

УДК 62-03

Т.В. КИПЕНЬ, В.С. КОРОТКИЙ,
С.И. КОЧЕТОВ, С.В. ХАРИТОНЧИК, канд. техн. наук
Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, Минск

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО МЕСТА ВОДИТЕЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

В данной статье проводятся исследования существующих и вновь проектируемых транспортных средств по параметрам рабочего места водителя с целью их оптимизации для более эффективной деятельности человека

Ключевые слова: эргономика, водитель, грузовой автомобиль, антропометрические характеристики, манекен, рабочее место, рабочая поза, кабина, органы управления

Процесс развития автомобильного транспорта тесно связан с системой «человек — машина» и невозможен без научного обоснования.

Наукой, занимающейся проектированием систем, включающих как человека, так и технические звенья, является эргономика.

Эргономика (от греческого *ergon* — работа и *nomos* — закон) — это наука, изучающая человека или группу людей и их деятельность в условиях современного производства с целью оптимизации орудий, условий и процесса труда. Основным предметом ее исследования — система «человек — машина» [1], [2].

Эффективность работы водителя находится в прямой зависимости от его условий труда, профессиональной подготовки, физиологического состояния и других факторов. Одним из основных показателей физиологического состояния является нервно-эмоциональное напряжение во время управления автотранспортным средством, определяемое обстановкой на дорогах, конструкцией автомобиля, расположением и конструктивным исполнением органов управления, системой подачи информации, шумом и вибрацией, интерьером кабины и ее цветофактурным исполнением.

Одним из наиболее существенных критериев в повышении эффективности деятельности водителей является оптимизация параметров рабочего места водителя автотранспортного средства (АТС). К ним относятся факторы рабочей позы водителя, характеристики сиденья, расположение основных органов управления и панели приборов и др. Реализация их оптимальных значений обеспечивает повышение эффективности деятельности и сохранение здоровья водителя.

При проектировании рабочего места водителя современного автотранспортного средства учитываются физиологические, психологические и антропометрические

особенности человека. От этого зависит надежность функционирования всей системы «человек — машина».

Изучением размеров человеческого тела и его частей занимается антропометрия (от греческих слов «антропос» — человек и «метрия» — измерение). Размеры тела человека и его отдельных частей описываются антропометрическими характеристиками [3].

Антропометрические характеристики являются случайными величинами, подчиняющимися нормальному закону распределения. Вероятность попадания какой-либо антропометрической характеристики в ту или иную зону кривой распределения принято оценивать в перцентах или уровнем репрезентативности [1], [2], [3].

На сегодняшний день существует ряд нормативно-технических требований к рабочему месту водителя АТС. Это требования к параметрам рабочего места и рабочей позы водителя, расположению основных органов управления и приборов, размерам сиденья, обзорности с места водителя и др.

Одним из основных нормативных документов при разработке рабочего места водителя АТС является отраслевой стандарт ОСТ 37.001.413-86 «Кабина. Рабочее место водителя. Расположение органов управления грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов» [4].

В соответствии с этим отраслевым стандартом для определения параметров рабочего места водителя на этапах проектирования новых моделей автотранспортных средств, применяется двухмерный манекен, соответствующий 10 %, 50 % и 95 %-ным уровням репрезентативности. Двухмерный манекен также применяется для виртуального определения параметров рабочей позы водителя [5], [6].

Объектом исследования являются рабочие места водителя грузовых автомобилей Минского автомобильного завода (МАЗ-6430), Минского завода колесных тягачей (МЗКТ-74135) и вновь проектируемый многозвенный автопоезд по основным направлениям:

общая компоновка рабочего места и рабочей позы водителя с уровнями репрезентативности: 10 %, 50 % и 95 % (рисунок 1, рисунок 2, таблица 1);

основные размеры сиденья водителя и его регулировки (рисунок 3, см. таблицу 1);
расположение педалей управления (рисунок 4, таблица 2).

