

УДК: 616.3-053.2

ОСОБЕННОСТИ СОМАТИЧЕСКОГО СТАТУСА РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ ИЗОЛИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

© 2012 К.П. Лужецкий¹, О.Ю. Устинова², А.И. Аминова¹, Г.П. Кельман¹,
Т.В. Пономарёва¹, М.А. Сафонова¹

¹ Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления
рисками здоровью населения, г. Пермь

² Пермский государственный национальный исследовательский университет

Поступила в редакцию 09.10.2012

Материалы статьи содержат результаты анализа структуры заболеваемости работников изолированных участков машиностроительного производства, названы критические органы и системы, подвергающиеся воздействию вредных производственных факторов – химических веществ (ацетон, фенол, формальдегид). Установлены статистически достоверные причинно-следственные связи между негативными производственными факторами и нарушениями состояния здоровья работающих.

Ключевые слова: *химические производственные факторы, профессиональные заболевания, диагностика, структура патологии, формальдегид, ацетон, фенол*

Здоровье работающих является одним из важнейших условий высокой производительности труда, залогом благосостояния и устойчивого экономического развития страны. Утрата здоровья и трудоспособности работающих – проблема медицинская, социальная, экономическая и демографическая [1-5]. В Российской Федерации на 2011 г. численность работающего населения составила 69,6 миллионов. За 12 лет этот показатель снизился более, чем на 12 миллионов человек. В соответствии с прогнозом Минэкономки России тенденция сокращения численности работающих в основных отраслях производства сохранится в ближайшие 10-15 лет и на 2020-2025 гг. число трудящихся составит 50,1 миллионов человек, 7 миллионов из которых будут заняты на работах с вредными и неблагоприятными условиями труда. За последние 5 лет

численность населения трудоспособного возраста в Пермском крае сократилась на 119,5 тыс. и составила 1 081,8 тыс. человек, половина из которых (47,8%) заняты на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, 36,5% работают в условиях, не отвечающих гигиеническим нормативам. На отдельных территориях края удельный вес неблагоприятных объектов (неудовлетворительное санитарно-гигиеническое состояние) составляет от 50 до 93%, что создает предпосылки для развития профессионально и производственно обусловленных заболеваний. В Пермском крае показатель заболеваемости трудоспособного населения профессиональными болезнями ежегодно превышает общероссийский уровень в 1,5-2,0 раза. Если в период с 2007 по 2011 гг. в крае зарегистрировано 1258 случаев профессиональных заболеваний, то в 2011 г. установлено – 233 новых случаев профессиональных заболеваний, из них у женщин – 49 (21%). По итогам 2010 г. Пермский край по уровню профпатологии занимал среди регионов РФ 15 ранговое место, а среди территорий Приволжского федерального округа – 1 место (2,2 случая на 10 тыс. работающих). Высокую актуальность данная проблема имеет, в том числе и на предприятиях связанных с металлообработкой. Профессия «изолировщик» входит в «Список производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда», утвержденный постановлением Минтруда №28 от 1995 г. Перечень

Лужецкий Константин Петрович, кандидат медицинских наук, заместитель заведующего клиникой. E-mail: nemo@fcrisk.ru

Устинова Ольга Юрьевна, доктор медицинских наук, заместитель директора по лечебной работе. E-mail: ustynova@fcrisk.ru

Аминова Альфия Иршадовна, доктор медицинских наук, профессор кафедры экологии человека и безопасности жизнедеятельности. E-mail: aminova@fcrisk.ru

Кельман Григорий Петрович, врач профпатолог

Пономарёва Татьяна Андреевна, врач терапевт

Сафонова Марина Александровна, кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории биохимической и наносенсорной диагностики

вредных производственных факторов у работающих на изолировочных участках машиностроительного производства включает в себя: физические (шум, локальная вибрация, микроклимат, освещенность), химические (ацетон, эпихлоргидрин, аммиак, амины алифатические, фенол, пыль стеклянная (стекловолокно), бензин, кремния диоксид кристаллический, толуол (метилбензол), бутилацетат) и психофизиологические (тяжесть и напряженность трудового процесса) [6, 7]. Согласно Руководству по оценке риска, состояние условий труда, перечень вредных факторов рабочей среды и основных критических органов и систем различны на разных этапах технологических процессов предприятий металлообработки [8]. Изолировщики предприятий металлообработки трудятся в условиях хронического ингаляционного действия угле- и органопластиков, содержащих фенол-формальдегидные смолы (формальдегид, ацетон, фенол). Данные производственные химические токсиканты обладают преимущественным негативным воздействием на пищеварительную и дыхательную системы, состояние кожных покровов, способствуют формированию заболеваний вегетативной нервной системы [7, 9, 10].

