

УДК 613.6.027

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА НАРУШЕНИЙ ЗДОРОВЬЯ, СВЯЗАННЫХ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ, ПО ГИГИЕНИЧЕСКИМ И МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ**

**Базарова Е.Л.<sup>1,2,3</sup>, Федорук А.А.<sup>2</sup>, Ошеров И.С.<sup>1</sup>, Рослая Н.А.<sup>3</sup>, Насыбуллина Г.М.<sup>3</sup>**

1-МСЧ Тирус, Верхняя Салда, Россия

2-ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья работников промпредприятий» Роспотребнадзора, Екатеринбург, Россия

3-ФБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, Екатеринбург, Россия

*Целью работы служило проведение прогноза вибрационной болезни от воздействия общей вибрации в ряде профессий современного металлургического предприятия по имеющимся прогнозным моделям и сравнение ожидаемой заболеваемости с фактической. По данным исследования, реальный риск вибрационной болезни ниже прогнозируемого. В то же время общая вибрация служит триггером развития заболеваний нервной, костно-мышечной, мочеполовой систем, болезней уха, нарушений крови, достоверно повышая их риск.*

**Ключевые слова:** прогнозирование профессионального риска, общая вибрация, показатели здоровья работников производства титановых сплавов

**Для цитирования:** Базарова Е.Л., Федорук А.А., Ошеров И.С., Рослая Н.А., Насыбуллина Г.М. Сравнительная оценка нарушений здоровья, связанных с воздействием общей вибрации, по гигиеническим и медико-биологическим критериям. Медицина труда и экология человека. 2019; 1: 43-48.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2019-10007>

## **COMPARATIVE ESTIMATION OF INFRINGEMENTS OF THE HEALTH CONNECTED WITH INFLUENCE OF THE GENERAL VIBRATION, BY HYGIENIC AND MEDICAL AND BIOLOGIC CRITERIA**

**Bazarova E.L.<sup>1,2,3</sup>, Fedoruk A.A.<sup>3</sup>, Osherov I.S.<sup>1</sup>, RoslayaN.A.<sup>2</sup>, NasybullinaG.M.<sup>2</sup>**

1-Tirus Medical Unit, VerkhnyayaSalda, Russia

2-The Ural state medical university Ministry of Health of Russia, Ekaterinburg

3-FBRIkaterinburgMedicalResearchCenter for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers, Rospotrebnadzor, Ekaterinburg, Russia

*Purpose of the work carrying out of the forecast of vibrating illness from influence of the general vibration in a number of trades of the modern metallurgical enterprise for the models which are available in the hygienic literature, and comparison of expected disease with actual served. According to research, real risk of vibrating illness below the predicted. At the same time the general vibration serves as the trigger of development of diseases of nervous, kostno-*

*muscular, urinogenital systems, illnesses of an ear, blood infringements, authentically raising their risk.*

**Keywords:** *professional risk forecasting, the general vibration, indicators of health of workers of manufacture of titanic alloys*

**For quotation.** *Bazarova E.L., Fedoruk A.A., OsheroV I.S., Roslaya N.A., Nasybullina G.M. Comparative estimation of infringements of the health connected with influence of the general vibration, by hygienic and medical and biologic criteria. Occupational health and human ecology. 2019; 1:43-48.*

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2019-10007>

Среди многочисленных гигиенических проблем в период внедрения новых технологических процессов с использованием высокопроизводительного производственного оборудования борьба с вибрацией рабочих мест является одной из ведущих. Специфика проблемы общей вибрации (ОВ) в медицине труда, по мнению академика РАМН Н.Ф. Измерова, заключается в том, что «она затрагивает большие контингенты работающих, являясь тем самым проблемой национального масштаба» [4]. В этой связи количественный прогноз нарушений здоровья при воздействии ОВ с позиций концепции профессионального риска является перспективным подходом для научного обоснования необходимости мер виброзащиты.

#### **Цель исследования.**

Провести прогноз вибрационной болезни (ВБ) от воздействия ОВ в ряде профессий современного металлургического предприятия по моделям, имеющимся в гигиенической литературе и нормативных документах, и сравнить ожидаемую заболеваемость с фактической.

