



УДК 614.896.2, 614.8.086.2
OECD 01.03.AA, 03.03.NE

Сравнительное исследование эффективности антивибрационных рукавиц и перчаток

Хлопков Е.А.^{1,2*}, Смирнов В.В.³, Сятковский А.И.⁴

¹Аспирант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия

²ООО «ОПТИМИКСТ ЛТД», г. Санкт-Петербург, Россия

³Старший научный сотрудник, Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья, г. Санкт-Петербург, Россия

⁴Директор по науке, ОАО «Пластполимер», г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

В работе представлено исследование защитных свойств антивибрационных рукавиц и перчаток различных конструкций. Измерения проводились по методике ГОСТ 12.4.002-97 «Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний». Изделия, виброзащитный слой которых состоял из гелевых материалов и комбинированных слоистых антивибрационных элементов, продемонстрировали наиболее высокую эффективность. Низкий уровень гашения вибраций в низкочастотной и среднечастотной областях спектра (8 – 63 Гц) является единой закономерностью для всех средств индивидуальной защиты. Рукавицы «Турбо Донбасс» в этих частотных диапазонах обладают наиболее высокими характеристиками эффективности 3 - 4 дБ. Выбор геометрических параметров упругих составляющих конструкций антивибрационных элементов и комбинация слоев материалов с различными вязко-упругими свойствами обеспечивает существенное повышение демпфирующих качеств средств индивидуальной защиты рук.

Ключевые слова: антивибрационные рукавицы и перчатки, средства индивидуальной защиты

Comparative research of anti-vibration mittens and gloves's efficiency

Khlopkov E.A.^{1,2}, Smirnov V.V.³, Syatkowsky A.I.⁴*

¹Postgraduate, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

²OOO «OPTIMIKST LTD», Saint Petersburg, Russia

³Senior researcher, Northwest scientific center of hygiene and public health, Saint Petersburg, Russia

⁴Director of science, OAO «Plastpolimer», Saint Petersburg, Russia

Abstract

The paper presents the protective properties study of various anti-vibration gloves and mittens designs. The measurements were conducted according to the method of GOST 12.4.002-97 «Vibration protection means for hands. Technical requirements and test methods». Products which anti-vibration layer consisted of gel materials or combined layered anti-vibration elements demonstrated the highest efficiency. The low level of vibration damping in the low-frequency and mid-frequency regions of the spectrum (8–63 Hz) is a single pattern for all individual protection means. Mittens «Turbo Donbass» in these frequency ranges has the highest characteristics of 3 - 4 dB. The choice of the geometric parameters of the elastic structures component of anti-vibration elements and the combination of materials layers with different visco-elastic properties provides a significant increase in the damping qualities of individual protection means.

Key words: anti-vibration mittens and gloves, individual protection means.

Введение

На сегодняшний день на предприятиях существуют технологические процессы, связанные с контактом рабочих с вибрирующими поверхностями (инструмент, обрабатываемая деталь, оборудование). Снижение вредного влияния вибраций на организм человека возможно при применении средств индивидуальной защиты рук (СИЗ), таких как антивибрационные (АВ) рукавицы или перчатки [1-4]. На данный момент отсутствуют систематические данные об эффективности данных изделий, имеющиеся сведения представляют лишь поверхностные суждения [5], а предложенные разработчиками модели не имеют доказательной базы в численном выражении [6-8].

Цель настоящей работы заключалась в сравнительном определении эффективности антивибрационных характеристик СИЗ рук от вибрации при применении традиционных и новых конструктивных решений АВ изделий, используемых на предприятиях России, а также в поиске перспективных способов их совершенствования.

Для выполнения поставленных целью задач необходимо сравнить конструктивные решения в разработке СИЗ; провести измерения защитных свойств АВ-перчаток и рукавиц различных конструкций в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.002-97 «Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний»; проанализировать влияние толщины упругих вставок на эффективность АВ свойств.

