

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Тракторы»

В.В. Гуськов
Д.В. Клютко
Л.В. Кухарёнок

ОСНОВЫ ЭРГОНОМИКИ И ДИЗАЙНА
МНОГОЦЕЛЕВЫХ КОЛЕСНЫХ
И ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

Методическое пособие
по дисциплинам «Теория трактора»
и «Теория систем “местность–машина”»
для студентов специальностей 1-37 01 03 «Тракторостроение»
и 1-37 01 04 «Многоцелевые гусеничные колесные машины»
автотракторного и военно-технического факультетов

В 2 частях

Часть 1

ТРАКТОРЫ

Минск
БНТУ
2011

УДК 629.114.2.001

ББК 3934я7

Г 96

Р е ц е н з е н т ы:

д-р техн. наук, профессор *О.С. Руктешель*;

д-р техн. наук, профессор *Ю.Д. Карпиевич*

Гуськов, В.В.

Г 96 Основы эргономики и дизайна многоцелевых колесных и гусеничных машин: методическое пособие по дисциплинам «Теория трактора» и «Теория систем “местность–машина”» для студентов специальностей 1-37 01 03 «Тракторостроение» и 1-37 01 04 «Многоцелевые гусеничные колесные машины» автотракторного и военно-технического факультетов: в 2 ч. / В.В. Гуськов, Д.В. Клютко, Л.В. Кухарёнок. – Минск: БНТУ, 2011. – Ч. 1: Тракторы. – 60 с.

ISBN 978-985-525-618-3 (Ч. 1).

В данном пособии рассмотрены основы эргономики и дизайна многоцелевых и колесных машин, даны примеры художественного оформления этих машин и требования к их эргономике.

УДК 629.114.2.001

ББК 3934я7

ISBN 978-985-525-618-3 (Ч. 1)

ISBN 978-985-525-619-0

© Гуськов В.В., Клютко Д.В.,
Кухарёнок Л.В., 2011

© БНТУ, 2011

Оглавление

1. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ТРАКТОРОВ В ОБЛАСТИ ЭРГОНОМИКИ МИРОВОГО ТРАКТОРОСТРОЕНИЯ	5
1.1. Направления развития мирового тракторостроения	5
1.2. Совершенствование технологического процесса	6
1.3. Совершенствование машинно-тракторного агрегата (трактора)	7
1.4. Совершенствование непосредственно процесса взаимодействия системы «человек–машина»	9
2. ДИЗАЙН ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ	13
2.1. Общие требования к дизайну трактора	13
2.2. Общий анализ дизайна верхнего строения современных тракторов	14
3. ДИЗАЙН И КОНСТРУКЦИЯ ОБЛИЦОВКИ МОТОРНОГО ОТСЕКА	22
3.1. Требования к облицовке моторного отсека трактора	22
3.2. Обзор вариантов исполнения облицовок моторного отсека	23
3.2.1. Трактор CLAAS AXION	23
3.2.2. Трактор FENDT 936	25
3.2.3. Трактор JOHN DEERE 8530	26
4. ДИЗАЙН И КОНСТРУКЦИЯ КАБИН ТРАКТОРОВ	27
4.1. Требования к кабине трактора	27
4.2. Обзор вариантов исполнения кабин	28
4.3. Описание основных принципов дизайн-проекта на примере кабины 2522-6700010 для тракторов «Беларус» мощностью 90–350 л.с.	33
5. ПОСТ УПРАВЛЕНИЯ И РАБОЧЕЕ МЕСТО ОПЕРАТОРА	35
5.1. Общие требования к посту управления и рабочему месту оператора трактора	35

5.1.1. Оснащение тракторов различными электронными системами автоматического управления движением и технологическим процессом, превышающими возможности оператора.....	35
5.1.2. Совершенствование непосредственно поста управления	38
5.1.3. Применение электронных средств отображения информации для визуального контроля над рабочими процессами и выполнения диагностических операций	40
5.2. Регламентированные требования к рабочему месту оператора и органам управления трактора	41
5.2.1. Сиденье оператора	41
5.2.2. Органы управления.....	43
6. ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА КАБИНЫ	54
6.1. Общие требования к интерьеру кабины трактора	54
6.2. Описание основных принципов дизайна интерьера кабины.....	55
Нормативные документы.....	59

1. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ТРАКТОРОВ В ОБЛАСТИ ЭРГОНОМИКИ МИРОВОГО ТРАКТОРОСТРОЕНИЯ

1.1. Направления развития мирового тракторостроения

Анализ развития мирового тракторостроения показывает, что подход к проектированию перспективных моделей тракторов должен в большой степени определяться эргономическим обеспечением создания, эксплуатации и обслуживания машин на основе комплексного учета физических и психофизиологических возможностей человека. Эргономическое обеспечение создания, эксплуатации и обслуживания тракторов заключается в выработке таких их свойств, которые позволили бы осуществить наиболее эффективное функционирование системы «человек–машина» при минимальном расходе ресурсов человека (количество работающих, время профессиональной подготовки, вероятность профессиональных заболеваний и травм, уровень физиологического и психического напряжения) и максимальной удовлетворенности содержанием труда.

Взаимодействие оператора (тракториста) с машинно-тракторным агрегатом (МТА) и влияние технологического процесса на эргономику и условия работы оператора можно обобщенно представить на рис. 1.1.

При выполнении технологической операции, в зависимости от ее энергоемкости, применяемых орудий, погодных условий и т. п., появляются факторы, воздействующие на оператора (►). Передающим звеном от процесса, а также элементом, воздействующим на оператора, является МТА. Имеет место и обратное взаимодействие – оператор, воздействуя на МТА (↗), выполняет технологические операции. Таким образом, на условия работы оператора влияют как технологический процесс, так и непосредственно МТА.

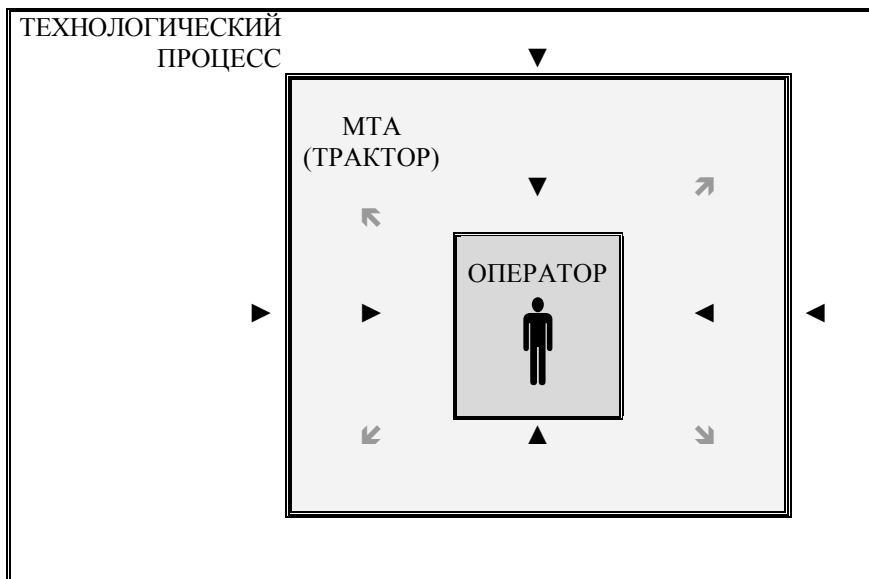


Рис. 1.1. Обобщенная схема взаимодействия оператора и агрегата при выполнении технологического процесса

Из приведенной выше схемы вытекают несколько уровней влияния и, соответственно, следующие направления совершенствования эргономики перспективных тракторов.

1.2. Совершенствование технологического процесса

Основными путями совершенствования технологического процесса являются:

1. Снижение вредных факторов, влияющих на оператора, – шум, вибрации, пыль, выбросы вредных веществ и т. д.
2. Повышение производительности процесса для обеспечения снижения количества вредных воздействий (условно) на единицу произведенной работы (продукции). Это неявный способ улучшения эргономических показателей.

Тенденции в создании скоростных энергонасыщенных тракторов с большим количеством навесных и прицепных орудий приводят к значительному усложнению процесса управления техникой и обслуживания, к росту напряженности труда операторов. Повышение мощности двигателя и скорости движения самоходных сельскохозяйственных машин и тракторов обуславливает увеличение воздействия на оператора неблагоприятных факторов среды: шума в кабине, вибрации на органах управления, теплопритока от двигателя и других агрегатов.

1.3. Совершенствование машинно-тракторного агрегата (трактора)

1. Совершенствование конструкции машинно-тракторного агрегата (МТА) направлено на увеличение доли автоматически выполняемых действий с целью снижения напряженности труда оператора.

Многие зарубежные фирмы идут в направлении повышения уровня оснащённости тракторов различными электронными системами автоматического управления (САУ) трактором и технологическим процессом, превышающим возможности оператора.

