

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В.А. Сологуб, О.В. Юсупова

ОСНОВЫ ЭРГНОМИКИ И ДИЗАЙНА АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Оренбург

2019

УДК 629.3:747.012(076.5)
ББК 39.3я7+30.18я7
С 60

Рецензент кандидат технических наук, доцент Д.А. Дрючин

Сологуб В.А.
С 60 Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов: методические указания / В.А. Сологуб, О.В. Юсупова; Оренбургский гос. ун-т – Оренбург: ОГУ, 2019. – 95 с.

Методические указания предназначены для выполнения практических работ по учебной дисциплине «Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов» для обучающихся очной формы обучения по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства.

УДК 629.3:747.012(076.5)
ББК 39.3я7+30.18я7

© Сологуб В.А.,
Юсупова О.В., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

Введение.....	7
1 Практическая работа № 1 Антропометрические характеристики, посадочные манекены и хиротехника	8
1.1 Эргономика как наука. Антропометрические характеристики.....	8
1.2 Посадочные манекены.....	13
1.3 Хиротехника.....	14
1.4 Содержание отчёта.....	16
1.5 Контрольные вопросы	16
2 Практическая работа № 2 Компоновка рабочего места водителя, расположение органов управления автомобилем и трактором	17
2.1 Компоновка рабочего места водителя	17
2.2 Расположение органов управления автомобилем и трактором	19
2.3 Содержание отчёта.....	22
2.4 Контрольные вопросы	22
3 Практическая работа № 3 Построение зоны расположения панели приборов, правила построения шкал приборов. Классификация шкал.....	24
3.1 Построение зоны расположения панели приборов	24
3.2 Правила построения шкал приборов. Классификация шкал	27
3.2.1 Основные рекомендации по конструктивному оформлению шкал и циферблатов приборов.....	28
3.3 Содержание отчёта.....	30
3.4 Контрольные вопросы	30

4 Практическая работа № 4 Компоновка салонов автомобиля, автобуса, кабины трактора. Методы разработки форм кузовов и кабин. Эргономические требования, дизайн.....	31
4.1 Компоновка салонов автомобиля, автобуса, кабины трактора.....	31
4.1.1 Компоновка салона легкового автомобиля.....	32
4.1.2 Компоновка салона автобуса.....	34
4.1.3 Компоновка кабины трактора.....	36
4.2 Содержание отчёта.....	39
4.3 Контрольные вопросы.....	39
5 Практическая работа № 5 Теория промышленного дизайна. Техническая эстетика. Композиция. Средства композиции. Пропорции. Симметрия и асимметрия. Статика и динамика. Тектоника.....	40
5.1 Теория промышленного дизайна. Тектоника.....	40
5.2 Композиция. Средства композиции. Статика и динамика. Пропорции. Симметрия и асимметрия.....	42
5.2.1 Пропорции.....	44
5.2.2 Симметрия и асимметрия.....	45
5.3 Содержание отчёта.....	45
5.4 Контрольные вопросы.....	46
6 Практическая работа № 6 Конструкция, форма и композиция. Требование технической эстетики. Виды и назначение макетов. Виды поверхностей, способы построения и способы фиксации поверхностей.....	47
6.1 Конструкция, форма и композиция. Требование технической эстетики	47
6.2 Виды и назначение макетов. Виды поверхностей, способы построения и способы фиксации поверхностей.....	50
6.3 Содержание отчёта.....	52

6.4 Контрольные вопросы	52
7 Практическая работа № 7 Аэродинамика и дизайн автомобиля. Связь дизайна и аэродинамики колёсной машины. Задачи аэродинамического проектирования автомобиля. Влияние аэродинамики на потребительские свойства колёсной машины	54
7.1 Аэродинамика и дизайн автомобиля. Связь дизайна и аэродинамики колёсной машины	54
7.2 Задачи аэродинамического проектирования автомобиля. Влияние аэродинамики на потребительские свойства колёсной машины	61
7.3 Содержание отчёта.....	64
7.4 Контрольные вопросы	64
8 Практическая работа № 8 Элементы системы «водитель-машина-окружающая среда» и их взаимное влияние. Внешняя информативность автомобиля и трактора	66
8.1 Элементы системы «водитель-машина-окружающая среда» и их взаимное влияние	66
8.2 Внешняя информативность автомобиля и трактора	72
8.3 Содержание отчёта.....	75
8.4 Контрольные вопросы	75
9 Практическая работа № 9 Активная и пассивная безопасность. Биохимические пределы человека. Допускаемые пределы деформаций кузовов и кабин при ДТП. Удерживающие и защитные системы.....	77
9.1 Активная и пассивная безопасность. Биохимические пределы человека.....	77
9.2 Допускаемые пределы деформаций кузовов и кабин при ДТП. Удерживающие и защитные системы	81
9.3 Содержание отчёта.....	83
9.4 Контрольные вопросы	84

10	Факторы комфортабельности. Климатическая комфортабельность. Вибрационная и акустическая комфортабельность.....	85
10.1	Факторы комфортабельности	85
10.2	Климатическая комфортабельность.....	87
10.3	Вибрационная комфортабельность	89
10.4	Акустическая комфортабельность	90
10.5	Содержание отчёта.....	92
10.6	Контрольные вопросы	93
	Список использованных источников	94

Введение

Целью изучения дисциплины «Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов» является формирование у студентов знаний, обеспечивающих системный подход при проектировании автомобилей и тракторов с учётом взаимодействия в системе «водитель-машина-окружающая среда».

Основными задачами изучения дисциплины являются приобретение студентами знаний и навыков, необходимых для самостоятельной практической работы. В соответствии с требованиями квалификационной характеристики инженер специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства в результате изучения курса «Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов» должен знать:

- системный подход при проектировании автомобиля и трактора, их агрегатов с учётом требований эргономики и дизайна, безопасности и минимизации воздействия отрицательных факторов;
- методы разработки внешних форм кузовов и кабин и их интерьера;
- уметь:
 - проводить критический анализ компоновочных схем и дизайнерских решений;
 - компоновать рабочее место водителя;
 - принимать конструктивные решения, обеспечивающие конструктивную безопасность, комфортабельность автомобиля и трактора.

Дисциплина «Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов» связана со знаниями, полученными студентами при изучении общенаучных, общеинженерных и специальных дисциплин («Конструкция автомобилей и тракторов», «Энергетические установки автомобилей и тракторов», «Теория автомобилей и тракторов», «Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов»).

Успешное изучение дисциплины основывается на использовании современной материально-технической базы.

1 Практическая работа № 1 Антропометрические характеристики, посадочные манекены и хиротехника

Время проведения работы - 2 час.

Цель работы: Изучить антропометрические характеристики, виды посадочных манекенов и взаимодействие рук человека с различными предметами.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к проведению практической работы:

- что изучает эргономика?
- для чего применяются посадочные манекены?

Задачи практической работы:

- изучить антропометрические характеристики;
- изучить виды посадочных манекенов;
- изучить взаимодействие рук человека с различными предметами.

1.1 Эргономика как наука. Антропометрические характеристики.

Эргономика (от греческого «*ergon*» - работа, «*nomos*» - закон) - наука о приспособлении орудий и условий труда к человеку. Она изучает особенности человека и его функциональные возможности в процессе труда с целью создания оптимальных условий для высокой производительности и надёжности.

Основной задачей эргономики можно считать повышение надёжности функционирования человеко-машинных систем. Одной из наиболее актуальных является задача согласования конструкции машины в той её части, которая связана с человеком, с психологическими и физиологическими характеристиками человека.

Эргономика - это комплексная наука, она базируется на физиологии, биологии, медицине, психологии, биомеханике, промышленной гигиене,

нейрофизиологии, антропометрии и других науках о человеке. При изучении настоящей дисциплины, с учётом приложения эргономики к определённым промышленным изделиям, нас интересует, прежде всего, антропометрия, инженерная психология, хиротехника.

Антропометрия занимается изучением размеров и формы человеческого тела и его составных частей, исследует направления и пределы движений частей тела и силы мускулов. Она является частью общей науки о человеке - антропологии. Без знания основных антропометрических характеристик невозможно правильно разместить органы управления автомобилем или трактором.

Хиротехника изучает взаимодействие рук человека с различными рукоятками, кнопками, выключателями и другими элементами машин, приборов и иных промышленных изделий.

Каждый человек из личного опыта знает, что все люди различаются ростом, комплекцией, осанкой, размерами частей тела. Каждый человек неповторим, найти двух абсолютно одинаковых людей невозможно. Поэтому конструктор, занимающийся проектированием автомобиля или трактора, стоит перед непростой задачей.

Конструктор должен компоновать места для водителя и пассажиров таким образом, чтобы обеспечить наибольшие удобства для людей любого роста и пропорций тела, или хотя бы для большинства людей, а для этого необходимо, прежде всего, знать реальные величины, характеризующие параметры этих людей. От этого зависит надёжность функционирования всей системы «человек - машина - окружающая среда», т.е. безопасность на улицах и дорогах.

Изучением размеров человеческого тела и его частей занимается антропометрия (от греческих слов «антропос» - человек и «метрия» - измерение). Поскольку все люди различны, в антропометрии применяются статистические методы. Размеры тела человека и его отдельных частей определяются антропометрическими характеристиками (АХ).

Антропометрическая характеристика - это величина, измеряемая в линейных, угловых единицах или единицах по массе, соответствующая размерным

характеристикам и характеристикам по массе частей человеческого тела и взаимному их расположению. Антропометрическими характеристиками являются, например, рост человека, окружность головы, длина голени, масса тела, углы вращения в суставах и т.д.

Антропометрические характеристики являются случайными величинами, подчиняющимися нормальному закону распределения. График, изображающий нормальный закон распределения случайной величины, представлен на рисунке 1.1.

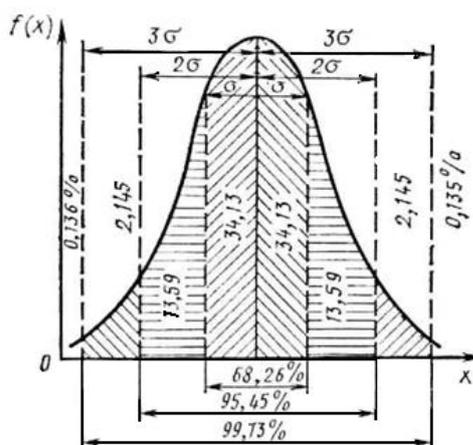


Рисунок 1.1 - График нормального закона распределения случайной величины

В антропометрии вероятность попадания какой-либо антропометрической характеристики в ту или иную зону кривой распределения принято оценивать в перцентилях.

Перцентиль - сотая доля объёма всей совокупности людей, подвергавшихся антропометрическим исследованиям.

Если площадь, находящуюся под кривой нормального распределения, разделить на 100 равных частей (процентов), то получится соответствующее число перцентилей. Каждый из них имеет порядковый номер. На долю 1-го перцентиля приходится 1 % всех результатов наблюдений (наименьшее значение антропометрической характеристики), на долю 2-го – 2 % результатов наблюдений (значение антропометрической характеристики несколько больше) и т.д. При

нормальном законе распределения 50-й перцентиль соответствует средней арифметической величине (математическому ожиданию, моде, медиане).

Уровень репрезентативности - величина, выражаемая в процентах, соответствующая части населения при сплошном отборе индивидов, у которой численное значение какого-либо антропометрического признака меньше или равно его заданной величине.

Итак, если мы говорим, «пятый перцентиль» или «5 %-ый уровень репрезентативности», это означает, что 5 % людей имеют антропометрические характеристики такие или меньшие. Это люди небольшого размера. Соответственно, человек 95-го перцентиля, или 95 %-ного уровня репрезентативности, имеет такой рост, что 95 % людей ниже него (или имеют такой же рост). Это высокий человек.

Антропометрические характеристики можно условно разделить на статические и динамические. Условно - потому что все антропометрические характеристики определяются в статике, при неизменной позе обследуемого. В дальнейшем под статическими антропометрическими характеристиками мы будем понимать линейные или угловые величины, характеризующие размеры частей тела человека, а под динамическими - линейные и угловые размеры, характеризующие углы вращения в суставах, зоны досягаемости при различных позах человека и т.п.

Статические антропометрические характеристики используют для определения общих размеров рабочего места оператора (водителя), расположения и размеров сиденья, органов управления и других параметров, динамические антропометрические характеристики - для назначения амплитуды рабочих движений рычагов, педалей и других органов управления, определения зон досягаемости при различных положениях тела человека и т.п.

К статическим АХ можно отнести:

- соматические размеры отдельных частей тела;
- размеры кисти;
- размер головы;
- размер стопы.

К динамическим АХ относятся:

- углы вращения в суставах;
- зоны досягаемости;
- приросты или эффект движения тела (изменение одного и того же размера при перемещении части тела в пространстве).

Помимо кинематических характеристик движений человека, большое значение имеют временные характеристики, т. е. время, которое проходит от получения человеком-оператором сигнала (например, отклонение стрелки какого-либо прибора на панели) до приведения в действие соответствующего органа управления. Определить это время можно при следующих испытаниях.

Испытуемый человек должен с возможной максимальной скоростью выполнить то или иное рабочее движение (нажать кнопку, передвинуть рычаг, повернуть штурвал и т.п.) в ответ на известный ему, но внезапно появляющийся сигнал (вспышка сигнальной лампы, резкий звук). Время реакции складывается из латентного периода и времени моторного (двигательного) ответа.

Латентный период (скрытый период) - время от момента возникновения какого-либо раздражителя на организм до появления ответной реакции.

Для простой двигательной реакции на различные раздражители латентный период имеет следующие значения:

Раздражитель	Латентный период, мс
Тактильный (прикосновение)	90 - 220
Слуховой (звук)	120 - 180
Зрительный (вспышка света)	150 - 220
Обонятельный (запах)	310 - 390
Температурный (тепло, холод)	280 - 1600
Вкусовой (соленое, горькое, кислое)	310 - 1080
Болевой укол	130 - 890

Полное время реакции - период между моментом возникновения сигнала (смена сигналов светофора, начало звукового сигнала) и окончанием управляющего действия по этому сигналу (нажатие педали, переключение тумблера, поворот рукоятки) - определяется суммой трёх составляющих:

- латентный период реакции;
- время движения руки или ноги к органу управления;
- время преодоления свободного хода органа управления.

Динамическими антропометрическими характеристиками являются также зоны видимости, причём эти зоны могут определяться при неизменном положении головы (обзорность обуславливается только движением глаз) или при поворотах и наклонах головы.

1.2 Посадочные манекены

Сидящий на сиденье человек-оператор может принимать различные позы. Возникает проблема выбора условной точки, начала координат, относительно которой можно было бы определять размеры, характеризующие положение человека на сиденье. Надо, чтобы эта точка незначительно изменяла свое положение при изменениях рабочей позы оператора, связанных с управлением автомобилем или трактором, и была достаточно характерной для тела человека. Относительно такой точки можно было бы определять и положение сидящих пассажиров.

Действующими стандартами установлено, что за исходную точку, относительно которой производятся измерения, определяющие положение тела человека на сиденье и в кабине, принимается точка пересечения геометрической оси, соединяющей центры правого и левого тазобедренных суставов, с продольной вертикальной плоскостью симметрии тела. Она обозначается латинской буквой *H* (при проектных работах та же точка обозначается латинской буквой *R*).

Установлено, что положение точки *H* мало изменяется не только при обычных рабочих движениях оператора, но и в тех случаях, когда на сиденье оказываются люди разного роста и комплекции, хотя размеры их тела существенно различаются.

Для определения рабочей позы и других параметров, характеризующих положение человека-оператора на сиденье, разработаны и стандартизованы манекены (ГОСТ 20304-90), антропометрические характеристики которых

соответствуют определённым перцентилям. Эти манекены получили название посадочных. Существуют трёхмерные и двухмерные посадочные манекены.

Трёхмерный посадочный манекен применяется для определения параметров, обуславливающих положение человека в реальном автомобиле или тракторе. С его помощью определяется также фактическое положение точки H посадочного места. Трёхмерный посадочный манекен представляет собой довольно сложное устройство, выполненное с высокой точностью.

Трёхмерный посадочный манекен можно использовать только при исследованиях готового изделия - сиденья или автомобиля. При конструкторских работах применяют двухмерные посадочные манекены, которые по своим размерам соответствуют трёхмерному, настроенному на определённый уровень репрезентативности.

Двухмерные посадочные манекены изготавливают из какого-либо прозрачного материала. Обычно используют три двухмерных манекена – 10 %-ного, 50 %-ного и 95 %-ного уровней репрезентативности. Двухмерные посадочные манекены изготавливают в том масштабе, в котором удобно работать конструктору, например, в масштабе 1:5.

Стандартный двухмерный посадочный манекен используют:

- для нахождения геометрических параметров кузова или кабины, а также параметров посадочных мест для водителя и взрослых пассажиров на этапах проектирования;

- для определения параметров пассажирского помещения и посадочных мест при сравнительной оценке различных моделей транспортных средств;

- для воспроизведения на чертежах параметров, измеренных с помощью трёхмерного посадочного манекена.