1. Разновидности упругодемпфирующих решений в СИЗ

В первых средствах защиты рук от вибраций начали использовать в качестве демпферов пористые упругие материалы (поролон, пористая резина, пенополиэтилен) (Рис.1, а, в) или упругие элементы (например, резиновые трубки) (Рис.1, б) [9]. Защитные показатели этих конструкций в производственных технологических условиях под воздействием нагрузки заметно падают, в первом случае из-за открытой пористости и низкой плотности применяемых материалов (Рис1, а), а во втором – из-за особенности сжимаемости упругих трубок (Рис.1, б). Виброзащитный эффект, представленный на Рис.1, в, характерен для материалов с открытой пористостью и повышенной плотностью. В этом случае положение упругих вставок ограничивается конструкцией рукавицы и может дополнительно повысить ее эффективность.

В дальнейших разработках АВ изделий (Рис.1, г) стали использовать силиконовые материалы (данную схему виброгашения можно обнаружить в перчатках, предложенных фирмами ООО «ХК Зеленый Берег XXI» и Ansell). Высокая эластичность вкладышей определяет и хорошую гибкость конструкции, но вместе с этим приводит к «выдавливанию» материала из области контакта ладони рабочего с вибрирующей поверхностью, что делает защитный слой тонким и понижает демпфирующие способности данных средств.

Сочетание в структуре упругих составляющих и вязких вибропоглощающих пленок является основой сборных многослойных конструкций антивибрационных элементов рукавиц серии «Турбо» и перчаток серии «НТОТ» (Рис.1, д). Материалы с закрытой пористостью применяются при изготовлении упругих деталей. Вязкая оболочка одновременно служит гасителем энергии вибраций, а также определяет положение упругих элементов. Переменная толщина «вшитого» АВ вкладыша повышает эргономичность рукавицы. Технология изготовления рукавиц «Турбо» и перчаток «НТОТ» дает возможность применения этих средств защиты в любых условиях эксплуатации во всех отраслях промышленности и хозяйственной деятельности, связанной с вредным влиянием вибрации на организм человека.

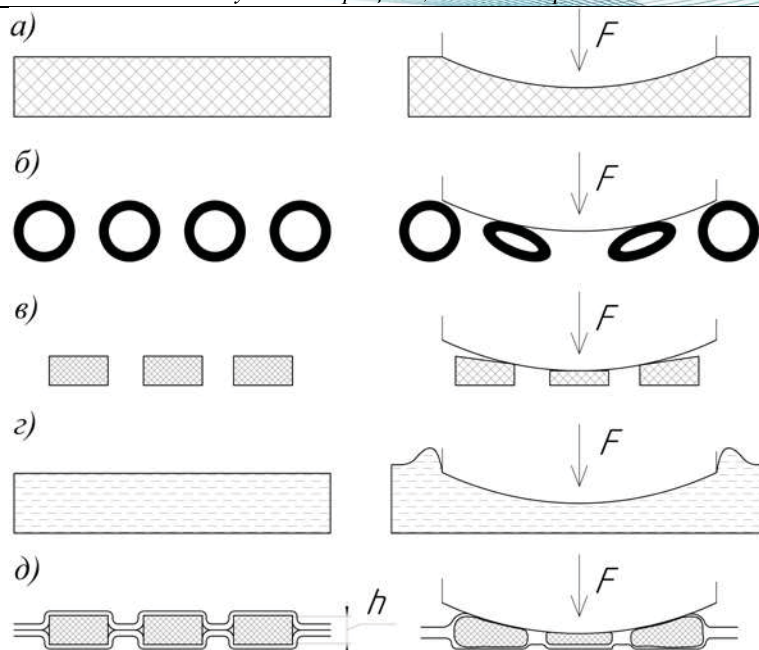


Рис. 1. Схема поведения упругодемпфирующих виброзащитных элементов при нагружении: а – с открытой пористостью; б – трубчатой формы; в – с открытой пористостью и повышенной плотностью; г – с гелевой основой; д – из комбинации слоев вязких и упругих материалов