#### **Материал и методы исследования.**

Исследование проводилось на крупном предприятии по производству титановых сплавов в рамках работы по оценке профессионального риска при внедрении новых технологических процессов. В него были включены 6 профессиональных групп модернизируемых производственных участков: кузнецы автоматизированных кузнечно-прессовых комплексов (далее – кузнецы), контролеры кузнечно-прессовых работ (далее – контролеры), металлзаторы, огнеупорщики (класс условий труда 3.3 по ОВ), прокатчики горячего металла (далее – прокатчики (класс 3.2)), операторы – резчики металла, обслуживающие установки гидроабразивной резки «УГАР» (далее – резчики (класс 3.1)). В профессии контролера заняты женщины, в остальных – мужчины. Источником общей технологической вибрации на изучаемых рабочих местах является производственное оборудование (кузнечные прессы, прокатные станы, установки шоопирования и резки, растворосмесители и др.), транспортно-технологической вибрации – напольный транспорт (электрические и дизельные погрузчики) и рельсовые погрузчики. Применялась методика прогнозирования, разработанная НИИ медицины труда [3].

Для оценки степени риска ВБ от воздействия ОВ при стаже работы 20 лет мы использовали три модели. Модель №1 НИИ медицины труда позволяет определить вероятность развития I (начальные проявления в виде синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии) и II стадии ВБ (умеренно выраженные проявления в виде синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии в сочетании с вторичным пояснично-крестцовым

корешковым синдромом). Модель №2 «доза-эффект» Н.Ф. Измерова, Г.А. Суворова (1992 г.) разработана для прогноза вероятности жалоб на боли в нижней части спины и синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии. Модель №3 использует критерии ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997) для оценки эффектов ОВ на физиологическое состояние, в т.ч. на показатели вестибулярного анализатора, центральной нервной системы, и влияния ОВ на степень комфорта [1].

Распространенность хронической патологии (РХП) по результатам периодических медицинских осмотров (ПМО) и заболеваемость с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) изучались за 5-летний период. Осмотрены на ПМО 44336 человек, проанализированы 58758 больничных листов. Сравнивалась заболеваемость лиц, имеющих контакт с ОВ, и остальных лиц. Степень причинно-следственных связей нарушений здоровья с воздействием ОВ оценивалась путем расчета относительного риска RR, его доверительного интервала CI, этиологической доли вклада ОВ в развитие заболеваний EF. Различия считались статистически значимыми при  $\chi^2 > 3,84$ . Для верификации связи ОВ и заболеваемости подсчитывались коэффициенты корреляции r между стажем работы в контакте с ОВ и заболеваемостью (полный и парциальный - с элиминацией возраста), коэффициент детерминации Dn.

#### **Результаты и обсуждение.**

Воздействию ОВ на предприятии, по данным ПМО 2016 года, подвергалось 930 человек (7,3% от численности осмотренных).

По модели №1 вероятность развития I/II стадии ВБ у кузнецов, выполняющих в бригаде обязанности водителей автопогрузчиков и кузнечных манипуляторов, составляет 8/4%, у металлаторов - 6/3%, контролеров и огнеупорщиков - 5/3% (эквивалентные скорректированные уровни виброускорения (аэк) на рабочих местах соответственно 120, 115, 111 и 113 дБ; класс условий труда 3.3). По модели №2 у работников этих профессий вероятность появления жалоб на боли в нижней части спины и развития синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии составляет 25 и 11% соответственно. По модели №3 в указанных профессиях могут наблюдаться такие эффекты ОВ, как «усталость, сниженная работоспособность, выраженные физиологические реакции, утомление, учащение» (при времени действия 1-3 ч). Необходимо отметить, что у кузнецов воздействие ОВ уровня аэк=120 дБ является «пределом воздействия и добровольной переносимости», при этом можно ожидать «генерализацию физиологических реакций, чрезмерное утомление, опасность микротравматизации спины» при времени действия 0,1-1 ч. В зависимости от уровней аэк: в пределах одного класса условий труда 3.3 можно ожидать отчетливое ощущение дискомфорта у кузнецов-водителей, приемлемое ощущение – у металлаторов, легкое ощущение дискомфорта у огнеупорщиков и контролеров.

У прокатчиков (аэк=107 дБ, класс 3.2) по модели №1 прогнозируется вероятность развития I/II стадии ВБ на уровне 4/2%, по модели №2 - вероятность жалоб на боли в нижней части спины и синдром вегетативно-сенсорной полиневропатии – на уровне 6 и 3% соответственно. По модели №3 ожидается развитие усталости, сниженной работоспособности, выраженных физиологических реакций и утомления при времени действия 1–3 ч без ощущения дискомфорта.

У кузнецов, выполняющих обязанности бригадиров и их подручных, при работе непосредственно у прессов, у резчиков (аэк 102-103 дБ, класс 3.1) по модели №1 прогнозируется вероятность развития I/II стадии ВБ в 4 и 2% случаев, по модели №2 вероятность жалоб на боли в нижней части спины / синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии - в 1,6/0,7% случаев. По модели №3 ожидается усталость, сниженная

работоспособность, утомление при времени действия 1-3 ч, без проявлений дискомфорта.

