16): 140–6. (in Russian)
 24. Filippova Z.Kh. About the maximum permissible concentration of hydrogen sulfide in the air of working premises at its present together with the lower hydrocarbon. In: *Proceedings of the Ufa Research Institute of Hygiene and Occupational Diseases. "Occupational health and health of workers in the oil and petrochemical industry" [Trudy Ufmskogo NII gigieny i profzabolevaniy. "Gigiena truda i okhrana zdorov'ya rabochikh v neftyanoy i neftekhimicheskoy promyshlennosti"]*. Ufa; 1960: 340–9. (in Russian)
 25. Asanidze N.L., Astaf'eva A.E. Hygiene of labor in the production of motor fuels from gas condensate with a high content of hydrogen sulphide. In: *Collection of Scientific Papers "Emergency Conditions Arising under the Influence of the Astrakhan Gas Condensate Field Components, their Prevention and Treatment" [Sbornik nauchnykh trudov "Neotlozhnye sostoyaniya, voznikayushchie pri vozdeystvii komponentov gazovogo kondensata Astrakhanskogo mestorozhdeniya, ikh profilaktika i lechenie"]*. Saratov: 1988; (1): 29–31. (in Russian)
 26. Asfandiyarov R.I., Bучин V.N., Laz'ko A.E., Rezaev A.A. *Acute Poisoning by Sulfur-containing Gases [Ostrye otravleniya serosoderzhashchimi gazami]*. Astrakhan'; 1995. (in Russian)
 27. Boyko V.I. The main directions of improvement of working conditions and environmental protection in the gas industry. *Gigiena truda*. 1990; (11): 5–8. (in Russian)
 28. Boyko V.I., Dotsenko Yu.I., Boyko O.V. Characteristics of industrial noise on the Astrakhan gas processing plant. *Gigiena i sanitariya*. 2011; 90 (4): 45–7. (in Russian)
 29. Akhmineeva A.Kh., Polunina O.S. Endothelial dysfunction in patients

- with chronic obstructive pulmonary disease and asthma. *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal*. 2012; 7 (3): 43–6. (in Russian)
30. Akhmineeva A.Kh., Voronin L.P., Sevost'yanova I.V., Polunina O.S. The level of C-reactive protein in patients with respiratory cardiac comorbidity. *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal*. 2014; 9 (1): 45–9. (in Russian)
 31. Chishieva M.A., Myasnyankin A.A., Kokhanov A.V. Brain Proteins with extreme physical and chemical parameters: immunochemical identification and simulation test systems. *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal*. 2012; 1 (7): 93–6. (in Russian)
 32. Kawada T. Long working hours and the risk of coronary heart disease. *Am. J. Ind. Med.* 2016; 59 (4): 336–7.
 33. Masterson E.A., Themann C.L., Luckhaupt S.E., Li J., Calvert G.M. Hearing difficulty and tinnitus among U.S. workers and non-workers in 2007. *Am. J. Ind. Med.* 2016; 59 (4): 290–300.
 34. Yao G., Yun Y., Sang N. Differential effects between one week and four weeks exposure to same mass of SO₂ on synaptic plasticity in rat hippocampus. *Environ. Toxicol.* 2016; 31 (7): 820–9.
 35. Chuenkova G.A., Karelin A.O., Askarov R.A., Askarova Z.F. Assessment of risk to public health of the city of Ufa, caused by atmospheric pollution. *Gigiena i sanitariya*. 2015; 94 (3): 23–30. (in Russian)
 36. Kharlashova N. V., Chebotarev P.A. Influence of environment factors on the incidence of temporary disability working refinery. *Gigiena i sanitariya*. 2015; 94 (3): 48–52. (in Russian)
 37. Krasovskiy V.O., Karamova L.M. Again on professionally-mediated diseases. *Meditsina truda*. 1995; (12): 27–31. (in Russian)
 38. Boyko V.I., Kondrashova Yu.I., Boyko O.V., Dotsenko Yu.I., Aleksashina L.I., Zhurikhin A.V. Methods for a comprehensive assessment of the immune status of the working population. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*. 2011; (10): 5. (in Russian)
 39. Bezruchko N.V., Rubtsov G.K., Anopin K.D., Krivchenkova E.V. Clinical and biochemical perspectives of development of non-invasive methods of endogenous intoxication, the value of indicators of urine and saliva. *Tekhnologii zhivyykh sistem*. 2013; 10 (1): 047–52. (in Russian)
 40. Boyko O.V., Akhmineeva A.Kh., Gudinskaya N.I., Boyko V.I., Kozak D.M., Bendyug V.A. Biochemical and immunological markers in the diagnosis of pathological conditions. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2013; (9): 327–9. (in Russian)
 41. Boyko O.V., Akhmineeva A.Kh., Gudinskaya N.I., Boyko V.I., Kozak D.M. Age-related changes in immunological, morphological and biochemical indices of male reproductive system. *Uspekhi gerontologii*. 2014; 27 (1): 50–3. (in Russian)
 42. Barg S.A. Features of behavioral health risk factors among industrial workers. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95 (1): 48–53. (in Russian)
 43. Baigildina A.A., Khaiboullina S.F., Lombardi V.C., Martynova E.V., Rizvanov A.A., Anokhin V.A. Inflammatory cytokines kinetics define the severity and phase of nephropathia epidemica. *Biomark Med.* 2015; 9 (2): 99–107.
 44. Shlyapnikov D.M., Shur P.Z., Alekseev V.B., Lebedeva T.M., Kostarev V.G. Methodical approaches to complex analysis and exposure time in the occupational risk assessment. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95 (1): 33–7. (in Russian)
 45. Bianchi R., Schonfeld I.S. Job stress, inflammation, and atherosclerosis: A reflection. *Am. J. Ind. Med.* 2016; 59 (4): 340–1.
 46. Kriventsev Yu.A., Bisaliev R.A., Noskov A.I. Human hemoglobins. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2007; (6): 34–41. (in Russian)
 47. Chernikova E.F. Effect of exchangeable nature of work on the health of workers. *Gigiena i sanitariya*. 2015; 94 (3): 44–8. (in Russian)