50 % уровень репрезентативности

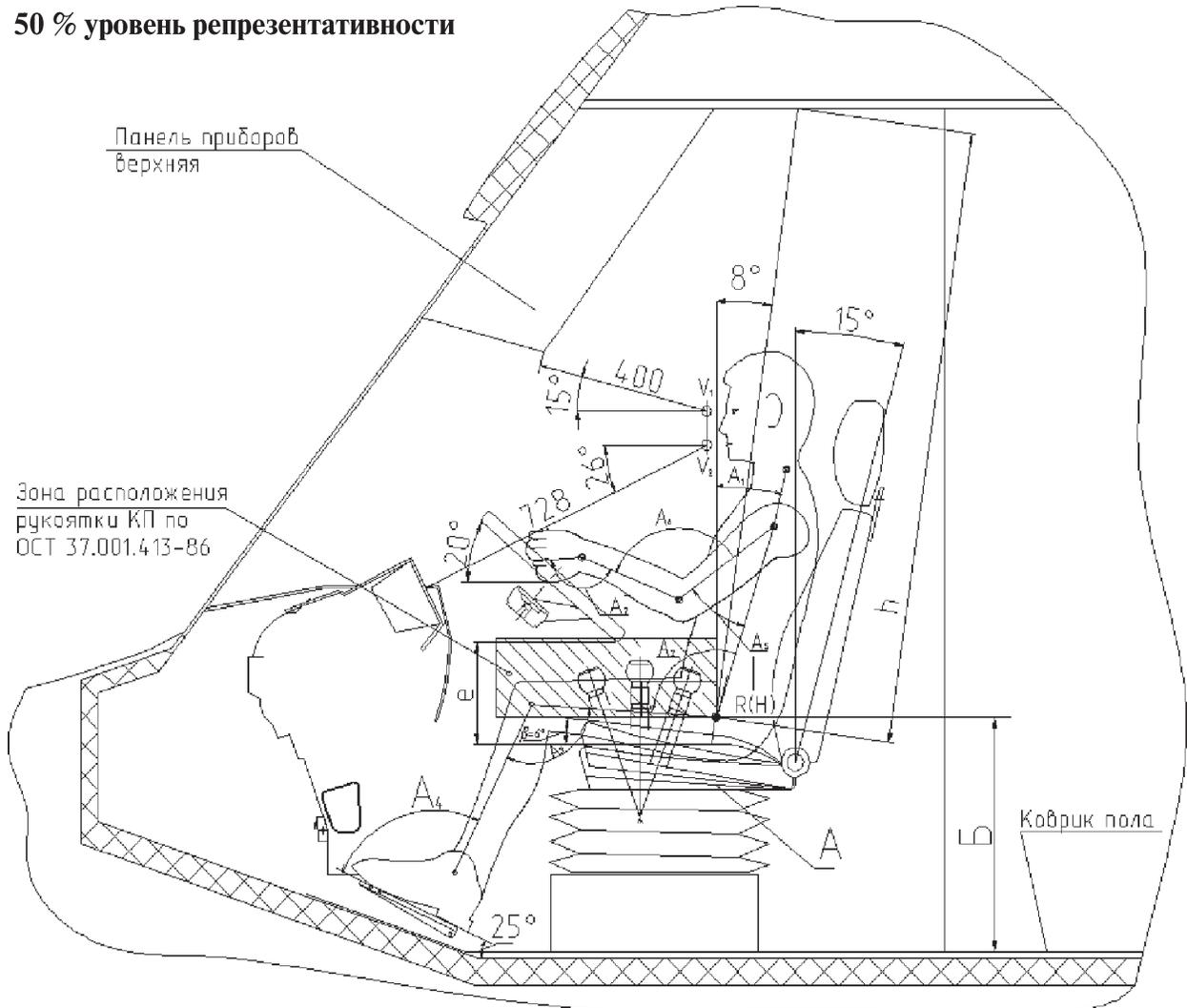
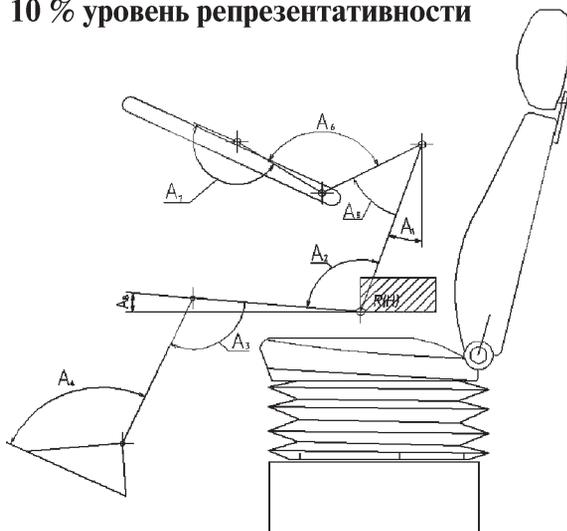


