

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №5 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-5>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/76TVN516.pdf>

Статья опубликована 17.10.2016.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Кобзев К.О. Обоснование параметров системы снижения вибраций на рабочих местах операторов козловых кранов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №5 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/76TVN516.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 621.810

Кобзев Кирилл Олегович

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Россия, Ростов-на-Дону¹

Преподаватель кафедры «Естественные науки»

E-mail: KobzevKirill1990@mail.ru

Обоснование параметров системы снижения вибраций на рабочих местах операторов козловых кранов

Аннотация. В статье изучены особенности виброобразования в кабинах на рабочих местах крановщиков. Приведена основа инженерного расчета акустических характеристик в кабинах кранов, что позволяет на стадии проектирования прогнозировать спектры вибраций в кабинах и на этом же этапе выбирать инженерные решения по обеспечению санитарных норм вибраций. Кабина козлового крана подвергается одновременному воздействию внутренних и внешних источников воздушного шума, возникающего вследствие передачи вибраций на элементы ограждения кабины от рабочих органов и особенно вибраций, возникающих при движении крана. Разработан подход к теоретическому определению распределения вибраций по элементам несущей конструкции кабины, учитывающих особенности ее компоновки. Поскольку цель исследования в данном случае заключается в исследовании вибраций на рабочих местах операторов, то основным элементом является пол кабины, на котором и устанавливается кресло крановщика. Следует отметить, что расчет системы снижения вибраций выполняется в нормируемом диапазоне 8-63 Гц (в отличие от нормируемого диапазона звуковых частот 31,5-8000 Гц). В качестве расчетной схемы использована традиционная модель кресла оператора.

Ключевые слова: козловый кран; вибрация; кабина; спектр шума; пол и потолок кабины крановщика

Козловые краны основное средство технологической механизации на складах различного назначения во всем мире, в том числе: монтажных, строительных, разгрузочно-погрузочных и т.д.

Краны этого типа наиболее полно отвечают требованиям:

1. высокая грузоподъемность;
2. большие значения высоты подъема груза обслуживаемой зоны;
3. высокая производительность;

¹ 344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

4. возможность точного позиционирования груза;
5. высокие показатели надежности.

В современном мире требуется создание новейших конструкций козловых кранов, которые будут в себя включать улучшение эксплуатационных характеристик, снижение материальных затрат.

В спектре рассмотрения козловых кранов это означает необходимость синтезировать новые грузоподъемные устройства имеющие:

1. более высокую грузоподъемность;
2. улучшенные параметры обслуживаемой зоны;
3. повышенная производительность;
4. улучшение условий охраны труда;
5. точность позиционирования грузового механизма;
6. безопасность производства работ;
7. уменьшение материальных затрат и ресурсов.

Изучение и проектирование козловых кранов делится на следующие разделы: несущая металлическая конструкция, механизм подъема груза, механизм передвижения крана и точность позиционирования, механизм передвижения грузовой тележки и точность позиционирования, несущая металлическая конструкция грузовой тележки, проектирование кабины управления козлового крана.

Графически последовательность изучения и проектирования систем козлового крана и взаимосвязь между ними иллюстрирована на рис. 1.

