

-деревообробного устаткування - 6 % (168) травмованих осіб.

До теперішнього часу до найбільш травмонебезпечних професій належать:

-гірник очисного забою – травмовано 1343 особи; - прохідник – 891 особа; - гірник підземний – 540 осіб; - електрослюсар підземний – 380 осіб;

-слюсар ремонтник – 280 осіб; - машиніст гірничих виїмкових машин – 222 особи; - гірник з ремонту гірничих виробок – 249 осіб [2].

Якщо протягом останніх п'яти років в Україні намітилась тенденція до зниження виробничого травматизму, то ситуація з професійними захворюваннями залишається нестабільною, а їх рівень високим.

Найбільша кількість професійних захворювань зареєстрована у Донецькій (28,8%), Луганській (26,6%), Дніпропетровській (19,7%) і Львівській (10,5%) областях. Кількість профзахворювань у цих областях складає близько 85,6% від загальної їх кількості по Україні.

Аналіз професійної захворюваності по галузям промисловості свідчить, що найвищий рівень профзахворюваності спостерігається у вугільній, металургійній, та машинобудівній галузях.

Таким чином, домінуючими причинами формування несприятливих умов праці у цих галузях економіки залишаються недосконалі технології, використання застарілого обладнання, машин і механізмів та їх несправність, неефективність та невикористання працюючими засобів захисту, порушення правил охорони праці, режимів праці і відпочинку.

Список літератури: 1. Хохотва О. І. Про стан промислової безпеки та охорони праці // Охорона праці. – 2010. - №12. – С.7-8. 2. <http://www.social.org.ua>. 3. Яценко Ю. П. Вугільна галузь: проблеми та перспективи // Охорона праці. – 2010. - №8. – С.6-11. 4. <http://tribuna.com.ua/news>.

УДК 629.12

В.Д. ГУБЕНКО, канд.техн.наук, доц. ХНАГХ, Харьков

В.А.ГОЛЕНДЕР, канд.техн.наук, доц. ГТИ, Харьков

Л.А. АРТЕМЬЕВА, соиск. ХНАГХ, Харьков

АНАЛИЗ ВОЗМУЩАЮЩИХ ФАКТОРОВ РЕЛЬСОВОГО ПУТИ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВИБРАЦИЮ И ШУМ ПРИ ДВИЖЕНИИ ВАГОНОВ МЕТРОПОЛИТЕНА

Досліджуються обурюючі чинники, що впливають на вібрацію і шум при русі вагонів метрополітену, які породжують виникнення вібрацій і шуму при коливаннях механічного устаткування рухливого складу метро.

Исследуются возмущающие факторы, влияющие на вибрацию и шум при движении вагонов метрополитена, которые порождают возникновение вибраций и шума при колебаниях механического оборудования подвижного состава метро.

We investigate the disturbing factors that affect the vibration and noise because of while driving subway trains, which generate the appearance of vibrations and noise vibrations of mechanical equipment of movable subway.

Постановка задачи исследований. Как известно, динамическая система «экипаж-путь» состоит из масс (кузова m_K , тележек m_T , колесных пар m_{KP} , пути m_{Π}), опирающихся на гибкие и демпфирующие элементы с характеристиками, соответственно: \mathcal{J}_{Π} и β_{Π} – в центральном подвешивании, \mathcal{J}_B и β_B – в буксовом, \mathcal{J}_{Π} и β_{Π} – в основании пути. Обозначив возможные перемещения соответствующих масс через Z_K , Z_T , Z_B и Z_{Π} , в соответствии с принципом Даламбера запишем уравнения движения этой системы в виде

$$\begin{aligned} m_K Z_K + \beta_{\Pi} (Z_K - Z_T) + \mathcal{J}_{\Pi} (Z_K - Z_T) &= 0; \\ m_T Z_T - \beta_{\Pi} (Z_K - Z_T) - \mathcal{J}_{\Pi} (Z_K - Z_T) + \beta_B Z_T + \mathcal{J}_B Z_T &= \beta_B Z_B + \mathcal{J}_B Z_B; \\ m_{KP} Z_B + \beta_B (Z_B - Z_T) + \mathcal{J}_B (Z_B - Z_T) &= m_{\Pi} Z_{\Pi} - \beta_{\Pi} Z_{\Pi} - \mathcal{J}_{\Pi} Z_{\Pi}; \end{aligned} \quad (1)$$

естественно, для безотрывного движения колесных пар: $Z_{\Pi} = Z_B - \dot{\eta}$.

