

СОЦИАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

УДК 66:612.015:616.12-057

ОЦЕНКА РИСКА УЩЕРБА ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИКОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКОГО ФАКТОРА

Г.В. Тимашева¹, Д.Ф. Гизатуллина¹, З.Ф. Гимаева^{2},*

Л.К. Каримова¹, Л.Н. Маврина¹, Н.А. Бейгул¹

¹*Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека,*

²*Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия*

ASSESSMENT OF RISK FOR HEALTH HAZARD IN PETROCHEMICAL PRODUCTION WORKERS EXPOSED TO CHEMICAL FACTOR

G.V. Timasheva¹, D.F. Gizatullina¹, Z.F. Gimaeva^{2},*

L.K. Karimova¹, L.N. Mavrina¹, N.A. Beigul¹

¹*Ufa Scientific Research Institute of Human Labour and Ecology,*

²*Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation*

Цель. Оценка изменений ряда гематологических и биохимических показателей у работников нефтехимических производств в ответ на воздействие химического фактора.

Материалы и методы. Гигиенические исследования по оценке условий труда выполнялись на рабочих местах работников нефтехимических производств и включали в себя гигиеническую оценку факторов производственной среды и трудового процесса в соответствии с Р 2.2.2006-05.

Для изучения показателей гомеостаза работников были использованы клинико-лабораторные методы: общеклинический анализ, биохимическое исследование функционального состояния гепатобилиарной системы с определением активности индикаторных ферментов, содержания общего билирубина и его фракций, тимоловой пробы, а также исследование липидного обмена с определением общего холестерина, альфа-холестерина, триглицеридов, холестерина липопротеидов низкой плотности, индекса атерогенности.

Результаты. Приведенное биохимическое исследование свидетельствует о хроническом воздействии химического фактора.

Выводы. Ведущим вредным фактором рабочей среды у слесарей-ремонтников является загрязнение воздуха рабочей зоны комбинацией химических веществ, превышающих допустимые величины в 1,5–8,0 раз. У слесарей-ремонтников выявлены изменения ряда клинико-лабораторных показателей, которые сопоставимы с уровнем и характером биологического действия вредных веществ.

© Тимашева Г.В., Гизатуллина Д.Ф., Гимаева З.Ф., Каримова Л.К., Маврина Л.Н., Бейгул Н.А., 2016

тел. 8 (347) 272 11 60

e-mail: gzf-33@mail.ru

[Тимашева Г.В. – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела токсикологии с экспериментальной клиникой лабораторных животных, кандидат биологических наук; Гизатуллина Д.Ф. – кандидат медицинских наук, врач-невролог; Гимаева З.Ф. (*контактное лицо) – кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапии и клинической фармакологии ИДПО; Каримова Л.К. – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник; Маврина Л.Н. – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; Бейгул Н.А. – кандидат химических наук, старший научный сотрудник].

Ключевые слова. Работники нефтехимических производств, химический фактор, биохимические показатели

Aim. The aim of the study was to assess the changes in a number of hematological and biochemical indices among workers of petrochemical production in response to exposure of a chemical factor.

Materials and methods. Hygienic studies on assessment of conditions of work were carried out in the working zone of petrochemical production workers and included hygienic assessment of industrial environment and working process according to R 2.2.2006-05.

To study the indices of workers' hemostasis the following clinicolaboratory methods were used: general clinical analysis, biochemical study of functional status of the hepatobiliary system with determination of indicator enzyme activity, total bilirubin and its fraction content and thymol test, as well as investigation of lipid metabolism with estimation of total cholesterol (TC), alpha-cholesterol, triglyceride (TG), low-density lipoprotein cholesterol (LDLC), atherogenic index (AI).

Results. The results of biochemical study indicated chronic exposure of chemical factor.

Conclusions. The key harmful factor of industrial environment in repairmen is air pollution of the working zone with chemicals exceeding the allowable value by 1,5-8 times. Changes in a number of clinicolaboratory indices, which are comparable with the level and character of biological effect of harmful substances, were revealed among repairmen.