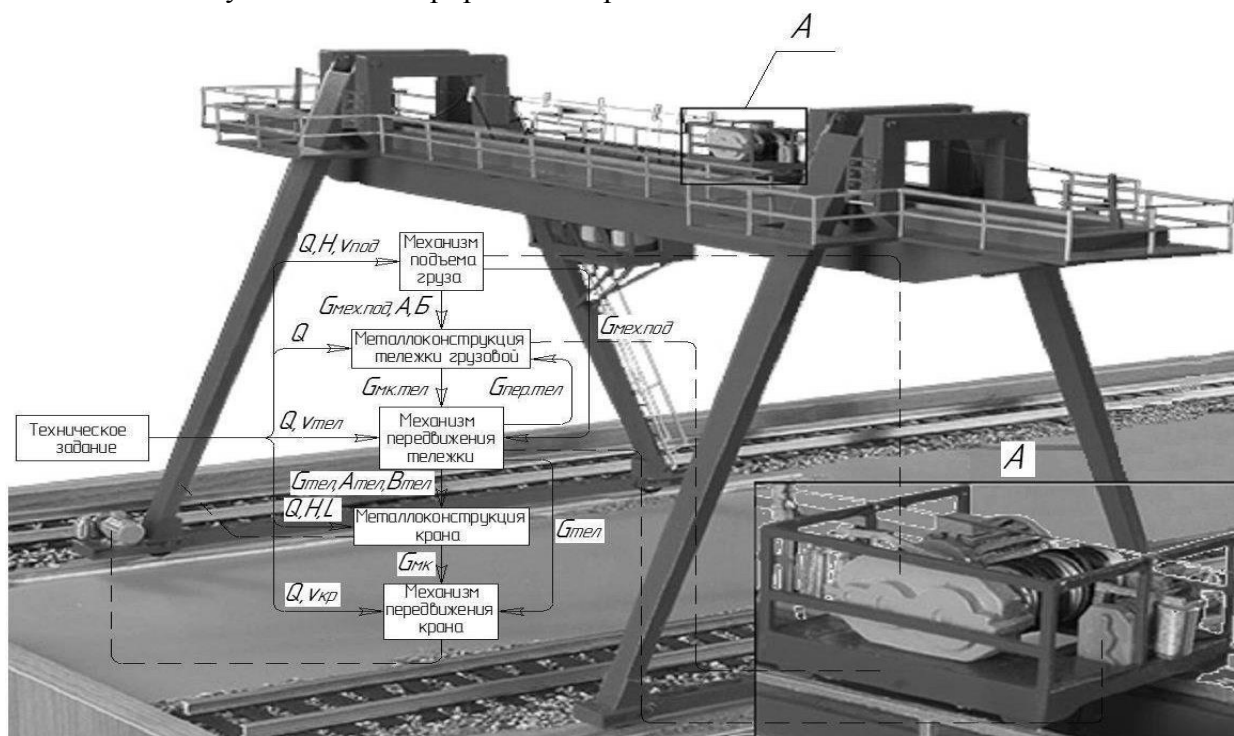


Рисунок 1. Последовательность проектирования систем козлового крана и взаимное влияние их конструкций друг на друга (исследования Кобзева Р.А.)

Анализ компоновок кранов позволяет выделить источники шума, формирующие акустические характеристики в кабинах на рабочих местах крановщиков. Все источники можно разделить на 3 группы. [5-8]

1. Внутренние источники, т.е. источники, расположенные внутри кабин и излучающие звук в замкнутое пространство. К этим источникам относятся вентиляторы и кондиционеры и эти источники присущи всем типам кранов.
2. Внешние источники воздушного шума. К этим источникам относятся: двигатели и редукторы механизмов подъема и перемещения практически всех типов кранов, а также шумовой фон в производственных помещениях от работающего оборудования и звуковое излучение рельс при движении крана. Эти источники наиболее характерны для мостовых кранов. Кабины этих кранов находятся в непосредственной близости от механизмов подъема, перемещения и рельсов, по которым перемещаются мостовые краны.
3. Источники структурного шума, возбуждающие вибрации элементов кабин при движении.

Повышение производительности труда крановщика, а, следовательно, и эффективности эксплуатации крана достигается улучшением условий работы крановщика. Основными факторами, определяющими условия работы крановщика, являются: температура и влажность окружающей среды, скорость ветра, уровень шума, запыленность, наличие вредных для здоровья газов, видимость, вибрация, степень удобства рабочего места крановщика.

Экспериментальные исследования вибраций потолка и пола рабочих мест крановщиков козловых кранов приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Измерения вибраций на полу кабины

Грузоподъемность, т	Условия измерений	Уровни вибраций (дБ) в октавных интервалах частот (Гц)			
		8	16	31,5	63
25	Перемещение тележки	108	112	108	105
	Перемещение крана	106	110	105	101
50	Перемещение тележки	110	114	112	108
	Перемещение крана	108	112	110	106
100	Перемещение тележки	114	116	117	112
	Перемещение крана	112	110	114	111
150	Перемещение тележки	116	119	118	110
	Перемещение крана	114	115	104	100
ПДУ		104	110	116	122

Таблица 2

Измерения вибраций на потолке кабины

Грузоподъемность, т	Условия измерений	Уровни вибраций (дБ) в октавных интервалах частот (Гц)			
		8	16	31,5	63
25	Перемещение тележки	115	117	115	110
	Перемещение крана	112	115	113	106
50	Перемещение тележки	118	120	116	114
	Перемещение крана	115	117	114	112
100	Перемещение тележки	123	122	121	117
	Перемещение крана	118	117	120	123
150	Перемещение тележки	128	126	125	118
	Перемещение крана	110	115	114	109

Следует отметить, что уровни вибраций в местах крепления кабины превышает уровни потолка не более, чем на 1,5 дБ, что практически соответствует точности измерительной аппаратуры.

