МЕХАНИЧЕСКИЕ ВИБРАЦИИ В РАБОЧЕЙ СРЕДЕ

dr inż. Piotr Kowalski, mgr inż. Małgorzata Rejman
Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
(Центральный Институт Охраны Труда – Государственный Исследовательский Институт)
00-701 Warszawa, ul. Czerniakowska 16

Механические вибрации и их воздействие на организм человека

Механические вибрации чаще всего возникают как побочный эффект работы механических устройств. Иногда они также преднамеренно генерируются для того, чтобы с их помощью осуществить какой-то технологический процесс (разрушение, уплотнение, шлифование и т. д.). Они возникают в результате взаимодействия движущихся частей машин и устройств. Такие вибрации обременительны для работников, очень часто они также вредны для их здоровья и повышают риск несчастного случая. Основными параметрами, которые характеризуют вибрацию, являются: амплитуда ускорения вибраций, выраженная в [м/с2], и частота вибрации выражается в герцах [Гц]. Ощущение и воздействие на человека вибраций зависят не только от значения этих параметров, но и, прежде всего, от части тела, на которую они воздействуют. Различают:

- вибрации, воздействующие на верхние конечности (иногда называемые локальными вибрациями),
- вибрации, воздействующие на все тело через ноги (в положении стоя) или через ягодицы и спину (в положении сидя или лежа) – вибрации, воздействующие общим образом (общие вибрации).

Механическим вибрациям, воздействующим на организм человека через верхние конечности, подвергаются в основном операторы ручных пневматических, гидравлических, электрических и бензиновых (особенно ударных) инструментов, обычно используемых в промышленности. Источником воздействия могут быть также элементы управления машин и оборудования, управляемые руками, а также обрабатываемые элементы, удерживаемые в руках. Общие вибрации действуют в первую очередь на водителей, трактористов, машинистов и операторов всех видов транспортных средств и строительной техники, горнодобывающей, дорожной и сельскохозяйственной техники, на

которых работа осуществляется в сидячем или стоящем положении. На этих рабочих местах вибрация от сидений переносится в организм работника через таз, спину и бока, а от полов - через стопы.

Воздействие вибрации с большими значениями (скорректированного) ускорения приводит к нарушению функционирования органов и систем человека. Такое воздействие вибрации может привести к возникновению поражений сосудистой, нервной и костно-суставной систем. Сочетание этих поражений, называется вибрационной болезнью, которая была признана в Польше профессиональным заболеванием. Поражения в сосудистой системе связаны с пароксизмальными нарушениями кровообращения в пальцах рук (временная остановка кровообращения, вызванная спазмом периферических кровеносных сосудов). Наблюдаемый симптом этих расстройств является бледность пальцев рук, следовательно, сосудистую форму вибрационной болезни часто называют "болезнью белых пальцев". В свою очередь, негативные последствия профессионального влияния вибраций общего воздействия касаются в первую очередь костной системы и внутренних органов человека. В костной системе поражения возникают преимущественно в поясничном отделе позвоночника. Известен как, так называемый „болевой синдром позвоночника”. Неблагоприятные изменения во внутренних органах, возникающие под действием общих вибраций, являются в основном результатом стимулирования отдельных органов резонансными вибрациями, что может привести к возникновению нарушений в их деятельности и даже в крайних случаях к механическому разрыву органов. Чаще всего наблюдаемые нарушения связаны с функционированием органов пищеварительной системы, преддверно-улиткового органа, органов грудной клетки, а также органов репродуктивной системы. Вибрации общего действия также могут вызывать ряд других неспецифических физиологических и психофизических реакций, таких как нарушения остроты зрения, увеличение времени двигательной и зрительной реакции, усталость, нарушения в координации движений.

Оценка воздействия вибрации

Существенное влияние на возникновение и развитие неблагоприятных последствий воздействия вибраций на организм человека помимо значения ускорения вибраций оказывает время воздействия-чем дольше, тем выше вероятность заболевания. Чтобы связать оба эти значения, при оценке воздействия на вибрацию используется так называемое воздействие на вибрацию. Эта величина позволяет „суммировать” различные воздействия вибраций, действующие на сотрудника в течение рабочего дня, и

сопоставлять их с продолжительностью полной 8-часовой рабочей смены. Также может быть определено кратковременное воздействие (продолжительностью менее 30 мин). Благодаря этому, воздействие на различных рабочих местах может быть оценено таким же образом. После расчета воздействия вибрации, ее можно сравнить с соответствующим допустимым значением (NDN), установленным для защиты здоровья, и указанным в правовых нормах [Постановление Министра Труда и Социальной Политики от 12 июня 2018 года о максимально допустимых концентрациях и интенсивности факторов, вредных для здоровья в рабочей среде, Законодательный вестник 2018, пункт 1286]. Это позволяет определить, обеспечен ли работник безопасными для здоровья условиями труда. Допустимые значения различны для вибраций, действующих через верхние конечности, и общим образом. Другие также для подростков и для беременных женщин.

Таблица 1. Допустимые значения общих вибраций NDN, допустимые значения, для беременных женщин и подростков.