1.3 Хиротехника

Большинство трудовых движений человек выполняет руками. При этом он пользуется различными инструментами, имеющими рукоятки, или управляет

машинами и механизмами с помощью ручных органов управления - штурвалов, рычагов, кнопок, тумблеров и т.п. Проблемой создания рациональных форм элементов, с которыми человек взаимодействует с помощью рук (точнее - кистями рук), занимается прикладная дисциплина эргономики - *хиротехника* (от греческого *cheir* - рука).

Параметры руки, как и другие, относящиеся к телу человека и его частей, являются антропометрическими характеристиками.

Многие рабочие движения выполняются путём манипуляций кистью руки, для них требуется определённое пространственное положение руки относительно тела.

Верхняя конечность человека имеет 30 степеней свободы, из них 22 степени принадлежат ладони и пальцам.

Движения кисти делятся на хватательные и нехватательные. При хватательных движениях рукоятка, предмет или его часть удерживаются в определённом положении пальцами или ладонью. При нехватательных движениях происходит контакт пальцев или ладони с предметом, при этом усилие прикладывается в направлении этого предмета. Такие движения характерны для работы на клавиатуре компьютера, при управлении каким-либо объектом нажатием кнопок или клавиш. Способы захвата можно разделить на силовые и точностные. При первых возможна передача значительных усилий, вторые должны обеспечить по возможности точное положение предмета. Кроме того можно классифицировать захваты по признаку выделения преобладающей зоны ладони, которая взаимодействует с предметом. Например, схватывающие захваты:

- цилиндрический захват;
- сферический захват;
- захват в кулак, кулачный;
- захват-крючок.

Кончиковые захваты:

- концевой захват;
- пальмарный захват (от лат. *palmaris* - ладонный).

Боковые захваты:

- ключевой или ключный;
- ножничный захват.

1.4 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий.

1.5 Контрольные вопросы

1. Что изучает эргономика?
2. Что изучает антропометрия и хиротехника?
3. Что такое антропометрическая характеристика?
4. Как условно делятся антропометрические характеристики?
5. Что называется перцентилем?
6. Что такое уровень репрезентативности?
7. Что относится к статическим антропометрическим характеристикам?
8. Что относится к динамическим антропометрическим характеристикам?
9. Что означает латентный период?
10. Что входит в полное время реакции?
11. Где находится точка $H(R)$?
12. Как называются и какими бывают манекены с помощью которых определяются рабочие позы и другие параметры, характеризующие положение человека-оператора на сиденье?
13. Как разделяются движения кисти руки?
14. Какие бывают способы захвата?

2 Практическая работа № 2 Компоновка рабочего места водителя, расположение органов управления автомобилем и трактором

Время проведения работы - 3 час.

Цель работы: Изучить компоновку рабочего места водителя, расположение органов управления автомобилем и трактором.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к проведению практической работы:

- что содержит компоновка рабочего места?
- как располагаются органы управления автомобилем и трактором?

Задачи практической работы:

- изучить компоновку рабочего места водителя;
- изучить принципы расположения органов управления автомобилем и трактором.

2.1 Компоновка рабочего места водителя

Под компоновкой посадки водителя будем понимать основные геометрические размеры, характеризующие его положение относительно кабины, и размещение органов управления.

Для предварительного размещения водителя в кабине используется двухмерный посадочный манекен 95-го уровня репрезентативности (ГОСТ 20304-90). Работа обычно проводится в масштабе 1:5 (иногда 1:10), что обеспечивает необходимую на этом этапе работы точность, а графические изображения получают достаточно компактными. Если работа выполняется с использованием

какой-либо из компьютерных конструкторских программ, то вопрос о выборе масштаба отпадает, поскольку вывести изображение на печать можно в любом масштабе без потери точности.

В зависимости от типа транспортного средства выбирается тот или иной тип посадки водителя. В легковом автомобиле водитель располагается низко, ноги почти вытянуты, спинка сиденья отклонена от вертикали на значительный угол, что позволяет получить небольшую высоту автомобиля, соответственно уменьшив аэродинамическое сопротивление. В грузовом автомобиле и тракторе водитель располагается на более высоком сиденье, ноги больше согнуты в коленях, спинка сиденья расположена почти вертикально. При таком расположении водителя длина кабины минимальна, а её высота с точки зрения аэродинамики не имеет решающего значения из-за больших габаритов машины по высоте (грузовой автомобиль) или небольшой скорости движения (трактор).

Размещение водителя начинают с построения внутренних (обращенных к водителю) границ пола и перегородок. Перегородка, в соответствии ГОСТ Р 41.35-99 это любой постоянный элемент конструкции (например, тоннельный выступ над карданным валом или коробкой передач, колёсный кожух, боковая панель кузова и т.п.). Затем, исходя из типа (категории) транспортного средства, назначают высоту сиденья с учётом деформации подушки, которую принимают для легкового автомобиля ориентировочно от 80 до 100 мм, для грузового автомобиля и трактора - соответственно меньше. Если предполагается использование подрессоренного сиденья, то учитывают его перемещение под весом водителя (статический прогиб с учётом характеристики упругости подвески сиденья).

Для определения положения сиденья водителя по длине и наклону спинки пользуются данными из стандартов.

2.2 Расположение органов управления автомобилем и трактором

Положение рук водителя на рулевом колесе и усилие, прилагаемое к нему, зависит от углов определяющих рабочую позу водителя и углов наклона рулевого колеса.

Чаще всего диаметр рулевого колеса составляет 350 - 420 мм, однако на спортивных автомобилях он может быть и 280 мм, а на тяжелых грузовиках и автобусах - до 600 мм. С увеличением диаметра, естественно, увеличивается крутящий момент, который водитель может приложить к нему при одинаковом усилии на ободу, но одновременно уменьшается достижимая скорость вращения руля. Поэтому на спортивных машинах применяют руль малого размера, а на тяжелых машинах - большого, это увеличивает безопасность в случае отказа рулевого усилителя. Диаметр обода руля обычно от 20 до 30 мм. На усилие, которое водитель может приложить к ободу рулевого колеса, существенно влияет угол его наклона. При почти горизонтальном положении (80°) усилие увеличивается на 25 %. Это объясняется анатомическими особенностями человека.

Любая точка рулевого колеса должна находиться на расстоянии не менее 80 мм от других деталей автомобиля, за исключением переключателей, которыми пользуются, не снимая рук с руля.

Для определения положения основных органов управления легкового автомобиля относительно точки *H* можно пользоваться данными РД 37.001.003-82.

Расположение основных органов управления автомобилем:

- смещение центра рулевого колеса от продольной плоскости симметрии сиденья водителя не более ± 30 мм;
- угол наклона плоскости рулевого колеса от горизонтали в вертикальной плоскости не менее 15° ;
- расстояние между краями педалей тормоза и сцепления не менее 100 мм;
- расстояние между краями педалей тормоза и акселератора не менее 50 мм;
- расстояние от левого края педали сцепления до левой боковины стенки кабины не менее 120 мм;

- расстояние от правого края педали тормоза до правой боковой стенки кабины не менее 150 мм;
- расстояние от правого края педали акселератора до правой боковой стенки кабины не менее 25 мм;
- осевое смещение левого края педали тормоза от продольной плоскости симметрии сиденья водителя не более 75 мм.

Размеры должны замеряться на расстоянии $2/3$ длины стопы манекена от точки пятки.

Выбранное тем или иным способом расположение органов управления обязательно проверяется на соответствие требованиям действующих стандартов.

Положение передней стойки кузова или кабины определяет положение стоек ветрового окна, зная которое становится возможным выбирать его форму. Разумеется, это можно сделать только с учётом общей концепции внешнего архитектурного оформления кузова или кабины.

На большинстве легковых автомобилей и на многих грузовых (а также и на автобусах) применяются гнутые ветровые стекла. Они могут иметь различную форму, но в основе формы чаще всего лежит цилиндр или конус. Часто используют стекла, имеющие в средней части цилиндрическую форму, а в боковых - коническую.

После выбора расположения и формы ветрового окна, появляется возможность определения параметров обзорности автомобиля.

Под обзорностью понимают конструктивное свойство автомобиля или трактора, характеризующее объективную возможность и условия восприятия водителем визуальной информации, необходимой для безопасного и эффективного управления автомобилем или трактором. Параметры обзорности автомобиля зависят от того, к какой категории он относится.

Чтобы определить параметры обзорности, необходимо построить характеристические точки положения глаз водителя. Их положение определяется относительно точки *H*.

На расстоянии 68 мм назад относительно точки *H* проводится вертикальная прямая и на ней откладывается отрезок длиной 627 мм. От полученной точки вверх и вниз откладываются отрезки длиной по 38 мм. Полученные точки считаются характеристическими точками положения глаз водителя, от них и проводятся построения, определяющие обзорность. В соответствии с ГОСТ Р 51266-99, при построении положения характеристических точек учитывается диапазон регулирования положения сиденья (изменяется размер 68 мм) и конструктивный угол наклона спинки сиденья.

Обзорность через ветровое стекло определяется условными зонами. *A* и *B* на наружной поверхности стекла автомобиля. При этом нормативная зона *A* располагается внутри нормативной зоны *B* непосредственно перед водителем. Нормативное поле обзора *П* - условное поле передней обзорности в 180°-ном секторе, расположенном между горизонтальной плоскостью, проходящей на уровне глаз водителя (верхняя граница поля) и тремя другими плоскостями, составляющими в совокупности нижнюю границу поля.

Каждое автотранспортное средство должно быть оснащено зеркалами заднего вида, позволяющими водителю при обычно рабочей позе наблюдать дорогу позади транспортного средства и с боков от него. Геометрические построения для определения поля обзора через зеркала проводятся из окулярных точек, соответствующих расположению глаз водителя, процедура этих построений описана в стандарте ГОСТ Р 41.46-99. Размеры и параметры зеркал также указаны в стандарте.

Можно кратко сформулировать последовательность действий при компоновке рабочего места водителя автомобиля:

1. Размещается двухмерный посадочный манекен 95-го уровня репрезентативности. Высота сиденья выбирается с учётом типа автомобиля.
2. Определяется положение руля, педалей и других основных органов управления.
3. Компонуется посадка пассажира на заднем сиденье (для легкового автомобиля).

4. Ориентировочно определяются геометрические параметры дверных проёмов.

5. На сиденье водителя помещается двухмерный посадочный манекен 10-го уровня репрезентативности, и обеспечивается его удобная рабочая поза за счёт перемещения сиденья, и таким образом определяется необходимый диапазон регулирования положения сиденья.

6. Определяются параметры обзорности через ветровое окно и нормативного поля обзора.

7. Размещаются зеркала заднего вида, и обеспечивается обзорность через них.

8. Переходят к следующим этапам проектирования внутреннего пространства кабины: компоуется панель приборов, сиденья, элементы интерьера.

2.3 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий.

2.4 Контрольные вопросы

1. Что понимается под компоновкой посадки водителя?
2. Что используется для предварительного размещения водителя в кабине?
3. От чего зависит посадка водителя в транспортном средстве?
4. С чего начинают размещение водителя?
5. Исходя из чего назначают высоту сиденья?
6. От чего зависит положение рук водителя на рулевом колесе?
7. Что даёт увеличение диаметра рулевого колеса?
8. Какими данными пользуются для определения положения основных органов управления легкового автомобиля?
9. Что понимают под обзорностью?
10. От чего зависят параметры обзорности?

11. Из каких точек производятся геометрические построения для определения поля обзора через зеркала заднего вида?

3 Практическая работа № 3 Построение зоны расположения панели приборов, правила построения шкал приборов. Классификация шкал

Время проведения работы - 3 часа.

Цель работы: Изучение правил построения зоны расположения панели приборов, построения шкал приборов, классификации шкал.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к проведению практической работы:

- где располагаются средства отображения информации?
- какие вопросы необходимо решить на первой стадии компоновки приборной панели?

Задачи практической работы:

- изучить правила построения зоны расположения панели приборов;
- изучить правила построения шкал приборов;
- изучить классификацию шкал.

3.1 Построение зоны расположения панели приборов

Управление автомобилем или трактором представляет собой процесс непрерывного регулирования с помощью органов управления траектории движения и скорости на основе информации, которую водитель получает от объекта управления и окружающей среды через свои органы чувств. Основной канал получения этой информации - зрение. Значительная доля информации поступает к водителю от средств отображения информации (СОИ). Средства отображения информации могут быть различными: аналоговые и цифровые приборы разных видов, дисплеи, сигнальные лампы, индикаторы, световые табло и т.п. Они должны

быть расположены перед водителем в доступных для обозрения местах. Основная часть СОО помещается на панели, которую принято называть панелью приборов.

На первой стадии компоновки приборной панели необходимо решить два вопроса: как расположить приборную панель, и какую информацию она должна предоставлять водителю, т.е. какие средства отображения информации она должна содержать.

Современное транспортное средство имеет рулевое колесо, обычно панель приборов располагается за ним, что ограничивает её обзорность водителем. Такое взаимное расположение рулевого колеса и панели приборов характерно для автомобилей.

При компоновке рабочего места водителя в первом приближении место размещения панели приборов можно определить с помощью построений, показанных на рисунке 3.1.

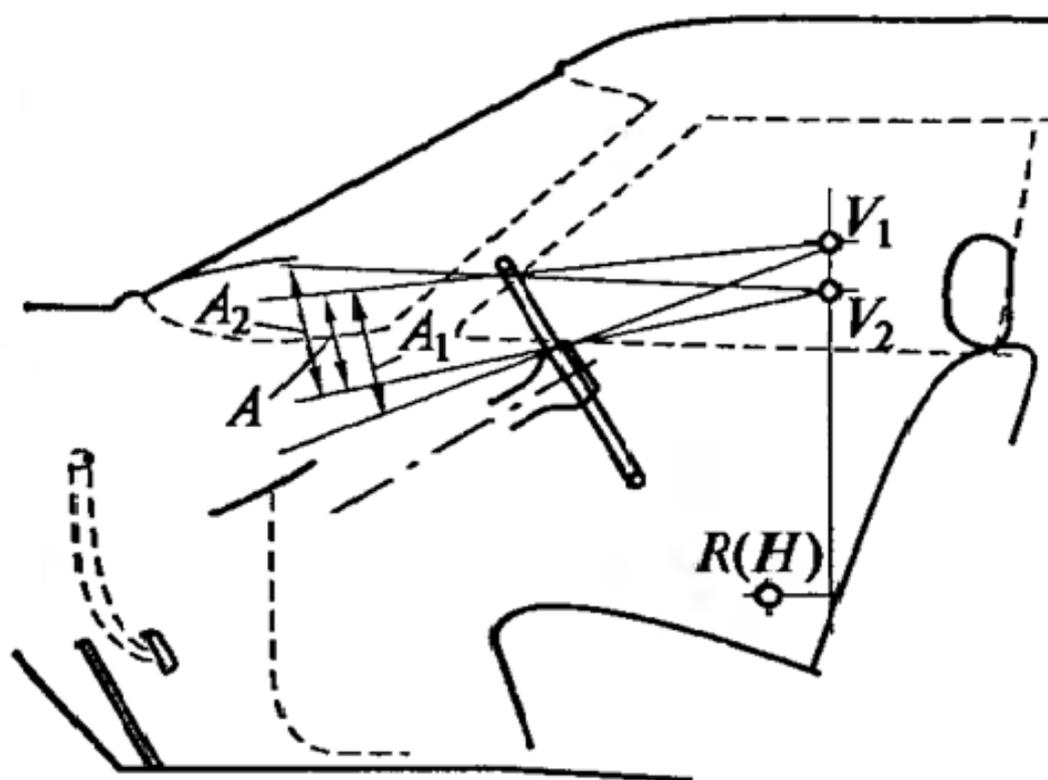


Рисунок 3.1 - Построение зоны расположения панели приборов

На боковой проекции автомобиля строятся характеристические точки положения глаз водителя V_1 и V_2 . Порядок их нахождения изложен в лекции. На

компоновочном чертеже должно быть указано положение рулевого колеса. Поскольку верхняя точка рулевого колеса обычно лежит вблизи нижней границы зоны обзорности переднего окна, то панель приборов приходится размещать таким образом, что она видна водителю только в пространстве между ободом рулевого колеса в его верхней части и ступицей рулевого колеса. Исходя из этого, проводим следующее построение. Из верхней характеристической точки положения глаз водителя V_1 проводим два луча: один через нижнюю кромку обода рулевого колеса, другой - через верхнюю кромку его ступицы. Эти лучи в ориентировочной зоне размещения панели приборов дают отрезок A_1 . Этот отрезок будет виден из точки V_1 . Затем из точки V_2 так же проведем два луча, они дадут отрезок A_2 который будет виден из точки V_2 . Очевидно, что изображенный на рисунке отрезок A будет виден из обеих точек. В этой зоне и следует располагать среднюю часть панели приборов.

Рисунок 3.1 определяет лишь ориентировочное положение панели приборов. Конструктор должен иметь в виду, что обзорность приборов будет ограничена не только сверху и снизу (ободом рулевого колеса и его ступицей в среднем сечении), но и с боков. Представление о реальной обзорности даёт рисунок 3.2.