Основой для теоретического обоснования параметров конструкции, обеспечивающей выполнение санитарных норм вибрации на рабочих местах операторов, являются результаты работы [1]. Действительно, в статье [1] разработан подход к теоретическому определению распределения вибраций по элементам несущей конструкции кабины, учитывающих особенности ее компоновки. Поскольку цель исследования в данном случае заключается в исследовании вибраций на рабочих местах операторов, то основным элементом является пол кабины, на котором и устанавливается кресло крановщика. Следует отметить, что расчет системы снижения вибраций выполняется в нормируемом диапазоне 8-63 Гц (в отличие от нормируемого диапазона звуковых частот 31,5-8000 Гц). В качестве расчетной схемы использована традиционная модель кресла оператора (рис. 2).

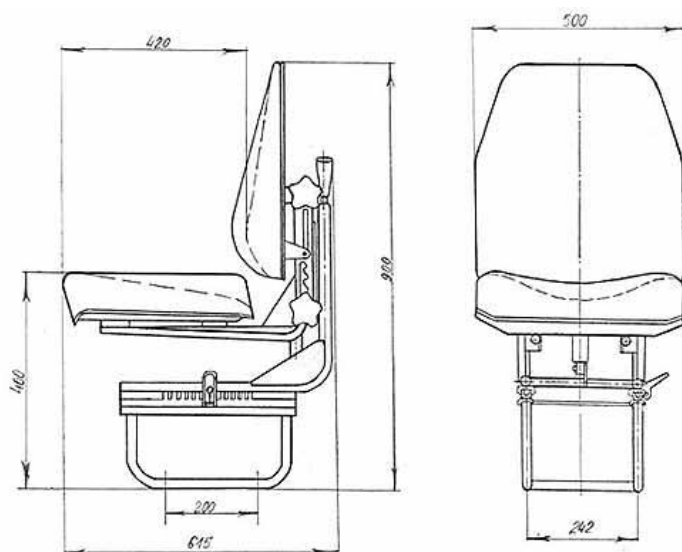


Рисунок 2. Традиционная модель кресла оператора (рисунок автора)

Отличие предлагаемого в данной статье подхода заключается в том, что силовое воздействие на кресло оператора создается вибрациями пола кабины по формуле

$$P(t) = m_1 \cdot V_{i1} \cdot f_i \cdot j_{in} 2\pi f_i t, \quad (1)$$

где: m_1 - масса пола, кг; V_{i1} - скорость колебаний пола в нормируемом диапазоне частот 8-63 Гц, - м/с.

Тогда из уравнения колебаний

$$m_0 \frac{d^2 z}{dt^2} + cz = P(t)$$

Из этого уравнения определяются скорости колебаний

$$z' = \left| \frac{P \omega_i}{c - \omega_i^2 m_2} \cos \omega t \right|, \quad (2)$$

где m_2 - масса кресла и крановщика, кг; c - жесткость рабочего места, Н/м.

Тогда уровень скорости колебаний выражается следующей зависимостью

$$L_v = 20 \lg \frac{P \omega_i}{c - \omega_i^2 m_2} \cdot 2 \cdot 10^7 \quad (3)$$

Для выполнения санитарных норм вибрации фактическое значение уровня вибрации следует понизить на требуемое значение, которое в свою очередь определяется эффективными коэффициентами потерь колебательной энергии известной зависимостью [2-5]

$$\Delta L = 10 \lg \frac{\eta}{\eta_0} \quad (4)$$

где: η - суммарный коэффициент потерь колебательной энергии системы виброзащиты; η_0 - коэффициент потерь колебательной энергии основы.

Тогда в левую часть выражения уровней вибрации подставляется предельно-допустимое значение и с учетом выражений (3) и (4) получена следующая зависимость:

$$L_v = 20 \lg \frac{P \omega_i}{c - \omega_i^2 m_2} \cdot 2 \cdot 10^7 - 20 \lg \left(\frac{\eta}{\eta_0} \right)^{0,5} \quad (5)$$

Выполнив соответствующие преобразования зависимость (5) приведена к следующему виду

$$5 \cdot 10^7 \frac{P \omega_i}{c - \omega_i^2 m_2} \sqrt{\eta_0} = \sqrt{\eta} \cdot 10^{0,05 L_v}$$

Из этого выражения и находится требуемое значение коэффициента потерь колебательной энергии системы виброзащиты оператора

$$\eta = 25 \frac{P^2 \omega_i^2 \eta_0}{(c - \omega_i^2 m_2)^2} 10^{14 - 0,1 L_v}$$

В работе изучены особенности виброобразования в кабинах на рабочих местах крановщиков. Приведена основа инженерного расчета акустических характеристик в кабинах кранов, что позволяет на стадии проектирования прогнозировать спектры вибраций в кабинах и на этом же этапе выбирать инженерные решения по обеспечению санитарных норм вибраций. Кабина козлового крана подвергается одновременному воздействию внутренних и внешних источников воздушного шума, возникающего вследствие передачи вибраций на элементы ограждения кабины от рабочих органов и особенно вибраций, возникающих при движении крана.