Некоторые примеры таких САУ:

- *автоматическая трансмиссия (APS)* – объединенная система управления трансмиссией и двигателем. Она обеспечивает наиболее экономичную работу трактора с учетом заданных водителем высшей передачи и частоты вращения двигателя. Автоматика, с учетом заданных установок при изменениях тяговой нагрузки и работы вала отбора мощности (ВОМ), лучше и быстрее тракториста выбирает нужную передачу. При работах с ВОМ переключения на пониженную передачу происходят быстрее, чем на транспортных работах и холостых переездах. Управление простое: водитель должен задать передачу и частоту вращения двигателя на расположенном справа

табло APS; далее работает автоматика. При ручном включении передачи APS отключается;

- *бесступенчатые трансмиссии* – двухпоточная трансмиссия: от двигателя мощность одним потоком передается на механическую шестеренчатую передачу, а другим – через планетарный редуктор на гидрообъемную передачу с гидронасосом переменной производительности. Далее мощность суммируется и через редуктор диапазонов и коробку передач (КП) передается на ведущие мосты. Для повышения КПД доля мощности через механическую ветвь выше, чем через гидростатическую. Управление трансмиссией и двигателем осуществляется с помощью электроники;

- *система интегрированного управления сельскохозяйственными машинами (IMS)* – работает при повороте трактора и предназначена для автоматического управления распределителем гидросистемы, механизмом навески, ВОМ, приводом переднего ведущего моста (ПВМ) и блокировкой дифференциала. Водитель задает клавишей скорость и программирует следующие друг за другом функции, например: поднять навесное устройство, включить передачу, выключить ВОМ, ПВМ. При готовности к повороту нажимается клавиша и начинается процесс;

- *система электрогидравлического регулирования глубины обработки почвы (ТГС)* и, соответственно, буксования трактора при работе с прицепными машинами, агрегатируемыми с трактором через ТСУ маятникового типа.

2. Совершенствование конструкции трактора в направлении облегчения условий обслуживания и ремонта.

Пути совершенствования конструкции трактора в направлении облегчения условий обслуживания следующие:

- применение систем автоматической диагностики;
- уменьшение количества операций ТО;

- применение необслуживаемых (модульных сменных) элементов для снижения вредных воздействий при проведении операций ТО;
- улучшение доступа к узлам и деталям трактора для обеспечения необходимого вида обслуживания (контроля, регулировки, замены);
- увеличение безопасности обслуживающего персонала и охрана окружающей среды при проведении работ по обслуживанию трактора.

1.4. Совершенствование непосредственно процесса взаимодействия системы «человек–машина»

Совершенствование процесса взаимодействия системы «человек–машина» осуществляется следующими путями:

1. Совершенствование рабочего места и органов управления с учетом антропометрии и биомеханики оператора.

При формировании рабочего места и органов управления должны приниматься во внимание ограничения, вызываемые размерами тела оператора. Следует учитывать следующее:

- размеры тела мужчин и женщин (статические и динамические);
- пространство для движения тела и его частей;
- безопасные расстояния до выступающих элементов и между элементами для предотвращения случайного защемления;
- сиденье и его параметры (боковая и поясничная поддержка, диапазон регулировок) должны обеспечивать предпочтительную осанку и удобство взаимодействия с органами управления трактором.

Органы управления выбираются, формируются и располагаются таким образом, чтобы они соответствовали свойствам (прежде всего возможности движения) части тела, которой

они приводятся в действие. В первую очередь должны выполняться следующие требования:

- детали управления (рукоятки, рычаги, кнопки и клавиши) необходимо располагать в функциональном пространстве захвата;
- форма рукояток должна согласовываться с формой и функцией кисти оператора;
- вид, формирование и расположение органов управления с учетом человеческих качеств, включая приобретенную и врожденную реакцию, должны соответствовать задаче управления.

2. Совершенствование рабочего места и органов управления с учетом мускульной силы и движений тела оператора.

Требования к силе, прикладываемой к органам управления трактором, должны быть соразмерны физическим способностям операторов. Если требуемые усилия очень высоки, то следует применять различные вспомогательные технические средства (сервоприводы). Необходимо исключать длительное статическое напряжение одной и той же мышцы.

Движения по перемещению органов управления с высокой точностью не должны требовать большой физической силы.

3. Совершенствование сигналов, индикации и распознавания элементов управления.

Сигналы, индикация и элементы управления должны выбираться, оформляться и располагаться таким образом, чтобы они соответствовали данным человеческого восприятия. Основные требования:

- вид и количество сигналов и индикации должны соответствовать характеру информации;
- при наличии нескольких индикаторов для однозначного распознавания информации их следует располагать таким образом, чтобы однозначно ориентировать оператора. Их расположение может быть ориентировано либо на ход процесса, либо на важность и частоту соответствующей информации;

- вид и формирование сигналов и индикации должны гарантировать однозначное восприятие. Это в особой степени распространяется на сигналы опасности. При этом необходимо учитывать, например, интенсивность, форму, размер, контраст, четкость и соотношение сигнал-шум;

- изменения индикации в направлении движения и масштаб по смыслу должны соответствовать измеряемым величинам;

- функция элементов управления должна легко определяться, чтобы избежать ошибок;

- при скоплении элементов управления они должны располагаться таким образом, чтобы обеспечивать надежное, однозначное и быстрое приведение в действие. Это может происходить за счет группирования в соответствии с функциями процесса, последовательностью приведения в действие и др.

4. Совершенствование рабочего места и органов управления с учетом умственных способностей оператора.

С повышением уровня автоматизации технических систем уменьшаются требования к физическим возможностям человека и увеличиваются требования к его умственным способностям (прием и переработка информации). Органы управления должны быть скомпонованы так, чтобы учитывались умственные способности оператора, не ухудшалось его здоровье и безопасность. При компоновке следует учитывать следующее:

- органы управления должны быть скомпонованы так, чтобы их использование не перегружало умственные способности оператора;

- информация, требуемая для выполнения процесса по управлению трактором, должна легко восприниматься оператором;

- информация для оператора должна быть представлена так, чтобы он легко ее понял и применил в работе, то есть ему следует предоставлять возможность обзора как всей системы, так и отдельных параметров;

- во взаимодействующих системах необходимо обеспечивать аналогичное расположение и назначение условных изображений, символов и команд.

5. Совершенствование рабочей зоны вокруг оператора.

Рабочая зона вокруг оператора должна формироваться и выдерживаться таким образом, чтобы физические, химические и биологические условия не оказывали вредного воздействия на людей, а гарантировали их здоровье и работоспособность. При этом следует учитывать объективные и субъективные оценки.

При формировании рабочей зоны вокруг оператора необходимо учитывать требования к следующим показателям рабочей среды:

- микроклимат в кабине;
- шумоизоляция рабочего места;
- виброзащищенность рабочего места;
- защита оператора от пыли и химических веществ;
- освещенность рабочих зон.

Для обеспечения оптимальных параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха), защиты оператора от пыли и других вредных выбросов необходимо применение системы кондиционирования и вентиляции воздуха, наличие тонированных стекол, хорошая герметичность кабины.

Для улучшения виброзащищенности и шумоизоляции должна использоваться эффективная система подрессоривания рабочего места, включающая, например, наличие собственной системы подрессоривания кабины, а также широко применяться различные шумопоглощающие материалы и обеспечиваться хорошая герметичность кабины.

Систему освещения рабочих зон следует создавать таким образом, чтобы обеспечить оптимальное визуальное восприятие. При этом особенно важно обратить внимание на следующее:

- яркость;

- цвет;
- предотвращение диафрагмирования и нежелательного отражения;
- контраст яркости и цветовой контраст.

2. ДИЗАЙН ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ

2.1. Общие требования к дизайну трактора

Современные рыночные отношения определяют постоянно растущие требования к качеству промышленной продукции. В мировом тракторостроении на первый план неуклонно выдвигаются требования к технико-эстетическим свойствам, относящимся к дизайну и внешнему виду трактора. И это не случайно, так как именно дизайн (внешний вид) трактора первым информирует потребителя о внутреннем устройстве трактора, о наличии в нем необходимых потребительских свойств, а следовательно, его качестве в целом.

Привлекательный внешний вид, тщательная проработка деталей, выполненные со вкусом элементы интерьера способны внушить уверенность и в высоком техническом уровне трактора, и в его надежности.

При разработке дизайн-проекта основная цель состоит в определении формальных качеств проектируемого трактора, смысл – в определении формы через структурные и функциональные связи в системе «человек-машина», в которую входит трактор (машина) как элемент. Это предполагает создание технически совершенных, удобных в потреблении, экономически целесообразных, целостных по форме тракторов, а следовательно, тракторов с высоким качеством.

Цель дизайн-проекта определяет его задачи. Первая и главная задача – изучение структурно-функциональных связей будущего трактора и совершенствование уже существующих. Вторая – отыскание и разработка методов упорядочения, гармо-

низации формы тракторов на основе их структурных и функциональных связей. Третьей задачей является формирование общественных эстетических взглядов на дизайн трактора, создание стиля промышленного предприятия.

2.2. Общий анализ дизайна верхнего строения современных тракторов

В дизайне и конструкции элементов верхнего строения (кабина, капот, облицовки, крылья) прослеживаются следующие тенденции.

