

DOI:10.58168/TSMST2025_105-112

УДК 613.644

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ВИБРАЦИИ НА ЗДОРОВЬЕ РАБОТНИКОВ

Бритвина Е.Ю., студент

Жидко Е.А., д-р техн. наук, профессор

Воронежский государственный технический университет

Аннотация. В данной статье представлен анализ влияния производственной вибрации на здоровье работников промышленных предприятий. Рассмотрена классификация вибраций по способу передачи на человека, которая включает общую и локальную вибрации. Проанализированы воздействия вредного фактора на организм человека и последствия для здоровья. А также рассмотрены способы предотвращения вибрационной болезни.

Ключевые слова: производственный фактор, общая вибрация, локальная вибрация, воздействие, здоровье, вибрационная болезнь, средства индивидуальной защиты.

ANALYSIS OF THE IMPACT OF INDUSTRIAL VIBRATION ON THE HEALTH OF EMPLOYEES

Britvina E.Y., student

Zhidko E.A., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Voronezh State Technical University

Abstract. This article presents an analysis of the impact of industrial vibration on the health of industrial workers. The classification of vibrations according to the method of transmission to humans, which includes general and local vibrations, is considered. The effects of a harmful factor on the human body and its health consequences are analyzed. Ways to prevent vibration sickness are also considered.

Keywords: production factor, general vibration, local vibration, impact, health, vibration sickness, personal protective equipment.

Работа занимает важную часть жизни каждого человека. В данном месте происходит немало моментов, вызывающих травмы различной степени серьёзности. Поскольку человек является неотъемлемым звеном рабочей (производственной) среды, ему приходится сталкиваться с всяческими производственными факторами опасности.

В свою очередь производственные факторы (ПФ) опасности классифицируются на опасные и вредные факторы. Вредным ПФ называется

фактор, который при воздействии на работника при конкретных условиях способен спровоцировать заболевание и, как следствие, снизить работоспособность. Опасный ПФ отличается от вредного тем, что его воздействие на работника при конкретных условиях может стать причиной травмы или резкого серьёзного ухудшения здоровья.

В таких сферах деятельности, как: строительство, машиностроительная промышленность, транспортная промышленность, сельское хозяйство, вибрация относится к категории часто встречающихся вредных факторов ПФ. Она представляет серьёзную опасность для здоровья и работоспособности человека, провоцируя возникновение тяжёлых заболеваний [1-3].

Вибрация представляет собой сложные механические колебания, возникающие на производстве, например, от инструментов, сидений транспорта, и воздействующие на тело человека или отдельные его части при прямом контакте. Передвижные строительные машины, машины для виброуплотнения бетонной смеси, литейные станки, строгальные и шлифовальные машины, ручной механизированный инструмент – всё это может являться источниками появления вибраций на производстве [1,3,4].

Для оценки вибрации используются следующие параметры, измеряемые в указанных единицах: частота (Гц), амплитуда колебания (м), период колебания (с), виброскорость (м/с), виброускорение (м/с²).

В зависимости от метода передачи вибрация подразделяется на общую и локальную. Общая вибрация передаётся через опорные поверхности на тело рабочего, который находится в сидячем или стоячем положении, тогда как локальная передаётся через руки, поясницу, грудь и (или) другие части тела.

Общая вибрация возникает при работе на транспорте (строительные краны, тракторы, комбайны) и в промышленных цехах (например, от оборудования деревообрабатывающей отрасли). Работа с ручными инструментами (бурильные свёрла и молотки, сверлильные машины, шлифовалки, отбойные молотки) подвергает человека воздействию локальной вибрации. В производственной среде может наблюдаться взаимодействие локальной и общей вибраций.

В табл. 1 представлены нормы вибрации для 8-ми часового рабочего дня.