Рисунок 1 — Параметры рабочей позы водителя 50 % уровня репрезентативности по ОСТ 37.001.413-86

10 % уровень репрезентативности



95 % уровень репрезентативности

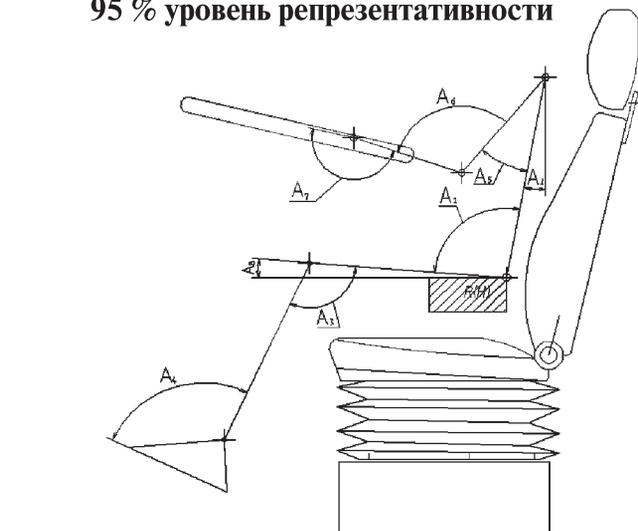


Рисунок 2 — Параметры рабочей позы водителя 10 % и 95 % уровней репрезентативности по ОСТ 37.001.413-86

Таблица 1 — Параметры рабочей позы и рабочего места водителя

Обозначение	10% уровень репрезентативности			50% уровень репрезентативности			95% уровень репрезентативности			Требования по стандарту
	МЗКТ	МАЗ	Проектир. многозвенный автопоезд	МЗКТ	МАЗ	Проектир. многозвенный автопоезд	МЗКТ	МАЗ	Проектир. многозвенный автопоезд	
<i>b</i>	970	800	830	970	800	830	970	800	830	750 min
<i>b₁</i>	436	400	430	436	400	430	436	400	430	350 min
<i>e</i>	189	220	326	185	220	326	192	220	326	180 min
<i>h</i>	1183	1340	1800	1190	1340	1800	1195	1280	1810	1100 min
<i>A₁</i>	20°	18°	18°	20°	18°	18°	15°	18°	18°	10°... 25°
<i>A₂</i>	105°	101°	103°	105°	100°	105°	105°	100°	104°	90°...120°
<i>A₃</i>	111°	113°	115°	111°	117°	124°	111°	110°	116°	95°...135°
<i>A₄</i>	90°	90°	90°	90°	94°	94°	90°	87°	90°	90° min
<i>A₅</i>	44°	19°	27°	36°	30°	40°	30°	24°	31°	5°...50°
<i>A₆</i>	122°	114°	110°	122°	138°	136°	112°	141°	135°	80°...160°
<i>A₇</i>	172°	170°	182°	175°	190°	190°	175°	190°	190°	170°...190°
<i>A₈</i>	5°	8°	8°	5°	8°	4°	4°	8°	5°	4° min
<i>Б</i>	500	480	455	500	480	455	500	480	455	450...500

Размеры, определяющие расположение основных органов управления автомобилем, показаны на рисунке 4 и в таблице 2.