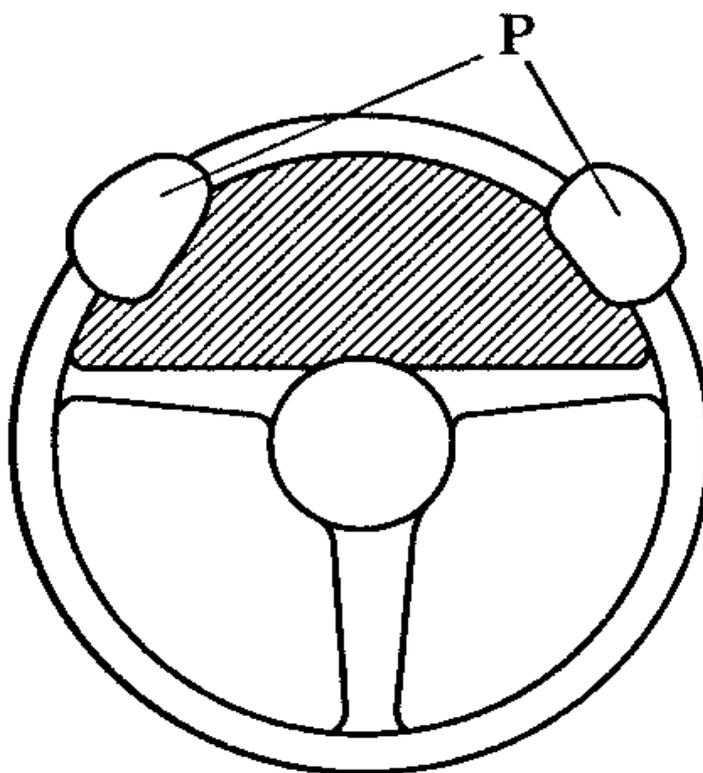


Рисунок 3.2 - Зона обзорности панели приборов через рулевое колесо

Кроме обода рулевого колеса и его ступицы, обзорности приборов мешают также руки водителя при их обычном положении на руле (помечены буквой *P*). Таким образом, водитель может видеть лишь зону, выделенную на рисунке штриховкой. Здесь и следует располагать основные средства отображения информации.

Панель приборов, расположенная за рулем - это не единственное место, где можно размещать средства отображения информации. Можно использовать пространство слева и справа от рулевого колеса, на консоли посередине автомобиля под передней панелью кузова, а также в передней части потолка кабины. Световые индикаторы иногда помещают над панелью приборов, у нижней кромки переднего окна.

При компоновке рабочего места водителя трактора следует руководствоваться действующими стандартами, касающимися размещения средств отображения информации (ГОСТ 12.2.019-86).

3.2 Правила построения шкал приборов. Классификация шкал

Для оценки свойств шкал автомобильных приборов используются разные методики. Используют исследовательский моделирующий комплекс, в некоторых случаях испытания проводятся в кабине реального транспортного средства.

На исследовательском комплексе кабина во время «движения» подвергается тряске, наклоняется вперед-назад и в стороны, создавая достаточно полную иллюзию езды по неровной дороге или испытательной трассе полигона. При специальных испытаниях вокруг кабины могут воспроизводиться различные шумовые эффекты, вспышки света и т.п.

Одним из основных обязательных приборов автомобиля является спидометр. Он располагается вблизи центра информационного поля панели приборов.

3.2.1 Основные рекомендации по конструктивному оформлению шкал и циферблатов приборов

Модуль оцифровки - форма представления чисел, соответствующих делениям шкалы. Он может быть нескольких видов:

- единичный (1 – 2 – 3 – 4 -);
- пятеричный (5 – 10 – 15 – 20 -);
- десятичный (10 – 20 – 30 -).

Наиболее удобный для чтения и дающий наименьший процент ошибок считывания - десятичный модуль. Если измеряемая величина выражается большими числами, то на шкале применяется десятичный модуль оцифровки, и указывается общий множитель, например, $\times 100$. Для тахометра можно применять единичный модуль с указанием общего множителя $\times 1000$, тогда частота вращения легко оценивается водителем в тысячах оборотов в минуту.

Число делений шкалы должно быть минимальным и соответствовать реальной точности измерительной системы. Например, указатель уровня топлива в баке обычно даёт довольно ориентировочные показания в связи со сложной формой бака и нелинейностью поплавкового датчика уровня. В этом случае достаточно поставить на шкале всего три деления (0 - 1/2 - 1).

Ориентация цифр должна быть горизонтальной. Это относится к обычному исполнению прибора, когда шкала неподвижна, а стрелка перемещается. В некоторых случаях круглую шкалу делают поворотной, а показания считываются, когда деление шкалы подходит к неподвижному указателю.

Равномерность шкалы. Шкала прибора должна быть равномерной. Это важное эргономическое требование. Однако известно, что многие измерительные устройства, применяемые на автомобилях и тракторах, и, соответственно, шкалы их приборов, имеют существенную нелинейность. Выход заключается в компромиссе: оцифровка делается равномерной, а основные деления, соответствующие оцифровке, наносятся в тех местах, где они должны быть для указания соответствующих оцифровке величин. При этом шкала получается несколько неравномерной, но это

чаще всего удаётся сгладить различными дизайнерскими приёмами. Так, шкалы спидометров в области очень малых скоростей движения (а здесь нелинейность особенно велика) часто вообще не имеют делений, а стрелка начинает отклоняться, например, только со скорости 10 или более км/ч.

Возрастание показаний приборов. При возрастании показаний прибора стрелка (указатель) должна перемещаться: при круговой шкале - по часовой стрелке; при дуговой и прямоугольной горизонтальной - слева направо; при прямоугольной вертикальной - снизу вверх.

Система делений и цифр для приборов одного размера и установленных рядом должна быть одинаковой. Например, если спидометр и тахометр помещены в среднюю часть информационного поля приборной панели, то их шкалы должны иметь одинаковые размеры цифровых обозначений, основных и дополнительных штрихов.

Расположение указателя и делений шкалы должно быть таким, чтобы конец стрелки (указателя) находился возможно ближе к делениям шкалы, а сама стрелка не перекрывала оцифровку.

Размеры цифр и линий выбираются в зависимости от расстояния, на котором шкала находится от водителя, и от общего дизайнерского решения панели. Обычная высота цифр на шкалах от 6 до 10 мм при толщине линий от 0,5 до 1,0 мм. Ширина штриха чаще всего колеблется от 1 до 2 мм, длина от 5 до 10 мм, оцифрованные штрихи должны быть существенно толще и длиннее остальных.

Размер шкал приборов, несущих наиболее важную информацию, желательно выполнять диаметром от 120 до 130 мм, менее важную от 70 до 80 мм, остальных - 50 мм.

Цветовое решение шкал приборов - очень важная характеристика, существенно влияющая на надёжность считывания информации. Оптимальный цвет шкалы автомобильного или тракторного прибора - черный матовый при белых цифрах и штрихах. Надо учитывать, что стандарты предусматривают необходимость максимального контраста между цветами шкалы (фона) и символов.

Подсветка приборов должна обеспечивать хорошую видимость их в тёмное время суток. Чаще всего она выполняется лампочками, расположенными внутри прибора и освещающими его шкалу рассеянным светом.

3.3 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий.

3.4 Контрольные вопросы

1. Какие бывают средства отображения информации?
2. Что учитывается при компоновке приборной панели?
3. Построение зоны расположения панели приборов.
4. Качественная и количественная информация на панели приборов.
5. Правила построения шкал приборов.
6. Классификация шкал.

4 Практическая работа № 4 Компоновка салонов автомобиля, автобуса, кабины трактора. Методы разработки форм кузовов и кабин. Эргономические требования, дизайн

Время проведения работы - 4 часа.

Цель работы: Изучить методы разработки компоновки салонов автомобиля, автобуса, кабины трактора и эргономические требования, дизайн.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к проведению практической работы:

- в чём заключается компоновка салонов и кабин?
- что используется при компоновке салонов и кабин?

Задачи практической работы:

- изучить компоновку салонов автомобилей, автобусов и тракторов;
- изучить методы разработки форм кузовов и кабин;
- изучить проектирование промышленных изделий, обладающих эстетическими свойствами.

4.1 Компоновка салонов автомобиля, автобуса, кабины трактора

Внутреннее пространство легкового автомобиля, автобуса и трактора существенно различается, поэтому при разработке салона или кабины автомобиля или трактора необходимо определить геометрические параметры помещения, в котором располагаются люди, разместить в нём достаточно удобные сиденья и выполнить отделку внутренних поверхностей.

4.1.1 Компоновка салона легкового автомобиля

На рисунке 4.1 схематично показана боковая проекция салона. Положение водителя определяется координатами точки H_1 (R_1) относительно элементов кузова (a и e по рисунку). Размещение водителя рассмотрено в разделе компоновка рабочего места водителя. Поэтому проанализируем размещение пассажира, находящегося на заднем сиденье, пассажир на переднем сиденье располагается аналогично водителю.

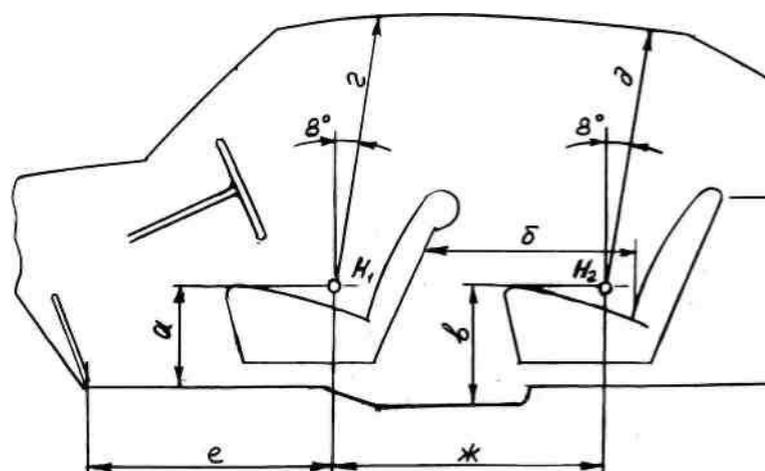


Рисунок 4.1 - Схема салона легкового автомобиля

Будем полагать, что сиденье водителя находится в крайнем заднем положении, форма сиденья и толщина спинки в основном определены. На компоновочном чертеже стараются разместить двухмерный манекен пассажира 95-го уровня репрезентативности таким образом, чтобы его колени не упирались в спинку переднего сиденья, а высота сиденья была достаточной для удобной посадки и не приводила бы к излишнему уменьшению расстояния от точки H_2 до крыши. Для упрощения задачи можно воспользоваться изложенными ниже рекомендациями.

Для автомобиля среднего класса можно принять следующие размеры (рисунок 4.1): b - 650 мм; e - 345 мм; δ - 850 мм. Размер $ж$ при этом будет близок к 800 мм. Разумеется, что здесь указаны ориентировочные размеры, конкретные их значения

получатся при реальной компоновке с учётом предполагаемого силуэта кузова, высоты водительского сиденья и других факторов, а прежде всего - от класса автомобиля. Координаты точек H_1 и H_2 определяются с учётом деформации подушки сиденья и спинки от веса сидящего человека. Для компоновки небольшого автомобиля пассажирское сиденье будет размещено ближе к спинке водительского, и, возможно, будет использован манекен 50-го уровня репрезентативности.

Как ориентировочные, укажем также размеры, касающиеся переднего сиденья: a - 260 мм; e - 800 мм; z - 875 мм.

Глубина сиденья обычно составляет от 40 до 520 мм, действительная высота спинки, находящейся в контакте со спиной пассажира от 540 до 600 мм (для водительского сиденья глубина составляет от 450 до 500 мм, а действительная высота спинки от 500 до 560 мм).

Все размеры, относящиеся к приведённой компоновочной схеме, следует считать минимально допустимыми.

Статистический анализ компоновочных размеров автомобилей различных классов показывает, что продольные размеры, определяющие посадку водителя, мало зависят от класса машины, а размеры, относящиеся к пассажирскому сиденью, значительно растут с повышением класса.

Проведённые в соответствии с рисунком 4.1 построения позволяют в основном определить боковую проекцию пассажирского салона. Ширина салона, а вместе с тем и всего автомобиля, существенно зависит от ширины сидений.

Определённые сложности вызывает зона в задней части подушки пассажирского сиденья, в «углу» между подушкой и спинкой, потому что здесь располагаются передние обводы задних колёсных ниш. Можно уменьшить базу автомобиля или, напротив, увеличить длину салона при неизменной базе, если сиденье «задвинуть» в пространство между колёсными нишами, но тогда уменьшится его ширина. Уменьшение базы чаще всего позволяет уменьшить и габаритную длину автомобиля, и его массу. Обычно вопрос взаимного положения колёсных ниш и сиденья решается компромиссом, и окончательный ответ можно найти с помощью посадочного макета.

4.1.2 Компоновка салона автобуса

Автобусы, в соответствии с действующими стандартами, могут быть большой и малой вместимости.

Автобусы большой вместимости, т.е. транспортные средства для перевозки людей, вместимостью более 22 стоящих или сидящих пассажиров, имеют габаритную ширину более 2,3 м, делятся на три класса:

I - городские автобусы;

II - междугородные автобусы;

III - туристские автобусы.

Промежуточное положение между городскими и междугородными занимают пригородные автобусы, они не выделены в самостоятельный класс и имеют черты того и другого. Транспортные средства общего пользования малой вместимости (менее 22 пассажиров, исключая водителя), часто называют автобусами малой вместимости.

Рассмотрим вначале автобусы большой вместимости (ГОСТ Р 41.36-99 (Правило ЕЭК ООН № 36)).

При компоновке салона автобуса необходимо учитывать его тип (назначение), пассажировместимость и размеры сидений, а также движение пассажиров в нём при посадке-высадке.

В городских автобусах предусматриваются места для стоящих пассажиров и принимаются меры для их беспрепятственного перемещения. Междугородные автобусы используются в основном для перевозки сидящих пассажиров, но допускается и перевозка стоящих пассажиров в проходе или в специальном месте. Туристские автобусы используются исключительно для перевозки сидящих пассажиров, они снабжаются комфортабельными сиденьями, туалетом, баром или буфетом.

Автобусы должны иметь определённое количество дверей. Различают служебные двери (они используются пассажирами при нормальной эксплуатации) и запасные двери (они устраиваются дополнительно к служебным дверям и

используются в исключительных обстоятельствах, при опасности). Кроме того, предусматриваются аварийные выходы (окна, люки).

Минимальное число служебных дверей зависит от числа пассажирских мест и класса автобуса, оно регламентировано стандартом. Общее число дверей - не менее двух. Общее количество выходов, включая аварийные, также определяется стандартом.

Ширина одинарной служебной двери - не менее 65 см, сдвоенной - не менее 120 см, остальные размеры выходов указаны в стандарте.

Проходы в автобусах должны быть выполнены таким образом, чтобы обеспечивалось свободное прохождение контрольного устройства, состоящего из двух соосных цилиндров и конуса между ними.

Определённое пространство пассажирского салона занято ступеньками у служебных и аварийных дверей. Размеры ступенек по высоте, глубине и ширине задаются стандартом.

Пассажирские сиденья в автобусе могут быть индивидуальными или непосредственно примыкать друг к другу по ширине.

Важное значение имеют продольные размеры, определяющие размеры собственно сидений и шаг их расположения вдоль салона. В значительной степени эти параметры задают размеры салона или, при неизменной его длине, обуславливают пассажироместимость автобуса.

Глубина подушки сиденья должна быть не менее 350 мм для автобусов класса *I* и 400 мм для автобусов классов *II* и *III*.

Поперечное сечение автобусного кузова часто бывает не прямоугольным, а несколько зауженным в верхней части. В связи с этим боковые стенки получаются не вертикальными и сужают вверху внутреннее пространство салона. В нижней части, у самого пола, проходят различные трубопроводы, и их кожухи также выступают внутрь салона. Допустимые размеры этих выступов также оговариваются стандартом.

Расположение поручней для стоящих пассажиров, оговоренное стандартом, проверяется специальным испытательным устройством. Кроме поручней и опор для рук стоящих пассажиров, предусматриваются также поручни у служебных дверей.

Автобусы малой вместимости, рассчитанные для перевозки не более 22 сидящих или стоящих пассажиров, подразделяются на два класса:

- класс А (для перевозки стоящих и сидящих пассажиров);
- класс В (транспортные средства, не предназначенные для перевозки стоящих пассажиров, все пассажиры располагаются на сиденьях).

Требования стандартов к интерьеру и компоновке салона этих транспортных средств в основном такие же, как к автобусам большой вместимости, но имеются некоторые отличия (ГОСТ Р 41.52-2001 (Правило ЕЭК ООН № 52)), касающиеся количества и расположения дверей, а также размеров проходов. Размеры сидений по ширине и взаимному расположению должны быть такими же, как для автобусов большой вместимости класса I (городских).