Таким образом, у работников изучаемых профессий прогнозируется как существенный риск развития ВБ разных степеней выраженности, так и ухудшение функционального состояния, профессиональной надежности уже при стаже работы 20 лет, в молодом трудоспособном возрасте, что значимо для предприятия в медико-социальном и экономическом отношениях. Данная оценка является ориентировочной, так как в приложениях В и С к ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997), наряду с несомненным влиянием ОВ на поясничный отдел позвоночника и связанные с ним нервные окончания, ведущие к дегенерации позвоночных дисков и позвоночника в целом, указано, что «в настоящее время собранных данных недостаточно, чтобы установить количественные соотношения между характеристиками вибрации и риском нарушения здоровья» [1].

Результаты исследования свидетельствуют, что фактически в изучаемом производстве диагнозов ВБ от воздействия ОВ за 30-летний период не зарегистрировано, однако воздействие ОВ повышало уровни общесоматической патологии. В целом по предприятию у работников виброопасных профессий достоверно увеличен ЗВУТ болезнями нервной, костно-мышечной и мочеполовой систем (табл. 1). Имелась тенденция к статистически значимому повышению РХП КМС (47,4% у работавших в контакте с ОВ, 43,0% - у остальных лиц) и кожи (7,7 и 5,7% соответственно). Коэффициент корреляции между ЗВУТ болезнями КМС и стажем составил 0,12; между РХП КМС и стажем - 0,3 (малая сила связи),  $D_n=9,26\%$ .

Таблица 1

**Связь нарушений здоровья у работающих изучаемых виброопасных профессий с воздействием общей вибрации**

Показатель	Относительный риск, RR	Доверительный интервал, CI	Этиологическая доля, EF (%)	Степень связи	$\chi^2$ *
<b>Заболеваемость с временной утратой трудоспособности</b>					
- нервной системы	1,28	1,02-1,61	21,88	малая	<b>4,45</b>
- костно-мышечной системы	1,09	1,02-1,16	8,26	малая	<b>6,5</b>
- мочеполовой системы	1,17	1,06-1,29	14,53	малая	<b>10,39</b>
- уха	1,61	1,39-1,87	37,89	средняя	<b>38,87</b>
<b>Распространенность хронической патологии</b>					
- костно-мышечной системы	1,10	1,0-1,22	9,09	малая	<b>3,53</b>
- кожи	1,36	0,97-1,91	26,47	малая	<b>3,16</b>
<b>Показатели крови</b>					
Эритроцитопения	1,68	1,15-2,45	40,48	средняя	<b>7,33</b>
Тромбоцитопения	1,33	1,08-1,64	24,81	малая	<b>7,25</b>
Лейкоцитоз	1,22	1,06-1,41	18,03	малая	<b>7,29</b>
* - коэффициент соответствия, различия между группами считались статистически значимыми при критерии соответствия $\chi^2 > 3,84$					

У работавших с источниками ОВ достоверно увеличивался риск эритроцитопении (распространенность среди лиц с ОВ - 3,4%, без контакта - 2,0, по показателям причинно-следственной связи является профессионально обусловленной), тромбоцитопении (10,3

и 7,8%), лейкоцитоза (19,4 и 15,9%). Наблюдались другие изменения со стороны крови, которые не были статистически значимыми (повышение цветового показателя -  $RR=1,46$ ; лимфопения -  $RR=1,24$ ; моноцитоз -  $RR=1,22$ ). Следует отметить, что эритроцитопения и лейкоцитоз указывались в гигиенической литературе как характерные для воздействия низкочастотной вибрации [2, 4].

У работников всех изучаемых профессий отмечалась высокая РХП нервной (НС, класс VI МКБ-10) и костно-мышечной систем (КМС, класс XIII МКБ-10). При классе условий труда 3.3 по фактору ОВ она составила у огнеупорщиков 36,4 и 36,4% соответственно, металлизаторов – 28,6 и 14,3%, кузнецов кузнечно-прессового цеха – 22,0 и 32,1%, кузнечно-пруткового цеха - 35,1 и 27,0%, кузнечно-штамповочного цеха – 25,7 и 17,1%, контролеров – 12,7 и 18,3% соответственно. При классе 3.2 РХП нервной и КМС составила у прокатчиков – 21,6 и 51,2% соответственно, при классе 3.1 у резчиков – 16,9 и 49,2%. Прямой корреляционной связи между уровнями ОВ и РХП нервной и костно-мышечной не наблюдалось, возможными причинами чего являлось влияние сопутствующих факторов (тяжести труда и др.) и различия в частотных спектрах оборудования.