Таблица 1

Влияние вибрации на организм человека

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Результат воздействия
До 0,015	Различная	Не влияет на организм
0,016-0,050	40-50	Нервное возбуждение с депрессией
0,051-0,100	40-50	Изменение в центральной нервной системе, сердце и органах слуха
0,101-0,300	50-150	Возможное заболевание
0,101-0,300	150-250	Вызывает виброболезнь

Вибрация относится к числу факторов с выраженной биологической активностью. Характер, степень и направленность функциональных изменений в различных системах организма зависят от уровня, спектрального состава и продолжительности вибрационного воздействия. Распространение вибрации по телу представляет сложный процесс, степень влияния которого зависит от целого ряда взаимосвязанных между собой факторов: частоты и амплитуды колебаний, площади участков тела, которые соприкасаются с вибрирующим объектом, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, явления резонанса и других факторов [5,6].

Производственная вибрация, обладающая высокой амплитудой и продолжительным воздействием, способна отрицательно отражаться на здоровых тканях и органах человека. Следует добавить, что воздействие вибрации на работников нередко сопровождается другими негативными ПФ, такими как высокий шум, особые метеорологические факторы, пониженное и повышенное атмосферное давление. В совокупности всё это может порождать стойкие патологические нарушения в организме людей, занятых на производстве, развитию у них вибрационной болезни, которая проявляется проблемами сердечно-сосудистой системы, нервными заболеваниями, нарушениями в работе опорно-двигательного аппарата, поражением мышц и суставов, а также нарушением функций эндокринных желез.

Так как вибрация нарушает функцию вестибулярного аппарата, снижает координацию, вызывает усталость и значительно замедляет реакцию работника, она непосредственно напрямую снижает качество и эффективность выполняемых заданий.

Несмотря на то, что термин «вибрационная болезнь» впервые был предложен Е.Ц. Андреевой-Галаниной ещё в 1955 году, важным шагом стала классификация, разработанная в 1963 году, которая учитывала биологическое воздействие вибрации (в частности – частотный спектр и место вибрационного воздействия).

После этого ведущие учёные нашей страны выделили два типа вибрационной болезни: от воздействия на всё тело и от воздействия на отдельные части тела. В каждой из них был внедрён синдромный принцип, который выделяет 3 степени тяжести заболевания (I – начальная, II – умеренная, III – выраженная).

В различных производственных областях активное использование ручных механизированных инструментов рабочим приводит к возникновению локальной вибрации, что оказывает негативное влияние на руки. Эта вибрация вызывается ударными или вращательными движениями, создаваемыми ручными инструментами [7].

К профессиям с высоким риском воздействия вибрации относятся те, которые связаны с работой в условиях интенсивной вибрации агрессивных средне- и высокочастотных диапазонов. К таким профессиям относятся

обрубщики литья, буровики, наждачники, вальщики леса, заточники, шлифовщики и другие.

Источниками вибрации считаются объекты, при эксплуатации которых уровень генерируемой вибрации достигает или превышает 25% от установленного предельно допустимого уровня (ПДУ).

Многие исследования также указывают на то, что изменения происходят как на местном (локальном) уровне, где вибрация оказывает прямое воздействие, так и на уровне центральной нервной системы.

На начальных стадиях заболевания пациенты отмечают боли в верхних конечностях, которые возникают после работы и ночью, но проходят через 30–40 минут после начала трудовой деятельности. Со временем отмечается снижение сенсорной чувствительности кожи, после чего замечается посинение или почернение пальцев рук на холоде. Слабость в руках прогрессирует, приводя к тому, что особенно сильно страдают мышцы, позволяющие сгибать пальцы, появляются лёгкие, но часто повторяющиеся судороги.

Среди общих неврологических симптомов наблюдаются слабость, повышенная раздражительность, обидчивость, плаксивость, головные боли к концу рабочего дня, снижение умственной и общей работоспособности. Эти симптомы могут сопровождаться вегетативными проявлениями, такими как изменение артериального давления и пульса, повышенная потливость, изменение оттенка кожи лица и шеи, а затем и добавляются нарушения основных психических функций, включая внимание, память, мышление, интеллект, речь. На II–III стадии вибрационной болезни замечается утолщение межфаланговых суставов, округление и выпуклость ногтей, утолщение или истончение, повышенная ломкость и расслаивание ногтей, а также увеличение ногтевых фаланг на пальцах рук. В более серьёзных случаях отмечается гипотрофия мышц плечевого пояса.