Key words. Workers of petrochemical production, chemical factor, biochemical indices.

ВВЕДЕНИЕ

Нефтехимическая промышленность является стабильно развивающейся отраслью экономики. В современных нефтехимических производствах благодаря обеспечению непрерывности технологических процессов, герметичности используемого оборудования, дистанционному управлению и санитарно-гигиеническим мероприятиям снижена интенсивность воздействия токсических веществ, уменьшилась возможность непосредственного контакта работающих с вредными химическими веществами.

В то же время нефтехимическая отрасль занимает одно из ведущих мест по потенциальной опасности химического воздействия, поскольку большое количество химических соединений может присутствовать в воздухе рабочей зоны различных производств и оказывать неблагоприятный эффект на организм работающих [1, 5, 9].

Общезвестно, что в основе механизма токсического действия большинства химических веществ лежит их способность взаимодействовать с молекулами клеточных органелл и мембран, что обуславливает нарушение

внутриклеточного метаболизма в организме работников химических производств, препятствующее развитию различных заболеваний, в том числе заболеваний, обусловленных профессиональными факторами [3].

В связи с этим в последние годы исследователи уделяют большое внимание изучению воздействия на работников вредных веществ малой интенсивности, ранних сдвигов и реакций, происходящих в организме работников и наиболее ранних обратимых клинико-физиологических, биохимических и биологических изменений [2, 4, 8].

Целью настоящего исследования явилась оценка изменений ряда гематологических и биохимических показателей у работников нефтехимических производств в ответ на воздействие химического фактора.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами гигиенических исследований явились рабочие места ремонтного персонала нефтехимических производств. Исследования загрязнения воздуха рабочей зоны вредными химическими веществами осуще-

ствлены с использованием фотометрического и хроматографического методов количественного химического анализа согласно общепринятым методикам [6]. Оценку химического фактора по степени вредности и опасности проводили в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [7].

Для изучения показателей гомеостаза работников использовали клинико-лабораторные методы: общеклинический анализ крови с дифференциальным подсчетом лейкоцитарной формулы, биохимическое исследование функционального состояния гепатобилиарной системы с определением активности индикаторных ферментов: аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ), щелочной фосфатазы (ЩФ), гамма-глутамилтранспептидазы (ГГТ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), а также содержания общего билирубина и его фракций, тимоловой пробы, липидного обмена с определением общего холестерина (ОХС), альфа-холестерина, триглицеридов (ТГ), холестерина липопротеидов низкой плотности (ХС ЛПНП), индекса атерогенности (ИА).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ремонтные работы являются необходимым и важным звеном в эксплуатации оборудования нефтехимических производств. На современных нефтехимических предприятиях, как правило, принята централизованная система технического обслуживания и ремонта оборудования. При этом весь ремонтный персонал выведен из состава технологических цехов в ремонтно-механический цех, в котором создаются бригады, специализированные по видам ремонта.

Ремонтные работы осуществляют работники различных профессий: слесари-ремонтники, изолировщики, газорезчики,

электросварщики, чистильщики и огнеупорщики. Численность ремонтных рабочих в штатной структуре нефтехимических предприятий составляет 15–20 %.

Слесари-ремонтники являлись наиболее многочисленной профессиональной группой. В их обязанности входило своевременно производить ремонт оборудования производственных участков: разборку, сборку, регулирование узлов и механизмов. Кроме того, они осуществляли слесарную обработку, промывку, чистку деталей и снятие залива с применением пневматических, электрических инструментов и на сверлильных станках. При выполнении такелажных работ, связанных с перемещением крупных частей оборудования, используются как простые грузоподъемные средства и механизмы, управляемые с пола, так и подъемно-транспортные механизмы и специальные приспособления.