Рукоятка рычага управления коробкой передач должна располагаться в зоне, выделенной штриховкой [4].

Как видно из приведенных рисунков и таблиц, размещение водителя на рабочем месте исследуемых автомобилей и угловые размеры между основными частями тела человека, характеризующие рабочую позу, изменя-

ются в довольно широких пределах и, в основном, соответствуют требованиям ОСТ 37.001.413-86.

Проведем анализ основных полученных параметров. Оценивая полученные данные параметров рабочей позы и рабочего места водителя, приведенные в таблице 1, можем сказать, что кабины МЗКТ и вновь проектируемая имеют значения параметра ширины рабочего места больше по сравнению с кабиной МАЗ на 170 мм и 30 мм соответственно. Это значит, что кабина с ровным полом позволяет сделать рабочее место комфортнее по сравнению с кабиной, имеющей тоннель пола, это связано также с компоновкой органов управления.

По расстоянию от поверхности подушки сиденья (точка *L*) до внутренней обивки крыши (параметр *h*) значение вновь проектируемой кабины значительно больше

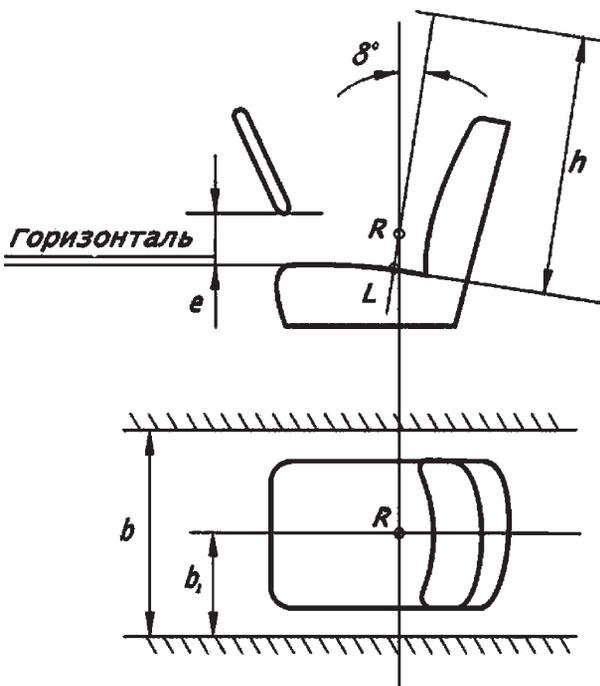


Рисунок 3 — Параметры рабочего места по ОСТ 37.001.413-86 [4]

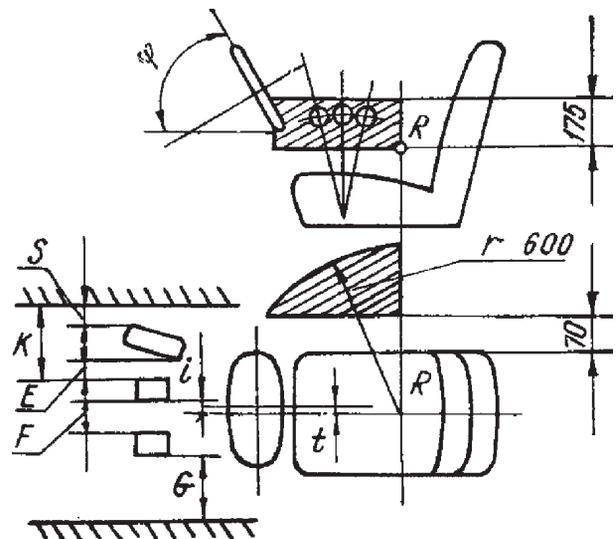


Рисунок 4 — Расположение основных органов управления грузовых автомобилей по ОСТ 37.001.413-86

Таблица 2 — Параметры расположения основных органов управления

Обозначение	МЗКТ	МАЗ	Проектируемый автомобиль	Требования по ОСТ 37.001.413-86
<i>E</i>	118	54	54	50 min
<i>F</i>	210	145	145	100 min
<i>t</i>	11	0	0	±30
<i>i</i>	75	75	72	75 max
<i>K</i>	250	220	180	150 min
<i>S</i>	28	26	40	25 min
<i>G</i>	205	200	294	120 min
φ	20	27	27	15 min

по сравнению с другими двумя и имеет значение 1800 мм. Это достигнуто путем повышения высоты кабины до максимального габарита 4 м по высоте от опорной поверхности автотранспортного средства.