Цель работы: оценить соматический статус изолировщиков, работающих в условиях негативного воздействия химических факторов машиностроительного производства для задач ранней диагностики и своевременной профилактики заболеваний связанных с трудом.

Материалы и методы. Нами проведено углубленное клинико-лабораторное обследование 177 работников крупного предприятия машиностроения, основным направлением деятельности которого является изготовление продукции промышленного назначения и товаров народного потребления. Группу наблюдения составили 106 человек, работавших в двух цехах изолировщиками в условиях негативного воздействия химических производственных факторов (29,2% женщины и 70,8% мужчины), средний возраст обследованных $36 \pm 1,7$ лет, при этом стаж работы составил 1-5 лет – 46%, 6-10 лет – 34% и более 10 лет – 20%. Группу сравнения составили 71 человек, работавших вне воздействия исследуемых производственных факторов (административный и обслуживающий персонал – отдел главного конструктора и операторы ВОХР), из них 33,8% женщины, 66,71% мужчины, средний возраст $37 \pm 1,5$ лет, со стажем работы 1-5 лет – 56%, 6-10 лет – 29% и более 10 лет – 15%. В воздухе рабочей зоны изолировочного производства выявлено превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ от 2,8 до 11,4 раза: ацетона от 240 до 557,6 мг/м³ (при допустимом уровне (среднесменная концентрация) 200 мг/м³), ацетона (пропан-2-он) – 7000 мг/м³ (при гигиеническом нормативе – 800 мг/м³), фенола от 0,28 до 1,14 мг/м³ (при допустимом уровне 0,1 мг/м³), формальдегида от 0,02 до 0,37 мг/м³ при гигиеническом нормативе 0,05 мг/м³ (максимально-разовая концентрация) (табл. 1).

Таблица 1. Среднесменная концентрация основных химических контаминантов в воздухе рабочей зоны машиностроительного предприятия

Вещество	Цех № 1		Цех № 2	
	установленное содержание, мг/м ³	допустимый уровень, мг/м ³	установленное содержание, мг/м ³	допустимый уровень, мг/м ³
ацетон	от 240,0 до 557,6	200	7000	200
фенол	от 0,28 до 0,6	0,1	от 0,76 до 1,14	0,1
формальдегид	0,02	0,05	от 0,25 до 0,37	0,05

По результатам проведенной на предприятии аттестации рабочих мест исследуемых цехов выявлено, что согласно Руководства Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», условия труда оценены как вредные (от 1 до 3 степени 3 класса). Профессиональный риск работников обследованных цехов варьирует, согласно «Руководству по оценке профессионального риска для здоровья работников» (Р 2.2.1766-03) от очень высокого – цех № 1-2 (класс 3.3) до среднего (класс 3.2) и малого – цех № 1 (класс 3.1). Для оценки причинно-

следственных связей между воздействием неблагоприятных факторов производственного процесса и частотой возникновения отдельных видов патологических состояний работающих, связи условий труда с состоянием здоровья были проведены комплексные клинические и лабораторно-диагностические обследования контингента работников с использованием эпидемиологических методов исследования. Объём углублённого медицинского осмотра включал:

1. Ретроспективное анкетирование работников для выявления характеристики и стажа работы с учетом критических органов и систем.

2. Клиническое обследование с оценкой соматического статуса, состояния органов ЖКТ и дыхания, ЛОР органов, глаз, сердечно-сосудистой и нервной систем терапевтом, кардиологом, гастроэнтерологом, неврологом, профпатологом, аллергологом-иммунологом, врачом ЛФК, врачом функциональной диагностики.

3. Изучение морфо-функционального состояния органов желудочно-кишечного тракта методами ультразвукового сканирования.

4. Исследование состояния сердечно-сосудистой системы (автоматизма, возбудимости, проводимости и сократимости сердца) на основании результатов ЭКГ-исследования.

5. Выявление характера и особенностей нарушения со стороны бронхо-лёгочной системы (обструктивных и рестриктивных изменений) методами функционального обследования (спирография).

6. Анализ присутствия в крови работающих химических токсикантов промышленного происхождения (формальдегид, ацетон, фенол) в концентрациях, превышающих референтные/фоновые уровни.