4.1.3 Компоновка кабины трактора

Управление машинотракторным агрегатом осуществляется одним водителем, и на тракторах в большинстве случаев достаточно устанавливать одноместные кабины. В связи с этим компоновка внутреннего пространства кабины, ее интерьер, по существу определяется компоновкой рабочего места оператора.

Нормируют минимальные размеры одноместных кабин, в основном ширину и высоту. При этом руководствуются антропометрическими данными водителя 95-го уровня репрезентативности. Длину кабины не регламентируют, так как она во многом зависит от компоновки трактора.

При компоновке рабочего места водителя трактора, прежде всего, необходимо определить минимальные размеры и геометрическую форму поверхностей, ограничивающих пространство внутри кабины вокруг располагающегося на сиденье в удобной рабочей позе оператора. Эти параметры задаются стандартами. Изменять ограничивающие размеры в меньшую сторону нельзя, и обычно их увеличивают,

потому что в кабине предусматривается место для верхней одежды, аптечки, термоса с водой или пищей, а иногда и для второго сиденья.

Внутренние размеры кабины задаются от контрольной точки отсчёта сиденья (КТС) по ГОСТ 27715-88. Минимальные размеры одноместной кабины и кабины с дополнительным сиденьем, рассчитанные на работу сидя, для сельскохозяйственных и лесохозяйственных тракторов приведены на рис. 2.19 и регламентируются ГОСТ 12.2.120-88, а для промышленных тракторов на рис. 2.20 (ГОСТ 12.2.121-88).

ГОСТ 12.2.120-88 установлены размеры одно- и двухместных кабин сельскохозяйственных и лесохозяйственных тракторов. Для одноместной кабины минимальная высота 1010 мм, минимальная ширина 900 мм на высоте от 310 до 810 мм от горизонтальной плоскости, проходящей через КТС. Ширина двухместной кабины на этой же высоте должна быть не менее 1400 мм. Расстояние от вертикальной плоскости, проходящей точку отсчёта сиденья (ТОС), до задней стенки кабины должно быть не менее 365 мм. Необходимо учитывать также минимальное расстояние от рулевого колеса до любых конструктивных элементов кабины.

К конструктивным элементам, обеспечивающим безопасный вход и выход из кабины трактора, относятся следующие: дверной проём и двери кабины, ступеньки, поручни, аварийный люк. Полностью удовлетворяет требованиям безопасности по входу и выходу кабина со следующими параметрами:

- высота пола кабины от опорной поверхности 1008 мм;
- высота дверного проёма 1600 мм;
- ширина дверного проёма 400 мм;
- ширина, глубина и высота ступеньки над уровнем опорной поверхности соответственно 300, 100 и 520 мм;
- расстояние между поверхностью пола и уровнем последней ступеньки 316 мм;
- угол выноса ступеньки наружу от 55° до 65°.

В соответствии с требованиями международных стандартов (ИСО) и отечественных стандартов, тракторы должны быть оборудованы подножками и (или) лестницами при обязательном наличии поручней и (или) перил. Расположение, размеры, требования к материалам этих элементов оговорены стандартом. В качестве промежуточных подножек могут быть использованы конструктивные элементы иного назначения.

Необходимо учитывать значения параметров, регламентирующих требования доступа водителя к рабочему месту. Расстояние между кромкой проёма двери и подушкой сиденья должно быть не менее 300 мм при среднем по регулировкам положении сиденья.

Стандартом установлены размеры дверного проёма при максимально возможном открытии двери. Если оператор работает сидя, то высота дверного проёма должна быть не менее 1300 мм, а если в положении стоя - 1800 мм. Если двери открываются менее чем на 90°, размеры дверного проёма должны быть увеличены.

Кабина трактора должна иметь не менее трёх аварийных выходов, которыми могут быть двери, окна, люки, причём каждый выход следует размещать на противоположных сторонах (стенках, в крыше) кабины. Это требование важно соблюдать для повышения безопасности при опрокидывании трактора и заклинивании дверей. Размеры аварийных выходов должны соответствовать размерам дверного проёма или быть не менее: 600х600 мм для квадратного сечения; 470х650 мм для прямоугольного; 700 мм в диаметре для круглого; или в виде эллипса с главными осями не менее 640 и 440 мм. Аварийные выходы должны открываться без применения инструмента. Окна кабины, если они предназначены для аварийного выхода, должны быть оснащены средствами для разбивания или оперативного демонтажа стекол.

4.2 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий.

4.3 Контрольные вопросы

1. Как измеряется высота потолка над сиденьем легкового автомобиля?
2. Как измеряется высота потолка над сиденьем водителя грузового автомобиля?
3. Предусматриваются ли места для стоящих пассажиров в специальных туристских автобусах?
4. В каких случаях используются запасные двери в туристских автобусах?
5. В каком случае обеспечивается наименьшая амплитуда колебаний человека на сиденье?

5 Практическая работа № 5 Теория промышленного дизайна. Техническая эстетика. Композиция. Средства композиции. Пропорции. Симметрия и асимметрия. Статика и динамика. Тектоника

Время проведения работы - 2 часа.

Цель работы: Изучить теорию промышленного дизайна, понятия техническая эстетика, композиция, средства композиции, пропорции, симметрия и асимметрия, статика и динамика, тектоника.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к проведению практической работы:

- направление дизайна, связанное с конструированием автомобилей;
- понятие объёмно-пространственной структуры.

Задачи практической работы:

- изучить средства композиции;
- изучить пропорции, симметрию и асимметрию;
- изучить статику и динамику при художественном конструировании.

5.1 Теория промышленного дизайна. Тектоника

Дизайн (от англ. *desing* - замысел, проект, чертёж, рисунок) - это художественно-конструкторская деятельность в промышленности, охватывающая творчество дизайнера (художника-конструктора), методы и результаты его труда и условия их реализации в производстве. Цель дизайна - создание новых видов и типов промышленных изделий высокого технического уровня, отвечающих требованиям общественной пользы, удобства эксплуатации и красоты.

Одним из направлений промышленного дизайна является теория художественного конструирования автомобилей и тракторов, которая тесно связана с теорией композиции, являющейся частью комплексной науки - технической эстетики, лежащей на стыке ряда наук и областей деятельности.

Теория композиции базируется на двух основных категориях: тектоники и объёмно-пространственной структуре.

Под тектоникой (от греч. *tektonikos* - относящийся к строительству) понимают зримое выражение в форме конструктивной основы, несущей способности, устойчивости предмета и его отдельных частей.

Под конструктивной основой понимают работу несущей части конструкции, характер распределения главных усилий, соотношение масс, организацию конструктивных материалов и т.п. Форма должна чётко отражать все эти особенности конструктивной основы.

Тектоника даёт представления о характере работы конструкции и материала, определённым образом выраженных в конкретной форме.

Второй не менее важной категорией композиции является объёмно-пространственная структура изделия. Любая форма так или иначе взаимодействует с пространством. Значит, как бы ни была построена форма, можно с полным правом говорить о двух основных компонентах структуры: объёме и пространстве. Важнейшей из закономерностей хорошо организованной объёмно-пространственной структуры является органичность связей между отдельными элементами или частями структуры.

Важным условием целостности объёмно-пространственной структуры является её общая упорядоченность. Только упорядоченность, то есть сознательно или подсознательно прочитываемый принцип её построения, делает структуру гармоничной. Если упорядоченность отсутствует и связи элементов случайны, восприятие структуры затрудняется.

Автомобиль или трактор можно рассматривать как типичную объёмно-пространственную структуру.

Опыт художественного конструирования показывает, что главным, организующим объёмно-пространственную структуру началом должна явиться композиционная группировка её элементов в некие общности.

Ещё одной важной закономерностью объёмно-пространственной структуры является единство её строя, необходимость считаться с его общим характером, поддерживать и развивать строй главных элементов структуры в строе её малых, частных элементов. Несоблюдение этой закономерности приводит к появлению чужеродных частей структуры, которые «не желают уживаться» с остальными.

Отношения материал - пространство несут в себе тектонические характеристики, а отношения объём - пространство дают представление об объёмно-пространственной структуре. Конструкция должна «работать». Слабо загруженная, она теряет свое тектоническое звучание, а, следовательно, и эстетическую выразительность.

5.2 Композиция. Средства композиции. Статика и динамика. Пропорции. Симметрия и асимметрия

Под композицией понимают строение, соотношение частей и целой объёмно-пространственной структуры объекта. Композиция является фактором, связывающим конструкцию (компоновку) с эстетической формой, т. е. посредством её закономерностей конструкции изделия можно придать эстетическую форму.

Целостность формы промышленного изделия отражает логику и органичность связи конструктивного решения с его композиционным воплощением. Композиционно организованная форма воздействует на человека в процессе утилитарного потребления изделия, в процессе работы (применительно к автомобилю - при поездке в нём).

Для достижения композиционной целостности формы дизайнер должен соподчинить основные формообразующие элементы изделия.

Композиционное равновесие - это такое состояние формы, при котором все элементы изделия сбалансированы между собой.

Одним из наиболее ярких и наглядно проявляющихся свойств композиции является симметрия. Во-первых, это свойство - состояние формы; во-вторых - средство, посредством которого организуется форма; в третьих - наиболее активная закономерность композиции.

Применительно к колёсному транспорту важным качеством композиции является динамичность. Форму активно односторонне направленную, как бы вторгающуюся в пространство, принято называть динамичной. Если динамичность ярко выражена, она может стать главным, определяющим композицию, качеством. Равенство размеров тела по трём пространственным координатам характеризует относительную статичность формы. Контраст в этих соотношениях создаёт при зрительном восприятии эффект динамичности в направлении преобладающей размерности, например длины. Динамичная форма свойственна скоростным автотранспортным средствам, к числу которых следует отнести легковые автомобили, и в первую очередь спортивно-гоночные, междугородные автобусы, магистральные автопоезда. В этом случае построение их динамичной формы в значительной мере определяется законами и требованиями аэродинамики.

Метрический повтор (метр) в композиции - повторение какого-либо элемента. Под ритмом в технической эстетике понимают повторность тех или иных сходных составляющих формы и композиции через определённые соизмеримые промежутки. Метр представляет собой предельно упрощенный ритм.

Ритм и метр отражают количественное изменение в форме, которое относится к любым её элементам: отдельным линиям, целым образованиям и цвету, являющемуся самостоятельным средством формообразования. Окружность и другие линии, являясь формальными чертами предмета, выступают в виде контуров отдельных элементов и всего предмета в целом и образуют ритмический и метрический строй. Ритмический и метрический строй образуются и с помощью масс, цвета.

Метр может быть простым, если состоит из однородных элементов, и сложным - при включении разнородных. Примером сложного метра может служить метр, составленный из окон, дверей и промежутков между ними в форме

конструкции кузова автобуса. Метр выглядит законченным, если его крайние промежутки больше остальных.

Акцент в технической эстетике - выделение художественными средствами какого-либо элемента формы. Акцент увеличивает её выразительность. Для акцентирования используют самые разные закономерности и средства формообразования, а также цвет и его контрастные сочетания.

Под нюансом в технической эстетике понимают закономерность тонкой проработки формы, придающей ей особое свойство пластичности. Закономерность нюанса широко используется как средство формообразования для выражения тектоничности акцентирования элементов формы предмета, образования метра и ритма. Она приобретает особое значение в формообразовании при зримом оптическом искажении формы, которое исправляется главным образом нюансировкой.

5.2.1 Пропорции

Под пропорциями в технической эстетике понимают соразмерность элементов, систему отношений частей формы предмета между собой и с целым, придающую ему гармоническую целостность и художественную завершённость. Трудно представить себе пропорционирование автомобиля или трактора до определения кинематической схемы его трансмиссии и общей компоновки. После уточнения конструкции с помощью расчётов, определения габаритных размеров сборочных единиц и деталей дизайнер может представить себе форму и уточнить размерные соотношения главных элементов объёмно-пространственной структуры. Стадии инженерной отработки конструкции предшествуют и опережают отработку формы, в результате чего пропорции автомобиля (трактора) являются производными от его компоновки.

В художественном конструировании часто пользуются модульными пропорциями, или пропорциями кратных отношений. Их можно применять, если в основе пропорционального строя лежит условная единица, называемая модулем. В

качестве модуля пропорций тела человека принята линейная величина, равная 50 мм. Пропорции тела человека называют золотым сечением. Золотое сечение (гармоническое деление в крайнем и среднем отношении) - это деление отрезка на две части. Среди других пропорций, делающих форму красивой, используют арифметическую и геометрическую пропорции.

Гармоничность, придаваемая отношением золотого сечения форме, обусловила применение его в технике.

5.2.2 Симметрия и асимметрия

Под симметрией понимают такой порядок в построении формы, при котором соблюдается соразмерность, пропорциональность и расположении частей и целого относительно осевой линии, центра. Различают осевую, зеркальную и центральную симметрии. Все они используются в автотракторостроении. По закону симметрии организуют виды автомобилей и тракторов спереди, сверху и сзади. Абсолютной симметрии в природе практически не существует. В технике же широко используется отступление от симметрии, что вызвано условиями работы и функционирования машин.

Под асимметрией в технической эстетике понимают такой порядок в форме, при котором строго соблюдается уравновешенность масс относительно главного элемента композиции. У трактора такими элементами являются ходовая часть и система навески. Уравновешивание масс трактора должно осуществляться с учётом агрегируемой машины относительно продольной базы, определяемой положением движителей. Нарушение закономерности равновесия масс при асимметрии приводит к нарушению закономерностей тектоники и ритма.

5.3 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий.

5.4 Контрольные вопросы

1. Цель дизайна.
2. На каких основных категориях базируется теория композиции?
3. Что понимают под тектоникой?
4. Что понимают под композицией?
5. Что означает композиционное равновесие?
6. Какую форму называют динамичной?
7. Что означает метрический повтор (метр) в композиции?
8. Что понимают под ритмом в технической эстетике?
9. Что называют акцентом в технической эстетике?
10. Что понимают под нюансом в технической эстетике?
11. Что понимают под пропорциями в технической эстетике?
12. Симметрия и асимметрия в технической эстетике.

6 Практическая работа № 6 Конструкция, форма и композиция. Требование технической эстетики. Виды и назначение макетов. Виды поверхностей, способы построения и способы фиксации поверхностей.

Время проведения работы - 2 часа.

Цель работы: Изучить виды и назначение макетов. Виды поверхностей, способы построения и способы фиксации поверхностей.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к проведению практической работы:

- виды конструкций;
- групповые требования к автомобилям и тракторам.

Задачи практической работы:

- изучить связь конструкции, формы и композиции;
- изучить виды и назначение макетов;
- изучить виды поверхностей и способы построения поверхностей.

6.1 Конструкция, форма и композиция. Требование технической эстетики

Под конструкцией понимают структуру изделия, её состав, взаимное расположение и связь элементов. Определение понятия «конструкция» сходно с определением понятия «композиция». Рассмотрим различия между ними. Элементами композиции является как отдельные детали, так и сборочные единицы, агрегаты автомобиля и трактора (передний мост, сцепление, коробка передач, задний мост, двигатель, кузов, кабина). По форме, внешнему виду различают открытые, закрытые и комбинированные конструкции. К открытым относятся

конструкции велосипеда, мотоцикла; к закрытым - легкового автомобиля, автобуса; к комбинированным - трактора, грузового автомобиля, автопоезда.

Под формой понимают внешнее очертание, наружный вид автомобиля или трактора. В отличие от элементов конструкции элементами формы являются линии, точки, плоские и криволинейные поверхности, а также их сочетание в различных комбинациях. Основные свойства формы - пространственность, протяжённость, конечность, прерывность, бесконечность, глубина и т.п. Среди форм различают природные (форма листа, дерева) и воссозданные человеком (все изделия). Они делятся на расчётные (формы винта судна, крыла самолёта) и относительно производственные, порожденные фантазией как структура в формах функциональности изделия. Расчётные и относительно производственные формы, в свою очередь, разделяют на постоянные и переменные. Примером переменных могут служить формы автомобилей, тракторов и др.

Форма представляет собой структуру взаимосвязанных в пространстве элементов. Она взаимодействует с самим пространством. Объёмно-пространственная структура - это уже категория композиции. Под композицией понимают строение, соотношение частей и целой объёмно-пространственной структуры объекта. Композиция является фактором, связывающим конструкцию (компоновку) с эстетической формой, т.е. посредством её закономерностей конструкции изделия можно придать эстетическую форму. К важнейшим свойствам композиции относятся целостность, выразительность, статичность, динамичность и т.п. Различают объёмные, плоские и линейные композиции. Если форма в пространстве имеет приблизительно одинаковые размеры, направления координатных осей, то композиция относится к объёмной.

Значительное отличие размера в направлении одной из координатных осей по отношению к двум другим приводит к плоской и линейной композиции. Если один из относительных размеров мал, то композиция плоская. Плоскую композицию часто называют фронтальной. Объёмная композиция может рассматриваться условно состоящей из фронтальных. Так, в автомобиле и тракторе их виды спереди, сзади, сбоку представляют собой набор взаимосвязанных фронтальных композиций.

Виды спереди и сзади построены в основном по закону симметрии, а вид сбоку - по закону асимметрии. В основе композиции лежат замысел, идея, мотив, приводящие к упорядочению и соподчиненности элементов формы.