- Единое стилевое решение для гаммы тракторов разного назначения и мощности, в том числе и разных марок одной фирмы или концерна. Пример – гамма тракторов фирмы Landini (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Единое стилевое решение для гаммы тракторов

- Элементы трактора (часто – и агрегируемые машины) связаны формой и цветом; чаще всего применяются комбинированная окраска, контрастные цвета остова и верхнего строения (облицовки, оперение, крыша кабины) (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Окраска элементов верхнего строения

- Широкое применение пластика и пластмасс для капотов, крыши, крыльев кабины, что позволяет получить сложные формы для оптимизации использования пространства в «узких» компоновочных зонах.



Рис. 2.3. Использование пространства моторного отсека тракторов

- Облицовки моторного отсека (капоты) тракторов выполняются в виде цельной конструкции с большим углом откры-

вания (рис. 2.4) для облегчения доступа ко всем регулярно обслуживаемым элементам.



Рис. 2.4. Схемы открывания капотов тракторов с большим углом опрокидывания

- Для обеспечения эффективного теплового режима современных высокофорсированных дизелей многие капоты имеют большую решетчатую панель в виде штампосварной детали сложной геометрии, охватывающую всю площадь предрадиаторной зоны моторного отсека (рис. 2.5). Установка оптических элементов производится прямо на решетку. Уплотнение радиаторов выполнено в капоте и спрофилировано по контуру блока охлаждения.



Рис. 2.5. Большие решетчатые окна в предрадиаторной зоне для обеспечения эффективного теплового режима двигателя

- Проработаны средства доступа на рабочее место – развитые подножки защищены от грязи (часто интегрируются в другие элементы конструкции, например в топливные баки) (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Подножки, интегрированные в топливные баки

- Применяются развитые крылья задних колес, регулируемая ширина задних крыльев для обеспечения широкого диапазона колеи, эластичные наружные уширители для исключения поломок при контактах с препятствиями (рис. 2.7).

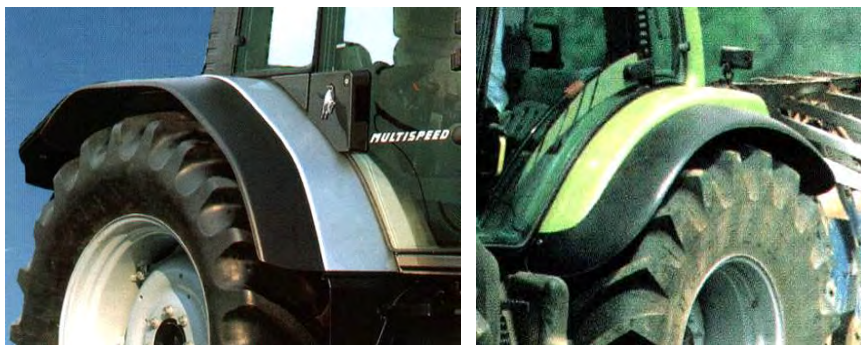


Рис. 2.7. Задние крылья тракторов

- Для увеличения угла поворота колес передние крылья имеют механизм поворота (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Переднее крыло с механизмом поворота

- По светотехнике – большое количество фар для освещения всех рабочих зон спереди и сзади для ночной работы. Фары объединены в блоки оригинального дизайна (рис. 2.9, 2.10).



Рис. 2.9. Дорожная оптика и передние рабочие фары



Рис. 2.10. Светотехника для освещения рабочих зон

- Обеспечение удобства при агрегатировании и выполнении работ требует улучшения обзорности как впереди, так и сзади. Реализуется это несколькими способами, которые представлены на рис. 2.11–2.14.



Рис. 2.11. Капот, сужающийся к кабине (в плане по лучу зрения)



Рис. 2.12. Сильно скошенный капот в передней части



Рис. 2.13. Каркасные кабины с безрамочными дверьми и окнами



Рис. 2.14. Глушители и заборные трубы системы питания воздухом в тени стоек кабины

Приведенные рисунки иллюстрируют дизайн кабин современного трактора.

3. ДИЗАЙН И КОНСТРУКЦИЯ ОБЛИЦОВКИ МОТОРНОГО ОТСЕКА

3.1. Требования к облицовке моторного отсека трактора

Опыт мировой практики тракторостроения свидетельствует, что обновление внешнего вида моделей тракторов чаще происходит за счет смены облицовки моторного отсека (капота) и облицовочных деталей кабины (крылья, крыша). Реже внешние изменения затрагивают более сложные и многофункциональные узлы конструкции (например, каркас кабины).

В формировании образной характеристики любой модели трактора, в обозначении принадлежности модели к определенной фирме-производителю, а также в организации композиционной характеристики формы трактора весьма активная роль принадлежит характерным чертам решения облицовки моторного отсека и в особенности передней части этого объема, его «лицевой» панели.

Облицовка моторного отсека по своей функционально-технической сущности в первую очередь является ограждающим узлом, обобщающим в одном объеме разнородные по функции, структуре и форме узлы и агрегаты, составляющие силовую установку трактора. Облицовка одновременно выполняет следующие функции:

- защита двигателя и его агрегатов от атмосферных осадков;
- защита блока радиаторов и других узлов от интенсивного засорения мелкими частицами растений, соломы и т. п.;
- обеспечение условий прохождения потока охлаждающего воздуха для оптимального теплового режима двигателя;
- снижение шума двигателя;
- обеспечение установки головной светотехники (дорожные, рабочие фары);
- обеспечение нанесения фирменной надписи (наименования марки, модели) и фирменного знака.

При разработке дизайна облицовки моторного отсека основными ограничениями являются:

- регламентированные требования по обзорности и ограничения по общей компоновке трактора и моторного отсека, определяющие основные формы облицовки;
- требования доступа к узлам моторного отсека для проведения работ по обслуживанию и ремонту, определяющие схему членения и открывания элементов облицовки;
- регламентированные требования по расположению встроенной в облицовку светотехники;
- экономическая целесообразность, подразумевающая выбор эффективной технологии изготовления с учетом программы производства, которая определяет выбор материалов и уровень детализации элементов облицовки.

3.2. Обзор вариантов исполнения облицовок моторного отсека

Рассмотрим примеры реализации дизайна облицовок моторного отсека с учетом обеспечения функциональности и выполнения требований, предъявляемых к данному узлу.

3.2.1. Трактор CLAAS AXION

Компоновка моторного отсека трактора CLAAS AXION (рис. 3.1) и форма облицовки, сужающейся к кабине (в плане по лучу зрения) и скошенной в передней части, обеспечивают хорошую обзорность вперед.

Для эффективного забора холодного воздуха предрадиаторная зона облицовки трактора CLAAS AXION выполнена в виде окон с узкими перемычками. Для защиты блока радиаторов и других узлов от интенсивного засорения мелкими частицами растений и соломы в окнах установлены мелкоячеистые сетки, которые имеют высокий коэффициент пропускной способности воздуха (более 0,5).



Рис. 3.1. Облицовка моторного отсека трактора CLAAS AXION

Выброс горячего воздуха из-под капотного пространства за блоком охлаждения происходит через вертикальные щелевые окна, расположенные на боковых поверхностях облицовки.

В передней части облицовки установлена дорожная светотехника (раздельные фары ближнего и дальнего света), а также встроены рабочие фары для освещения зоны переднего навесного устройства.

С целью эффективного снижения шума двигателя применено «полное капотирование», т. е. моторный отсек полностью закрыт облицовочными деталями.

Для хорошего доступа к узлам моторного отсека при проведении работ по обслуживанию и ремонту облицовка трактора CLAAS AXION имеет открывающийся назад капот и быстросъемные нижние боковины.

Трехцветная фирменная надпись расположена на боковинах капота и вписана в контуры облицовки. Объемный фирменный знак закреплен на передней решетке облицовки.

3.2.2. Трактор FENDT 936

Облицовка моторного отсека трактора FENDT 936 (рис. 3.2) кроме аналогичных трактору CLAAS AXION функциональных преимуществ имеет следующие отличительные особенности, которые подчеркивают технологическое превосходство и «дороговизну» дизайнерских решений для большинства моделей данной марки.



Рис. 3.2. Облицовка моторного отсека трактора FENDT 936

Например, вся предрадиаторная зона облицовки трактора FENDT 936 выполнена в виде объемной решетчатой панели, полученной методом глубокой вытяжки.

Элементы облицовки моторного отсека выполнены с высочайшим уровнем детализации и качества. Примером тому могут служить узкие горизонтальные перемычки на боковых окнах, предназначенных для выброса горячего воздуха.

Светотехника, встроенная в переднюю часть облицовки, объединена в блоки оригинального дизайна.

3.2.3. Трактор JOHN DEERE 8530

Модели трактора JOHN DEERE 8530 (рис. 3.3) всегда отличал рациональный и эффективный подход к дизайну. Например, особенностью компоновки моторного отсека данного трактора из-за смещенного вперед блока охлаждения является длинный капот. Однако трактор обладает прекрасной обзорностью, так как имеет самый узкий в районе кабины капот в своем классе.