Гигиеническими исследованиями установлено, что рабочей зоной для слесарей-ремонтников являлись технологические установки и помещения ремонтных мастерских: удельный вес времени пребывания в них составлял соответственно 50 и 30 %. Около 15 % рабочего времени занимали переходы по территории завода. Ведущим производственным фактором на рабочих местах слесарей-ремонтников являлся химический.

Установлено, что состав загрязнения воздуха рабочей зоны зависел от вида ремонтных работ и места их выполнения. В технологических потоках различных производств, которые поочередно обслуживали слесари-ремонтники согласно графику планово-предупредительного ремонта, циркулировало большое количество химических веществ. В связи с этим на их организм могли воздействовать до 15 соединений 2–4-го классов опасности с различными токсическими эффектами. В производстве дивинила при ремонтных работах основными компо-

нентами, загрязнявшими воздух, были непредельные углеводороды, диметилформамид и ацетонитрил. Для производства другого мономера – изопрена – было характерно наличие в воздушной среде углеводородов различных классов, в том числе и диметилформамида. В производстве полиэфирных смол отмечался еще более сложный состав газовой смеси: в воздухе одновременно присутствовали этилбензол, бензол, толуол, стирол и оксиды олефинов (оксиды пропилена и этилена). Воздушная среда производства изопренового каучука (СКИ-3) была загрязнена комплексом вредных веществ, который включал предельные, непредельные, ароматические углеводороды и метанол. В воздухе рабочей зоны производства бутилового каучука, кроме предельных и непредельных углеводородов, присутствовал и хлорметан. Поступление вредных веществ в организм слесарей-ремонтников происходило прежде всего через органы дыхания, а также кожные покровы и слизистые оболочки.

К числу наиболее опасных операций, выполняемых слесарями-ремонтниками, отнесены работы в закрытых пространствах.

При проведении ремонтных работ агрегатно-узловым методом в помещениях мастерских также возможно воздействие вредных веществ на ремонтных рабочих. Наиболее интенсивное загрязнение воздуха рабочей зоны наблюдалось при разборке насосного оборудования, ревизии запорной арматуры вследствие наличия остатков продуктов взаимодействия.

Установлено, что при текущем ремонте концентрации различных химических веществ могли превышать предельно допустимые (ПДК) в 1,5–5,0 раз. Так, содержание непредельных углеводородов достигало 1,5–2,0 ПДК в 30–40 % отобранных проб. В то же время в 80–100 % отобранных проб было установлено превышение ПДК диметилформамида, ацетонитрила, метанола и ароматических углеводородов до 3 раз, хлорметана,

оксидов этилена и пропилена – до 4–5 раз. При проведении капитальных ремонтов в момент вскрытия аппаратов кратковременно максимальные концентрации отдельных вредных веществ могли достигать 8 ПДК (табл. 1). В последующем содержание веществ в воздухе рабочей зоны уменьшалось до уровня ПДК и ниже.

Общая оценка условий труда по химическому фактору слесарей-ремонтников соответствовала классам 3.1–3.2. Максимальные уровни звукового давления при проведении ремонтных работ составляли 81–83 дБ (класс условий труда 3.1), параметры микроклимата соответствовали допустимому классу.

Второй по численности категорией слесарей нефтехимических производств являлись слесари по ремонту контрольно-измерительных приборов (КИП и А).

Таблица 1

Уровни загрязнения воздуха рабочей зоны слесарей нефтехимических производств

Параметр	Слесари-ремонтники	Слесари КИП и А
Химический, кратность превышения ПДК		
– текущий ремонт	1,5–5,0	Нет
– капитальный ремонт	1,5–8,0	Нет
Класс условий труда по химическому фактору	3.1–3.2	2

Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике обслуживает, ремонтирует и эксплуатирует различное контрольно-измерительное оборудование и системы автоматического управления. В их обязанности входит обслуживание как «первичных» приборов (термометры, расходомеры, манометры) (до 20 % времени смены), расположенных непосредственно у технологического оборудования, так и «вторичных» (до 70 % времени смены), показания которых вынесены на щит центрального управления. В операторных слесари КИП и А

осуществляли профилактический осмотр, текущий ремонт приборов. Непосредственно на наружных установках они проводили замену прокладок приборов, колонок хроматографов, регистрирующих качество продуктов в потоке и т.д.