Эстетические требования представляют собой потребность человека в выражении потребительских свойств изделия или комплекса через чувственно воспринимаемые признаки формы. Эстетичность - обобщённое требование к изделию. В его структуру входят групповые и единичные эстетические требования, которые конкретизируются относительно изделий определённого типа или назначения. Применительно к автомобилям и тракторам, разрабатываемым в настоящее время, групповыми требованиями являются: информативность формы, композиционное совершенство и гармоничность.

Информативность формы обеспечивается наличием в ней признаков, которые позволяют потребителю без труда опознать в изделии его назначение, тип, марку, возможные варианты и порядок функционирования, завод-изготовитель. Все это вместе взятое есть опознаваемость изделия.

Опознаваемость изделия достигается путём выделения художественными средствами главных элементов в общем композиционном строе формы, а также за счёт наличия знаковых элементов-эмблем, символов общепринятых кодов, надписей.

Композиционное совершенство формы требует наличия в ней главного мотива - идеи, которая ложится в основу всего композиционного строя. Отсутствие композиционной идеи в форме автомобиля и трактора разрушает его целостность.

Второе требование композиционного совершенства - соответствие композиционной основы функционально-конструктивной характеристики машины, т. е. согласованность его конструктивного решения с эстетической характеристикой объёмно-пространственной структуры.

Третье требование - способность гармонично входить в комплекс машин - предопределяет разработку набора, составляющего предметную часть производственной среды.

Четвёртое требование - увязка элементов графики и цветового решения - продиктовано тем, что элементы графики, носители информации, должны быть хорошо заметны. Их выделение на общем фоне вносит в форму некоторое контрастное начало, придаёт ей большую выразительность, делает её эстетически совершеннее.

6.2 Виды и назначение макетов. Виды поверхностей, способы построения и способы фиксации поверхностей

Основой для разработки внешних форм автомобиля или трактора является эскизная компоновка. В ходе эскизной компоновки предварительно определяются размеры и взаимное расположение основных частей машины и её агрегатов, геометрические параметры салона или кабины, положение водителя и пассажиров, расположение сидений и органов управления, положение багажа, если он предусматривается, или груза, если автомобиль грузовой. Чаще всего разрабатывается несколько вариантов компоновочных схем, из которых выбирается одна. Эскизная компоновка является составной частью технического задания.

Эскизный компоновочный чертёж представляет собой изображение автомобиля или трактора в трёх проекциях. Для автомобилей за начальные координатные плоскости на чертеже принимают:

- вертикальную продольную плоскость симметрии;
- вертикальную поперечную плоскость, проходящую через геометрическую ось передних колёс;
- горизонтальную произвольно выбранную плоскость, часто проходящую по верхним или нижним поверхностям лонжеронов рамы грузового автомобиля или пола несущего кузова.

Чертеж выполняется в масштабе (чаще всего 1:5) и снабжается координатной сеткой, частота делений которой обычно принимается равной 200 мм.

В эскизной компоновке указываются основные размеры разрабатываемой машины: габаритная длина, ширина и высота, колёсная база (расстояние между

осями передних и задних колёс), если разрабатывается колёсное транспортное средство, колея (расстояние между средними плоскостями правого и левого колёс или гусениц), дорожный просвет, передний и задний свесы. Недостающие размеры определяются с помощью координатной сетки. На компоновочном чертеже предварительно наносятся очертания крыши, капота, переднего и заднего стёкол, поперечных контуров кузова или кабины.

Работа над внешним обликом машины обычно начинается с графических эскизов, выполняемых вручную или с помощью компьютера.

Несмотря на широкие возможности компьютерной графики, разработать объёмно-пространственное решение кузова или кабины удаётся только с помощью макетов.

Макеты, создаваемые в процессе проектирования автомобиля или трактора, бывают нескольких видов.

Прежде всего, разрабатывается масштабный макет. Основным материалом при создании масштабного макета - пластилин.

Макет помещается на жёсткой прочной плите, чаще всего деревянной, которая располагается на такой высоте над полом, чтобы объект разработки можно было видеть в том ракурсе по высоте, как это было бы при наблюдении реальной машины. Плита снабжается масштабной сеткой, прочерченной на её поверхности.

Помещение, в котором проводятся макетные работы, должно быть достаточно большим - от 5 до 8 м, чтобы можно было рассматривать макет со всех сторон с расстояния. Для работы в меньшем помещении масштабный макет лучше выполнять на плите, которая установлена на жёстком штативе и может поворачиваться.

Масштабный макет позволяет решить несколько задач. Прежде всего, проверяется общая концепция внешнего облика машины и, при необходимости, намечаются пути её развития. Масштабный макет служит также для изготовления пластмассовой модели (копии) для последующей продувки её в аэродинамической трубе.

Масштабные макеты, тем более в сочетании с компьютерной графикой, дают большой объём информации о будущем автомобиле или тракторе, но для

окончательного решения относительно формы объекта необходимо видеть его в натуральную величину. Для этого строится макет внешних форм в масштабе 1:1.

Макет в натуральную величину строится на чугунной плите, которая устанавливается вровень с полом.

Основой для создания поверхности макета в масштабе 1:1 служат шаблоны, снятые с масштабного макета с соответствующим пересчётом размеров.

Макет внешних форм в натуральную величину является основой для точной разработки поверхности. С него снимаются шаблоны, и их очертания переносятся на плаз. Плаз (плазовый чертёж) поверхности представляет собой систему сечений поверхности кузова поперечными, продольными горизонтальными и продольными вертикальными плоскостями. Каждое такое сечение - кривая линия.

На основании выверенных плазовых чертежей поверхности изготавливается мастер-макет кузова. Он состоит из отдельных крупных деревянных блоков, мастер-моделей, которые точно состыковываются друг с другом.

В настоящее время такая работа проводится редко, так как чаще используется компьютер. Имеются многочисленные компьютерные программы, позволяющие конструктору или дизайнеру построить все поверхности, определяющие кузов, и кузов в целом, не прибегая к выполнению чертежей на бумажных или иных подобных носителях. Применение компьютерных технологий не исключает изготовления макетов, но делает общий процесс создания кузова или кабины более целенаправленным.

6.3 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий.

6.4 Контрольные вопросы

1. Что относится к элементам композиции?

2. Как различаются конструкции по форме и внешнему виду?
3. Что понимают под формой?
4. Основные свойства формы.
5. Что понимают под композицией?
6. Основные свойства композиции.
7. Что лежит в основе композиции?
8. В чём заключается информативность формы?
9. Требования композиционного совершенства.
10. Методы разработки форм кузовов и кабин.
11. Виды и назначение макетов.

7 Практическая работа № 7 Аэродинамика и дизайн автомобиля. Связь дизайна и аэродинамики колёсной машины. Задачи аэродинамического проектирования автомобиля. Влияние аэродинамики на потребительские свойства колёсной машины.

Время проведения работы - 4 часа.

Цель работы: Изучить связь аэродинамики и дизайна автомобиля, влияние аэродинамики на потребительские свойства колёсной машины.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к проведению практической работы:

- аэродинамические характеристики колёсных машин;
- связь дизайна и аэродинамики.

Задачи практической работы:

- изучить задачи аэродинамического проектирования автомобиля;
- изучить влияние аэродинамики на потребительские свойства колёсной машины.

7.1 Аэродинамика и дизайн автомобиля. Связь дизайна и аэродинамики колёсной машины

Движение автомобиля сопровождается многочисленными процессами взаимодействия с окружающим его воздухом. Эти процессы можно объединить в три группы:

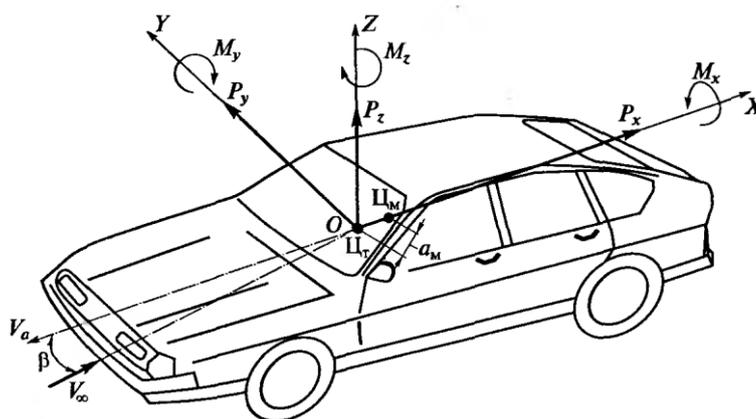
- обтекание внешней поверхности автомобиля;
- потоки внутри кузова;
- потоки внутри агрегатов.

Процессы, объединённые в первые две группы, тесно связаны друг с другом. Поток внутри двигателя, трансмиссии не связаны с процессом обтекания автомобиля, они связаны лишь с механикой работы этих агрегатов, поэтому такие потоки не относятся к аэродинамике автомобиля.

Обтекание внешним потоком воздуха приводит к возникновению сил и моментов, действующих на автомобиль, которые существенно влияют на потребляемую мощность и курсовую устойчивость.

При натекании воздушного потока на колёсную машину возникают, действующие на неё полная аэродинамическая сила и полный аэродинамический момент. Полная аэродинамическая сила P_w - это равнодействующая всех элементарных аэродинамических сил, действующих на поверхность колёсной машины. Полный аэродинамический момент M_w - это результирующий момент, создаваемый всеми действующими на колёсную машину аэродинамическими силами.

Проекции полной аэродинамической силы на оси X, Y, Z , начало которых совмещено с центром масс C_m машины и полный аэродинамический момент относительно этих осей в связанной системе координат показаны на рисунке 7.1.



C_m - центр масс автомобиля; C_π - метациентр; a_m - плечо приложения аэродинамической силы; β - угол натекания воздушного потока; P_x - сила лобового сопротивления; P_y - боковая сила; P_z - подъёмная сила; M_x - момент крена; M_y - опрокидывающий момент (момент тангажа); M_z - поворачивающий момент (момент рыскания)

Рисунок 7.1 - Схема аэродинамических сил и моментов, действующих на автомобиль

Полная аэродинамическая сила и полный аэродинамический момент определяются из выражений:

$$P_w = 0,5 C_w F \rho V_\infty^2;$$

$$M_w = 0,5 m_w F \rho V_\infty^2 B,$$

где C_w и m_w - коэффициенты полной аэродинамической силы и момента, соответственно; ρ - плотность воздуха; F - лобовая площадь автомобиля; V_∞ - скорость натекания невозмущённого воздушного потока; B - характерный размер (база машины).

Проекции полной аэродинамической силы на связанные координатные оси определяются по следующим формулам.

Сила лобового сопротивления

$$P_x = 0,5 C_x \rho F V_\infty^2,$$

где C_x - коэффициент аэродинамического сопротивления.

Боковая сила

$$P_y = 0,5 C_y \rho F V_\infty^2,$$

где C_y - коэффициент боковой силы.

Подъёмная сила

$$P_z = 0,5 C_z \rho F V_\infty^2,$$

где C_z - коэффициент подъёмной силы.

Момент крена

$$M_x = 0,5 m_x \rho F V_\infty^2 B,$$

где m_x - коэффициент момента крена; B - поперечная база машины.

Опрокидывающий момент (момент тангажа)

$$M_y = 0,5 m_y \rho F V_\infty^2 L,$$

где m_y - коэффициент опрокидывающего момента; L - продольная база машины.

Поворачивающий момент (момент рысканья)

$$M_z = 0,5 m_z \rho F V_\infty^2 B,$$

где m_z - коэффициент поворачивающего момента.

Коэффициенты полной аэродинамической силы C_w и момента m_w определяются из следующих выражений:

$$C_w = \sqrt{C_x^2 + C_y^2 + C_z^2}; \quad m_w = \sqrt{m_x^2 + m_y^2 + m_z^2}.$$

Сила лобового аэродинамического сопротивления P_x существенно влияет на затраты мощности при движении автомобиля с высокой скоростью. Боковая сила P_y возникает при кососимметричном обтекании колёсной машины под действием бокового ветра. Подъёмная сила P_z является результатом действующего на днище машины большего давления, чем на крышу.

Точка C_m (рисунок 7.1) приложения равнодействующей аэродинамических сил называется метацентром. Расстояние от центра масс машины до метацентра называется плечом a_m приложения аэродинамической силы, создающей момент, стремящийся повернуть автомобиль. При этом под действием поворачивающего момента машина стремится встать перпендикулярно к направлению воздушного потока, если он не совпадает с её продольной осью. Однако за счёт сил трения в контакте шин с дорогой машина движется в заданном направлении.

Сила аэродинамического сопротивления тела, перемещающегося в воздушной среде, определяется коэффициентом аэродинамического сопротивления, лобовой площадью, плотностью воздуха, скоростью натекания воздушного потока и рассчитывается по формуле, выведенной из основных положений гидромеханики:

$$P_w = C_x q F, \quad (7.1)$$

где C_x - коэффициент аэродинамического сопротивления (обтекаемости); F - площадь миделевого сечения, т.е. наибольшая площадь сечения тела в плоскости, перпендикулярной направлению его движения; $q = 0,5\rho V_\infty^2$ - скоростной или динамический напор.

В окончательном виде выражение (7.1) примет вид:

$$P_w = 0,5\rho C_x F V_\infty^2 \quad (7.2)$$

В теории автомобиля величину $0,5\rho C_x F$ принято обозначать как фактор обтекаемости KF . Тогда выражение (7.2) можно представить в виде известной в теории автомобиля формулы:

$$P_w = KF(V_\infty/3,6)^2$$

Следует учитывать, что скорость V_∞ натекания потока может меняться в зависимости от скорости V_B и угла натекания β бокового ветра. При отсутствии встречного ветра скорость натекания воздушного потока равна скорости движения автомобиля. Для оценки влияния скорости и направления ветра можно использовать следующую зависимость

$$V_\infty = \sqrt{V_a^2 + V_B^2 + 2V_a V_B \cos\beta},$$

При отсутствии ветра $V_\infty = V_a$. Если ветер направлен против движения, то $V_\infty = V_a + V_B$. При совпадении направления ветра с направлением движения автомобиля $V_\infty = V_a - V_B$

Аэродинамическое сопротивление колёсной машины складывается из пяти основных составляющих:

- сопротивления формы $P_{w\phi}$;
- трения P_{wm} ;
- внутренних потоков воздуха в системах охлаждения двигателя и вентиляции кабины и кузова $P_{w\delta}$;
- индуктивного P_{wi} ;
- дополнительного (сопротивления мелких элементов на кабине и кузове) $P_{w\delta}$.

Сопротивление формы $P_{w\phi}$ является результирующей всех элементарных сил нормального давления, действующих на внешнюю поверхность кабины и кузова. Оно определяется обтекаемостью форм их продольного и поперечного сечений.

Сопротивление трения P_{wm} результирующая всех касательных сил, действующих на внешнюю поверхность кабины и кузова, зависящая от величин касательных напряжений в зоне пограничного слоя.

Сопротивление внутренних потоков P_{wg} возникает из-за торможения и потери энергии встречного воздуха, забираемого в системы охлаждения двигателя и вентиляции кабины и кузова, и зависит от их конструктивного исполнения и расхода воздуха.

Индуктивное сопротивление P_{wu} обусловлено возникновением действующей на машину подъёмной силы и перетеканием с вихреобразованиями воздушных потоков из подднищевой зоны вверх по боковым стенкам кабины и кузова (ввиду разности давлений на днище машины и её крыше) и зависит от её конструктивного исполнения, структуры и объёма перемещающегося под ней воздушного потока.

Дополнительное сопротивление P_{wd} связано с наличием на поверхностях кабины и кузова мелких, выступающих за их габариты, конструктивных элементов (дверных ручек, наружных зеркал, антенн, габаритных фонарей и т. д). Оно определяется как количеством этих элементов, так и уровнем их обтекаемости.

Удельный вес составляющих аэродинамического сопротивления зависит от типа автотранспортного средства. По литературным данным, он составляет:

для пассажирских автомобилей: сопротивление формы $P_{w\phi}$ – 65 %, сопротивление трения P_{wm} – 5 %, сопротивление внутренних потоков P_{wg} – 7 %, индуктивное сопротивление P_{wu} – 12 %, дополнительное сопротивление P_{wd} – 11 %;

для грузовиков и магистральных автопоездов: сопротивление формы $P_{w\phi}$ – 70 %, сопротивление трения P_{wm} – 7 %, сопротивление внутренних потоков P_{wg} – 8 %, индуктивное сопротивление P_{wu} – 7 %, дополнительное сопротивление P_{wd} – 8 %.

Сегодня значительное внимание стало уделяться аэродинамическим характеристикам автомобиля. В ближайшем будущем, учитывая большое значение аэродинамики в повышении технико-экономических и потребительских качеств автомобиля, каждый производитель должен будет обеспечить ему наилучшие

аэродинамические формы, но результат всегда будет определяться их научно и эстетически обоснованным сочетанием с дизайном кузова.