Рис. 3.3. Облицовка моторного отсека трактора JOHN DEERE 8530

Для наиболее эффективного использования всей площади предрадиаторной зоны при всасывании холодного воздуха на тракторе применяется решетка с гофрированной поверхностью.

В верхней передней части облицовки моторного отсека трактора JOHN DEERE 8530 встроены рабочие фары. Дорожные фары для обеспечения регламентированных требований установки по высоте расположены на кронштейне передних балластных грузов либо на кронштейне переднего навесного устройства.

4. ДИЗАЙН И КОНСТРУКЦИЯ КАБИН ТРАКТОРОВ

4.1. Требования к кабине трактора

Кабина трактора по своей функционально-технической сущности является узлом, формирующим рабочее место оператора и обеспечивающим его защиту от различных неблагоприятных факторов внешней среды: атмосферных осадков, солнечного излучения, пыли, а также шума, вибрации, теплового излучения и вредных выбросов при работе трактора. Одновременно объем кабины служит пространством, в котором располагаются органы управления движением трактора (рулевое колесо, педали тормозов, муфты сцепления и подачи топлива) и технологическим процессом (рычаги управления навесной системой, валом отбора мощности и др.). Кабина также выполняет функцию защиты оператора (сохранения необходимого жизненного пространства) при опрокидывании трактора.

При разработке дизайна кабины трактора основными ограничениями являются:

- ограничения по общей компоновке трактора, определяющие максимальные габариты кабины и конфигурацию основания (пола), а также размеры и ширину колесных ниш;
- регламентированные требования по зонам свободного пространства вокруг оператора, определяющим минимальные габариты кабины;
- регламентированные требования по обзорности из кабины, включающие требования к углам обзора во всех направлениях, а также наличие, количество и размеры конструктивных элементов, создающих зоны затенения в поле обзора;
- регламентированные требования доступа оператора на рабочее место, определяющие размеры и геометрию дверных проемов;
- регламентированные требования по количеству и размерам аварийных выходов из кабины;

– регламентированные требования по сохранению необходимого жизненного пространства при опрокидывании трактора, определяющие силовую структуру каркаса кабины, например, количество, расположение и размеры стоек;

– регламентированные требования по взаимному расположению сиденья оператора и органов управления, а также размещения системы микроклимата, средств бытового комфорта и т. д., определяющих габариты кабины;

– экономическая целесообразность, подразумевающая выбор эффективной технологии изготовления с учетом программы производства кабины.

Поэтому при формировании внешнего вида и вариантов конструктивного исполнения кабины учитываются вышеперечисленные требования, предъявляемые к данному узлу.

4.2. Обзор вариантов исполнения кабин

Данный обзор проводится с целью определения направлений повышения уровня потребительских свойств, а также конкурентоспособности кабин сельскохозяйственных машин на внутреннем и внешнем рынках.

Многие зарубежные фирмы-производители для увеличения собственной доли продаж тракторов в разных сегментах рынка сельскохозяйственной техники идут по пути создания моделей, оснащаемых кабинами, имеющими различные свойства, например: степень оснащенности дополнительным оборудованием для повышения уровня комфорта на рабочем месте оператора; создание кабин с различными функциональными свойствами в зависимости от вида технологического процесса выполняемого трактором (сельскохозяйственные работы, транс-портировка, строительство и т. д.).

Примеры модификаций кабины с различными уровнями оснащения:

1. Люкс – дорогая модификация с максимальным комфортом, оснащенная системой кондиционирования воздуха, дополнительным сиденьем для пассажира (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Дорогая модификация кабины

2. Стандарт (рис. 4.2) – функционально соответствует всем требованиям и стандартам.



Рис. 4.2. Стандартная модификация кабины

3. Упрощенная (рис. 4.3) – минимальная комплектация по цене, возможно без кабины (тент или защитная дуга).



Рис. 4.3. Упрощенная модификация с дугой безопасности

Примеры модификаций кабины с различными функциональными свойствами:

1. Кабина увеличенных габаритов для установки реверсивного поста управления (рис. 4.4).

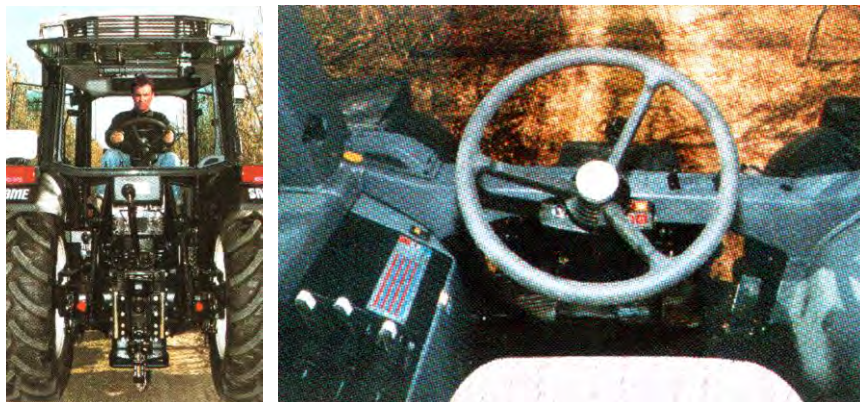


Рис. 4.4. Кабина с реверсивным постом управления

2. Кабина с люком спереди (рис. 4.5) для повышения обзорности вперед-вверх – для погрузчика.

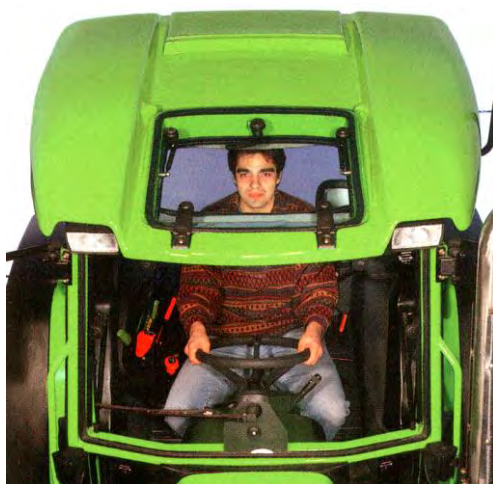


Рис. 4.5. Кабина с люком спереди

3. Малогабаритная (узкая) герметичная кабина – для садоводства и виноградников (рис. 4.6).



Рис. 4.6. Кабины тракторов для садоводства и виноградников

4. Кабина с защитной дугой и увеличенной обзорностью в задней части, местом для дополнительного распределителя – для лесных машин (рис. 4.7).



Рис. 4.7. Кабина для лесных машин

5. Защитный тент-каркас или откидная дуга безопасности со съемным тентом (упрощенная модификация) – для стран с жарким климатом (рис. 4.8).



Рис. 4.8. Модификации для стран с жарким климатом

4.3. Описание основных принципов дизайн-проекта на примере кабины 2522-6700010 для тракторов «Беларус» мощностью 90–350 л.с.

Кабина включает (рис. 4.9) в себя:

- защитный каркас;
- двери;
- остекление;
- панель крыши;
- крылья.



Рис. 4.9. Кабина 2522-6700010 для тракторов «Беларус» мощностью 90–350 л.с.

Исполнение каркаса кабины предусматривает технологию его изготовления из труб и фасонных профилей, основание кабины (полы, ниши, пороги) – каркасно-панельного типа.

Передние стойки расположены ближе к продольной оси кабины, чем средние и задние стойки; ниши кабины выполнены по радиусу, боковые стекла на виде сбоку повторяют контур ниши; стекла кабины цилиндрической формы, ось цилиндра расположена горизонтально, нижняя часть стекол дверей, передней стенки, заднее нижнее стекло – плоские.

Расширенный средний пояс кабины позволяет установить дополнительное сиденье, более удобно расположить органы управления бокового пульта. Примененное заднее нижнее окно позволяет держать под контролем работу задней навески с прицепными орудиями.

Форма крыльев и крыши предусматривает технологию изготовления данных элементов методом формовки из пластикового материала.

Цилиндрическая форма кабины улучшила внешний вид, шумо-виброзащитные характеристики кабины. Безрамочные двери и приклеенные стекла обеспечивают хорошую обзорность.

5. ПОСТ УПРАВЛЕНИЯ И РАБОЧЕЕ МЕСТО ОПЕРАТОРА

5.1. Общие требования к посту управления и рабочему месту оператора трактора

С целью сокращения расходов при производстве продукции требования к сельскохозяйственным машинам и тракторам с каждым годом становятся выше, число их возрастает. Примерами таких требований являются:

- увеличение удельной мощности;
- повышение экономичности;
- повышение универсальности и эффективности трактора путем увеличения количества одновременно выполняемых операций для снижения числа проходов;
- расширение систем автоматизации управления трактором и сельскохозяйственными машинами, электронное управление орудиями для точного сева, внесения удобрений, опрыскивания;
- сокращение затрат на обслуживание и ремонт;
- снижение вредных выбросов.

Увеличение производительности трактора невозможно без совершенствования поста управления и рабочего места оператора. Далее будут рассмотрены основные пути решения данной задачи.