Слесари КИП и А большую часть времени смены (до 85 %) подвергались действию производственных факторов на уровнях значительно ниже допустимых величин (табл. 3). Анализ воздуха рабочей зоны слесарей КИП и А показал, что концентрации химических веществ, как правило, не превышали ПДК. Оценка условий труда слесарей КИП и А по химическому фактору соответствовала допустимому классу 2.

Таким образом, гигиеническими исследованиями установлено, что для слесарей-

ремонтников нефтехимических производств приоритетным вредным фактором производственной среды является химический, уровни воздействия которого соответствовали классам 3.1–3.2, для слесарей КИП и А – допустимому.

Для выявления ранних доклинических изменений в организме работников нефтехимических производств при воздействии химического фактора проведены клинико-лабораторные исследования, включающие гематологические, биохимические методы.

Результаты гематологического исследования показали, что средние групповые значения показателей содержания гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов, СОЭ у слесарей-ремонтников не отличались от показателей слесарей КИП и А (табл. 2).

Таблица 2

**Средние величины гематологических показателей
у слесарей нефтехимических производств ($M \pm m$)**

Профессия	Эритроциты, $10^{12}/л$	Лейкоциты, $10^9/л$	Гемоглобин, г/л	СОЭ, мм/ч	Показатели лейкоформулы, %			
					моноциты	эозинофилы	нейтрофилы	лимфоциты
Слесарь-ремонтник	$4,2 \pm 0,2$	$5,2 \pm 0,4$	136 ± 4	$4 \pm 0,2$	$4 \pm 0,2$	$2,6 \pm 0,2$	$59,9 \pm 0,8$	$32,5 \pm 0,8$
Слесарь КИП и А	$4,4 \pm 0,6$	$6,5 \pm 0,7$	139 ± 2	$5 \pm 0,3$	$4 \pm 0,7$	$2,4 \pm 0,5$	$61,2 \pm 1,1$	$31,2 \pm 1,5$

В то же время у слесарей-ремонтников достоверно чаще отмечалась тенденция к лейкопении, чем у слесарей КИП и А ($28 \pm 2,3$ и $19,7 \pm 3,3$ % соответственно, $p < 0,05$). В том числе у $3,2 \pm 0,9$ % слесарей-ремонтников и $1,1 \pm 0,7$ % слесарей КИП и А уровень лейкоцитов был менее $4 \cdot 10^9/л$.

Средние величины биохимических показателей, характеризующих функциональное состояние печени, у исследуемого контингента работников находились в пределах нормы. В то же время у 32,6 % слесарей-ремонтников обнаружены отклонения в виде синдрома цитолиза (повышение АЛТ, АСТ, ЛДГ в $10,6 \pm 1,9$; $8,8 \pm 2,0$ и $5,9 \pm 1,5$ % случаев

соответственно), синдрома холестаза (повышение ЩФ у $8,7 \pm 1,8$ %, ОХС – у $33,2 \pm 2,9$ %, ГГТ – у $22,3 \pm 2,6$ % и прямого билирубина – у $5,9 \pm 1,8$ % работников), синдрома воспаления, характеризующегося повышением тимоловой пробы, – у $3,5 \pm 1,2$ % работников. При этом частота повышенных показателей общего билирубина, ОХС, ГГТ и АЛТ у слесарей-ремонтников достоверно отличалась от аналогичных данных у слесарей КИП и А ($p < 0,05$), рисунок.

В группе слесарей-ремонтников установлены статистически значимые различия в частоте отклонений уровней сывороточных трансаминаз, ГГТ и общего холестерина

у работников со стажем до 10 лет и более 10 лет ($p < 0,05$). Указанное не исключает влияния условий труда, в частности химического фактора, на функциональное состояние печени у ремонтных рабочих (табл. 3).