Исходя из того, что форма кузова является важным фактором при принятии решения о покупке автомобиля, дизайнер осуществляет синтез проработок кузова с учётом предъявленных к нему требований относительно:

- объёма салона, багажника, подкапотного пространства;
- размещения водителя и пассажиров в соответствии с эргономическими нормами;
- месторасположения двигателя, топливного бака и запасного колеса;
- доступности и достаточной обзорности через дверные проёмы и окна;
- соблюдения стандартизированных норм на бамперы, светотехнику, номерные знаки и т.д.

В свою очередь, специалист по аэродинамике, работая на компьютере и в аэродинамической трубе, оценивает и проверяет полученные аэродинамические характеристики масштабной модели или натурального макета, в которых реализованы предложенные формы кузова, и предлагает дизайнеру варианты её улучшения. В настоящее время при практической разработке перспективных автомобилей наблюдается тенденция к сближению дизайнерского и аэродинамического проектирования. При этом повышаются требования к уровню информативности дизайнера в области влияния формы кузова и отдельных его элементов на аэродинамику автомобиля.

Процесс формообразования кузова уже на ранней его стадии следует вести по трём направлениям: дизайнерское проектирование, аэродинамическое проектирование и эргономическое проектирование.

Такой системный подход позволяет своевременно учесть все замечания и предложения дизайнеров, специалистов в области аэродинамики и эргономики по изменению внешней формы кузова до изготовления натурального пластилинового макета проектируемого автомобиля.

7.2 Задачи аэродинамического проектирования автомобиля. Влияние аэродинамики на потребительские свойства колёсной машины

Аэродинамическое проектирование скоростного автотранспортного средства включает в себя решение следующих основных задач:

- отработку внешней формы кузова и оптимизацию его геометрических, конструктивных и установочных параметров для обеспечения наименьшего аэродинамического сопротивления;

- совершенствование аэродинамических характеристик, определяющих показатели аэродинамической устойчивости и управляемости;

- определение оптимальных зон и объёмов дозированного забора и выброса воздуха для систем охлаждения двигателя, вентиляции и кондиционирования кабины, холодильных установок кузова рефрижератора;

- установление и снижение степени загрязнения кабины и кузова, а также уровня аэродинамического шума.

Основным направлением аэродинамического проектирования является отработка внешней аэродинамики кузова, поскольку уровень его обтекаемости непосредственно влияет на топливную экономичность, динамику, безопасность транспортного средства. При этом отработка внешней аэродинамики имеет целью получение наилучших аэродинамических характеристик транспортного средства путём оптимизации формы кузова, его расположения относительно поверхности дороги и улучшения обтекаемости отдельных конструктивных элементов.

Совершенствование аэродинамических характеристик скоростных автотранспортных средств (АТС) позволяет заметно улучшить их технико-экономические показатели. Снижение коэффициента аэродинамического сопротивления обеспечивает повышение топливной экономичности и скоростных свойств АТС, а, следовательно, и их производительности. Уменьшение коэффициента боковой и подъёмной силы улучшает показатели управляемости и устойчивости автотранспортных средств. Оптимизация характера обтекания

подднищевой зоны и кормовой части уменьшает аэродинамическое сопротивление АТС и уровень их загрязняемости, а также улучшает экологию окружающей среды.

Основной составляющей аэродинамического сопротивления автомобиля является сопротивление формы. Форма автомобильного кузова определяет величину и месторасположение зон повышенного и пониженного давления, а также источников вихреобразований при взаимодействии его с потоком воздуха. Для этого при проектировании кузова особое внимание следует уделять отработке формы его носовой части, поскольку она, наряду с кормовой, определяет характер обтекания автомобиля воздухом. Обтекаемость носовой части кузова зависит от углов наклона облицовки радиатора, капота и ветрового стекла.

Основными направлениями и приёмами совершенствования аэродинамики легковых автомобилей являются:

- оптимизация контурного фактора за счёт снижения удельного веса отрывных течений, в первую очередь путём увеличения углов наклона облицовки радиатора, крышки капота, ветрового стекла и радиусов закругления фронтальных кромок кузова;

- придание передку автомобиля и его ветровому стеклу цилиндрической формы в плане;

- удаление с поверхности кузова всех выступающих элементов конструкции или их тщательная аэродинамическая отработка;

- создание кузовов каплеобразной формы с безотрывным обтеканием;

- разработка систем организованного и дозированного забора и выброса воздуха для охлаждения радиатора и двигателя, а также вентиляции и охлаждения салона;

- применение гладкого днища с организацией безвихревого протекания воздушных потоков в подднищевой зоне;

- установка кузова с отрицательным углом тангажа в сочетании с оптимальным дорожным просветом, регулируемым в зависимости от условий движения автомобиля;

- тщательная герметизация мест соединения и касания панелей капота, дверей

и крышки багажника с кузовом;

- оптимизация формы переднего буфера с переходом его в нижнюю панель и облицовку радиатора;

- использование задних спойлеров;

- установка специальных аэродинамических колпаков на колёсах и частичное перекрытие задних колёс;

- разработка и применение специальных конструктивных элементов и решений по снижению загрязняемости, а также уровня аэродинамического шума автомобилей.

Заметное влияние на экологичность и эргономичность автомобиля оказывает аэродинамический шум, причиной возникновения которого являются отрывные течения, возникающие за острыми фронтальными кромками кабины и кузова.

Основными источниками шума являются: двигатель, его система питания, забор воздуха и выброса отработавших газов, трансмиссия, шины, поверхность кузова.

Общий внутренний шум двигающегося АТС состоит из 3-х основных составляющих: остаточного, аспираторного и аэродинамического.

Остаточный шум - это внутренний шум, создаваемый двигателем, системой выпуска отработавших газов, вспомогательным оборудованием, трансмиссией, шинами и зависящий только от скорости движения самого АТС.

Аспираторный шум - это часть общего шума в кабине (салоне) АТС, возникающего из-за проникновения воздуха сквозь некачественные уплотнения окон и дверей внутрь кабины (салона) или выходом за её пределы.

Аэродинамический шум - это разность между общим шумом и остаточным и аспираторным.

В целом имеются три основных источника возникновения аэродинамического шума в салоне:

- местный отрыв воздушного потока от поверхности кузова;

- «громыхание», возникающее при открытых боковых стеклах или люке крыши, при этом столб воздуха внутри автомобиля возбуждается внешним потоком и салон становится резонатором;

- перетекание воздуха из-за недостаточного уплотнения дверных проёмов, а также крышек капота и багажника.

7.3 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий.

7.4 Контрольные вопросы

1. Общие сведения об аэродинамике автомобиля.
2. Общие сведения о дизайне машин.
3. Связь дизайна и аэродинамики колесной машины.
4. Аэродинамические характеристики машины. Задачи аэродинамического проектирования автомобиля.
5. Влияние аэродинамики на потребительские свойства колёсной машины.
6. Основные источники шумов.
7. Может ли появляться при движении автомобиля аэродинамическая сила, направленная вверх?
8. Может ли вертикальная аэродинамическая сила, действующая на движущийся автомобиль, быть разной на передней и задней оси?
9. Для чего на некоторых легковых автомобилях устанавливается антикрыло?
10. Влияет ли расстояние между задней кромкой кузова грузового автомобиля-тягача и передней поверхностью прицепа на аэродинамическое сопротивление автопоезда?
11. Что такое индуктивное аэродинамическое сопротивление?

12. Полезно ли создание за счёт формы кузова подъёмной аэродинамической силы?

13. Могут ли повлиять на максимальную скорость автомобиля открытые окна?

8 Практическая работа № 8 Элементы системы «водитель-машина-окружающая среда» и их взаимное влияние. Внешняя информативность автомобиля и трактора

Время проведения работы - 3 часа.

Цель работы: Изучить элементы системы «водитель-машина-окружающая среда».

Вопросы для определения степени подготовленности студента к проведению практической работы:

- система ВАДС и её характеристики;
- компоненты системы ВАДС.

Задачи практической работы:

- изучить взаимное влияние компонентов системы ВАДС;
- изучить внешнюю информативность автомобиля и трактора.

8.1 Элементы системы «водитель-машина-окружающая среда» и их взаимное влияние

Система (от греч. *systema* - целое, соединённое из частей; соединение) - множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определённую целостность, единство.

Движение автомобиля или трактора по дороге или какой-либо другой местности можно рассматривать как функционирование системы «человек - машина - окружающая среда». Функционирование этой системы рассмотрим на примере движения автомобиля по дороге, что представляется системой «водитель - автомобиль - дорога - среда», которую обычно обозначают аббревиатурой ВАДС.

Любой системный объект в наиболее общем виде обладает следующими свойствами.

1. Объект создаётся ради определённой цели и в процессе достижения этой цели функционирует и развивается (изменяется). Целью системы ВАДС является перевозка пассажиров и грузов, при этом происходят процессы движения, управления, технического обслуживания, ремонта и другие.

2. В составе системного объекта имеется источник энергии и материалов для его функционирования и развития. Автомобиль имеет двигатель, он заправляется топливом и другими эксплуатационными материалами, водитель питается, дорога обрабатывается антигололёдными составами.

3. Системный объект - управляемая система, в нашем случае для этого имеется водитель, который пользуется информацией о дорожной обстановке, дорожной разметке, дорожных знаках и другой информацией.

4. Объект состоит из взаимосвязанных компонентов, выполняющих определённые функции в его составе.

5. Свойства системного объекта не исчерпываются суммой свойств его компонентов.

Все компоненты системы ВАДС при их совместном функционировании обладают новым свойством, которое отсутствует у каждого входящего в систему компонента.

Каждый из компонентов системы ВАДС может рассматриваться как система более низкого уровня. Таким образом, система обладает иерархией (от греч. *hieros* - священный и *arche* - власть), т.е. расположением частей целого в порядке от высшего к низшему.

Нарушения в работе каждого из компонентов системы ВАДС приводит к снижению её эффективности (уменьшению скорости движения, немотивированным остановкам, увеличению расхода топлива) или к аварии (дорожно-транспортному происшествию - ДТП).

Упрощённая схема системы ВАДС представлена на рисунке 8.1, на которой указаны основные связи между элементами системы ВАДС и некоторые свойства элементов.

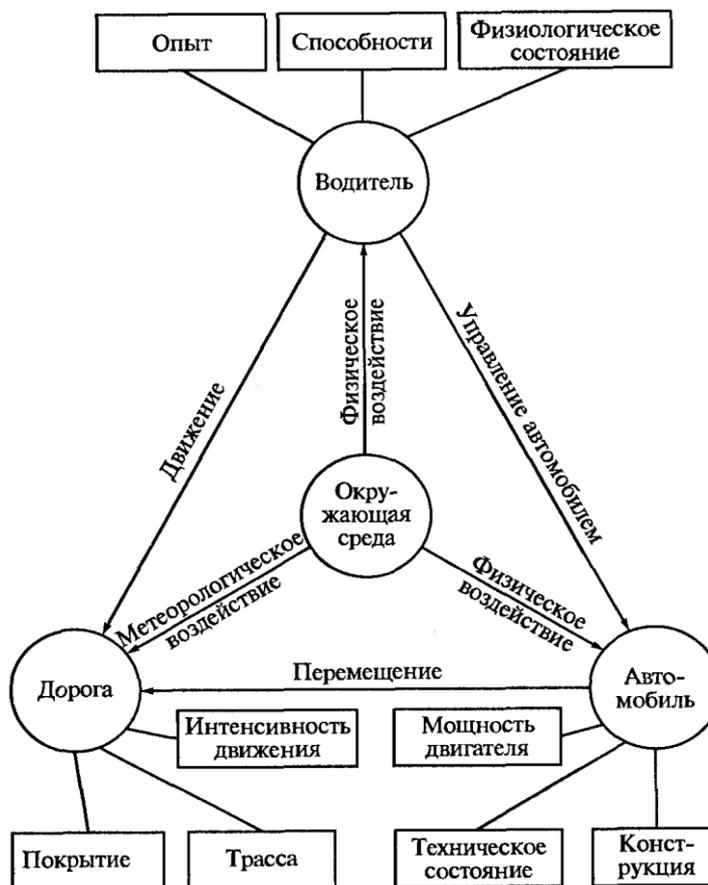


Рисунок 8.1 - Схема системы водитель - автомобиль - дорога - среда (ВАДС)

Основной характеристикой системы ВАДС является её надёжность. Вообще надёжность объекта - свойство выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям пользования, технологического обслуживания, ремонта.

Для объекта «ВАДС» надёжность зависит, прежде всего, от безотказности. Безотказность - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени.

Наименее надёжным элементом системы ВАДС является человек. По некоторым данным, из-за ошибок человека-водителя и пешехода - происходит более 80 % ДТП.

Водитель. Между человеком-пешеходом и человеком-водителем, как основными участниками дорожного движения, имеется существенное различие, обусловленное генетически: пешеход при ходьбе выполняет естественные движения и перемещается с естественной для него скоростью, водитель же совершает своеобразные рабочие движения с относительно небольшой нагрузкой, а скорость его перемещения в десятки раз больше естественной.

В инженерной психологии существует понятие надёжности человека-оператора, применительно к водителю - это способность безошибочно управлять автомобилем.

В текущей деятельности водителя можно отметить четыре этапа: выделение источника информации, его оценка, принятие решения, реализация решения (управляющие воздействия на автомобиль). Каждый из этапов выражается вопросом, на который возможно три ответа: да, нет, ошибочно. На основании анализа действий водителей в нескольких сотнях ДТП было установлено, что основными причинами ДТП была замеченная, но не воспринятая информация (49 %), а также неверно истолкованная информация (41 %). Если информация замечена, воспринята, правильно проанализирована, и предприняты верные и достаточные действия, то движение безопасно, т.е. система ВАДС функционирует безотказно.

Надёжность каждого человека-водителя как элемента системы ВАДС неодинакова.

Исследования показали, что основная масса водителей не имеет стопроцентной надёжности как элемент системы ВАДС в силу своих природных особенностей.

Опыт, который приходит с течением времени при регулярном управлении автомобилем, является очень существенным, а иногда решающим, фактором, характеризующим надёжность водителя как элемента системы ВАДС.

Возраст водителя как фактор, влияющий на надёжность функционирования системы ВАДС, оценивается по вероятности попадания водителей в ДТП.

Статистический анализ ДТП, проведённый в разных странах, выявил некоторые общие закономерности, касающиеся возраста водителей. Существуют понятия «младший опасный возраст» и «старший опасный возраст». В целом вероятность попадания молодых водителей в ДТП велика. С увеличением возраста надёжность водителя возрастает, но происходит это у мужчин и женщин по разному: нижняя граница условно-безопасного возраста у мужчин наступает примерно к 26 - 34 годам, а у женщин к 23 - 27 годам. С увеличением возраста водители-женщины раньше водителей-мужчин выходят из условно-безопасного возраста. Старший опасный возраст при одинаковом коэффициенте опасности наступает у женщин в 63 года, у мужчин в 69.

Физиологическое состояние водителя определяется различными факторами: утомлением, болезнями и лекарствами, нетрезвым состоянием и другими.

При утомлении снижается слуховая, зрительная и тактильная чувствительность, увеличивается длительность скрытого периода двигательных реакций (латентный период), рассеивается внимание.

Различные болезненные состояния человека влияют на его способность управлять автомобилем двояко: непосредственно, через ухудшение самочувствия и соответствующее изменение реакций, а также через воздействие принимаемых лекарственных препаратов.

Алкогольное или наркотическое опьянение проявляется у водителя следующим образом: при малой дозе происходит кратковременное улучшение общего самочувствия, сокращается время реакций, но одновременно неадекватно увеличивается самооценка своих способностей. Затем резко снижается безотказность работы водителя: парализуются тормозные функции коры головного мозга, снижается способность оценивать дорожно-транспортную ситуацию, координация движений ухудшается.

Автомобиль как элемент системы ВАДС, её подсистема, может рассматриваться с различных точек зрения: как объект конструкторской разработки,

как объект эксплуатации с оценкой его отказов, как объект технического обслуживания и ремонтов, как элемент системы экономических отношений, возникающих при эксплуатации, а также с многих других точек зрения. Возьмём лишь некоторые свойства автомобиля, влияющие на его активную безопасность, т.е. на вероятность появления ДТП с его участием.

Мощность двигателя автомобиля определяет его динамические свойства, в частности, интенсивность разгона. С увеличением мощности сокращается время разгона, что благоприятно влияет на активную безопасность. Известно, что выйти из опасной дорожно-транспортной ситуации часто лучше не торможением автомобиля, а увеличением его скорости.

Другим важным свойством автомобиля, влияющим на безопасность движения, является его способность точно выдерживать ту траекторию, которая задаётся водителем и неразрывно связана в основном с устойчивостью и управляемостью автомобиля.

Автомобильная дорога характеризуется многими показателями. Такие качества дороги, как ровность и сцепные свойства дорожного покрытия, ширина проезжей части, наличие поворотов и уклонов и другие, непосредственно влияют на безопасность движения.

С точки зрения эргономических условий работы водителя важно, чтобы была обеспечена достаточная видимость дороги.

