

Сравнительное исследование характеристик эффективности антивибрационных рукавиц и перчаток различных конструкций

В. В. Смирнов^{1,*}, П. Ю. Булдаков^{2,†}, С. Н. Бухаров^{3,‡}, Ю. Н. Вьюненко^{4,§}, Е. А. Хлопков^{2,¶}

¹Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья. Россия, 191036, Санкт-Петербург, 2-я Советская ул., д. 4

²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. Россия, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 29

³Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого. Беларусь, 246050, Гомель, ул. Кирова, д. 32а

⁴ООО «Оптимикст Лтд». Россия, 195426, Санкт-Петербург, ул. Передовиков, д. 9

(Статья поступила 08.07.2017; Подписана в печать 13.09.2017)

Проведено определение защитных свойств различных конструкций антивибрационных (АВ) рукавиц и перчаток. Измерения проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.002-97 «Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний». Наиболее высокие защитные свойства отмечены у изделий с гелевыми материалами и комбинированными АВ-элементами. Единой закономерностью для всех средств защиты явился их низкий уровень гашения вибраций в низкочастотной и среднечастотной областях спектра (8–63 Гц). Наиболее высокие характеристики в этом частотном диапазоне отмечены у рукавиц «Турбо-Донбасс», их эффективность достигала 3–4 дБ. Повышение демпфирующих свойств средств индивидуальной защиты (СИЗ) достигается выбором геометрических параметров упругих деталей конструкций АВ-элементов и комбинацией материалов с различными вязко-упругими свойствами.

PACS: 62.30.+d.

УДК: 614.896.2, 614.8.086.2.

Ключевые слова: антивибрационные рукавицы и перчатки, эффективность СИЗ.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день невозможно полностью избежать рабочих на предприятиях от контакта с вибрирующими конструкциями, коими являются инструменты, оборудование, обрабатываемые детали и т. п. Применение СИЗ, таких как АВ-рукавицы и перчатки, позволяет снизить вредное влияние вибраций на организм рабочих [1, 2].

Цель настоящей работы заключалась в сравнительной оценке эффективности защитных свойств СИЗ рук от вибрации при применении традиционных и новых конструктивных решений АВ-изделий, используемых на предприятиях России, в попытке определения перспективных способов их совершенствования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: 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 различных факторов на эффективность АВ-свойств.

1. ВИДЫ ДЕМПФИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

В традиционных средствах защиты рук от вибраций используются пористые упругие материалы (поролон, пористая резина, пенополиэтилен) (рис. 1,а) или упругие элементы (например, резиновые трубки) (рис. 1,б) [3].

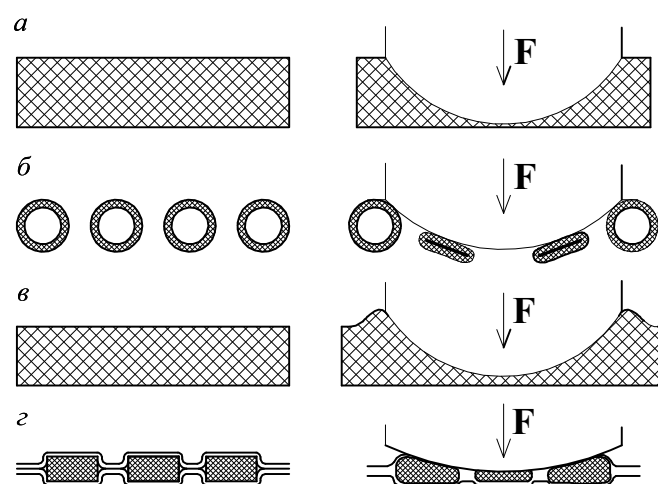


Рис. 1: Схема работы упругодемпфирующих элементов: а — с открытой пористостью; б — трубчатой формы; в — с гелевой основой; г — комбинацией вязких и упругих материалов

Защитные свойства подобных конструкций в реальных технологических процессах под воздействием нагрузки заметно снижаются, в первом случае из-за открытой пористости используемых материалов (рис 1,а), а во втором — из-за особенности сжимаемости упру-