При исследовании липидного спектра крови у слесарей-ремонтников и слесарей КИП и А выявлена дислипидемия, о чем свидетельствуют повышенные средние значения

индекса атерогенности ($4,8 \pm 0,4$ и $3,8 \pm 0,3$ соответственно, $p < 0,05$). Обращает на себя внимание, что средние значения атерогенных фракций липидов (общий холестерин, триглицериды, липопротеиды низкой плотности) у слесарей-ремонтников превышали аналогичные показатели физиологической нормы при одновременном дефиците альфа-холестерина (табл. 4).

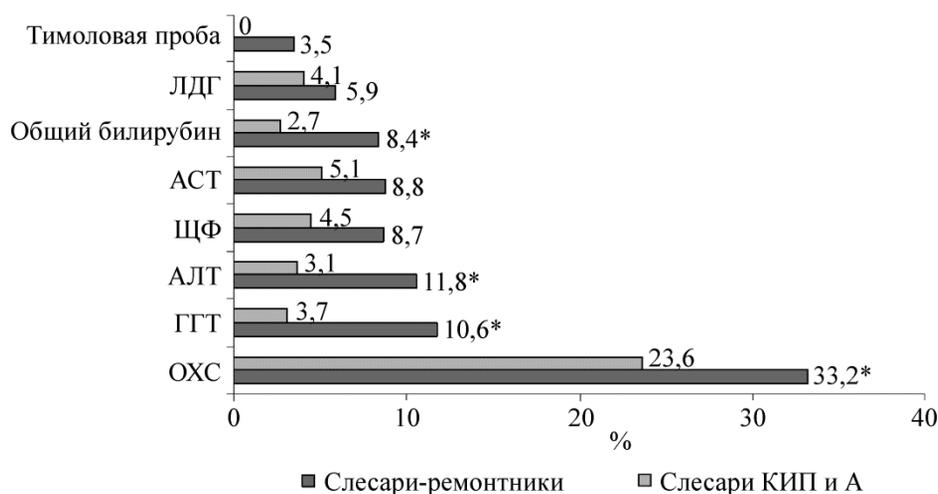


Рис. Частота отклонений биохимических показателей у слесарей нефтехимических производств (* – различия между профессиональными группами статистически значимы ($p < 0,05$))

Таблица 3

Частота отклонений биохимических показателей у слесарей-ремонтников в зависимости от стажа работы ($P \pm m$, %)

Показатель	Отклонения от нормальных величин	Стаж работы, лет	
		0–10	11 и выше
Общий билирубин	Менее 20,5 мкмоль/л	$3,9 \pm 1,7$	$8,9 \pm 2,4$
Общий холестерин	Более 5,2 ммоль/л	$11 \pm 3,7$	$46,4 \pm 5^*$
Аланинаминотрансфераза	Более 42 Ед/л	$3,9 \pm 1,7$	$11,1 \pm 2,7^*$
Аспартатаминотрансфераза	Более 37 Ед/л	$4,1 \pm 2,3$	$12,3 \pm 3,3^*$
Тимолова проба	Более 4	$2,7 \pm 1,9$	$4,1 \pm 2$
Щелочная фосфатаза	Более 306 ЕД	$2,7 \pm 1,9$	$9,1 \pm 2,7^*$
Лактатдегидрогеназа	Более 460 МЕ	$3,5 \pm 1,5$	$7,4 \pm 2,3$
Гамма-глутамилтранспептидаза	Более 48 МЕ	$3,8 \pm 1,5$	$13,7 \pm 3,5^*$

Примечание: * – различия между профессиональными группами статистически значимы ($p < 0,05$).