Методами математического моделирования определены причинно-следственные взаимосвязи между показателями контаминации биосред и выявленной соматической патологией, результатами функциональных методов исследования. Определение органических соединений (бензол, ацетон, формальдегид) осуществляли методом газожидкостной хроматографии в соответствии с «Методическими рекомендациями», утвержденными Министерством здравоохранения

СССР 4.12.78 г. № 10-8/82 (Зайцева Н.В., 1992) и методом парофазного анализа с различными вариантами пробоподготовки. Используемая аппаратура: газовый хроматограф (модели 6890, 6890N, 6850, 7890A, страна производитель США), аппаратно-программный комплекс «Хроматэк-Кристалл-5000» (ТУ 9443-004-12908609-99). Ультразвуковое исследование органов брюшной полости выполнено портативным ультразвуковым сканером TOSHIBA VIAMO SSA-64 с использованием линейных датчиков частотой от 7,5 до 13 МГц по стандартной методике. Электрокардиография – с помощью программно-аппаратного кардиоинтервалографа: Нейро-МВН-Нейро-Софт» (г. Иваново). Исследование функции внешнего дыхания (ФВД) проводилось на компьютерном спирографе «Schiller SP-10» спирографическим тестом с форсированным выдохом. Математическую обработку осуществляли с помощью непараметрических методов статистики с построением и анализом двумерных таблиц сопряженности, метода однофакторного дисперсионного анализа, методов линейного и нелинейного регрессионного анализа. Для оценки достоверности полученных результатов использовали критерий Фишера (оценка адекватности моделей), критерий Стьюдента (сравнение групп по количественным признакам). Сравнительную оценку причинно-следственной связи между признаками в группах оценивали по отношению шансов (odd ratio – OR) с анализом доверительного интервала (ДИ). Различия полученных результатов считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Таблица 3. Сравнительная характеристика структуры соматической патологии по основному заболеванию среди работников машиностроительного предприятия

Класс болезней, нозологическая единица	Группа наблюдения		Группа сравнения		p
	n	%	n	%	
Заболевания пищеварительной системы:	67	40,0	52	24,5	$p \leq 0,05$
хронический гастродуоденит (K 29.9)	26	12,0	11	7,0	$p \leq 0,05$
хронический холецистит (K 81.1)	21	9,7	13	8,2	$p > 0,05$
хронический панкреатит (K 86.)	15	6,9	14	8,9	$p > 0,05$
язвенная болезнь (K29.5)	12	5,6	2	0,6	$p \leq 0,05$
Заболевания дыхательной системы	30	13,9	4	2,5	$p \leq 0,05$
хронический бронхит (J41.0)	27	12,5	3	1,9	$p \leq 0,05$
бронхиальная астма (J45.0)	3	1,4	1	0,6	$p > 0,05$
Заболевания сердечно-сосудистой системы	20	13,3	29	29,3	$p \leq 0,05$
артериальная гипертензия (I 10.v)	17	7,9	26	13,0	$p > 0,05$
нарушения ритма сердца	3	1,4	3	1,9	$p > 0,05$
Заболевания опорно-двигательного аппарата (M 42.1)	30	19,9	42	26,7	$p \leq 0,05$
Аллергический дерматит	15	6,9	5	3,1	$p \leq 0,05$
Аллергический ринит	5	2,3	5	3,1	$p > 0,05$

Результаты и их обсуждение. В ходе химико-токсикологического исследования в крови работников группы наблюдения выявлено повышенное содержание формальдегида, фенола и

ацетона по сравнению с группой сравнения от 1,3 до 2,1 раз. Наибольшее превышение наблюдается по формальдегиду ($0,01 \pm 0,00045$ мг/м³; 85,1% проб с превышением содержания,

$p \leq 0,01$), по ацетону ($0,047 \pm 0,027$ мг/м³; 52,2% проб с превышением, $p \leq 0,01$), по фенолу ($0,023 \pm 0,007$ мг/м³; 23,7% проб с превышением, $p \leq 0,01$), при сопоставлении с группой сравнения ($p \leq 0,01$). На основании результатов комплексного клинико-функционального обследования установлено, что среди сотрудников, работающих в условиях негативного воздействия производственно-обусловленных факторов, в структуре заболеваемости преобладала патология следующих органов и систем: пищеварительной (40,0%) и дыхательной (13,9%), процентные показатели которых были в 1,6-5,6 раза достоверно выше, чем в группе сравнения (24,5%, и 2,5%, $p \leq 0,05$) (табл. 3).