5.1.1. Оснащение тракторов различными электронными системами автоматического управления движением и технологическим процессом, превышающими возможности оператора

Примерами электронных систем автоматического управления (САУ) являются:

- *автоматическая трансмиссия (APS)* – объединенная система управления трансмиссией и двигателем. Обеспечивает наиболее экономичную работу трактора с учетом заданных водителем высшей передачи и частоты вращения двигателя. Авто-

матика, с учетом заданных установок при изменениях тяговой нагрузки и работы ВОМ, лучше и быстрее тракториста выбирает нужную передачу. При работах с ВОМ переключения на пониженную передачу происходят быстрее, чем на транспортных работах и холостых переездах. Управление простое: водитель должен задать передачу и частоту вращения двигателя на расположенном справа табло APS; далее работает автоматика. При ручном включении передачи APS отключается;

- *система интегрированного управления сельскохозяйственными машинами (IMS)* – работает при повороте трактора и предназначена для автоматического управления распределителем гидросистемы, механизмом навески, ВОМ, приводом ПВМ и блокировкой дифференциала. Водитель задает клавишей скорость и программирует следующие друг за другом функции, например: поднять навесное устройство, включить передачу, выключить ВОМ, ПВМ. При готовности к повороту нажимается клавиша и начинается процесс;

- *бортовой компьютер «Datatronic II» (Massey Ferguson)* – расположен на правой средней стойке кабины и связан с общей шиной CAN-Bus. Компьютер получает информацию от системы контроля и управления, индицирует и запоминает множество параметров (частота вращения дизеля, ВОМ, скорость трактора, буксование, расход топлива, обработанная площадь, продолжительность работы, производительность и т. д.). Он способен регистрировать и сохранять информацию о четырех агрегируемых сельхозмашинах, информацию о работе различных водителей. Имеется специальный разъем для связи с рабочим орудием для передачи информации. На основе данных компьютера водитель может осуществлять оптимизацию технологического процесса во временном и стоимостном измерении;

- в целях совершенствования управления двигателем, коробкой передач, гидравлической системой механизмов навески рабочего оборудования и шасси тракторов изготовители работают над созданием комплексного электронного управле-

ния указанными агрегатами через информационную систему с общей шиной «CAN-Bus».

Это направление обусловлено современными требованиями потребителей, предусматривающими бесступенчатую трансформацию как крутящего момента, так и частоты вращения привода указанных машин без разрыва потока мощности (под нагрузкой). Реализация этих требований осуществляется созданием либо многоступенчатых коробок передач, переключаемых под нагрузкой, либо полностью бесступенчатого гидростатического, либо двухпоточного привода. При этом для всех видов привода решающее значение для его эффективного функционирования приобретает система электронного управления и регулирования, состоящая как из чисто электронных, так и из электрогидравлических элементов.

Одной из основных предпосылок осуществления автоматического управления коробкой перемены передач (КПП) является использование топливного насоса двигателя с электронным регулированием, работа которого обеспечивает постоянное поддержание необходимой частоты вращения вала двигателя и при этом соответствующей скорости движения трактора, а также частоты вращения вала отбора мощности. Другой предпосылкой автоматического управления КПП является использование многодисковых фрикционных муфт с электронно-гидравлическим управлением с помощью модулирования сигналов, что обеспечивает плавное, точно дозированное их включение и выключение.

На тракторах New Holland, оснащенных КПП типа SemiPowershift, внедряется система программного управления переключением передач от запоминающего устройства также с использованием гидроуправляемых фрикционных муфт с возможностью переключения передач и включения реверса без разрыва потока мощности. При изменении внешней нагрузки водитель кратковременно воздействует на педаль сцепления и затем – на педаль подачи топлива, после чего автоматически происходит переключение на оптимальную передачу для данных условий работы. Воздействие на рычаг реверсирования направления

движения, например при работе с фронтальным погрузчиком, обеспечивает автоматическое включение передачи заднего хода, соответствующего необходимой скорости движения в зависимости от предшествующей передачи переднего хода. Повторное же воздействие на рычаг реверсирования направления движения обеспечивает автоматический выбор и включение необходимой для данных условий передачи переднего хода.

5.1.2. Совершенствование непосредственно поста управления

В настоящее время существуют следующие методы совершенствования поста управления.

1. Совершенствование рабочего места и органов управления с учетом антропометрии и биомеханики оператора (рис. 5.1) путем:

- создания достаточного рабочего пространства;
- выбора оптимальных траекторий движения органов управления;
- зонирования (группирования) органов управления по функциям, частоте использования.



Рис. 5.1. Примеры компоновки поста управления с учетом антропометрии и биомеханики оператора

2. Совершенствование рабочего места и органов управления с учетом мускульной силы и движений тела оператора, для чего используются:

– джойстики, комбинированные органы управления, органы управления в подлокотнике (рис. 5.2);

– широкое применение сервоприводов, электрогидравлики для снижения усилий и уменьшения хода органов управления.

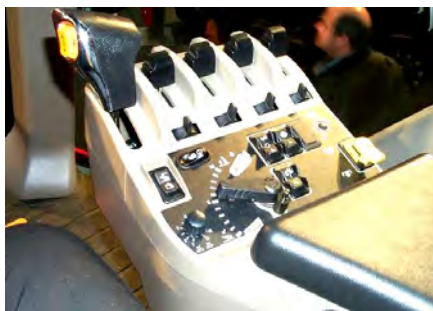


Рис. 5.2. Примеры применения джойстиков и комбинированных органов управления

3. Улучшение индикации и распознавания элементов управления – цветовое кодирование органов управления (рис. 5.3), различимость рукояток на ощупь.



Рис. 5.3. Примеры цветового кодирования органов управления

4. Выносные пульты (на задних крыльях кабины) управления ГНС и ВОМ (рис. 5.4) для повышения удобства агрегатирования машин.



Рис. 5.4. Примеры компоновки выносных пультов управления ГНС и ВОМ

5.1.3. Применение электронных средств отображения информации для визуального контроля над рабочими процессами и выполнения диагностических операций

Для отображения информации применяются:

1. Щиток приборов с информационной системой и системой диагностирования (рис. 5.5).



Рис. 5.5. Щиток приборов

2. Многофункциональные дисплеи (рис. 5.6).

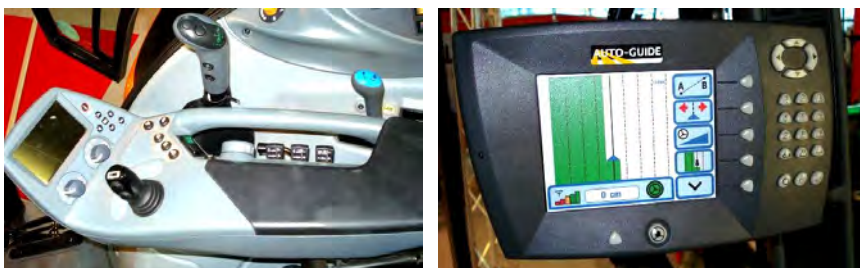


Рис. 5.6. Примеры расположения multifunctional дисплеев

3. Улучшение освещенности рабочих зон. Система освещения рабочих зон должна создаваться таким образом, чтобы обеспечить оптимальное визуальное восприятие. При этом особенно важно обратить внимание на яркость; цвет; предотвращение нежелательных бликов; контраст яркости и цветовой контраст.

5.2. Регламентированные требования к рабочему месту оператора и органам управления трактора

5.2.1. Сиденье оператора

Рабочее место оператора машины должно быть оборудовано подрессоренным сиденьем со спинкой. Для тракторов и

самоходных сельскохозяйственных машин применяется сиденье, соответствующее требованиям ГОСТ 20062.

Основные размеры сиденья и зона расположения крепления привязного ремня безопасности приведены на рис. 5.7.

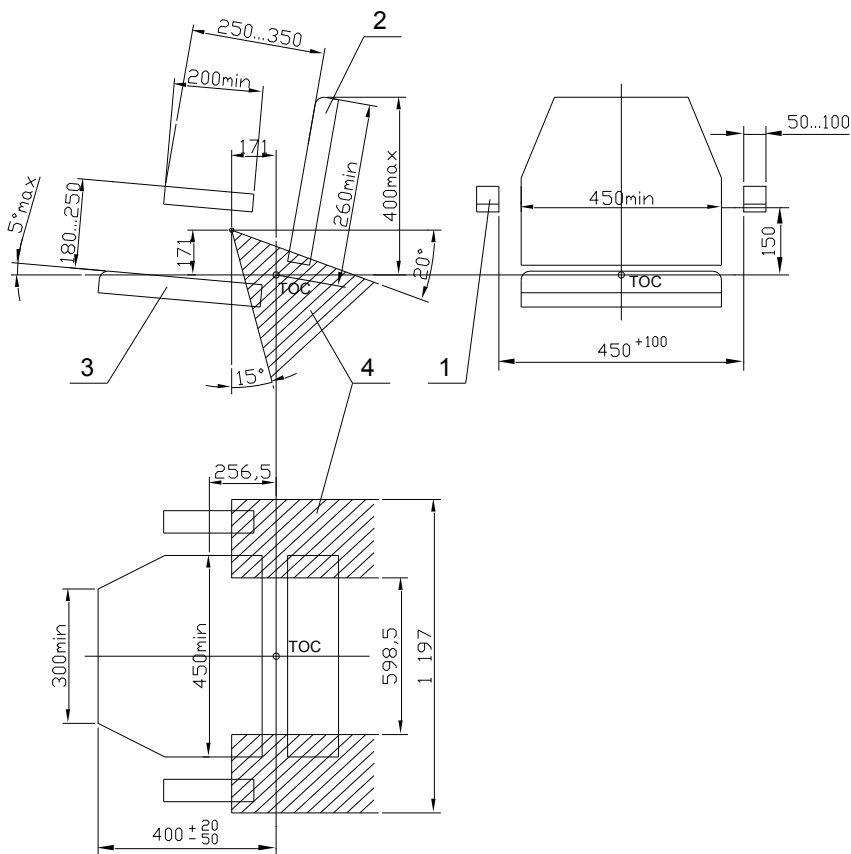


Рис. 5.7. Размеры сиденья оператора по ГОСТ 20062:
 1 - основание сиденья; 2 - спинка сиденья; 3 - подушка сиденья;
 4 - зона крепления привязных ремней безопасности