*E-mail: vvsмирнов00042@rambler.ru

†E-mail: pavelbuldakov_teormech@mail.ru

‡E-mail: sbuharov@tut.by

§E-mail: 6840817@mail.ru

¶E-mail: hlopkovlsey@mail.ru

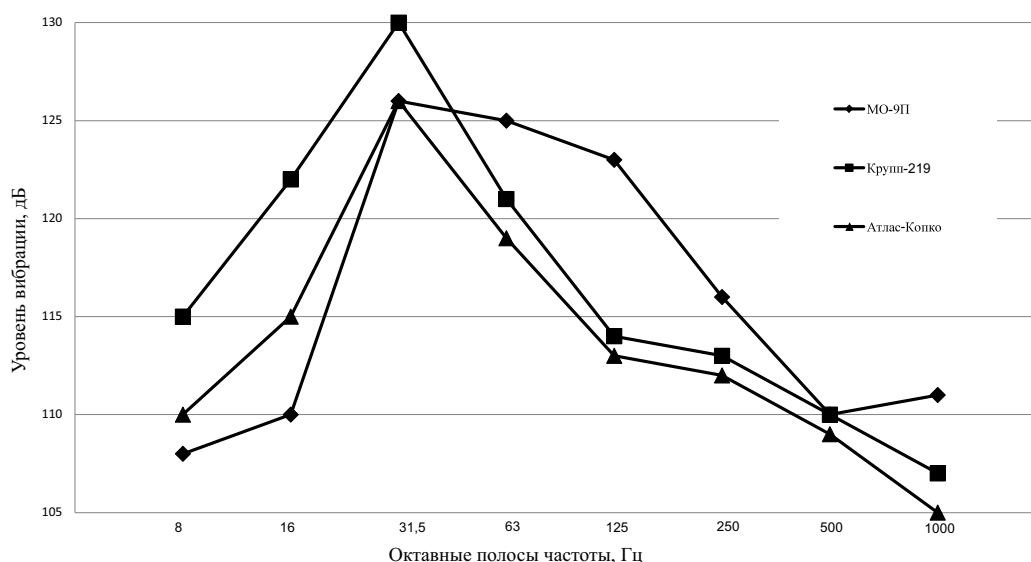


Рис. 2: Характеристики вибрации отбойных молотков

гих элементов (рис. 1,б). В более поздних разработках АВ-изделий используются силиконовые композиции (подобные материалы можно встретить в перчатках, предлагаемых фирмами ООО «ХК Зеленый Берег XXI» и Ansell) (рис. 1,в). Высокая эластичность вкладышей обеспечивает гибкость перчаток. Но это одновременно может приводить к «выдавливанию» материала из зоны контакта ладони с инструментом, что делает защитный слой более тонким и приводит к понижению демпфирующих способностей конструкции. Виброзащитные элементы рукавиц серии «Турбо» и АВ-перчаток серии «НТОТ» являются сборными конструкциями, в которых сочетаются упругие детали и вязкие вибропоглощающие материалы слоистой структуры (рис. 1,г). Упругие детали изготавливаются из материалов с закрытой пористостью. Вязкая оболочка упрочняет «воздухонаполненные резервуары», одновременно служа и поглотителем энергии вибраций, и фиксатором положения упругой детали. Переменная толщина «вшитой» АВ-конструкции улучшает гибкость рукавицы. Используемая технология позволяет адаптировать рукавицы и перчатки к конкретным условиям эксплуатации.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Сравнение существующих конструкций

Выбирая СИЗ рук от вибраций, следует обратить внимание на то, что не все изделия универсальны и одинаково эффективны. Основным параметром выбора нужных АВ-рукавиц или перчаток — это их уровень погашения вибрации в той октавной частоте, с которой чаще всего сталкивается рабочий. Например, на рис. 2 представлены характеристики вибрации различных от-

бойных молотков (МО-9П, Атлас-Копко ТЕХ, Крупп-219). У всех максимум уровня вибрации отмечается в октавной полосе со среднегеометрической частотой 31,5 Гц.

В табл. 1 представлены результаты испытаний 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».

Единой закономерностью для всех средств защиты является их низкая эффективность в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 8 Гц; 16 Гц; 31,5 Гц и 63 Гц. Наиболее высокие характеристики в указанных диапазонах отмечены у АВ-рукавиц «ТУРБО-ДОНБАСС». В октавной полосе со среднегеометрической частотой 31,5 Гц эффективность защитных свойств достигает 3 дБ, а в следующем частотном диапазоне (характеристическая частота 63 Гц) этот показатель равен 4 дБ. В интервале 125–250 Гц относительно высокие показатели у изделий фирм ООО «Оптимикст ЛТД», ООО «ХК Зеленый Берег XXI» и ИЧП Геворкяна. В области спектра 500–1000 Гц все представленные 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 превышает нормы ГОСТа 12.4.002-97 Тип 2А.