Комфортное положение водителя относительно педалей, рулевого колеса и других органов управления определяется нормативными параметрами позы водителя. В рассматриваемых кабинах практически все эти параметры соответствуют стандарту. Исключением является кабина автомобиля МАЗ при посадке манекена 95 % уровня репрезентативности, в которой угол между голенью и стопой для правой ноги в рабочем положении составляет 87°, при нормативном значении 90°.

Расположение основных органов управления в кабинах исследуемых транспортных средств имеют свои отличительные особенности. Расстояние между педалями акселератора и тормоза (параметр *E*) в кабине МЗКТ на 64 мм больше значений остальных рассмотренных кабин, и между педалями тормоза и сцепления (параметр *F*) — на 65 мм.

Необходимы исследования для определения оптимального расстояния между педалями, учитывая физиологические особенности человека. Кроме того, стандарт не регламентирует тип педалей, хотя это немаловажно, т.к. траектория движения напольной и подвесной педалей различна.

Рассмотрим напольную и подвесную педали акселератора. При использовании педали акселератора напольной, стопа водителя ставится в определенную точку на самой педали и фиксируется на ней. Изменяя положение педали, водитель меняет только угол между голенью и стопой, при этом точка пятки все время находится в одном и том же положении. Это приводит к напряжению в мышцах ноги.

Используя подвесную педаль акселератора, водитель имеет возможность менять не только угол между голенью и стопой, но и положение точки пятки. При этом будут изменяться и остальные углы. Т.е. у водителя появляется возможность поменять положение рабочей позы во время движения, не нарушая требований эргономики.

Для эффективного управления транспортным средством человеку создаются условия, в которых он будет чувствовать себя комфортно. Стандарты регламентируют многие параметры, однако некоторые из них следует пересмотреть и добавить дополнительные.

При проектировании рабочего места водителя транспортного средства необходимо оптимизировать параметры путем комплексного виртуального моделирования внешних воздействий и их влияния на значения параметров посадки водителя и расположение органов управления.

Список литературы

1. Автомобили и тракторы. Основы эргономики и дизайна // И.С. Степанов [и др.]; под общ. ред. В.М. Шарипова. — М.: МГТУ «МАМИ», 2002.
2. Безопасность машин. Эргономические принципы проектирования: СТБ ЕН 614-1-2007. — Ч. 1: Термины, определения и общие принципы. — Введ. 01.07.2007. — Минск: БелГИСС, 2007. — 24 с.
3. Безопасность машин. Размеры тела человека: СТБ ЕН 547-3-2003 (ЕН 547-3:1996, IDT). — Ч. 3: Антропометрические данные. — Минск: БелГИСС.
4. ССБТ. Кабина. Рабочее место водителя. Расположение органов управления грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов. Основные размеры. Технические требования: ОСТ 37.001.413-86. — Введ. 01.09.86.
5. Манекены посадочные трехмерный и двухмерный. Конструкция, основные параметры и размеры: ГОСТ 20304-90. — Введ. 01.07.1992. — Минск: БелГИСС. — 15 с.
6. Автотранспортные средства. Порядок определения точки *H* и фактического угла наклона спинки сиденья посадочных мест водителя и пассажиров: ГОСТ 28261-89. — Введ. 01.01.1991. — Минск: БелГИСС. — 10 с.

Kipen T.V., Karotki V.S., Kochetov S.I., Kharytonchik S.V.
Driver's workspace parameter optimization

In the article the issue concerning driver's workspaces of existing vehicles and vehicles to be designed is being researched in order to increase the efficiency of human resources.

Поступила в редакцию 15.11.2010