Поступила 08.07.16
Принята к печати 04.10.16

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 613.6:615.38:614.2

Елифанов А.В., Соловьев В.С., Лепунова О.Н., Фролова О.В., Ковязина О.Л.

ВЛИЯНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ КРАСНОЙ КРОВИ ДОНОРОВ

ФГБОУ ВО Тюменский государственный университет, 625000, Тюмень

Проблема переливания крови тесно связана с уменьшением числа доноров – людей, добровольно сдающих кровь, что особенно актуально для современного промышленного города. Изучено движение донорства на предприятиях с вредными условиями труда в Тюмени. На этих предприятиях с большим числом работающих наблюдается стабильный рост числа желающих сдать кровь, но параллельно с этим увеличивается и количество лиц, получающих отводы. В работе было изучено влияние профессиональных факторов на показатели красной крови (концентрация гемоглобина, количество эритроцитов, СОЭ, гематокрит, цветовой показатель) у доноров с учетом пола и возраста. По результатам обследования 4267 доноров крови в 2011–2014 гг. установлено увеличение числа отведений от донаций в связи с изменением показателей красной крови у работающих на предприятиях с вредными условиями труда. У всех обследованных мужчин и женщин, подвергающихся воздействию вредных факторов производства, выявлено достоверное снижение концентрации гемоглобина и количества эритроцитов. Объективные гематологические наблюдения наряду с субъективными оценками собственного здоровья донорами свидетельствуют о развитии анемического синдрома – одного из основных синдромов свинцовой профессиональной патологии. Необходимо продолжить поиск факторов, обуславливающих увеличение доли отвода доноров вследствие низкой концентрации гемоглобина. Рекомендуются дополнение отраслевой отчетности стратифицированными показателями отвода доноров до донации и разработка алгоритма по реабилитации отведенных доноров. Среди перспективных мероприятий по поддержанию и развитию донорства на предприятиях с вредными условиями труда должны быть разработаны конкретные планы улучшения здоровья, включая специфические средства и условия для оздоровления системы крови.

Ключевые слова: условия труда; показатели красной крови; гемоглобин; состояние здоровья работников.

Для цитирования: Елифанов А.В., Соловьев В.С., Лепунова О.Н., Фролова О.В., Ковязина О.Л. Влияние профессиональных факторов на показатели красной крови доноров. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(6): 548–551. DOI: <http://dx.doi.org/10.1882/0016-9900-2017-96-6-548-551>

Elifanov A. V., Solovyev V. S., Lepunova O. N., Frolova O. V., Kovyazina O. L.

THE INFLUENCE OF OCCUPATIONAL FACTORS ON INDICES OF RED BLOOD OF DONORS OF THE INDUSTRIAL CITY

Tyumen state University, Tyumen, 625000, Tyumen

The problem of blood transfusion is closely associated with a reduction in the number of donors - people donating blood voluntarily, which is especially important for the modern industrial city. There was executed the study of the movement of the donation at the enterprises with harmful working conditions in the city of Tyumen. These enterprises with a