Симптомы, которые проявляются от локальной вибрации, также могут отмечаться при общей вибрации, но чаще это наблюдается на нижних конечностях. Присоединяются жалобы на боли в области поясницы и шейно-грудном отделе позвоночника. Низкочастотная общая вибрация оказывает травмирующее воздействие на межпозвоночные диски и костные ткани, изменяет моторные функции гладкой мускулатуры внутренних органов и приводит к смещению органов брюшной полости.

Помимо прочего отмечается влияние общей вибрации на обмен веществ, биохимические показатели крови и снижение степени прощупывания пульса под пальцами. Кроме того, вибрация оказывает негативное влияние на репродуктивное здоровье женщин, а у мужчин может вызвать эректильную дисфункцию.

Общая вибрация негативно сказывается на трудоспособности рабочих. Как итог, их профессиональная надёжность сокращается. Вибрация становится препятствием для выполнения различных технологических процессов. Её воздействие вызывает ухудшение остроты зрения, изменение пределов

видимости и затруднение фиксации объектов, что приводит к смещению изображений на сетчатке.

В результате возрастает количество ошибок в выполняемой работе, следовательно, качество работы снижается. Помимо этого, общая вибрация осложняет управление транспортными средствами, ведь она нарушает связь между зрительным и двигательным контролем.

Среди множества серьёзных заболеваний, возникающих вследствие вибрационных воздействий, можно выделить тяжёлые осложнения при беременности и нарушение функций как женского, так и мужского организма, сосудистые расстройства головного мозга, повышение и понижение артериального давления, нарушение работы органов желудочно-кишечного тракта, неврологические нарушения. Острые сосудистые нарушения головного мозга несут опасность для жизни больного.

В молодом возрасте при наличии вибрационной болезни I степени существует шанс полного выздоровления при соблюдении стандартных правил устройства рабочего труда, правильной организации режимов работы и отдыха, своевременной замене установок и приборов для сокращения степени и времени воздействия вибрации.

В остальных случаях, когда диагноз достиг II и III степени, заболевание приводит к ухудшению работоспособности. «Вибрационная болезнь» может преобразоваться в «остаточные явления вибрационной болезни» от локальной или от общей вибрации с указанием степени тяжести и синдромов спустя 5 лет.

Как можно большее уменьшение влияния вибрации на организм работника является главным способом предотвращения вибрационной болезни. Этого можно добиться, если соблюдать меры санитарно-технического, санитарно-гигиенического и медицинского характера. Недопущение развития вибрационной болезни требует разработки и внедрения оборудования, соответствующего санитарно-гигиеническим нормам и требованиям.

Для предотвращения негативного воздействия работникам необходимо обязательное использование средств индивидуальной защиты (таких как рукавицы или перчатки). Обязательным элементом системы профилактики являются периодические медицинские осмотры.

В дополнение к данным мерам относятся обязательные перерывы, внутрисменные физиотерапевтические практики, санаторное лечение. Поэтому после каждого 1-го часа работы необходимо делать перерывы около 10-ти минут; обязательно должен быть обеденный перерыв в течение рабочей смены, а также следует делать два перерыва для выполнения производственной гимнастики и физиотерапевтических процедур. Для них выделяется 20-30 минут через 1 - 2 часа после начала смены и 40 мин через 2 часа после обеденного перерыва.

Длительность работы с непрерывным вибрационным воздействием следует сокращать до 15-20 минут. За время рабочей смены контакт с вибрацией не должен превышать 2/3 всего рабочего времени. В рамках реабилитационных мероприятий после рабочей смены рекомендуется проводить

физиотерапевтические процедуры, включающие гигиенический душ, тёплые ванночки для рук и массаж рук.

К крайним мерам следует отнести запрет на эксплуатацию виброопасного оборудования или сокращение времени его работы в течение рабочего дня для того, чтобы уровень вибрации не превышал установленные санитарным законодательством ПДУ. Поэтому в соответствии с [8], не допускается использование ручных инструментов, если их уровень вибрации превышает ПДУ более чем на 12 дБ (табл. 2). Также согласно этой документации, работа в вибрационных условиях, превышающих ПДУ, требует применение защиты временем с обязательным использованием средств индивидуальной защиты.