ЛИТЕРАТУРА

1. К.О. Кобзев, А.Н. Чукарин, В.А. Бондаренко, «Исследование спектров шума в кабинах козловых кранов», Вестник ДГТУ №3 (86), с. 148-154, 2016 год.
2. Зарецкий А.А. Стратегия определения остаточного ресурса грузоподъемных кранов // Подъемные сооружения. Специальная техника. 2002. №11. - С. 21-23.
3. Короткий А.А., Симонов Д.Н., Котельников В.С. и др. Оценка безопасности эксплуатации системы "кран рельсовый путь" параметрами риска // Безопасность труда в промышленности. - 1997. - №3. - С. 25-27.
4. Котельников В.С., Еремин А.Ю., Зарецкий А.А., Короткий А.А. Концепция оценки остаточного ресурса металлических конструкций грузоподъемных кранов, отработавших нормативный срок // Безопасность труда в промышленности. 2000. - №10. - С. 41-46.
5. Рац М.В., Слепцов Б.Г., Копылов Г.Г. Концепция обеспечения безопасности. М.: Изд-во "Касталь". - 1995. - 420 с.
6. Иванов Н.И., Никифоров А.С. Основы виброакустики. - СПб.: Политехника, 2000. 482 с.
7. Борисов Л.П., Гужас Д.Р. Звукоизоляция в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1990. - 256 с.
8. Чукарин А.Н. Теория и методы акустических расчетов и проектирования технологических машин для механической обработки: Монография. - Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2004. 152 с.

Kobzev Kirill Olegovich

Don state technical university, Russia, Rostov-on-Don

E-mail: Kobzevkirill1990@mail.ru

Justification of parameters of vibration reduction system to the operator of gantry cranes

Abstract. The article studied vibroobrazovaniya especially in the cabins in the workplace crane. The foundations of engineering calculation of acoustic characteristics in crane cabins, which allows the design stage to predict the vibration spectra in the cockpit and on the same stage to choose the engineering solutions to ensure sanitary standards vibrations. The cabin of the gantry crane is subjected to the simultaneous action of internal and external sources of air noise produced as a result of the transmission of vibrations to the cabin enclosure elements of the working bodies and especially vibrations arising from the movement of the crane. An approach to the theoretical definition of vibration distribution of the cab supporting structure, taking into account the characteristics of its layout. Since the objective of the research in this case is to study vibrations in the workplace operators, the main element is the cockpit floor, on which the crane is installed seat. It should be noted that the calculation of the vibration reduction system is performed in the range of 8-63 Hz normability (unlike 31,5-8000 Hz normalized audio range). In the traditional model of the operator seat is used as a design scheme.

Keywords: gantry cranes; vibration; cabin noise spectrum; floor and ceiling crane cab

REFERENCES

1. K.O. Kobzev, A.N. Chukarin, V.A. Bondarenko, "Investigation of the noise spectra in the cockpits of gantry cranes", Messenger Dstu №3 (86), s. 148-154, 2016.
2. Zaretsky A.A. Strategy definition of a residual resource of cranes // Lifting equipment. Special equipment. 2002. №11. - FROM. 21-23.
3. Short A.A., Simonov D.N., Kotelnikov B.C. et al. Evaluation of the security system operating "the crane track" risk parameters // Occupational safety in the industry. - 1997. - №3. - S. 25-27.
4. V.S. Kotelnikov, Eremin A., Zaretsky A.A., Short A.A. The concept of residual life assessment of metal structures of cranes, exhaust standard period // Occupational safety in the industry. 2000. - №10. - S. 41-46.
5. Ratz M.V., Sleptcov B.G., Kopylov G.G. Security Concept. M.: Publishing house "Qastal." - 1995. - 420 p.
6. N.I. Ivanov, Nikiforov A.C. Basics vibroacoustics. SPb.: University of Technology, 2000. 482 p.
7. Borisov L.P., Guzhas D.R. Soundproofing in mechanical engineering. - M.: Engineering, 1990. - 256 p.
8. A.N. Chukarin Theory and methods of acoustic calculations and design of technological machines for machining: Monograph. - Rostov n/D: Publishing Center DSTU, 2004. 152 p.