ЗВУТ НС превышала среднезаводскую у кузнецов в 1,2-1,7 раза; металлизаторов – в 1,3; контролеров – в 1,5; огнеупорщиков – в 1,7; резчиков - в 1,4 раза. ЗВУТ КМС превышала среднезаводскую у кузнецов – в 1,1 раза, металлизаторов – в 1,5; прокатчиков и резчиков – в 1,3 раза. У контролеров коэффициент корреляции между ЗВУТ КМС и стажем равен 0,31;  $D_t=9,92\%$ .

Отмечается воздействие ОВ на органы репродукции. ЗВУТ гинекологическими заболеваниями контролеров превышала среднезаводскую заболеваемость женщин в 4,1 раза, показатель осложнений беременности и родов – в 3,0 раза. РХП мочеполовой системы у них составила 39,4% ( $RR=1,44$ ;  $EF=30,56\%$ ). Полный коэффициент корреляции между ЗВУТ по осложнениям беременности и стажем равен 0,36, парциальный – 0,32;  $D_t=12,99\%$  (средняя сила связи). У мужчин-кузнецов РХП мочеполовой системы превышала среднезаводской показатель в 2,0–2,4 раза, резчиков – в 1,5 раза.

Наблюдаемые поражения нервной, костно-мышечной и мочеполовой систем, по данным гигиенической литературы, характерны для воздействию низкочастотной ОВ [2, 4, 5]. Недостаточный учет физиолого-гигиенических требований при разработке нового мощного оборудования создает предпосылки для смещения спектра колебаний в низкочастотный диапазон, наиболее опасный для тела ввиду явления биомеханического резонанса с частотой колебаний внутренних органов.

#### **Выводы.**

1. На рабочих местах в изучаемых профессиях эквивалентные скорректированные уровни виброускорения составили 0,13-1,0  $m/c^2$  (102-120 дБ), что в 1,9-14,3 раза превышает безопасный уровень 0,07  $m/c^2$ , который не вызывает изменений, выходящих за пределы адаптационных колебаний в сменной и стажевой динамике.
2. Результаты исследования показали, что общая вибрация служит триггером развития заболеваний нервной, костно-мышечной, мочеполовой систем, болезней уха, нарушений крови, достоверно повышая их риск. Профессиональных заболеваний, обусловленных воздействием общей вибрации, в изучаемом производстве не зарегистрировано.

#### **Список литературы:**

1. ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997) Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Ч.1 Общие требования.
2. Измеров Н.Ф., Суворов Г.А. Физические факторы производственной и природной среды. Гигиеническая оценка и контроль. М.: Медицина; 2003.
3. Прогнозирование воздействия вредных факторов условий труда и оценка профессионального риска для здоровья работников (МР). М.: НИИ МТ РАМН; 2010.
4. Суворов Г.А., Старожук И.А., Тарасова А.А. Общая вибрация и вибрационная болезнь. М.;2000.
5. Тартаковская Л.Я., Лотис В.М., Соловьева И.П. К характеристике вибрации на заводах железобетонных изделий и влиянию ее на функциональное состояние полового аппарата женщин. Вопросы гигиены, профпатологии и промышленной токсикологии: сб. науч. тр. Свердловск; 1961.

**References:**

1. GOST 31191.1-2004 (ISO 2631-1:1997)/ Vibratsiia i udar. Izmerenie obshchei vibratsii i otsenka ee vozdeystviya na cheloveka. C.1. Obshchie trebovaniya.
2. Izmerov N.F., Suvorov G.A. Phizicheskie faktori proizvodstvennoi i prirodnoi sredy. Gigienitskaya otsenka i kontrol. M.: Medicina; 2003.
3. Prognozirovaniye vozdeystviyavrednykh faktorov usloviy truda i otsenka professionalnogo riska dlya zdorov'ya rabotnikov (MR). M.: NIIMTRAMN, 2010.
4. Suvorov G.A., Starozhuk I.A., Tarasova A.A. Obshchaya vibratsiya i vibratsionnaya bolezn. M.; 2000.
5. Tartakovskaya L.Y., Lotis V.M., Solovyeva I.P. Kharakteristika vibratsii na zavodah zhelezobetonnykh izdeliy i vliyaniyu ee na funktsionalnoe sostoyaniye polovogo apparata zhenshchin. Voprosy gigieny, prophpatologii i promishlennoy toksikologii: sb. naut. tr. Sverdlovsk; 1961.

Поступила/Received: 15.12.2018  
Принята в печать/Accepted: 28.01.2019