Положение элементов сиденья, определяющих расположение водителя, должно регулироваться в пределах не менее 80

и 150 мм соответственно в вертикальном и горизонтальном (вдоль трактора) направлениях.

Конструкция сиденья должна обеспечивать регулировку положения спинки в диапазоне от 5 до 20° по отношению к вертикали и ее фиксацию через интервал не более 5°.

Подвеска сиденья регулируется в зависимости от массы водителя (от 60 до 120 кг).

Регулировки сиденья должны быть независимыми друг от друга и осуществляться без инструмента усилием не более 100 Н.

5.2.2. Органы управления

Базовой точкой отсчета параметров кабин, зон расположения органов управления является контрольная точка сиденья (КТС (SIP)) по ИСО 6682. КТС (SIP) смещена по отношению к точке отсчета сиденья (ТОС) вперед на 130 мм и вверх на 97 мм.

Размеры на рис. 5.8 указаны при следующих условиях:

- педали находятся в положении, когда свободный ход выbran;
- сиденье нагружено и находится в среднем по регулировкам положении.

Центры рукояток основных органов управления (во всех рабочих положениях) и центры педалей органов управления машиной и рабочим оборудованием (во всех рабочих положениях) должны быть расположены в пределах зон комфорта, а центры рукояток (кнопок, тумблеров, выключателей и т. п.) второстепенных органов управления – в пределах зоны досягаемости (ГОСТ 12.2120).

Здесь основные органы управления – те, которые часто или постоянно используются оператором (ИСО 6682), например:

- а) органы управления машиной (коробкой передач, тормозами, поворотом машины, частотой вращения двигателя и т. д.);
- б) органы управления рабочим оборудованием (валом отбора мощности (ВОМ), гидравлической навесной системой (ГНС)).

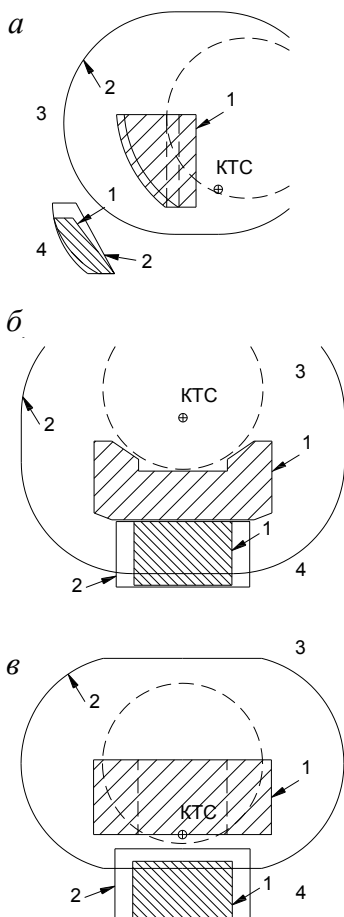
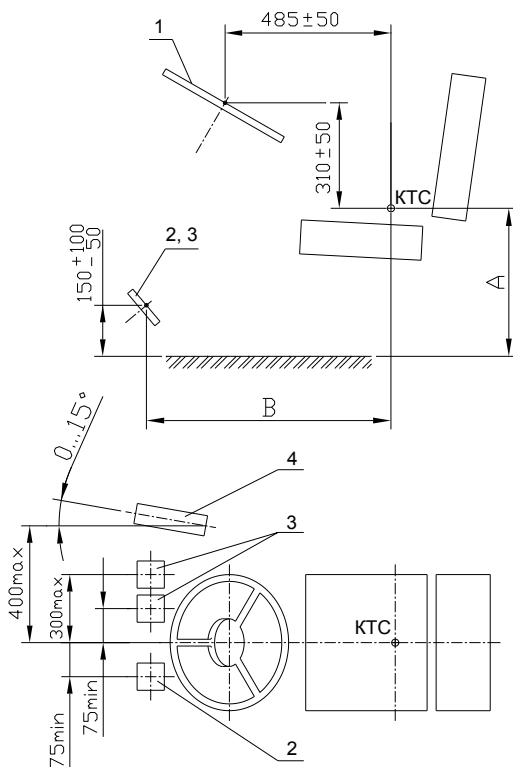


Рис. 5.8. Зоны комфорта и досягаемости для органов управления по ИСО 6682:
a – вид сбоку; *б* – вид сверху; *в* – вид спереди;
 1 – зона комфорта; 2 – зона досягаемости; 3 – зоны расположения органов
 ручного управления; 4 – зоны расположения органов ножного управления

Второстепенные органы управления – органы управления, редко используемые оператором (рычаги управления приводом переднего ведущего моста ПВМ, блокировкой дифференциала заднего моста; переключатели освещения, стеклоочистителя, стартера, отопителя, кондиционера и т. д.) (ИСО 6682).

ГОСТ 12.2.120 жестко регламентирует взаимное расположение сиденья, педалей муфты сцепления и тормоза при выбранном свободном ходе, а также рулевого колеса для сельскохозяйственных машин и тракторов.

Соответствующая схема приведена на рис. 5.9. Регулируемая рулевая колонка при этом должна находиться в среднем по регулировкам положении.



$A \pm 20$, мм	435	455	475	495	515	535
$B \pm 20$, мм	715	695	685	665	645	625

Рис. 5.9. Взаимное расположение сиденья, рулевого колеса, педалей подачи топлива, муфты сцепления и тормозов по ГОСТ 12.2.120: 1 – рулевое колесо; 2 – педаль управления муфтой сцепления; 3 – педали управления рабочими тормозами; 4 – педаль управления подачей топлива

Допускается повернуть зону комфорта для органов ручного управления на угол до 30° вокруг вертикальной оси, проходящей через КТС, для размещения органов управления задним рабочим оборудованием, которые используются, когда оператор поворачивается на своем сиденье (ИСО 6682).

Зоны комфорта и досягаемости для органов ручного управления допускается увеличить на 75 мм для органов управления, приводимых в действие пальцами (ИСО 6682).

Расположение основных и вспомогательных органов управления «на реверсе» для машин с реверсивным постом управления – по техническим условиям на конкретные модели машин (ГОСТ 12.2.120).

– *Рулевое колесо.*

Расположение рулевого колеса в среднем по регулировкам положения относительно КТС приведено на рис. 5.9.

Рулевое колесо должно располагаться относительно горизонтальной плоскости для сельскохозяйственных тракторов в пределах $25\text{--}40^\circ$, для самоходных сельскохозяйственных машин – в пределах $10\text{--}30^\circ$ при работе сидя и в пределах $0\text{--}30^\circ$ при работе стоя. При этом регулирование должно производиться бесступенчато или с фиксацией не менее чем в пяти положениях (ГОСТ 12.2.120).

По ГОСТ 12.2.019 люфт рулевого колеса при работающем двигателе не должен превышать 25° .

Усилие на рулевом колесе при повороте трактора по ГОСТ 12.2.120 должно соответствовать значениям, приведенным в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Усилия на рулевом колесе при повороте трактора

Механизм поворота	Усилия на рулевом колесе, Н	
	оптимальное значение	максимальное значение
Без усилителя	–	250
С гидроусилителем	–	30
С гидрообъемным приводом при аварийной ситуации	–	600

– *Педаль управления муфтой сцепления.*

Педаль управления муфтой сцепления во всех рабочих положениях должна находиться в зоне комфорта и при этом четко соответствовать схеме расположения по ГОСТ 12.2.120. Данная схема приведена на рис. 5.9.

Опорная площадка педали должна иметь длину и ширину не менее чем по 60 мм (40 мм по ширине – для строительно-дорожных машин). Угол разворота от продольной оси трактора опорной площадки педали, приводимой в действие стопой ноги, не должен превышать 15° (ГОСТ 12.2.120).

Выключению муфты сцепления должно соответствовать перемещение педали вперед или вниз. Педаль должна приводиться в действие левой ногой оператора.

