

УДК 331.44:004 + 007.51:629:534.83

## **ВЛИЯНИЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА АВТОТРАНСПОРТНЫХ УСТРОЙСТВ**

*И.П. Палатинская*

В статье рассмотрено определение антропометрических характеристик при разработке 3-D модели тела человека-оператора для моделирования воздействия транспортной вибрации.

Ключевые слова: общая транспортная вибрация, антропометрические признаки человека.

Компьютерные технологии быстро развиваются и позволяют создавать компьютерные манекены, моделирующие тело человека, его действия, а также воздействия на него со стороны окружающей среды – машин, оборудования, технологий и т.д. [1].

При создании компьютерных манекенов необходимо руководствоваться требованиями нормативных документов по эргономике, обязывающих учитывать физические характеристики тела человека [1...7], которые должны лежать в основе проектирования сидений, мебели, машин и другого оборудования.

Выбор физических характеристик тела человека, учитываемых в модели тела человека, зависит от целей исследований, которые определяют антропометрическую точность, биомеханические возможности, графическую визуализацию, геометрическую конструкцию, моделирование.

Определим антропометрические параметры тела человека для исследований воздействия общей вибрации на оператора транспортных устройств.

К *антропометрическим характеристикам* относятся структура и форма манекена, учитывающие размеры тела человека в соответствующих позах (например, стоя или сидя), которые разделяются на параметры фиксированные (статические), остающиеся неизменными при моделировании и параметрические, варьируемые в дальнейших расчетах [1, 2, 4, 5].

В общем случае для моделирования реалистичного «каркасного» 3D-манекена человека-оператора, управляемого транспортным устройством необходимо учитывать множество варьируемых антропометрических параметров [1, 4, 5]. На рисунке 1 приведены такие антропометрические характеристики мужчин, необходимые для исследований.

Проанализируем возможность сокращения такого большого количества антропометрических характеристик, рис. 1, при моделировании исследований влияния общей транспортной вибрации на человека-оператора.

По данным Федерального медико-биологического агентства (ФМБА России) в распределении профессиональных заболеваний более половины приходится на виброболезни и пояснично-крестцовую радикулопатию, рис. 2 [8].

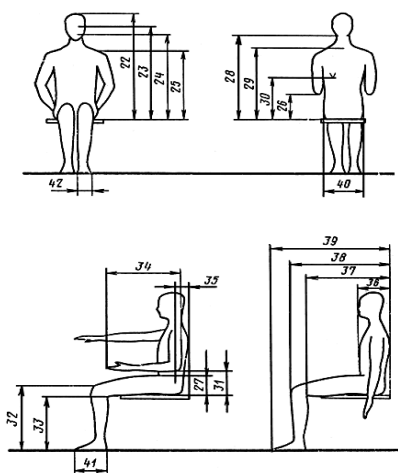


Рис. 1. Схема антропометрических признаков тела человека в положении сидя [4, 5, 7]

Этим заболеваниям подвержены, прежде всего, механизаторы и водители, т.к. факторами, провоцирующими у них развитие виброболезни и профессиональной хронической пояснично-крестцовой радикулопатии являются: общая транспортная вибрация рабочих мест, превышающая предельно-допустимые уровни. Кроме того, синдром пояснично-крестцовой радикулопатии входит в классификацию вибрационной болезни, утвержденную Минздравом СССР 01 сентября 1982 № 10–11/60 и характеризует наличие выраженных форм вибрационной болезни от воздействия общей транспортной вибрации [9].

Воздействие общей вибрации приводит к прямому микротравмирующему действию на позвоночник вследствие значительных аксиальных нагрузок на межпозвоночные диски, локальных перегрузок в позвоночно-двигательном сегменте, что приводит к дегенерации диска. Возникает деформация тканей позвоночно-двигательного сегмента, раздражение его рецепторов, повреждение тех или иных структур, в зависимости от того, какие структуры вовлекаются в процесс в каждом конкретном случае [9].



Рис.2. Распределение профессиональных заболеваний с 2009 по 2013 гг. по данным ФМБА России

Следовательно для изучения воздействия общей вибрации с помощью «каркасного» 3D-манекена человека-оператора, управляемого транспортным устройством, необходимо обязательно знать размеры № 22 и № 28, рис. 1, которые учитывают высоту тела человека в рабочей позе – сидя и высоту его головы. На рисунке 3 приведены такие параметрические характеристики тела человека, необходимые для исследований вибрационного воздействия на человека-оператора автотранспортных устройств.