С учётом приоритетного влияния исследуемых химических факторов на формирование производственно-обусловленной патологии со стороны органов и систем была проведена углубленная оценка соматического статуса работников с заболеваниями органов пищеварения и дыхания. Выявленный в ходе обследования хронический гастродуоденит (12%) и язвенная болезнь (5,6%) в 1,7-9,3 раза чаще диагностировались у работающих в условиях негативного воз-

действия производственных факторов ($p \leq 0,05$). В группе сравнения патология органов пищеварения встречалась 1,6 раза реже и была представлена хроническим холециститом – у 8,2% (K81.1), хроническим панкреатитом – у 8,9% (K86.1) ($p \leq 0,05$). При анализе заболеваний органов дыхания процент выявленного хронического бронхита (12,5%) и бронхиальной астмы (1,4%) в группе наблюдения в 6,6-2,3 раз соответственно выше, чем в группе сравнения ($p \leq 0,05$). Аллергические заболевания: атопический дерматит, аллергический ринит и крапивница в условиях негативного воздействия производственных факторов диагностированы у 9,3% (L20.8, L23.9, L50, J30.3), что в 1,5 раза чаще, чем в группе сравнения – 6,2% ($p \leq 0,05$).

По данным ультразвукового исследования в группе наблюдения от 1,1 до 2,7 раз чаще встречается патология поджелудочной железы (увеличение головки) ($p \leq 0,05$), печени (увеличение хвостатой доли, жировая инфильтрация) ($p \leq 0,05$), желчного пузыря (фиксированный перегиб, утолщение стенки и холестериновые полипы) ($p \leq 0,00$) (табл. 4).

Таблица 4. Сравнительная оценка результатов УЗИ ЖКТ групп наблюдения и сравнения

Среднегрупповое значение (размеры, % наличия признака)	Группа наблюдения	Группа сравнения	P
головка поджелудочной железы (мм)	$27,31 \pm 1,85$	$23,32 \pm 1,33$	$\leq 0,05$
тело поджелудочной железы (мм)	$15,05 \pm 0,94$	$13,88 \pm 1,18$	$\leq 0,05$
хвост поджелудочной железы (мм)	$23,45 \pm 1,24$	$22,44 \pm 1,17$	$\geq 0,05$
повышение эхогенности печени, %	$15,22 \pm 3,83$	$13,02 \pm 1,22$	$\leq 0,05$
увеличение хвостатой доли печени, %	$32,82 \pm 1,06$	$29,19 \pm 0,7$	$\leq 0,05$
наличие фиксированного перегиба желчного пузыря, %	$17,8 \pm 2,84$	$7,8 \pm 1,54$	$\leq 0,05$
наличие холестериновых полипов, %	$33,7 \pm 6,01$	$2,3 \pm 0,31$	$\leq 0,05$
наличие утолщения стенки желчного пузыря, %	27,00	$10,0 \pm 2,01$	$\leq 0,05$

Проведенные электрокардиографические исследования не выявили в группе наблюдения грубой патологии процессов проведения, при этом у 47% работников обнаружены нарушения синусового ритма (синусовая брадикардия и тахикардия, синусовая аритмия, фибрилляция предсердий), дисметаболические изменения и срыв процессов реполяризации (деформация сегмента ST), нарушение проводимости – неполная блокада правой и левой ножки пучка Гиса, укорочение интервала PQ. При исследовании функции внешнего дыхания методом спирометрии до 75% обследованных работников группы наблюдения имели нарушения функции внешнего дыхания: обструктивные и рестриктивные отклонения, показатели на уровне «условной» нормы ($p \leq 0,05$).

С целью оценки влияния исследуемых факторов в формирование соматической патологии у изолированных машиностроительного предприятия определены причинно-следственные связи между показателями контаминации биосред и установленными в ходе обследования диагнозами. Выявлены корреляционные зависимости между повышенным содержанием ацетона, фенола, формальдегида в крови и диагностированной патологией пищеварительной и дыхательной систем с коэффициентом детерминации R² 0,35-1,0 (рис. 1, 2, 3).

При увеличении в крови концентрации формальдегида достоверно увеличивалась вероятность формирования патологии желудочно-кишечного тракта с коэффициентом детерминации 0,25-0,97 (рис. 3, 4). Вероятность патологии органов дыхания ассоциируется с повышением

концентрации в биосредах фенола и формальдегида (R^2 0,32-0,93). Вероятность развития аллергической патологии у работников достоверно увеличивается в ходе хронического воздействия ацетона и формальдегида (R^2 0,29-0,75).