2. Результаты экспериментальных исследований эффективности средств индивидуальной защиты рук от вибрации

При выборе СИЗ рук от вибраций следует учесть универсальность и эффективность изделия. Основной характеристикой АВ рукавиц или перчаток является уровень гашения вибрации в той октавной полосе частот, с которой чаще всего сталкивается рабочий в технологической операции. Например, на Рис.2 представлены значения вибрации ручных инструментов (М6 – рубильный пневматический молоток, ПР 20 – перфоратор, горное сверло – перфоратор) и допустимые значения локальной вибрации по СанПиН 2.2.2.540-96 «Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ». Для всех устройств отмечен повышенный уровень опасности вибрационного воздействия в октавных полосах частот 8 - 125 Гц.

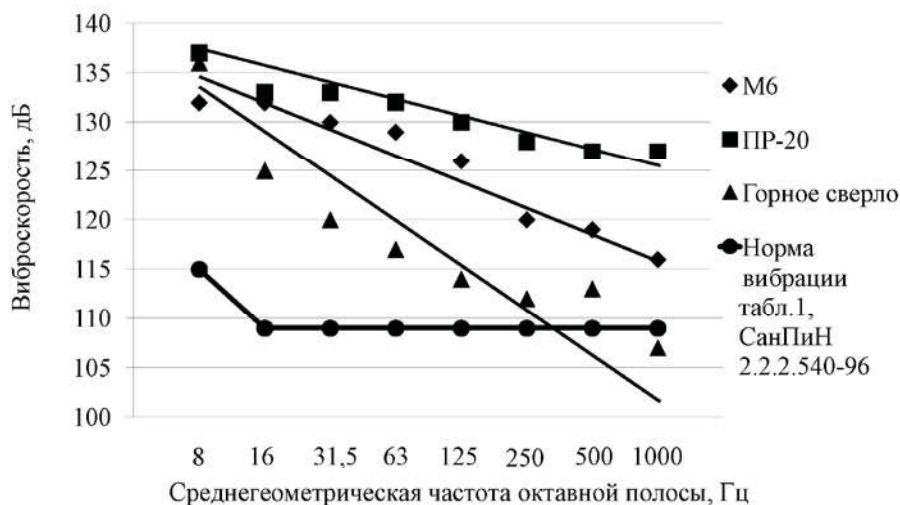


Рис. 2. Характеристики вибрации ручного инструмента

В таблицах 1 и 2 представлены результаты испытаний АВ рукавиц и перчаток различных конструкций, проведенных в соответствии с методикой ГОСТ 12.4.002-97 «Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний».

Отметим, что при работе с рубильными молотками вредные факторы не могут быть полностью сняты применением современных средств индивидуальной защиты, даже на повышенных частотах в 1000 Гц.

Таблица 1

Эффективность защитных свойств антивибрационных рукавиц различных конструкций при усилии нажатия 100 Н

Объект	Защитный элемент	Эффективность защитных свойств, дБ в октавных полосах частот, Гц						
		8; 16	31,5	63	125	250	500	1000
ГОСТ 12.4002-97 Тип 2а	До 8 мм	1,0	2,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Рукавицы								
Республика Беларусь	Поролоновый (Рис.1, а)	1,0	2,0	2,0	3,0	5,0	6,0	8,0
Вибротон ИЧП Геворкяна	Резиновая вставка или пористый материал (Рис.1, в)	1,0	2,0	2,0	4,0	8,0	9,0	9,0
Восток-Сервис – Спецкомплект	Трубчатый (Рис.1, б)	1,0	2,0	2,0	4,0	5,0	8,0	10,0
Турбо Онега ООО «ОПТИМИКСТ ЛТД»	Комб-ЮВ (Рис.1, д)	1,0	2,0	3,0	5,0	8,0	10,0	11,0
Турбо Сибирь ООО «ОПТИМИКСТ ЛТД»	Комб-ЮВ (Рис.1, д)	1,0	2,0	3,0	4,0	7,0	10,0	12,0
Турбо Классик ООО «ОПТИМИКСТ ЛТД»	Комб-ЮВ (Рис.1, д)	1,1	2,3	2,8	4,6	6,2	9,3	10,2
Турбо Донбасс ООО «ОПТИМИКСТ ЛТД»	Комб-ЮВ (Рис.1, д)	1,0	3,0	4,0	6,0	8,0	11,0	12,0