Поле зрения водителя в зависимости от дорожных условий и скорости движения автомобиля меняется. В силу физиологических особенностей водитель может сосредоточить внимание на каком-либо одном факторе. При увеличении скорости движения зона сосредоточенного взгляда уменьшается. Подобный результат даёт и увеличение плотности транспортного потока, когда внимание водителя сосредоточено на идущем впереди автомобиле. В этом проявляется другая существенная характеристика дороги как элемента системы ВАДС - интенсивность движения.

При движении в условиях плотного транспортного потока водитель находится в состоянии высокой бдительности, он готов к немедленным действиям. Время

реакции сокращается вдвое. Однако длительное пребывание в таком режиме приводит к появлению синдрома тревожного ожидания, которое значительно скорее вызывает утомление. Избыток информации о дорожно-транспортной ситуации снижает надёжность водителя.

Дорога как элемент системы ВАДС влияет на водителя и эмоционально.

В процессе движения одновременно функционируют многие системы ВАДС, где каждая такая система включает в себя один автомобиль и одного водителя. Все многообразие режимов движения можно разбить на четыре интервала - уровня удобства. Каждый из уровней зависит от соотношения реальной плотности транспортного потока и пропускной способности дороги.

Принято различать внешнюю среду, в которой пребывает дорога и автомобиль, и внутреннюю - среду пребывания людей в автомобиле.

Окружающая среда влияет на все другие элементы системы ВАДС, причём дорога - единственный элемент системы, который постоянно подвергается всем воздействиям окружающей среды (суточным, погодным, сезонным, климатическим).

8.2 Внешняя информативность автомобиля и трактора

Динамическая информационная модель дорожно-транспортной ситуации создаётся в сознании водителя на основе информации, поступающей к нему через органы чувств.

Информация (от лат. *informatio* - разъяснение, изложение) - общенаучное понятие, включающее обмен сведениями между людьми, человеком и автоматом. Применительно к нашему предмету - это множество свойств объекта, воспринимаемых в процессе его опознания. Информация состоит из совокупности сигналов.

Сигнал (от лат. *signum* - знак) - знак, физический процесс (или явление), несущий сообщение о каком-либо событии либо передающий команду управления, указания, оповещения и т.д. Для водителя сигналом может быть другой автомобиль,

дорожный знак, сигнал торможения идущего впереди автомобиля, жест регулировщика и т.п.

Информативность - совокупность потенциальных свойств, присущих объекту и определяющих возможность его опознания.

Принято различать пассивную и активную внешнюю информативность. Пассивная информативность - способность автомобиля или трактора передавать информацию без затрат энергии (формой, цветом, световозвращающими устройствами). Активная информативность - способность передавать информацию с затратами энергии для осуществления этого (система освещения и световой сигнализации).

Форма кузова содержит определённую информацию о потенциальных динамических свойствах автомобиля.

Цвет (точнее - цветографические свойства) транспортного средства характеризуется следующими параметрами:

- сигнальностью, т.е. возможностью чёткого выделения транспортного средства из потока;
- опознаваемостью (возможностью определить с помощью цвета или сочетания цветов тип и назначение транспортного средства);
- психофизиологической комфортностью (отсутствием нарушения восприятия при длительном воздействии цвета на зрение).

С точки зрения сигнальности целесообразно окрашивать транспортные средства в такие цвета, которые в наибольшей степени контрастировали бы с цветом фона, с преобладающим цветом местности, в которой они в основном эксплуатируются.

В тёмное время суток основные сигнальные функции выполняются приборами наружного освещения и системой световой сигнализации автомобиля или трактора.

В стандарте (ГОСТ Р 41.48-99 (Правило ЕЭК ООН № 48)) устройства, предназначенные для освещения дороги и подачи световых сигналов другим участникам дорожного движения, именуются «огнями».

Огни характеризуются расположением, углами видимости в вертикальном и горизонтальном направлениях, цветом. Под углами геометрической видимости понимаются углы, определяющие зону минимального телесного угла, в которой должна быть видна видимая поверхность огня.

Огни, расположенные на передней части автомобиля:

- фары дальнего света (белые, две или четыре), могут комбинироваться с фарами ближнего света или устанавливаться отдельно, в любом случае - симметрично относительно продольной средней вертикальной плоскости транспортного средства;

- габаритный огонь (белый) служит для сигнализации спереди транспортного средства и его габаритной ширины (его установка обязательна на автомобилях и прицепах шириной более 1600 мм);

- указатель поворота - огонь мигающий, часто совмещается с габаритным огнём;

- противотуманная фара (белая или желтая), обязательна парная установка;

Расположение огней в задней части транспортного средства:

- фонарь освещения заднего номерного знака, белый, является обязательным для всех транспортных средств;

- фонарь заднего хода (белый, один или два), обязателен для всех транспортных средств, кроме прицепов;

- стоп-сигнал (красный), загорается при включении рабочего тормоза;

- габаритный огонь (красный, парный);

- со стоп-сигналом или задними габаритными огнями могут комбинироваться (если они не устанавливаются отдельно) задние светоотражающие устройства нетреугольной формы (два, симметрично);

- указатель поворота, желтый;

- задний противотуманный фонарь, красный, является обязательным, он может быть парным или одиночным;

- аварийный сигнал - создаётся одновременным включением в мигающем режиме всех указателей поворота, установленных на автомобиле.

Применяются также стояночный огонь, контурный огонь, различные светоотражающие устройства. Их расположение оговорено стандартом.

Тракторы оборудуются фарами, свет которых должен обеспечивать достаточную освещённость дороги в направлении движения, а также пространства, на котором производятся технологические операции. При движении тракторов по дорогам общего пользования, их светосигнальные устройства должны соответствовать тем же стандартам и правилам, что и для других транспортных средств (автомобилей, прицепов и т.п.).

8.3 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий.

8.4 Контрольные вопросы

1. Система «водитель-машина-окружающая среда» и надёжность её функционирования.
2. Элементы системы «водитель-машина-окружающая среда» и их взаимное влияние.
3. Внешняя информативность автомобиля и трактора. Разновидности информативности.
4. Что является основной характеристикой системы ВАДС?
5. В чём заключается надёжность человека-оператора?
6. Как влияет возраст водителя на надёжность функционирования системы ВАДС?
7. Какими факторами определяется физиологическое состояние водителя?
8. Как влияет алкогольное или наркотическое опьянение водителя на время реакции?
9. Автомобиль как элемент системы ВАДС.

10. Какими показателями характеризуется автомобильная дорога?
11. От чего зависит поле зрения водителя?
12. Эмоциональное влияние дороги на водителя.
13. Как окружающая среда влияет на элементы системы ВАДС?

9 Практическая работа № 9 Активная и пассивная безопасность. Биохимические пределы человека. Допускаемые пределы деформаций кузовов и кабин при ДТП. Удерживающие и защитные системы

Время проведения работы - 2 часа.

Цель работы: Изучить активную и пассивную безопасность транспортных средств, допускаемые пределы деформаций кузовов и кабин при ДТП.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к проведению практической работы:

- конструктивные и эксплуатационные свойства влияющие на безопасность транспортного средства;
- требования к активной и пассивной безопасности;

Задачи практической работы:

- изучить активную и пассивную безопасность;
- изучить биохимические пределы человека;
- изучить удерживающие и защитные системы.

9.1 Активная и пассивная безопасность. Биохимические пределы человека

Повышение динамических свойств автомобилей, увеличение в потоке количества легковых автомобилей, управляемых их владельцами, не имеющими достаточных навыков управления, способствуют значительному увеличению аварийных ситуаций, приводящих к дорожно-транспортным происшествиям (ДТП).

Безопасность транспортного средства включает в себя комплекс конструктивных и эксплуатационных свойств, снижающих вероятность возникновения ДТП, тяжесть их последствий, отрицательное влияние на окружающую среду. Различают активную, пассивную, послеаварийную и экологическую безопасность транспортного средства.

Активная безопасность - свойство транспортного средства, снижающее вероятность ДТП (предотвращающее его возникновение). Анализ свойств активной безопасности позволяет с определённой степенью условности объединить их в следующие основные группы:

- свойства, в значительной степени зависящие от действий водителя по управлению транспортным средством (тягово-скоростные, тормозные, устойчивость, управляемость, информативность);

- свойства, не зависящие или зависящие в незначительной степени от действий водителя по управлению транспортным средством (надёжность элементов конструкции, весовые и габаритные параметры);

- свойства, определяющие возможность эффективной деятельности водителя по управлению транспортным средством (рабочее место водителя и его обитаемость).

Пассивная безопасность - свойство транспортного средства, снижающее тяжесть последствия ДТП. Пассивная безопасность проявляется в период, когда водитель, несмотря на принятые меры безопасности, не может изменить характер движения автомобиля и предотвратить ДТП.

Процесс удара в случае столкновения автомобилей (тракторов) или между собой, или с неподвижным препятствием разделяют на три фазы. В течение первой фазы соударяющиеся тела, сближаясь, деформируются, их кинетическая энергия частично переходит в потенциальную и частично затрачивается на разрушение, перемещение и нагрев деталей. Во второй фазе накопленная потенциальная энергия снова превращается в кинетическую, и тела начинают расходиться. В течение третьего периода тела не контактируют, их энергия расходуется на преодоление внешнего сопротивления.

Основной причиной разрушения автомобилей и тракторов, травмирования людей при ДТП являются ударные нагрузки. Эти нагрузки имеют импульсный характер, и хотя действие их кратковременно, они достигают больших величин вследствие резкого изменения скорости автомобиля.

Основные требования к пассивной безопасности автомобиля и трактора могут быть сформулированы следующим образом:

- деформации передней и задней частей кузова (кабины) и рамы при столкновении должны обеспечивать допустимый уровень замедления;
- максимальное поглощение кинетической энергии;
- жёсткость салона должна быть такой, чтобы сохранить зону жизнеобеспечения, т. е. сохранить минимально необходимое пространство, в пределах которого исключено сдавливание тела человека, находящегося внутри автомобиля или трактора;
- должны быть предусмотрены меры снижающие тяжесть последствий при ДТП.

Различают внешнюю и внутреннюю пассивную безопасность.

Внешняя пассивная безопасность определяет конструктивные возможности транспортного средства по снижению тяжести последствий ДТП для других участников движения, внутренняя - по сохранению жизни и повышению травмобезопасности водителей и пассажиров, находящихся в транспортном средстве в момент ДТП.

Основным требованием внешней пассивной безопасности является обеспечение такого конструктивного выполнения наружных поверхностей и элементов автомобиля, при котором, вероятность повреждений человека этими элементами при ДТП была бы минимальной.

В случае попутного столкновения автомобилей особенно важным является предохранение как водителя и пассажиров, так и самих автомобилей от повреждений при помощи внешних элементов конструкции. Это обеспечивается применением энергопоглощающего бампера, поглощающего часть энергии удара при столкновении.

По принципу действия энергопоглощающие устройства могут быть:

- превращающие кинетическую энергию удара в работу упругой или пластической деформации;

- превращающие кинетическую энергию удара в тепловую;

- комбинированные.

Задача жизнеобеспечения водителя и пассажиров в салоне кузова легкового автомобиля состоит в создании условий, при которых человек мог бы безопасно выдержать быстрое изменение кинетической энергии. Это достигается деформацией кузова автомобиля при столкновении, при которой создаётся защитная зона вокруг водителя и пассажира.

Внутренняя пассивная безопасность рассматривается как совокупность свойств автомобиля, трактора, обеспечивающих сохранность жизни и здоровья водителей и пассажиров при ДТП.

К внутренней пассивной безопасности автомобиля предъявляются два основных требования:

- создание условий, при которых человек мог бы безопасно выдержать значительные перегрузки, возникающие под действием большого замедления;

- исключение травмоопасных элементов внутри кузова (кабины).

Пассивная безопасность автомобиля (трактора) определяется его способностью поглощать энергию удара при столкновении.

К конструктивным мероприятиям, обеспечивающим внутреннюю пассивную безопасность, относят:

- обеспечение жизненного пространства внутри кузова (кабины);

- снижение инерционных нагрузок в процессе удара;

- ограничение перемещений людей внутри автомобиля (трактора);

- ограничение перемещений грузов и других предметов, находящихся в автомобиле (тракторе).

В связи этим должны быть предусмотрены меры, снижающие тяжесть последствий при столкновении:

- рулевое колесо и колонка должны перемещаться и поглощать энергию удара,

а также распределять удар по груди водителя без нанесения ему травм;

- должны быть предусмотрены индивидуальные защитные и удерживающие средства для всех пассажиров и водителя (ремни безопасности, подголовники, пневмоподушки);

- перед пассажирами и водителем не должно быть травмоопасных элементов;

- стекла (ветровые, боковые) не должны быть травмоопасными;

- должна быть исключена возможность выброса или выпадения пассажиров или водителя (надёжность дверных замков).

Возникающие перегрузки при ДТП на высоких скоростях автомобиля могут привести к серьезным повреждениям внутренних органов и разрушению кровеносных сосудов и нервных волокон.

В среднем человек может выдержать без вреда кратковременную (в течение 0,01 - 0,1 с) перегрузку (40 - 50)g. Перегрузки, испытываемые водителем и передним пассажиром при встречных столкновениях автомобилей, достигают (150 - 200)g. Усилия, действующие на отдельные части тела, могут превышать 10 кН, что объясняет высокую смертность при некоторых ДТП.

9.2 Допускаемые пределы деформаций кузовов и кабин при ДТП.

Удерживающие и защитные системы

Конструкция кузова автомобиля или кабины трактора должны обеспечивать так называемое жизненное пространство. Жизненным (остаточным) пространством называют защитную зону вокруг человека, сидящего в автомобиле (тракторе) внутри которой не должны проникать детали при авариях. Создание жизненного (остаточного) пространства требуемых размеров обеспечивается ударно-прочностными свойствами кузовов легковых автомобилей и кабин грузовых автомобилей и тракторов и устранением возможности травмирования людей элементами внутреннего интерьера.

При лобовом столкновении автомобиля (трактора) с препятствием происходит перемещение водителя и пассажира к переднему щитку и ветровому стеклу, что

может привести к травмированию человека при ДТП. Поэтому детали, ограничивающие жизненное пространство, не должны иметь острых граней и углов, выступающие части (кнопки, выключатели, ручки) должны быть утоплены и покрыты мягкой обивкой. Рычаги, переключатели и кнопки, расположенные на панели приборов в зоне возможного удара о них водителя и пассажиров и выступающие над поверхностью панели на 3 - 9,5 мм, должны иметь головки площадью не менее 200 мм с радиусом закругления краев не менее 2,5 мм. Детали, выступающие над панелью более чем на 9,5 мм, должны под действием горизонтального усилия 378 Н, направленного вперёд, утапливаться так, чтобы высота части детали, выступающей над панелью, была не более 9,5 мм, отсоединяться или обламываться.

Большое количество травм и смертельных исходов во время ДТП связано с ветровым и боковыми стеклами.

Главными требованиями к стеклам транспортных средств являются высокая прочность и обеспечение определённого вида разрушений. Ветровые стекла из трёхслойного стекла должны выдерживать удар шаром массой 227 ± 2 г при температуре от $+40$ °С и до -20 °С при высоте падения от 8,5 до 12 м, При этом масса осколков не должна быть более 12 - 25 г при толщине стекла от 4,5 до 6,5 мм. Они должны быть стойкими к пробиванию шаром массой 2260 ± 20 г, диаметром около 82 мм, падающим с высоты 4 м. Такой шар не должен проходить сквозь стекло в течение 5 с после удара.

Одной из причин травматизма во время аварии, в частности при опрокидывании автомобиля или трактора является выпадение людей через открывшиеся двери. Поэтому конструкция замков должна обеспечивать два положения: полностью закрытое и не полностью закрытое. Конструкция замков боковых дверей должна выдерживать продольные нагрузки не менее 11340 Н при полном закрытии двери и 4530 Н в промежуточном положении закрытия двери; поперечные нагрузки должны быть соответственно не менее 9070 и 4530 Н.

При встречных столкновениях автомобилей и при наезде автомобиля на препятствие возникают большие замедления. Под действием замедлений возникают

большие инерционные нагрузки на тело человека, являющиеся причиной тяжелых травм и смертельных случаев.

Для снижения инерционных нагрузок стремятся увеличить продолжительность деформирования деталей кузова. Вокруг водителя и пассажиров создают защитную зону за счёт жёсткого каркаса, а переднюю и заднюю части кузова делают легко сминающимися при ударе. У автомобилей рамной конструкции ослабляют лонжероны и поперечины за счёт уменьшения их сечений, просверливания отверстий в слабонагруженных местах или применения хрупких материалов, например, алюминиевых брусьев и труб, легко разрушающихся при ударе.

Наиболее простым и эффективным средством, ограничивающим перемещение людей внутри автомобиля при авариях, являются ремни безопасности.

Ремни безопасности в зависимости от конструкции подразделяются на поясные, диагонально-поясные (трёхточечные), диагональные и двойные плечевые.

Трёхточечный ремень применяется преимущественно в легковых автомобилях, поясной - в грузовых, двойной плечевой - в гоночных.