Общие вибрации	**NDN**	**Беременные женщины**	**Подростки**
Суточное воздействие $A(8)_{доп}$	**0,8 м/с^2**	**работа запрещена**	**0,19 м/с^2**
Кратковременное воздействие $a_{w,доп,\ 30\ мин}$	**3,2 м/с^2**		**0,76 м/с^2**

Таблица 2. Допустимые значения вибраций, действующие через верхние конечности (локальные) NDN, допустимые значения, для беременных женщин и подростков.

Локальные вибрации	**NDN**	**Беременные женщины**	**Подростки**
Суточное воздействие $A(8)_{доп}$	**0,8 м/с^2**	**1,0 м/с^2**	**0,19 м/с^2**
Кратковременное воздействие $a_{w,доп,\ 30\ мин}$	**3,2 м/с^2**	**4,0 м/с^2**	**0,76 м/с^2**

Обязанности работодателя и работника, – ограничение воздействия вибраций, правовые нормы.

Для предотвращения воздействия опасных вибраций (выше допустимых значений) важно провести измерения вибраций на рабочих местах, которые позволяют не только

определить степень воздействия на работника, но и помочь в выборе подходящих решений для снижения этого воздействия.

Польские правовые нормы обязывают работодателя:

- выполнять измерения величин, характеризующих механические вибрации, а также проводить анализ их результатов,
- оценивать профессиональные риски, связанные с опасностью вибрации,
- устранять профессиональные риски, связанные с вибрациями в источнике или ограничивать его до минимально возможного уровня.

Устранение или снижение профессионального риска должно осуществляться в рамках имеющихся технических решений и учитывать научно-технический прогресс. Только тогда, когда вы не можете избежать или устранить профессиональный риск воздействия вибрации с помощью технических решений, следует использовать средства коллективной/индивидуальной защиты или/и соответствующим образом наладить организацию работы. В таком случае работодатель обязан предоставить работникам надлежащим образом подобранные средства коллективной/индивидуальной защиты. Примером коллективной защиты от вибраций являются виброизолированные платформы, изолирующие целую группу работников от вибраций, воздействующих общим образом. Как средство индивидуальной защиты от вибрации чаще всего используются правильно подобранные антивибрационные перчатки. Когда воздействие вибрации достигает или превышает допустимые значения, работодатель должен дополнительно контролировать правильность их использования.

Наиболее эффективным способом снижения вибрации на рабочем месте является устранение или снижение вибрации самого источника. Главной причиной возникновения вибраций в машинах и устройствах являются несбалансированные их движущиеся элементы (например, несбалансированные передние колеса автомобиля вызывают вибрацию руля), неправильное взаимодействие элементов (чрезмерные зазоры, неправильная подгонка, повреждение и т. д.), удары взаимодействующих элементов и т. д.; эти явления в первую очередь являются результатом конструкции и исполнения устройства. Однако, заботясь о техническом состоянии машин и устройств (ремонт, техническое обслуживание, надлежащая эксплуатация), пользователь также может влиять на снижение воздействия вибрации самого источника. В случае проектирования новых рабочих мест при выборе нового оборудования необходимо учитывать также

создаваемые им вибрации. Значения ускорений вибрации часто приводятся производителями в технической документации устройства.

Важным методом снижения вибраций, достигающих работника, является ограничение их на пути распространения. Используемые системы виброизоляции (например, виброизоляционные фундаменты, виброизоляционные сиденья транспортных средств), виброизоляционные маты и ковролин, виброизоляторы, антивибрационные перчатки изолируют работника от вибраций, создаваемых машинами, устройствами и инструментами. Другим способом снижения воздействия вибрации является дистанционное управление устройствами, производящими вибрацию. В результате применения такого решения работник отдален от источника на безопасное расстояние. К эффективным методам устранения вибраций следует отнести использование дополнительных систем, таких как динамические элиминаторы вибраций (применяемые для стационарных устройств) или современные полуактивные и активные решения, которые автоматически "настраиваются" к изменяющемся вибрациям.

Работодатель может также снижать воздействие вибраций на работников за счет соответствующих организационных мероприятий, которые чаще всего направлены на сокращение времени воздействия на отдельных рабочих местах в течение рабочей смены. Когда работы проводятся при низкой температуре и высокой влажности воздуха (например, работа лесоруба в зимний период), работники должны быть обеспечены отапливаемыми местами для перерывов в работе.

Обязанностью работодателя является также обучение работника подверженного воздействию вибраций в области правильного и безопасного выполнения работы на его должности, причинам возникновения профессиональных заболеваний, вызванных вибрацией, а также их симптомам и способам выявления, а также средствам медицинской профилактики. Кроме того, работник должен иметь доступ к информации касательно результатов экспертиз и оценок профессиональных рисков связанных с воздействием вибраций. Он также должен быть обучен в области правильного применения средств, ограничивающих профессиональные риски на его рабочем месте и последствиям их несоблюдения или неправильного использования.

Для работников, подвергающихся воздействию механических вибраций, важно обеспечить предварительные и периодические медицинские осмотры. На основании предварительных осмотров (включая, в частности, палестезиометрию) врач может квалифицировать человека для работы при воздействии вибраций или рекомендовать

другой тип работы из-за повышенной вероятности возникновения недомоганий, вызванных вибрацией (например, вибрационная болезнь).

В случае воздействия вибраций, влияющих на верхние конечности, первое периодический осмотр работника проводится после года работы, а следующие каждые 3 года; а в случае воздействия вибраций с общим воздействием каждые 4 года.