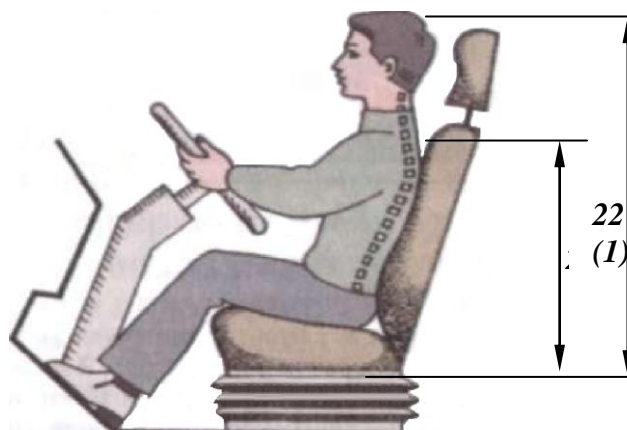


Рис. 3. Рабочая поза человека-оператора автотранспортных устройств

При выборе среднестатистических антропометрических данных руководствуемся требованиями нормативных документов по эргономике [1...7]. Однако трудность выбора заключается в разных типовых размерах для европейского и российского населения. Так, ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ [6] ориентирован на российское население, а ГОСТ Р ИСО 15537-2009 [7] – на телосложения европейцев, таблицы 1...3. Перцентили определялись в соответствии с ГОСТ 20304 –90 (СТ СЭВ 4016 – 83) для взрослого мужчины в положении сидя.

Сравнивая антропометрические данные по ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ и ГОСТ Р ИСО 15537-2009 видим, что вариаций размеров больше по ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ, по которому выбор размеров определяется для каждой группы населения А, Б, В в зависимости от разных типов телосложения и разных значений перцентилей [10]. Однако в нем отсутствуют данные по голове человека для разных типо-размеров. Кроме того, сравнивая антропометрические характеристики для европейского и российского населения, видим существенные отличия.

Таблица 1  
Фиксированные и параметрические антропометрические характеристики  
по ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ [6]

Наименование признака	Группа населения*	Значение признака, см, соответствующее перцентиллям				
		1	5	50	95	99
		Хрупкое телосложение			Крупное телосложение	
22. Высота верхушечной точки над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до верхушечной точки	А	82,19	84,06	88,59	93,13	95,01
	Б	84,02	85,92	90,49	95,06	98,96
	В	85,39	87,31	91,94	96,58	98,48
28. Высота первого шейного позвонка над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до верхнего края ямки, находящейся выше остистого отростка второго шейного позвонка	А	67,24	69,19	73,91	78,63	80,59
	Б	66,18	68,25	73,23	78,21	80,28
	В	69,38	71,49	76,36	81,23	83,33
* – где А – население с малыми значениями продольных признаков; Б – население со средними значениями продольных признаков; В – население с большими значениями продольных признаков.						

Таблица 2  
Фиксированные и параметрические антропометрические характеристики  
по ГОСТ Р ИСО 15537-2009 [7]

Измерение тела человека	Хрупкое телосложение		Крупное телосложение		
	Значение признака, мм, соответствующее перцентиллям				
	P5	P50	P95/P5	P50	P95
Рост (высота человека)	1390	1520	1650	1780	1910
1. Высота в положении сидя (прямо)	740	800	870	935	1000
Окружность головы	475	505	540	570	600
Глубина головы	160	175	185	195	205
Ширина головы	120	135	145	160	170

Таблица 3

Рост человека по ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ [6]

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентиллям				
		1	5	50	95	99
Рост (высота человека)	А	155,70	159,32	167,69	176,06	179,69
	Б	157,73	161,40	172,29	183,18	186,85
	В	163,25	167,21	176,79	186,35	190,31

Итак, создание «каркасной» 3D–модели тела человека-оператора при воздействии общей вибрации от автотранспортных устройств, требует обязательного учета фиксированной рабочей позы – сидя и меняющихся антропометрических характеристик тела человека, а именно – 22, 28, 1 и размеры головы. Проведенный анализ выявил существенные различия телосложений человека-оператора для групп А, Б, В и для типов телосложений. При проведении моделирований вибрационного воздействия эти параметрические характеристики необходимо варьировать с целью выявления особенностей вибронегруженности тела человека.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 15536-2-2010. Эргономика. Компьютерные манекены и модели тела. Часть 1. Общие требования. Дата введения 2011-12-01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 26 с.
2. ГОСТ Р ИСО 15536-2-2010. Эргономика. Компьютерные манекены и модели тела. Часть 2. Верификация функций и валидация размеров компьютерного манекена для систем моделирования. Дата введения 2011-12-01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 21 с.
3. ГОСТ Р ЕН 547-3-2009. Безопасность машин. Размеры тела человека. Часть 3. Антропометрические данные. Дата введения 2011-12-01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 10 с.
4. ГОСТ Р ЕН 614-1-2003 Безопасность оборудования. Эргономические принципы конструирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы. Дата введения 2005-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 18 с.
5. ГОСТ Р ИСО 7250-2007 Базовые измерения человеческого тела в технологическом проектировании. Дата введения 2008-06-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2007. – 34 с.
6. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования. Дата введения 1982-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 25 с.
7. ГОСТ Р ИСО 15537-2009. Эргономика. Принципы отбора испытателей для проверки антропометрических свойств промышленной продукции и конструкций. Дата введения 2010-12-01. – М.: Стандартинформ, 2010. – 21 с.
8. URL: <http://fmbaros.ru/activities/activities/>.

9. Мухин, Н.А. Профессиональные болезни / Н.А. Мухин, В.В. Косарев, С.А. Бабанов, В.В. Фомин. – М.: Гэотар-медиа. 2013. – 496 с.

10. ГОСТ 20304 –90 (СТ СЭВ 4016 – 83). Манекены посадочные трехмерные и двумерные. Конструкция, основные параметры и размеры. Дата введения 1992-01-07. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 15 с.