2.2. Влияние толщины упругого элемента

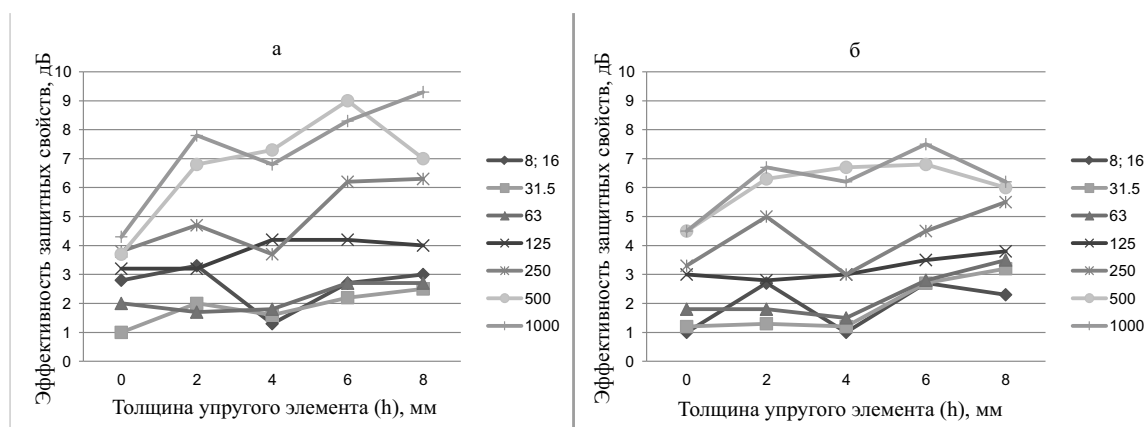
На основе элементов комбинированного вкладыша рукавиц «ТУРБО-ОНЕГА» с тканевой ладонью (в табл. 1 приведены данные рукавиц «ТУРБО-ОНЕГА» с кожаной ладонью) проведены сравнительные испытания АВ-элементов согласно СТБ 1438-

Таблица I: Эффективность защитных свойств СИЗ от вибрации 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 8мм	1.0	2.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
	Рукавицы								
Республика Беларусь	Поролоновый	1.0	2.0	2.0	3.0	5.0	6.0	8.0	
Вибротон ИЧП Геворкяна	Резиновая вставка или пористый материал	1.0	2.0	2.0	4.0	8.0	9.0	9.0	
Восток-Сервис – Спецкомплект	Трубчатый	1.0	2.0	2.0	4.0	5.0	8.0	10.0	
Т-Онега ООО «Оптимикст ЛТД»	Комб.	1.0	2.0	3.0	5.0	8.0	10.0	11.0	
Т-Сибирь ООО «Оптимикст ЛТД»	Комб.	1.0	2.0	3.0	4.0	7.0	10.0	12.0	
Т-Донбасс ООО «Оптимикст ЛТД»	Комб.	1.0	3.0	4.0	6.0	8.0	11.0	12.0	
	Перчатки								
НТОТ-АМИД ООО «Оптимикст ЛТД»	Комб.	1.2	2.1	2.3	4.1	5.1	6.8	7.8	
TEGERA EJENDALS	Пористый материал	1.0	2.0	2.0	3.0	5.0	8.0	9.0	
ВибраГард Ansell	Gelform	1.2	2.0	2.1	4.0	4.5	7.5	9.1	
НТОТ-3 ООО «Оптимикст ЛТД»	Комб.	1.0	2.0	3.0	5.0	6.0	9.0	10.0	
НТОТ-ЛОРД ООО «Оптимикст ЛТД»	Комб.	1.0	2.0	3.0	6.0	7.0	8.0	11.0	
Вибростат-03 Ампаро ООО «ХК Зеленый Берег XXI»	Airgel	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0	12.0	

Таблица II: Эффективность защитных свойств образцов при статической сжимающей нагрузке 76 кН/м²

Толщина упругого элемента h , мм	Эффективность защитных свойств, дБ в октавных полосах частот, Гц							
	8; 16	31.5	63	125	250	500	1000	
2	-1	-3	-1	10	22	33	45	
3	-1	-3	-7	9	20	32	42	
5	-1	-6	-1	14	25	35	46	

Рис. 3: Зависимость показателей эффективности от толщины (h) упругих АВ-элементов при силе нажатия: а – 100 Н; б – 200 Н

2004, п.5 «Материалы звукоизолирующие и звукопоглощающие. Методы испытаний» по методике ИММС НАН Беларуси для определения изменений показате-

лей эффективности в зависимости от толщины упругих элементов. Исследуемые образцы состоят из дисков диаметром 15 мм, запечатанных между слоями плен-

ки и ткани (рис. 1,2). Во время эксперимента высота диска (h) менялась от 2 до 5 мм, результаты представлены в табл. 2.