Для всех средств индивидуальной защиты единой закономерностью остается их низкая эффективность в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 8 Гц; 16 Гц; 31,5 Гц и 63 Гц. У АВ рукавиц «Турбо Донбасс» зарегистрированы наиболее высокие характеристики в данных проблемных диапазонах. В октавной полосе с частотой 31,5 Гц эффективность защитных свойств равна 3 дБ, а в следующем диапазоне (среднегеометрическая частота 63 Гц) этот показатель достиг 4 дБ. При частоте 125 Гц наибольший уровень противодействия вредным факторам воздействия ручных инструментов 6 дБ наряду с моделью «ТУРБО Донбасс» продемонстрировали АВ перчатки «НТОТ ЛОРД». В частотном диапазоне 125 – 250 Гц относительно высокие

показатели у изделий фирм ООО «ОПТИМИКСТ ЛТД», ООО «ХК Зеленый Берег XXI» и ИЧП Геворкяна. В интервале спектров 500 – 1000 Гц все исследованные СИЗ показали высокие результаты, а у АВ перчаток «Вибростат 03», рукавиц «Турбо Донбасс» и «Турбо Сибирь» параметр подавления вибрации достигает 12 дБ, что в 2 раза превосходит нормы эффективности защитных свойств ГОСТа 12.4.002-97 Тип 2а.

Таблица 2

Эффективность защитных свойств антивибрационных перчаток различных конструкций при усилии нажатия 100 Н

Объект	Защитный элемент	Эффективность защитных свойств, дБ в октавных полосах частот, Гц						
		8; 16	31,5	63	125	250	500	1000
ГОСТ 12.4.002-97 Тип 2а	До 8 мм	1,0	2,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Перчатки								
X-MARINA S-Gloves	Пенополи- этиленовый (Рис.1, в)	1,0	1,8	2,0	4,0	4,5	5,8	13,6
TEGERA EJENDALS	Пенополи- этиленовый (Рис.1, а)	1,0	2,0	2,0	3,0	5,0	8,0	9,0
ВибраГард Ansell	Gelform (Рис.1, г)	1,2	2,0	2,1	4,0	4,5	7,5	9,1
НТОТ АМИД ООО «ОПТИМИКСТ ЛТД»	Комб-ЮВ (Рис.1, д)	1,2	2,1	2,3	4,1	5,1	6,8	7,8
НТОТ 3 ООО «ОПТИМИКСТ ЛТД»	Комб-ЮВ (Рис.1, д)	1,0	2,0	3,0	5,0	6,0	9,0	10,0
НТОТ ЛОРД ООО «ОПТИМИКСТ ЛТД»	Комб-ЮВ (Рис.1, д)	1,0	2,0	3,0	6,0	7,0	8,0	11,0
Вибростат-03 Ампаро ООО «ХК «Зеленый Берег XXI»	Airgel (Рис.1, г)	1,0	2,0	3,0	5,0	7,0	10,0	12,0

Основываясь на экспериментальных данных, представленных в таблицах 1 и 2, можно осуществить выбор предпочтения изделий, изготовленных из слоистых композиций с комбинацией упругих и вязких материалов, для работ с наиболее опасным для здоровья рабочего ручным инструментом.