Анализ системы (1) показывает, что возмущающие силы, вызывающие вертикальные колебания подрессоренных и непрорессоренных масс экипажа, определяются значениями коэффициента затухания β_{Π} и жесткости пути \mathcal{J}_{Π} , величиной массы пути m_{Π} , участвующей в вертикальной динамике, а также геометрическими неровностями $\dot{\eta}$ поверхностей катания бандажей и рельсов.

Законы изменения сил трения в основании пути, а также факторы, влияющие на их величину, изучены недостаточно. Здесь трение обычно считается вязким. Причем, величина экспериментально определяемого коэффициента вязкого трения β_{Π} изменяется в довольно широких пределах.

От величины жесткости пути и коэффициента затухания зависит приведенная величина массы пути, участвующая в вертикальной динамике. Известный метод Релея определения этой массы основан на гипотезе Винклера о линейности зависимости между нагрузкой и прогибом пути. При этом участвующая в колебаниях масса пути, вычисленная по методу Релея, существенно отличается от экспериментально определенного ее значения.

Одним из факторов, вызывающих вибрации и шумоизлучение вагонов метро, являются геометрические неровности поверхностей катания бандажей и рельсов. Формы и размеры этих неровностей также имеют случайный характер. Таким образом, величины β_{Π} , m_{Π} , \mathcal{J}_{Π} и $\dot{\eta}$ случайным образом изменяются по длине рельсового пути, причем их строгие статистические характеристики достаточно трудно определить. Для этого и с целью решения системы (1) необходимо получить данные о траектории $Z_B(t)$ центра колеса.

Экспериментальные исследование траектории центра колеса. Для регистрации абсолютных перемещений центра колеса использовались сейсмографы, которые предназначены для записи вибраций в диапазоне амплитудных перемещений от 1 до 100 мм в интервале частот от 0,5 гц до 100 гц. Перед испытаниями сейсмографы предварительно тарируются. Экспериментальные записи траектории центра колеса осуществлялись на вагонах метро серии 81-718/714, наиболее распространенных в Харькове. Сейсмоприемники устанавливались на обеих буксах (правой и левой) одной колесной пары или на буксах различных колесных пар соседне. Для регистрации колебаний подпрыгивания кузова сейсмоприемники располагались

под полом в центральной части вагона. Испытания проводились на шпально-бетонных участках с двумя типами рельсового пути: стыковым с рельсами Р-50 длиной 25м и бесстыковым (сварные плети длиной до 400м). Скорость движения изменялась в пределах от 5 до 90 км/ч. Всего на конкретных участках Салтовской линии Харьковского метрополитена было сделано по четыре поездки с одинаковыми скоростными режимами. Анализ полученных результатов показал, что предположение о существовании особенностей вертикальной динамики на отдельных изолированных и стыковых неровностях не подтвердилось. Рельсовые стыки проявляются на записях в виде короткого всплеска колебаний (20-40 гц) с амплитудами 1-2 мм только при скоростях движения, не превышающих 10 км/ч. На высоких скоростях они маскируются другими факторами.

Средние значения скоростей низкочастотного диапазона вертикальных перемещений букс заключены в пределах 0,1-0,3 м/с, а высокочастотного – 0,3-0,6 м/с. Амплитуды перемещений центров колес соседних осей, движущихся по одной рельсовой нити, неодинаковы. Форма неровностей правой и левой рельсовых нитей при скоростях движения экипажа до 20 км/час практически совпадает. Характер записей абсолютных перемещений центров колес и вертикальных колебаний подпрыгивания кузова показывает, что эти колебания можно рассматривать как случайный процесс, для которого среднее значение и средний размах амплитуд практически постоянны. Следовательно, при неизменных условиях движения этот процесс можно считать стационарным. В связи с этим дальнейший анализ статистических характеристик проводился в рамках корреляционной теории стационарных случайных функций.

Статистическая обработка экспериментальных данных. Для определения основных статистических характеристик исследуемых процессов каждая реализация квантовалась по времени. Величина $\Delta t = 0,03\text{с}$ выбиралась согласно теоремы Котельникова с учетом наибольшей ожидаемой частоты $f_b = 16$ гц в спектре вертикальных колебаний кузова. Для выбора продолжительности реализации T , достаточной при статистической обработке, была использована полуэмпирическая формула, предложенная В.В. Солодовниковым и обеспечивающая 2%-ую точность при расчете автокорреляционных функций:

$$T \geq 25/\pi f_n, \quad (2)$$

где f_n - низшая частота (гц) выделяемая в процессе.