Сила сопротивления перемещению педали управления муфтой сцепления по ГОСТ 12.2.120 должна соответствовать значениям, приведенным в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Сила сопротивления перемещению педали управления муфтой сцепления

Сила сопротивления перемещению педали, Н	
оптимальное значение	максимальное значение
120	250

– *Педали управления рабочими тормозами.*

Педали управления рабочими тормозами трактора во всех положениях должны находиться в зоне комфорта и при этом четко соответствовать схеме расположения по ГОСТ 12.2.120. Данная схема приведена на рис. 5.9.

Опорная площадка педали должна иметь длину и ширину не менее чем по 60 мм (40 мм по ширине – для строительно-дорожных машин). Расстояние между кромками площадок рядом расположенных неблокируемых педалей должно быть в пределах 50–100 мм, блокируемых 5–20 мм. Угол разворота от продольной оси трактора опорной площадки педали, приводимой в действие стопой ноги, не должен превышать 15° (ГОСТ 12.2.120).

Приведению в действие тормозов должно соответствовать перемещение педалей вперед или вниз при торможении. Педали должны приводиться в действие правой ногой оператора.

Сила сопротивления перемещению педалей управления тормозами по ГОСТ 12.2.120 должна соответствовать следующим величинам:

оптимальное значение	200 Н,
максимальное значение	600 Н.

– *Педаль управления подачей топлива (частотой вращения двигателя).*

Педаль управления подачей топлива (УПТ) трактора во всех положениях должна находиться в зоне комфорта и при этом четко соответствовать схеме расположения по ГОСТ 12.2.120. Данная схема приведена на рис. 5.9.

Увеличению подачи топлива (частоты вращения двигателя) должно соответствовать перемещение педали вперед или вниз. Педаль должна приводиться в действие правой ногой оператора.

Сила сопротивления перемещению педали УПТ по ГОСТ 12.2.120 должна соответствовать следующим величинам:

оптимальное значение	50 Н,
максимальное значение	90 Н.

– Управление коробкой передач.

Органы управления коробкой передач (КП) должны располагаться в зоне комфорта в соответствии с международным стандартом ИСО 6682, так как они относятся к основным органам управления машиной.

Расстояния от рукояток рычагов управления КП (во всех положениях) до элементов рабочего места и между рукоятками должно быть не менее 50 мм для приводимых в движение кистью и не менее 25 мм – для приводимых в действие пальцами.

Минимальная длина свободной части рычага вместе с рукояткой в любом его положении для промышленных тракторов и машин, изготовленных на их базе, не менее 100 мм.

Размеры рукояток рычагов управления КП в зависимости от их форм и способа захвата должны находиться в пределах значений, приведенных в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Размеры рукояток рычагов управления

Форма рукоятки	Диаметр, мм				Высота, мм			
	Для захвата пальцами		Для захвата кистью		Для захвата пальцами		Для захвата кистью	
	Пред. знач.	Опт. знач.	Пред. знач.	Опт. знач.	Пред. знач.	Опт. знач.	Пред. знач.	Опт. знач.
Округлая (шаровидная, грушевидная, коническая и др.)	10–40	30	35–50	40	15–60	40	40–60	50
Удлиненная (веретенообразная, цилиндрическая и др.)	10–30	20	20–40	28	30–90	50–60	80–130	100

Примечание. Для грушевидной, конической и веретенообразной рукояток приводятся размеры наибольших диаметров, для шаровидной – только диаметры.

Сила сопротивления перемещению рычагов управления КП по ГОСТ 12.2.120 не должна превышать следующих значений:
переключение без разрыва потока мощности 60 Н,
переключение с разрывом потока мощности 160 Н.

Значения усилий, прилагаемых к рукояткам рычагов, в зависимости от способа их перемещения, по ГОСТ 21753 должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 5.4.

Таблица 5.4

Усилия, прилагаемые к рукояткам рычагов

Способ перемещения рычага	Усилие, Н, не более
Пальцами	10
Кистью	15
Кистью с предплечьем	25
Всей рукой	40
Двумя руками	90

Рычаги управления КП должны приводиться в действие правой или левой рукой. Направление перемещения относительно нейтрального положения необходимо обозначать мнемосхемой (ГОСТ 12.2.120).

При использовании в качестве органов управления КП кнопочных или клавишных переключателей рекомендуется обеспечить их следующие основные характеристики, приведенные в табл. 5.5.

**Основные характеристики кнопочных,
клавишных переключателей**

Приводной элемент	Усилие нажатия, Н	Минимальные размеры приводного элемента, мм		Минимальное расстояние между центрами приводного элемента, мм	Рабочий ход приводного элемента, мм
		ширина × длина	диаметр		
Кнопка под указательный палец	До 1	10×5	3–5	10	До 2
	1–2	12×7	10	15	2–3
	2–4	18×8	12	15–18	3–5
	4–8	20×12	15	18–20	4–6
Кнопка под большой палец	8–20	–	30	30	3–8
	20–35	–	30	30	5–8
Кнопка под ладонь	10–50	–	50	150	5–10
Клавиша	До 2,5	10	–	18–25	3–5
	2,5–4,0	15	–	–	4–6
	4–6	18	–	–	4–6
	6–16	18–20	–	–	5–10

– *Управление приводом переднего ведущего моста.*

Органы управления приводом переднего ведущего моста (ПВМ) допускается располагать как в зоне комфорта, так и в зоне досягаемости оператором в соответствии с международным стандартом ИСО 6682, так как они не относятся к основным органам управления машиной.

В отношении органа управления ПВМ даются следующие рекомендации: четкая фиксация и визуальная идентификация его положений.

– *Ручное управление подачей топлива.*

Орган ручного управления подачей топлива (УПТ) во всех рабочих положениях должен располагаться в зоне комфорта в соответствии с международным стандартом ИСО 6682. Его

местоположение должно быть доступно для правой руки оператора при нормальной рабочей позе.

Сила сопротивления перемещению рычага УПТ по ГОСТ 12.2.120:

оптимальное значение	30 Н,
максимальное значение	80 Н.

Направляющим перемещением рычага УПТ является его перемещение вперед и вверх и (или) вперед и в сторону плоскости, параллельной продольной оси трактора, для увеличения числа оборотов двигателя (ГОСТ 12.2.120).

– *Управление включением вала отбора мощности.*

Орган управления включением вала отбора мощности (ВОМ) во всех рабочих положениях должен располагаться в зоне комфорта в соответствии с международным стандартом ИСО 6682, так как он относится к основным органам управления машиной.

Положение выключения ВОМ должно быть четко обозначено и хорошо видно с сиденья оператора (ИСО 3789/2).

Сила сопротивления перемещению рычага включения ВОМ по ГОСТ 12.2.120:

оптимальное значение	160 Н,
максимальное значение	200 Н.

При использовании в качестве органов управления включением ВОМ кнопочных или клавишных переключателей необходимо обеспечить их основные характеристики в соответствии с величинами, приведенными в табл. 5.5.

– *Органы управления гидравлической навесной системой.*

Орган управления гидравлической навесной системой (ГНС) во всех рабочих положениях должны располагаться в зоне комфорта в соответствии с международным стандартом ИСО 6682, так как они относятся к основным органам управления машиной.

Расположение органов управления ГНС должно быть удобным предпочтительно для правой руки оператора (ГОСТ 12.2.120).

Усилия на органах ручного управления распределителем гидросистемы не должны превышать значений (ГОСТ 12.2.120), приведенных в табл. 5.6.

Таблица 5.6

Усилия на органах ручного управления
распределителем гидросистемы

Распределитель гидросистемы	Усилие на органах управления, Н	
	оптимальное значение	максимальное значение
Механический привод	60	100
Электрогидравлический привод	15	30
Гидравлический привод	20	60

Усилия на органах управления навесным устройством не должны превышать 150 Н.

Направляющим перемещением для рычагов управления ГНС должно являться перемещение вверх и (или) назад для подъема, вниз и (или) вперед для опускания навесного оборудования (ГОСТ 12.2.120).

Если не предусмотрены дополнительные средства, то должна существовать возможность фиксации рычага (рычагов) управления или подъемного механизма в транспортном положении и проведения технического обслуживания или регулирования орудий в поднятом положении (ИСО 3789/2).

– *Управление включением блокировки дифференциала.*

Органы управления включением блокировки дифференциала допускается располагать как в зоне комфорта, так и в зоне досягаемости их оператором в соответствии с международным стандартом ИСО 6682, так как они не относятся к основным органам управления машиной.

Расположение органа управления включением блокировки дифференциала является предпочтительно удобным для правой руки или ноги оператора (ИСО 3789/2).

Направляющим перемещением органа управления включением блокировки дифференциала рекомендуется перемещение вперед или вниз для выключения.

6. ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА КАБИНЫ

6.1. Общие требования к интерьеру кабины трактора

Внутреннее пространство кабины трактора по своей функционально-технической сущности является объемом, формирующим рабочее место человека-оператора. В нем располагаются различные органы управления движением трактора (рулевое колесо, педали тормозов, муфты сцепления и подачи топлива) и технологическим процессом (рычаги управления навесной системой, валом отбора мощности и др.).