3. Влияние толщины упругих элементов

Оценку влияния толщины упругих вставок проводили для выявления способов повышения эффективности средств индивидуальной защиты рук от механического воздействия вибрации. Испытания рукавиц «Турбо Онега» с полностью тканевой основой (в таблице 1 приведены данные об эффективности изделия с кожаной ладонью) провели в

соответствии с методами испытаний ГОСТ 12.4.002-97, меняя высоту (h) цилиндра - упругого элемента с закрытой пористостью от 0 до 8 мм (Рис.1, д) в АВ вкладыше. Диски имеют диаметр 15 мм и запечатаны между слоями пленки и ткани (Рис.1, д).

Результаты испытаний показали, что вкладыши с толщиной упругих элементов 6 мм и 8мм соответствуют нормативным требованиям как типа 2а для усилия нажатия в 100 Н (Рис.3), так и типа 2б для усилия нажатия 200 Н (Рис.4). У образцов с толщиной упругого элемента $h = 4$ мм и менее в некоторых октавных полосах АВ характеристики не соответствуют требованиям ГОСТа 12.4.002-97. Явной зависимости эффективности защитных свойств от толщины упругого элемента не выявлено.

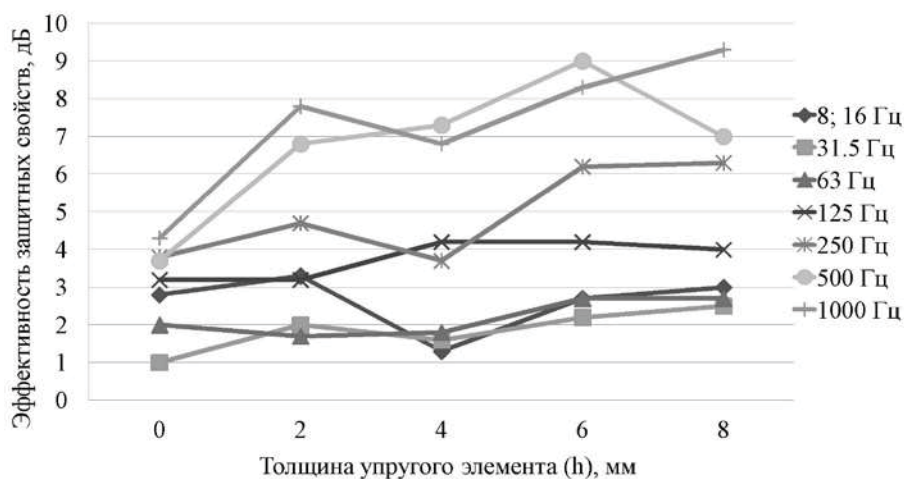


Рис. 3. Зависимость показателей эффективности рукавиц «Турбо Онега» от толщины (h) упругих АВ элементов при силе нажатия 100 Н в полном спектре частот

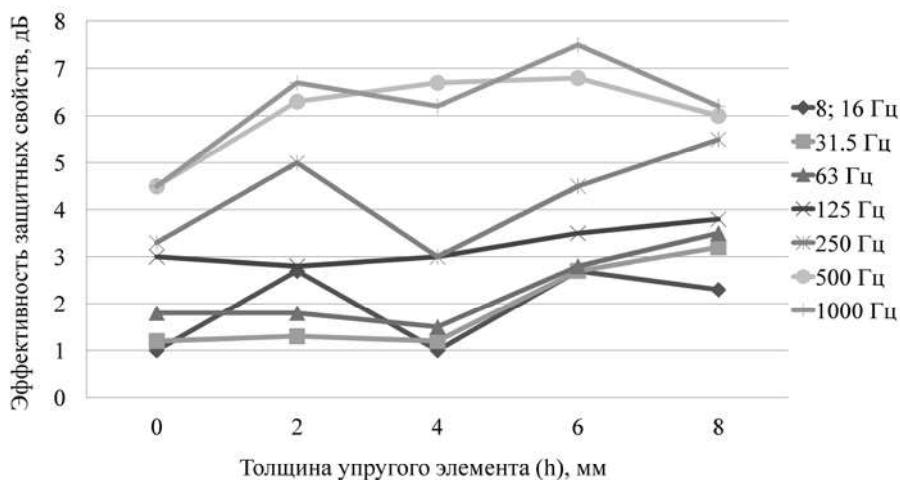


Рис. 4. Зависимость показателей эффективности рукавиц «Турбо Онега» от толщины (h) упругих АВ элементов при силе нажатия 200 Н в полном спектре частот