Главным недостатком ремней безопасности является ограничение перемещений людей и стеснение их движений в безаварийных условиях. Чтобы избежать указанного недостатка, применяют устройства, позволяющие ограничивать перемещения людей только при аварии. К ним относятся: подушки безопасности, защитные стенки из надувных мешков, удерживающие рычаги и упругие части сидений, предохранительные сетки безопасности, безопасные сиденья, надёжное крепление сидений к полу кузова, подголовники.

9.3 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий.

9.4 Контрольные вопросы

1. Активная и пассивная безопасность. Биохимические пределы человека.
2. Виды дорожно-транспортных происшествий, допускаемые пределы деформаций кузовов и кабин.
3. Способы испытаний. Удерживающие и защитные системы.
4. Для чего служат ремни безопасности?
5. Какой манекен используется при испытаниях автомобиля на пассивную безопасность?
6. Влияние рабочей позы водителя, определяемая сиденьем, на активную безопасность.
7. Что такое «жизненное (остаточное) пространство» в кузове автомобиля?
8. Какое стекло следует применять для переднего окна автомобиля?
9. Какое разрывное усилие должна выдерживать пряжка и регулировочное устройство ремня безопасности?
10. Каково допустимое перемещение рулевого колеса внутрь кабины при стандартном испытании на фронтальный удар.

10 Факторы комфортабельности. Климатическая комфортабельность. Вибрационная и акустическая комфортабельность

Время проведения работы - 3 часа.

Цель работы: Изучить факторы комфортабельности, климатическую комфортабельность, вибрационную и акустическую комфортабельность.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к проведению практической работы:

- понятие комфортабельности;
- влияние комфортабельности на работоспособность.

Задачи практической работы:

- изучить факторы комфортабельности;
- изучить климатическую, вибрационную и акустическую комфортабельность.

10.1 Факторы комфортабельности

По мере того как человек выполняет ту или иную работу, в его организме происходят процессы, которые в определённый момент приводят к более или менее резкому снижению работоспособности. Такое состояние, возникшее под влиянием проделанной работы и сказывающееся на уровне работоспособности, называют утомлением.

На основании исследований, проведённых специалистами по инженерной психологии, можно представить следующие фазы изменения работоспособности водителя (оператора).

Психическое и физиологическое состояние человека в период предшествующий работе, отличается от того, которое требуется для работы. Поэтому в начальный период работы имеется некоторое «начальное рассогласование» между новыми требованиями к водителю и его состоянием в этот момент, степень которого определяет длительность «вхождения» в работу (период вработываемости).

Вторая фаза - относительно устойчивой работоспособности - период, когда «вхождение» в работу закончено. Длительность этой фазы зависит от уровня подготовки водителя, а также его динамической и статической адаптации.

Третья фаза - падение работоспособности и надёжности, обусловленные утомлением.

Скорость развития утомления зависит от множества факторов: динамической и статической адаптации, зрительного комфорта, рабочей среды и др.

Как показали многочисленные исследования, важная роль в процессах утомления принадлежит психологическим факторам, напряжению нервной системы человека.

В практике работы водителя автомобиля (трактора) различают:

- естественное утомление, последствия которого исчезают уже на другой день;
- излишнее утомление, возникающее из-за неправильной организации труда;
- вредное утомление, последствия которого не исчезают на второй день, а незаметно накапливаются и долго остаются неосознанными, пока внезапно не проявятся.

Главные факторы, вызывающие утомление водителей и другие отклонения во время работы, следующие:

- продолжительность непрерывного вождения автомобиля (трактора);
- психофизиологическое состояние водителя перед выездом в рейс или выходом в смену;
- вождение автомобиля (трактора) в ночное время;
- монотонность и однообразие вождения;
- условия труда на рабочем месте водителя.

Таким образом, утомление, возникающее у водителя, следует считать комбинированным, т. е. физическим, умственным и эмоциональным, так как в его работе элементы физического труда сочетаются с элементами интенсивной умственной деятельности и выраженным эмоциональным напряжением.

10.2 Климатическая комфортабельность

Факторами, ускоряющими утомление, являются условия труда на рабочем месте водителя (положение при работе, ритм и темп работы, перерывы в работе), микроклимат на рабочем месте водителя (температура, давление, влажность воздуха, загазованность, освещение, излучение) и уровень шума и вибраций.

Под влиянием повышенной температуры в кабине автомобиля (трактора) у водителя (оператора) притупляется внимание, снижается острота зрения, увеличивается время реакции, быстро наступает усталость, появляются ошибки и просчёты, которые могут привести к ДТП или к снижению качества выполнения технологической операции тракторным агрегатом. Установлено, что наиболее приемлемой температурой в кабине автомобиля (трактора) является температура от 20 °С до 22 °С. При снижении температуры до 13 °С степень относительной опасности ДТП возрастает в 1,5 раза, а при повышении её до 27 °С - в 1,6 раза.

Одним из требований техники безопасности и гигиены труда является исключение возможности проникновения в кабину водителя отработавших газов, которые содержат ряд токсичных компонентов.

Наиболее характерными признаками при незначительном отравлении являются сонливость, чувство усталости, интеллектуальная пассивность, нарушение пространственной координации движений, ошибки в определении дистанции и увеличение латентного периода при сенсомоторных реакциях.

Условия, в которых человек не испытывает перегрева или переохлаждения, резкого движения воздуха и других неприятных ощущений, можно считать в тепловом отношении комфортными.

Комфортные условия обычно выражают совокупностью показателей, ограничивающих отдельные параметры: температуру, влажность, скорость воздуха, максимальный перепад температур воздуха в кузове и вне его, температуру окружающих поверхностей (пола, стен, потолка), уровень радиации человека, подачу воздуха в ограниченное помещение (кузов, кабину) на одного человека в единицу времени или кратность воздухообмена.

В настоящее время микроклиматические условия на автомобилях и тракторах регламентированы. Так, температура воздуха в кабине (кузове) в летний период не должна быть выше $+28\text{ }^{\circ}\text{C}$, в зимний (при наружной температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) - не менее $+14\text{ }^{\circ}\text{C}$. В летнее время при движении автомобиля со скоростью 30 км/ч перепад между внутренней и наружной температурой воздуха на уровне головы водителя не должен быть более $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ при наружной температуре $+28\text{ }^{\circ}\text{C}$ и более $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ при наружной температуре $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. В зимнее время в зоне расположения ног, пояса и головы водителя следует обеспечить температуру не ниже $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ при наружной температуре $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ и не ниже $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ при наружной температуре $-0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Влажность воздуха в кабине должна быть от 30 до 70% . Предельная концентрация пыли в кабине (салоне) не должна превышать 5 мг/м^3 .

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочих зон салона и кабины автомобиля и трактора регламентируются ГОСТ Р 51206-98 для автомобилей и ГОСТ 12.2.019-86 для тракторов, в частности: оксид углерода (СО) - 20 мг/м^3 ; оксиды азота в пересчёте на NO_2 - 5 мг/м^3 ; углеводороды суммарные (C_nH_m) - 300 мг/м^3 ; акролеин ($\text{C}_2\text{H}_3\text{CHO}$) - $0,2\text{ мг/м}^3$.

Паров бензина в салоне и кабине автомобиля не должно быть больше 100 мг/м^3 .

Температурные условия и подвижность воздуха в кабинах автомобилей и тракторов обеспечиваются системами отопления, вентиляции и кондиционирования.

Безопасность движения автомобиля и качество выполнения технологического процесса тракторным агрегатом в значительной степени зависят от надёжной и эффективной защиты ветрового стекла от запотевания и обмерзания, что достигается равномерным его обдувом теплым воздухом и подогревом до температуры выше точки росы.

10.3 Вибрационная комфортабельность

С точки зрения реакции на механические возбуждения, человек представляет собой некоторую механическую систему

Относительные перемещения частей тела человека приводят к напряжениям в связках между этими частями и взаимному соударению и надавливанию. Такая вязкоупругая механическая система обладает собственными частотами и достаточно ярко выраженными резонансными свойствами.

Продолжительные колебания человека с частотой $f = 3 - 5$ Гц вредно отражаются на вестибулярном аппарате, сердечно-сосудистой системе и вызывают синдром укачивания. Колебания с частотой $f = 1,5 - 11$ Гц вызывают расстройства вследствие резонансных колебаний головы, желудка, кишечника и в конечном счёте всего тела. При колебаниях с частотой $f = 11 - 45$ Гц ухудшается зрение, возникает тошнота, рвота, нарушается нормальная деятельность других органов. Колебания с частотой $f > 45$ Гц вызывают повреждение сосудов головного мозга, происходит расстройство циркуляции крови и высшей нервной деятельности с последующим развитием вибрационной болезни.

Показатели плавности хода обычно назначают по выходной величине, которой является вертикальное виброускорение a_z или вертикальная виброскорость V_z , определяемые на сиденье водителя (оператора). Здесь необходимо отметить, что при оценке вибрационной нагрузки на человека предпочтительной выходной величиной является виброускорение.

При определении вибрационной нагрузки на человека с использованием спектра вибрации нормируемыми показателями являются среднее квадратическое значение виброускорения или его логарифмический уровень в третьоктавных и октавных полосах частот.

В настоящее время определены и используются в практике нормируемые показатели плавности хода машин, такие как виброускорения и виброскорости в вертикальной и горизонтальной плоскостях, устанавливаемые дифференцированно

для различных частот колебаний. Последние группируются в семь октавных полос со средней геометрической частотой от 1 до 63 Гц.

Улучшение показателей плавности хода автомобилей и тракторов осуществляется реализацией следующих мероприятий:

- выбором компоновочной схемы автомобиля или колёсного трактора, обеспечивающей независимость колебаний на передней и задней подвесках поддрессоренной массы машины;

- выбором оптимальной характеристики упругости подвески;

- обеспечением оптимального соотношения жёсткостей передней и задней подвесок автомобиля или колёсного трактора;

- уменьшением массы неподрессоренных частей;

- поддрессориванием кабины и сиденья водителя (оператора) трактора, грузового автомобиля и автопоезда.

10.4 Акустическая комфортабельность

В кабине автомобиля и трактора распространёнными помехами являются различные шумы, которые отрицательно сказываются на работоспособности водителя. Прежде всего страдает слуховая функция, но шумовые явления, обладая кумулятивными свойствами (т. е. свойствами накапливаться в организме), угнетают нервную систему, производя заметные изменения психофизиологических функций - скорость и точность движений при этом значительно снижается. Шум вызывает отрицательные эмоции, под его влиянием у водителя появляется рассеянность, апатия, нарушение памяти.

Воздействие шума на человека может быть подразделено в зависимости от интенсивности и спектра шума на следующие группы:

- очень сильный шум с уровнями от 120 до 140 дБ и выше независимо от спектра способен вызывать механические повреждения органов слуха и быть причиной тяжелых поражений организма;

- сильный шум с уровнями от 100 до 120 дБ на низких частотах, выше 90 дБ на

средних и выше, 75 - 85 дБ на высоких частотах вызывает необратимые изменения в органах слуха, а при длительном воздействии может быть причиной ряда заболеваний и в первую очередь - нервной системы;

- шум более низких уровней от 60 до 75 дБ на средних и высоких частотах оказывает вредное воздействие на нервную систему человека, занятого работой, требующей сосредоточенного внимания, к которой относится работа водителя (оператора) автомобиля (трактора).

Санитарные нормы подразделяют шумы на три класса и устанавливают для них допустимый уровень:

1 класс - низкочастотные шумы (наибольшие составляющие в спектре расположены ниже частоты 350 Гц, выше которой уровни понижаются) с допустимым уровнем от 90 до 100 дБ;

2 класс - среднечастотные шумы (наибольшие уровни в спектре расположены ниже частоты 800 Гц, выше которой уровни понижаются) с допустимым уровнем от 85 до 90 дБ;

3 класс - высокочастотные шумы (наибольшие уровни в спектре расположены выше частоты 800 Гц) с допустимым уровнем от 75 до 85 дБ.

Таким образом, шум называют низкочастотным с частотой колебаний не более 400 Гц, среднечастотным – от 400 до 1000 Гц, высокочастотным - более 1000 Гц. При этом по частоте спектра шум классифицируют на широкополосный, включающий почти все частоты звукового давления (уровень измеряется в дБА), и узкополосный (уровень измеряется в дБ).

Общий шум движущегося автомобиля или трактора, складывается из шума, создаваемого двигателем, агрегатами, кузовом автомобиля и его составными частями, шумом вспомогательного оборудования и качения шин, а также шумом от потока воздуха.

В целом, источники шума автомобиля (трактора) можно разделить на:

механические - двигатель внутреннего сгорания (ДВС), корпусные детали, трансмиссия, подвеска, панели, шины, гусеницы, система выпуска;

гидромеханические - гидротрасформаторы, гидромуфты, гидронасосы, гидромоторы;

- *электромагнитные* - генераторы, электромоторы;

- *аэродинамические* - впуск ДВС, выпуск ДВС, вентиляторы.

Анализ этих источников показывает, что шум имеет сложную структуру и складывается из шума отдельных источников. Наиболее интенсивными источниками шума являются: структурный шум двигателя (механический и шум процесса сгорания), шум впуска и его системы, шум выпуска и его системы, шум вентилятора системы охлаждения, шум трансмиссии, шум качения шин (шум шин), шум кузова.

Динамическое взаимодействие частей агрегатов автомобиля (трактора) порождает колебательную энергию, которая, распространяясь от источников колебаний, создаёт звуковое поле автомобиля, трактора (шум автомобиля, трактора).

В соответствии с этим для решения задачи снижения интенсивности шума можно наметить следующие пути:

- снижение виброактивности агрегатов, т.е. уменьшение уровня колебательной энергии, генерируемой в источнике;

- принятие мер к снижению интенсивности колебаний на пути их распространения;

воздействие на процесс излучения и передачи вибраций присоединенным деталям, то есть уменьшение их виброакустической активности.

10.5 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий.

10.6 Контрольные вопросы

1. Что называют утомлением?
2. Фазы изменения работоспособности водителя (оператора).
3. Виды утомлений водителя автомобиля (трактора).
4. Главные факторы, вызывающие утомление водителей.
5. Влияние температуры в кабине автомобиля (трактора) на усталость водителя.
6. Какие показатели влияют на комфортные условия?
7. Каковы микроклиматические условия на автомобилях и тракторах?
8. Как вибрационные колебания влияют на организм человека?
9. Где определяются вертикальное виброускорение или вертикальная виброскорость?
10. Какие мероприятия осуществляются для улучшения показателей плавности хода автомобилей и тракторов?

Список использованных источников

1. Грузинцева, В. А. Эргономика [Текст] : учеб. пособие к практ. занятиям / В. А. Грузинцева, В. М. Воронова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2007. - 107 с.
2. Солопова, В. А. Лекции по эргономике [Текст] : конспект лекций / В. А. Солопова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образов. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. - 116 с. - Библиогр.: с. 116.
3. Черкашин, Г. М. Эргономика [Текст] : конспект лекций / Г. М. Черкашин, С. А. Банников, Д. Н. Тимофеев. - Оренбург : ОГУ, 2006. - 98 с. - Библиогр.: с. 98.
4. Евграфов, А.Н. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов [Текст]: учебник для вузов / А.Н. Евграфов, И.С. Степанов, и др.; под общ. ред. В.М. Шарипова. - М.: Издательский центр «Академия», 2005. - 256 с.
5. Михайлов, В.А. Средства нормализации микроклимата и оздоровления воздушной среды в кабинах трактора [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.А. Михайлов, Н.Н. Шарипова. - М.: МГТУ «МАМИ», 2002. - 90 с.
6. Минервина, Г.Б. Художественное конструирование. Проектирование и моделирование промышленных изделий [Текст]: учебник для вузов / Г.Б. Минервина, З.Н. Быкова. - М.: Высшая школа, 1986. - 239 с.
7. Справочник по инженерной психологии / Под ред. Б.Ф. Лонова. - М.: Машиностроение, 1987. - 288 с.
8. Рябчинский, А.И. Регламентация активной и пассивной безопасности автотранспортных средств: учебное пособие для студентов вузов / А. И. Рябчинский, Б. В. Кисуленко, Т. Э. Морозова; под ред. А. И. Рябчинского. - М.: Академия, 2006. - 432 с.
9. Яхьяев, Н.Я. Безопасность транспортных средств: учебник для студентов вузов, / Н. Я. Яхьяев. - М.: Академия, 2011. - 432 с.

10. Курушин, В.Д. Промышленный дизайн / В.Д. Курушин - М.: ДМК Пресс, 2014. - 560 с. – Доступ из ЭБС «Лань».

11. Березкина, Л.В. Эргономика: учебное пособие / Л.В. Березкина, В.П. Кляуззе. - Минск: Высшэйшая школа, 2013. - 432 с. - Доступ из ЭБС «Университетская библиотека online».

12. Макарова, М.Н. Рисунок и перспектива. Теория и практика: учебное пособие / М.Н. Макарова. - М.: Академический проект, 2012. - 384 с. - Доступ из ЭБС «Университетская библиотека online».

13. <http://www.cardesign.ru/>, <http://window.edu.ru>.