Поэтому при формообразовании интерьера кабины, а также вариантов его конструктивного исполнения следует стремиться решить следующую задачу – отразить в форме основную функцию – удобство, придать форме эстетическую выразительность, привлекательность, согласовать внутренние формы (интерьер) с общим обликом трактора. Наилучшим результатом формирования интерьера и поста управления должны являться отдельные элементы и внутреннее пространство кабины в целом, играющие роль символов, знаков, образно рассказывающих о функциях, для осуществления которых они предназначены, и учитывающих особенности управляющих действий человека-оператора.

На подавляющем большинстве современных сельскохозяйственных машин интерьер кабины базируется на формованных обивках элементов металлического каркаса, выполненных из многослойных виброгасящих и шумопоглощающих

материалов. На полы уложены формованные резиновые ковры, обладающие высокой степенью защиты от шума.

Посты управления современных тракторов выполнены с учетом антропометрии и биомеханики оператора. Приняты во внимание ограничения, вызываемые размерами тела мужчин и женщин разного возраста. Сиденье оператора и его параметры (боковая и поясничная поддержка, диапазон регулировок) обеспечивают предпочтительную осанку и удобство взаимодействия с органами управления трактором. Обеспечены безопасные расстояния до выступающих элементов и между элементами для предотвращения случайного защемления.

Органы управления сформированы и расположены таким образом, чтобы они соответствовали свойствам (прежде всего возможности движения) части тела, которой они приводятся в действие. Форма рукояток согласована с формой и функцией кисти оператора, их расположение соответствует задаче управления. Во избежание перепутывания элементов управления применено их группирование и выделение цветом в соответствии с функциями процесса, последовательностью приведения в действие и др.

Цветовое решение интерьера кабины и панелей поста управления направлено на предотвращение диафрагмирования и нежелательного отражения (отсутствие бликов) и уменьшения зрительного напряжения оператора за счет выбора оптимального контраста яркости и цветового контраста панелей интерьера и элементов управления.

6.2. Описание основных принципов дизайна интерьера кабины

Интерьер кабины разделен на несколько блоков:

1. Нижний пояс интерьера (рис. 6.1) сформирован коврами, панелями левой и правой ниш, накладками на порожки кабины.

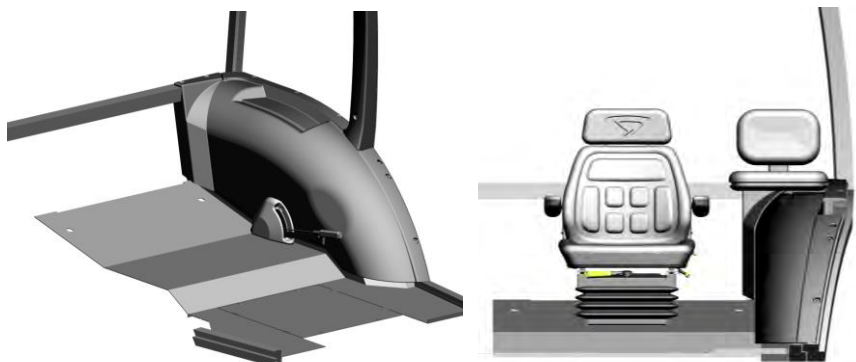


Рис. 6.1. Нижний пояс интерьера кабины

2. На передней стенке кабины расположен щиток приборов и юбочные детали педального блока управления тормозами и муфтой сцепления (рис. 6.2).

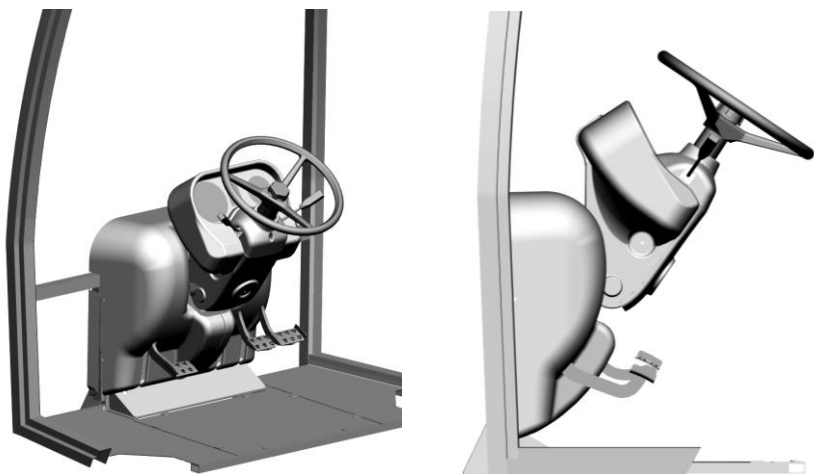


Рис. 6.2. Щиток приборов и юбочные детали педального узла

3. Справа от сиденья оператора расположены панели бокового пульта управления КП, распределителем гидронавесной системы; на правой нише кабины сформирована панель пульта электрогидравлического управления (клавишами) блоки-

ровкой дифференциала заднего моста, управления понижающим редуктором, задним ВОМ (рис. 6.3).



Рис. 6.3. Рабочее пространство и панели пультов управления

4. Верхний пояс интерьера кабины (рис. 6.4) включает панели потолка, блоков систем кондиционирования воздуха и управления электро- и радиооборудованием кабины.

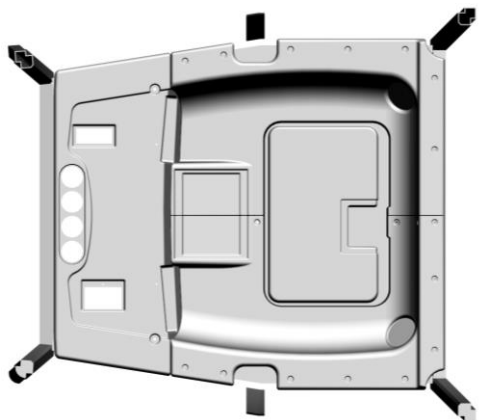


Рис. 6.4. Верхний пояс интерьера кабины

Для повышения комфорта оператора и соблюдения требований нормативных документов в панелях интерьера предусматривается место для емкости с питьем.

Основная задача при выборе цветового решения интерьера – получение желаемого психофизиологического воздействия цветов на оператора. Это достигается выбором цвета панелей и пультов в оптимальном контрасте к цвету органов управления для уменьшения зрительного напряжения.

Для предотвращения бликов прямых и отраженных лучей света верхние панели пультов управления и щитка приборов выполнены в более темных тонах (с меньшим коэффициентом отражения). С целью придания легкости композиции интерьера панели нижнего пульта имеют более светлые тона.

При разработке рабочего места оператора и интерьера кабины учтены требования отечественных и зарубежных нормативных документов, регламентирующих требования к размещению и характеру воздействий на органы управления трактором, а также минимальных внутренних размеров кабины.

Нормативные документы

1. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные: **ГОСТ 12.2019*** (устанавливает общие требования, обеспечивающие безопасность труда при использовании тракторов по назначению, техническом обслуживании, ремонте, транспортировании, хранении и общие эргономические требования к рабочему месту оператора).

2. Кабины и рабочие места операторов тракторов, самоходных строительно-дорожных машин, одноосных тягачей, карьерных самосвалов и самоходных сельскохозяйственных машин: **ГОСТ 12.2.120*** (устанавливает требования к размерам минимального рабочего пространства, системам доступа на рабочее место оператора, расположению органов управления, условиям труда оператора и защитным свойствам кабин).

Стандарты, регламентирующие эргономические требования к рабочему месту оператора

3. Сиденье тракторное. Общие технические условия: **ГОСТ 20062*** (распространяется на одноместные поддресоренные сиденья оператора (водителя) тракторов тяговых классов не менее 0,6 и устанавливает: классификацию; основные параметры и размеры; технические требования; правила приемки; методы испытаний; маркировку, упаковку, транспортирование и хранение; указания по эксплуатации; гарантии изготовителя).

4. Международный стандарт. Машины землеройные. Зоны комфорта и досягаемости для органов управления: **ИСО 6682** (устанавливает зоны комфорта и досягаемости для органов управления, получаемые при перекрытии зон досягаемости операторов высокого и низкого роста в положении сидя).

Учебное издание

ГУСЬКОВ Валерий Владимирович
КЛЮТКО Дмитрий Владимирович
КУХАРЁНОК Леонид Викторович

ОСНОВЫ ЭРГОНОМИКИ И ДИЗАЙНА
МНОГОЦЕЛЕВЫХ КОЛЕСНЫХ
И ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

Методическое пособие
по дисциплинам «Теория трактора»
и «Теория систем “местность–машина”»
для студентов специальностей 1-37 01 03 «Тракторостроение»
и 1-37 01 04 «Многоцелевые гусеничные колесные машины»
автотракторного и военно-технического факультетов

В 2 частях

Часть 1

ТРАКТОРЫ

Редактор Т.Н. Микулик
Компьютерная верстка Н.А. Школьниковой

Подписано в печать 05.05.2011.

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 3,49. Уч.-изд. л. 2,73. Тираж 100. Заказ 278.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.