При этом с учетом частотной характеристики сейсмографа $T \geq 15,9\text{с}$.

Используя программное обеспечение «MathCad» с помощью ПК вычислялись основные статистические характеристики: моменты распределения, корреляционные функции $K(\tau)$, функции спектральной плотности $S(\omega)$, а также осуществлялся подбор закона распределения и для изменений текущих значений координат центра колеса.

Некоторые результаты исследований и выводы. Анализ экспериментальных данных распределений плотности вероятности для текущих значений траектории центра колеса показал, что в качестве подходящего закона при небольших скоростях движения может быть принят нормальный закон распределения. Вычисленные значения асимметрии S_k и эксцесса $E\chi$ невелики. При увеличении скорости величина S_k уменьшается, величина $E\chi$ несколько

увеличивается (отрицательный эксцесс), а характер экспериментальных распределений приближается к бимодальному. Проверка соответствия экспериментальных распределений нормальному закону, выполнявшаяся по неравенству Романовского с использованием критерия согласия χ^2 Пирсона, показала, что в области небольших скоростей движения (до 30 км/ч) соответствие экспериментальных распределений является приемлемым. С увеличением скорости отличия от нормального закона существенны. Анализ нормированных корреляционных функций $k(\tau)$ показывает, что они являются знакопеременными затухающими. На некоторых графиках корреляционных функций заметны «биения», которые являются следствием присутствия в колебательном процессе вибраций составляющих вагона с близкими парциальными частотами.

С возрастанием τ в составе $k(\tau)$ проявляется регулярная составляющая. С повышением скорости движения амплитуда этой составляющей растет, что, очевидно, вызывает ранее установленное отклонение экспериментальных распределений от нормального закона. Влияние этой составляющей оценивалось с помощью коэффициента регулярности X :

$$X = \sqrt{2 D_p / (D - D_p)}, \quad (3)$$

где $D = K(o)$ – суммарная дисперсия случайного процесса;
 D_p – дисперсия регулярной составляющей.

При возрастании скорости движения (более 30 км/ч) величина D_p возрастает, и ее влияние следует учитывать. Если $X \geq 0,7$, то влияние регулярной составляющей незначительно. Для рассматриваемых вагонов метрополитена $X > 0,7$ был получен при $V = 90$ км/ч. На величину регулярной составляющей значительное влияние оказывает конструкция рессорного подвешивания и пути. Так, например, повышение жесткости пути связано с увеличением дисперсии регулярной составляющей.

При интегрировании корреляционных функций было обнаружено наличие в процессе дисперсии постоянной составляющей D_n . Постоянная составляющая процесса характеризует среднее значение перемещения центра колеса от статического нагружения при данной скорости движения, а D_n – размах отклонений величины Z_n из-за неравномерной жесткости пути. Обработка экспериментальных данных показала, что с увеличением скорости движения, а также жесткости пути дисперсия постоянной составляющей уменьшается. При движении вагонов метрополитена со скоростями выше 50 км/ч величиной D_n можно пренебречь. Поскольку корреляционная функция регулярного процесса тоже является регулярной функцией, то результирующий случайный процесс вертикальных колебаний центра колес можно рассматривать как сумму случайной и постоянной составляющих, распределенных нормально, а также регулярной составляющей, распределенной по закону арккосинуса. Таким образом, увеличение дисперсии регулярной составляющей с ростом скорости движения вызывает все более значительное отклонение закона распределения от нормального. При этом, закон распределения результирующего процесса вертикальных колебаний центра колес можно рассматривать как композицию нормального закона распределения и закона распределения арккосинуса.

При небольших скоростях движения влияние регулярной составляющей незначительно и результирующий процесс является нормальным и состоит из суммы случайной и постоянной составляющих. Так как распределение двух случайных величин может быть нормальным, когда оба слагаемых распределены нормально, то, следовательно, постоянная составляющая процесса имеет нормальный закон распределения. Случайная составляющая является стационарной случайной функцией, но не обладает эргодическим свойством, так как корреляционная функция $K(\tau)$ при $\tau \rightarrow \infty$ стремится к дисперсии постоянной составляющей D_n . При скоростях движения свыше 30 км/ч влияние регулярной составляющей становится существенным. В этом случае результирующий процесс уже не будет стационарным, и поэтому анализ каждой составляющей производится отдельно.