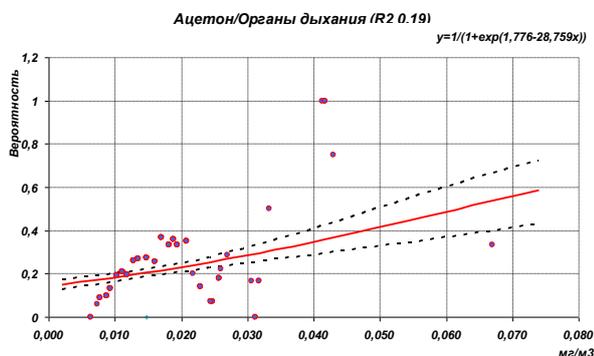


Рис. 1. Модель вероятности формирования патологии органов дыхания от концентрации ацетона в крови

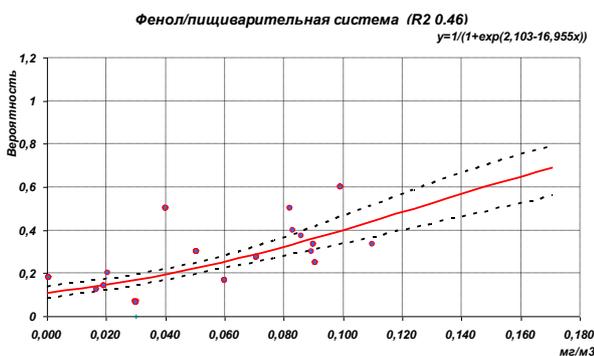


Рис. 2. Модель вероятности формирования патологии пищеварительной системы от концентрации фенола в крови

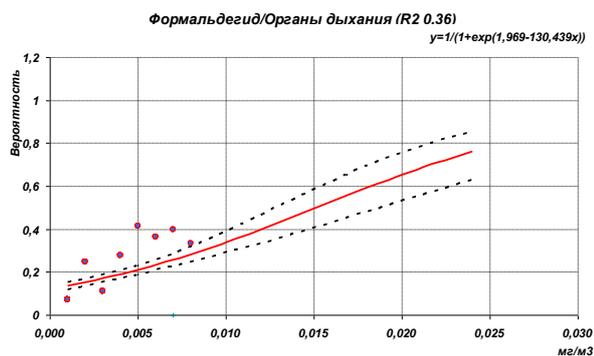


Рис. 3. Модель вероятности формирования патологии органов дыхания от концентрации формальдегида в крови

Установлены статистически достоверные причинно-следственные связи между контаминацией биосред производственно-обусловленными

химическими токсикантами (фенол, формальдегид) и показателями функциональной и ультразвуковой диагностики (размеры печени и селезенки, желчного пузыря и желчевыводящих путей, интервалы PQ, QT и ЧСС, жизненная емкость легких и объем форсированного выдоха), с коэффициентом корреляции $r = 0,25-0,82$.

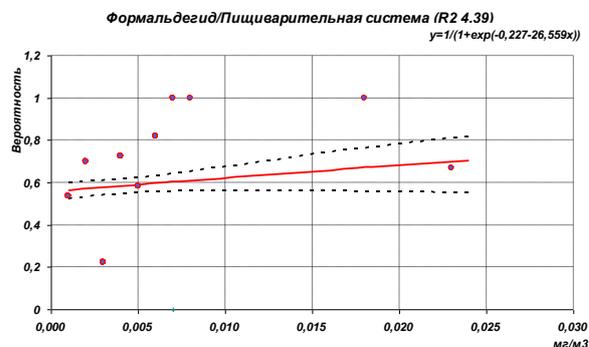


Рис. 4. Модель вероятности формирования патологии пищеварительной системы от концентрации формальдегида в крови

Администрация машиностроительного предприятия в соответствии с нормативными требованиями обеспечивает проведение ПМО работников, контактирующих с вредными и опасными условиями труда, по результатам которого в 2010 г. была выявлена различная патология, приведенная в табл. 5. В ходе комплексной клинической экспертизы и углубленного медицинского осмотра, выполненного нами по специализированной программе, выявлено на 37,1% больше патологии ЖКТ, на 11,6% заболеваний дыхательной системы, на 6,8% отклонений со стороны костно-мышечной системы.