Заключение

Вопрос защиты рук от вредного производственного фактора вибрации актуален в наши дни. При этом практически все испытанные СИЗ рук от вибрации находятся в соответствии с техническими требованиями ГОСТа 12.4.002-97. Анализ полученных результатов показал, преимущество в эффективности характеризует отечественные перчатки

с гелевой вставкой и отечественные рукавицы и перчатки с комбинированными слоистыми АВ элементами. При этом конструкции, состоящие из нескольких слоев упругодемпфирующих материалов, могут давать дополнительный эргономический эффект за счет адаптации конструкции СИЗ к особенностям технологического процесса.

Список литературы

1. Бутковская З.М., Смирнов В.В. Основные критерии для гигиенической сертификации средств индивидуальной защиты рук от локальной вибрации // Медицина труда и промышленная экология. – 1999. – №5. – С. 34-36.
2. Coel V.K., Rim K. Role of gloves in reducing vibration: an analysis for pneumatic chipping hammer // Amer. Industr. Hyg. Ass. J. – 1987. Vol.1, №48. – P. 9-14.
3. Смирнов В.В., Булдаков П.Ю., Бухаров С.Н., Вьюненко Ю.Н., Хлопков Е.А., Мыцких С.И. Влияние конструктивных решений на эффективность индивидуальных средств защиты рук от вибрации. // Защита от повышенного шума и вибрации: сборник докладов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием.: СПб., 2017. – С.658-665.
4. Смирнов В.В., Булдаков П.Ю., Бухаров С.Н., Вьюненко Ю.Н., Хлопков Е.А. Сравнительное исследование характеристик эффективности антивибрационных рукавиц и перчаток различных конструкций // Учен. зап. физ. фак-та Моск. ун-та. – 2017. – №5. – 1751409 С. 1-4.
5. Севастьянов Б.В., Тюрин А.П., Парахин Д.В. Средства индивидуальной защиты рук от локальной импульсной вибрации, обзор существующих моделей и предложения по конструированию // Промышленная и экологическая безопасность. – 2007. – №4. – С.74-75.
6. Рукавица с пневмовиброзащитой [Текст] : пат. 2450782 Рос. Федерация : МПК₇А 41 D 13/08 / Кочетов О.С., Стареева М.О. ; заявитель и патентообладатель Кочетов О.С., Стареева М.О. – № 2011103852/12 ; заявл. 03.02.2011 ; опубл. 20.05.2012, Бюл. № 14.
7. Виброзащитные перчатки (полуперчатки) [Текст] : пат. 107669 Рос. Федерация : МПК₇А 41 D 19/015 / Фатхутдинов Р.Х., Тарасов Л.А., Комлев Р.А., Лексина Е.А., Антонович О.А., Ахтямова Л.Д., Сухова А.А. ; заявитель и патентообладатель ОАО "Казан. хим. науч.-исслед. инст." – № 2011117423/12 ; опубл. 29.04.2011.
8. Устройство для индивидуальной защиты рук от вибрации. [Текст] : пат. 2264140 Рос. Федерация : МПК₇А 41 D 13/08 / Устьянцев С.Л. ; заявитель и патентообладатель ООО "Медицина и Экология" – № 2004119503/12 ; заявл. 25.06.2004 ; опубл. 20.11.2005, Бюл. № 32
9. Каминский С.Л., Смирнов К.М., Жуков В.И., Краснощечков Н.А. Средства индивидуальной защиты: справ. Л.: Химия, 1989. – 400 с.