Бимодальность экспериментальных распределений свидетельствует о наличии в результирующем процессе нескольких независимых центров рассеяния. Следовательно, регулярная и случайная составляющие независимы и имеют различное происхождение. При этом, корреляционная функция результирующего процесса будет равна сумме корреляционных функций случайной и регулярной составляющих при $D_n \rightarrow 0$.

$$K(\tau) = K_{cl}(\tau) + K_p(\tau) . \quad (4)$$

Соответственно дисперсия результирующего процесса будет равна сумме дисперсий случайной и регулярной составляющих.

Выполнением косинус-преобразования Фурье для корреляционной функции $K(\tau)$ вычисляются функции спектральных плотностей $S(\omega)$. Функции $S(\omega)$ имеют максимумы на частотах ω , которые для каждой скорости движения V определяются по формуле:

$$\omega_j = 2\pi V/l_i \quad (5)$$

где l_i соответствует основным геометрическим размерам пути и подвижного состава – длине рельсового звена и расстоянию до соседних колесных пар.

Совместный анализ функций $K(\tau)$ и $S(\omega)$ показал, что частоты максимумов спектральных плотностей, соответствующие базовым размерам экипажа при постоянной скорости движения, являются частотами регулярных составляющих функций $K(\tau)$.

Вычисление моментов функций спектральных плотностей $m_k = \int \omega^k S(\omega) d\omega$ дало возможность оценить некоторые свойства и характер случайных процессов вертикальных колебаний центра колеса. В частности, с помощью найденных значений ширины спектра $\varepsilon = f(m_k)$ удалось установить, что в диапазоне скоростей движения 10—30 км/ч случайные процессы $Z_\sigma(t)$ являются узкополосными. При этом основная часть энергии приходится на одну частоту, а $\varepsilon \leq 0,4$. При скоростях движения 5—10 км/ч спектр процесса напоминает спектр «белого шума», $\varepsilon > 0,4$, динамические возмущения отсутствуют и доминируют геометрические неровности пути. Процесс также является широкополосным при $V > 30$ км ч. Причем с увеличением скорости движения величина ε стремится к своему максимальному значению ($\varepsilon_{\max} = 1$).

В зависимости от ширины спектра находились законы распределения амплитуд. При $\varepsilon \leq 0,4$, соответствующей скоростям движения 10—30 км/ч,

можно считать, что амплитуды результирующего процесса распределены по закону Релея. Закон Райса является общим законом распределения амплитуд при скоростях движения 5-10 км/ч, а также свыше 30 км/ч.

По мере увеличения скорости движения в случайном процессе вертикальных колебаний центра колеса отчетливо проявляется эффект «заваливания частот», являющийся следствием нелинейности характеристик пути и внешне характерный тем, что линия максимума функции спектральной плотности «выбирается из впадины». Существование этого факта свидетельствует о том, что путь является совокупностью осцилляторов с нестабильными частотами, которые, взаимодействуя между собой, концентрируются в пределах основной частоты, «стремясь» образовать один осциллятор.

С увеличением нагрузки на ось происходит перераспределение энергии колебаний по частотам спектра. При этом уровень энергии в области высоких частот возрастает.

Список литературы: 1 Основы охраны труда /А.С.Беликов, А.И.Касьян, С.П.Дмитрюк и др. - Д.: Журфонд, 2007.- 494с.

Поступила в редколлегию 15.05.2011

УДК 378.2

Н.Б. ВОЛНЕНКО, д-р мед. наук, проф., ХНАДУ, Харьков

О.И.БОГАТОВ, канд. техн. наук, доц., ХНАДУ, Харьков

В.Н. ЛИТВИНЕНКО, ст. преп., ХНАДУ, Харьков

В.Г. ПОКОТИЛО, ст. перп., ХНАДУ, Харьков

О НЕКОТОРЫХ НЕРЕШЕННЫХ ВОПРОСАХ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ» В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ УКРАИНЫ

У статті аналізується існуюча система утворення України в області безпеки життєдіяльності і організація її у вищих учбових закладах, обґрунтована необхідність вдосконалення типових учбових програм по дисципліні «Безпека життєдіяльності».

В статье анализируется существующая система образования Украины в области безопасности жизнедеятельности и организация ее в высших учебных заведениях, обоснована необходимость совершенствования типовых учебных программ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности».

In article existing education system of Ukraine in the area of safety of vital activity and organisation of her in higher educational establishments is analysed, necessity of perfecting of type curriculums on discipline "Safety of vital activity" is justified

Введение. Жизнедеятельность человека индустриальной эпохи обусловила появление небывалых ранее глобальных проблем. Научно-технический прогресс не только способствовал повышению производительности труда, росту благосостояния общества, но и привел к появлению большого количества новых угроз для отдельного человека и для цивилизации в целом. Ситуация на планете