Выводы: проведенный анализ соматического статуса работников изолированных участков машиностроительного производства установил нарушения здоровья, характеризующиеся дополнительной заболеваемостью хроническими болезнями дыхательной и пищеварительной систем. В структуре заболеваемости по данным углубленных медицинских осмотров на предприятии достоверно более часто выявляются болезни желудочно-кишечного тракта (40,0%) и органов дыхания (13,9%). Разработанная нами схема углубленного медицинского осмотра работников изолированных участков машиностроительного производства, контактирующих с вредными факторами, способствует раннему выявлению заболеваний ЖКТ на 37,1%, заболеваний дыхательной системы на 11,6%.

Таблица 5. Сравнительный анализ частоты верифицируемых заболеваний у работников машиностроительного предприятия по итогам периодического медицинского осмотра за 2010 г. и углубленного медицинского осмотра (% работающих)

Нозология	ПМО, %	УМО, %	Увеличе- ние доли
заболевания пищеварительной системы	8,3	40,0	31,7
заболевания дыхательной системы	2,3	13,9	11,6
заболевания костно-мышечной системы	7,1	13,9	6,8
заболевания ссс (артериальная гипертензия)	16,6	7,9	-
заболевания кожи	4,7	6,9	2,2
ЛОП патология	4,7	2,3	-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Федеральный Закон РФ № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», ст. 11, 32.
2. Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 года N 197-ФЗ, ст. 212.
3. Энциклопедия по безопасности и гигиене труда: Пер. с англ.: В 3 т. 3-е изд. – М.: Профиздат, 1986. 663 с.
4. Измеров, Н.Ф. Социально-гигиенические и эпидемиологические исследования в медицине труда / Н.Ф. Измеров, Е.Б. Гурвич, Н.В. Лебедева. – М.: Медицина, 1985. 193 с.
5. Ревич, Б.А. Экологическая эпидемиология. Под ред. Б.А. Ревича // Б.А. Ревич, С.Л. Авалиани, Г.И. Тихонова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. 384 с.
6. Долгих, О.В. Влияние производственной среды на клеточную гибель / О.В. Долгих, Н.В. Зайцева, Д.Г. Дианова, А.В. Кривцов // Вестник Российской Военно-медицинской академии. СПб, 2011. № 1 (33). С. 150-151.
7. Куценко, С.А. Основы токсикологии. – СПб., 2002. 119 с.
8. Измеров, Н.Ф. Профессиональный риск для здоровья работников. (Руководство) / Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. – М.; Тровант, 2003. 448 с.
9. Мельцер, А.В. Гигиеническое обоснование комбинированных моделей оценки профессионального риска / А.В. Мельцер, А.В. Киселев // Медицина труда и промышленная экология. 2009. № 4. 176 с.
10. Денисов, Э.И. Профессионально-обусловленная заболеваемость: основы методологии / Э.И. Денисов, П.В. Чесалин. – М., 2008. 216 с.

FEATURES OF THE SOMATIC STATUS OF WORKERS IN CONDITIONS OF NEGATIVE IMPACT OF INSULATING SECTIONS FACTORS AT MACHINE-BUILDING PRODUCTION

© 2012 К.Р. Luzhetskiy¹, О.Yu. Ustinova², А.И. Aminova¹, G.P. Kelman¹,
Т.V. Ponomaryova¹, М.А. Safonova¹

¹ Federal Scientific Center of Medical-preventive Technologies of Management Risk to the
Population Health, Perm

² Perm State National Research University

Materials of article contain results of the case rate structure analysis of workers at insulating sections of machine-building production, critical organs and systems which are exposed to influence of harmful production factors – chemicals (acetone, phenol, formaldehyde) are called. Statistically authentic relationships of cause and effect between negative production factors and violations of health state at workers are established.

Key words: *chemical production factors, occupational diseases, diagnostics, pathology structure, formaldehyde, acetone, phenol*

Konstantin Luzhetskiy, Candidate of Medicine, Assistant Clinic Manager. E-mail: nemo@fcrisk.ru
Olga Ustinova, Doctor of Medicine, Deputy Director on Medical Work. E-mail: ustinova@fcrisk.ru
Alfiya Aminova, Doctor of Medicine, Professor at the Department of Human Ecology and Life Safety. E-mail: aminova@fcrisk.ru
Grigoriy Kelman, Occupational Medicine Doctor
Tatiana Ponomaryova, Doctor Therapist
Marina Safonova, Candidate of Medicine, Research Fellow at the Laboratory of Biochemistry and Nanosensor Diagnostics