Из экспериментальных данных следует, что при малых нагрузках эффективность может принимать отрицательные значения за счет резонансных явлений.

Испытания АВ-вкладыша рукавиц «ТУРБО-ОНЕГА» с тканевой ладонью провели в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.002-97, меняя высоту цилиндра (h) от 0 до 8 мм (рис. 3).

Результаты исследования показали, что вкладыши с толщиной упругих элементов 6 мм и 8 мм соответствуют нормативным требованиям как типа 2А для усилия нажатия в 100 Н, так и типа 2Б для усилия нажатия 200 Н. У образцов с толщиной упругого элемента $h = 4$ мм и меньше в некоторых октавных полосах АВ-характеристики не дотягивают до требований

ГОСТа 12.4.002-97. Определенной зависимости эффективности защитных свойств от толщины упругого элемента не выявлено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на то, что все испытываемые СИЗ рук от вибрации соответствуют ГОСТу 12.4.002-97, анализ результатов показал, что наиболее эффективными являются изделия с гелевыми материалами и комбинированными АВ-вкладышами. При этом вторые вкладыши могут давать дополнительный эргономический эффект за счет адаптации конструкции СИЗ к особенностям технологического процесса.

- [1] Бутковская З. М., Смирнов В. В. Медицина труда и промышленная экология. 1999. № 5. С. 34.
[2] Coel V. K, Rim K. Amer. industr. Hyg. Ass. J. 1987. 48, N 1. P. 9.

- [3] Каминский С. Л., Смирнов К. М., Жуков В. И., Краснощеков Н. А. Средства индивидуальной защиты: справ. Л.: Химия., 1989.

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

V. V. Smirnov^{1,a}, P. Y. Buldakov^{2,b}, S. N. Buharov^{3,c}, Y. N. Viunenko^{4,d}, E. A. Hlopkov^{2,e}

¹Northwest scientific center of hygiene and public health. St. Petersburg, 191036, Russia

²St. Petersburg polytechnical university of Peter the Great. St. Petersburg, 195251, Russia

³Institute of mechanics of metalpolymeric systems of V. A. Bely. Gomel, 246050, Belarus

⁴Optimikst Ltd. St. Petersburg, 195426, Russia

E-mail: ^avvsmirnov00042@rambler.ru, ^bpavelbuldakov_teormech@mail.ru, ^csbuharov@tut.by, ^d6840817@mail.ru, ^ehlopkovelisey@mail.ru

The work investigated protective properties of various designs of anti-vibration mittens and gloves. Measurements were taken according to requirements of GOST 12.4.002-97 «Means of protection of hands from vibration. Technical requirements and test methods». The highest protective properties are noted at products with gel materials and the combined anti-vibration elements. Single regularity for all remedies was their low performance in frequency area of a range (8–63 Hz). The highest characteristics in this frequency range are noted at mittens «Turbo Donbass», efficiency reached 3–4 dB. Increase in the damping properties of the individual protection equipment (IPE) is reached by the choice of geometrical parameters of elastic details of designs of anti-vibration elements and a combination of materials with various visco-elastic properties.

PACS: 62.30.+d.

Keywords: anti-vibration mittens and gloves, individual protection equipment.

Received 08 July 2017.

Сведения об авторах

1. Смирнов Владимир Васильевич — канд. мед. наук, ст. науч. сотрудник; e-mail: vvsmirnov00042@rambler.ru.
2. Булдаков Павел Юрьевич — студент 4-го курса бакалавриата; e-mail: pavelbuldakov_teormech@mail.ru.
3. Бухаров Сергей Николаевич — канд. техн. наук, зав. сектором; тел.: (029) 536-94-66, e-mail: sbuharov@tut.by.
4. Вьюненко Юрий Николаевич — канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотрудник; e-mail: 6840817@mail.ru.
5. Хлопков Елисей Алексеевич — студент 2-го курса магистратуры; e-mail: hlopkovelisey@mail.ru.