Таблица 2

Допустимое суммарное время действия локальной вибрации за смену в зависимости от величины превышения ПДУ

Превышение допустимых уровней локальной вибрации		Допустимое суммарное время воздействия локальной вибрации за смену, мин
дБ	во сколько раз	
0	-	480
3	1,4	240
6	2	120
9	2,8	60
12	4	30

Трудоустройство на работу, связанную с воздействием вибрации, не допускается при наличии следующих заболеваний и состояний: нарушения в эндокринной системе, патологии вестибулярного и слухового аппаратов, болезни сердечно-сосудистой системы, нарушения в нервной системе и расстройства желудочно-кишечного тракта.

На такие работы принимаются лица старше 18 лет, обладающие требуемой квалификацией. Также для допуска на работу им необходимо сдать технический минимум по правилам безопасности и пройти медицинский осмотр.

Для повышения устойчивости организма к вибрациям и поддержания работоспособности и трудовой активности рекомендуется выполнять специализированные комплексы производственной гимнастики и проводить витаминпрофилактику дважды в год курсами витаминов группы В, аскорбиновой кислоты и никотиновой кислоты.

Вместе с тем важно привести в порядок рацион питания. Желательно также включение в режим труда и отдыха гидропроцедур продолжительностью 5-10 минут, сочетающих ручные ванны с температурой воды 38 °С и массаж верхних конечностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колосов Ю. В. Защита от вибраций и шума на производстве: учебное пособие / Ю. В. Колосов, В. В. Барановский. – М.: Издательство, 2011. – 44 с.
2. Вибрационная болезнь – симптомы и лечение – URL: <https://probolezny.ru/vibracionnaya-bolezn/?ysclid=m7xlvjgh51211720957>
3. Жукова Е. В. Вибрация на рабочих местах: гигиеническая характеристика, нормирование, оценка, профилактика: учебное пособие / Е. В. Жукова, Г.В. Куренкова. – М.: Издательство, 2023. – 49 с.
4. Разиньков С.Н., Жидко Е. А. Эффективность коллективной идентификации объектов при неточно заданных значениях однотипных параметров // Информационно-измерительные и управляющие системы. - 2018. - Т. 16. - № 8. - С. 64-68.
5. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства. Монография/Воронеж, 2019.
6. Разиньков С. Н., Жидко Е. А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга // Информационно-измерительные и управляющие системы. - 2018. - Т. 16. - № 6. - С. 57-63.
7. Сотникова О.А., Жидко Е.А. Проблемы утилизации отходов производства экологически опасных и экономически важных объектов ЦЧР и пути их решения // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. - 2017. - №3 (19). – С. 11-20.
8. СанПиН 2.2.2.540-96 «Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ»

REFERENCES

1. Kolosov Yu.V. Protection from vibrations and noise in production: a textbook / Yu. V. Kolosov, V. V. Baranovsky. – M.: Publishing House, 2011. – 44 p.
2. Vibration sickness – symptoms and treatment – URL: <https://probolezny.ru/vibracionnaya-bolezn/?ysclid=m7xlvjgh51211720957>
3. Zhukova E. V. Vibration in workplaces: hygienic characteristics, rationing, assessment, prevention: a textbook / E. V. Zhukova, G.V. Kurenkova. – M.: Publishing House, 2023. – 49 p.
4. Razinkov S.N., Zhidko E. A. Efficiency of collective identification of objects with inaccurately set values of the same type of parameters // Information-measuring and control systems. - 2018. Vol. 16.No. 8. - pp. 64-68.
5. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of

information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare. The monograph/Voronezh, 2019.

6. Razinkov S. N., Zhidko E. A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring systems // Information-measuring and control systems. - 2018. - Vol. 16. - No. 6. - pp. 57-63.

7. Sotnikova O.A., Zhidko E.A. Problems of waste disposal in the production of environmentally hazardous and economically important CCR facilities and ways to solve them //Biospheric compatibility: man, region, technologists. - 2017. - №3 (19). - pp. 11-20.

8. SanPiN 2.2.2.540-96 "Hygienic requirements for hand tools and organization of work".