**Средние значения показателей липидного обмена
у слесарей нефтехимических производств ($M \pm m$)**

Показатель	Норма	Слесари-ремонтники	Слесари КИП и А
Общий холестерин, моль/л	Менее 5,2	5,2 ± 0,1	5,0 ± 0,2
Альфа-холестерин, моль/л	Более 0,9	1,1 ± 0,1	0,7 ± 0,1
Триглицериды, моль/л	Менее 2,1	1,5 ± 0,1	1,6 ± 0,2
Холестерин ЛПНП, моль/л	Менее 3,5	3,5 ± 0,1	3,2 ± 0,2
Индекс атерогенности, ед.	Менее 3,5	4,8 ± 0,4*	3,8 ± 0,3

Примечание: * – различия между профессиональными группами статистически значимы ($p < 0,05$).

Таким образом, средние уровни большинства гематологических и биохимических показателей у слесарей-ремонтников находились в пределах физиологических колебаний. В то же время у 28 % слесарей-ремонтников, в отличие от слесарей КИП и А, выявлены отчетливая тенденция к лейкопении, а также дисбаланс лейкоформулы в виде относительной эозинофилии, нейтрофильного лейкоцитоза и лимфоцитоза.

Установлено, что у 32,6 % слесарей-ремонтников активность индикаторных ферментов характеризовалась синдромом цитолиза, нарушением целостности печеночных клеток и синдромом холестаза. При этом частота повышенных показателей общего билирубина, ГГТ и АЛТ достоверно отличалась от аналогичных показателей у слесарей КИП и А и нарастала по мере увеличения стажа работы, что свидетельствовало о хроническом воздействии химического фактора.

Исследование липидного профиля крови позволило выявить однонаправленные изменения у работников изученных групп, свидетельствующие об активации процессов атерогенеза, более выраженной у слесарей-ремонтников.

Проведенные биохимические, гематологические исследования позволили выявить ранние тонкие изменения в функциональном состоянии печени у изученного контингента больных.

Выводы

1. Ведущим вредным фактором рабочей среды у слесарей-ремонтников является загрязнение воздуха рабочей зоны комбинацией химических веществ, превышающих допустимые величины в 1,5–8,0 раз.

2. У слесарей-ремонтников выявлены изменения ряда клинико-лабораторных показателей (гематологических и биохимических), которые сопоставимы с уровнем и характером биологического действия вредных веществ.

Библиографический список

1. Измеров Н.Ф. Национальная система медицины труда как основа здоровья работающего населения. *Здравоохранение Российской Федерации* 2008; 1: 7–8.

2. Измеров Н.Ф. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. («стратегия 2020») и сохранение здоровья работающего населения России. *Медицина труда и промышленная экология* 2012; 3: 1–8.

3. Кузьмина Л.П., Измерова Н.И., Бурмистрова Т.Б. Патоморфоз современных форм профессиональных заболеваний. *Медицина труда и промышленная экология* 2008; 6: 18–24.

4. Павловская Н.А., Рушкевич О.П. Биомаркеры для ранней диагностики последствий воздействия угольной пыли на организм шахтеров. Медицина труда и промышленная экология 2012; 9: 36–42.

5. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова. М.: ГОЭТАР-Медиа 2010; 784.

6. Руководство к практическим занятиям по гигиене труда: учебное пособие для вузов. Под ред. В.Ф. Кириллова. М. 2008; 416.

7. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация труда, available at: www.kadrovik.ru/docs/rukovodstvo.2.2.2006-05.htm

8. Тимашева Г.В., Кузьмина Л.П., Бадамшина Г.Г., Каримова Л.К. Роль лабораторных исследований в диагностике ранних метаболических нарушений у работников нефтехимического производства. Медицина труда и промышленная экология 2013; 3: 1–4.

9. Шаяхметов С.Ф., Дьякович М.П., Мещакова Н.М. Оценка профессионального риска нарушений здоровья работников предприятий химической промышленности. Медицина труда и промышленная экология 2008; 8: 27–32.

Материал поступил в редакцию 19.05.2016