Курасов В.С., Трубилин Е.И., Тлишев А.И.

ХОЗЯЙСТВЕ

rutracker.org
новое имя для torrents.ru

УДК 631.372

Курасов В.С., Трубилин Е.И., Тлишев А.И.

Тракторы и автомобили, применяемые в сельском хозяйстве: Учебное пособие. Краснодар: Кубанский ГАУ, 2011. – 132 с.: ил.

В учебном пособии рассмотрены: классификация и общее устройство тракторов и автомобилей, устройство автотракторных двигателей внутреннего сгорания, работа механизмов и систем двигателей, устройство трансмиссии, ходовой части и механизма управления, рабочее и вспомогательное оборудование, транспортные средства сельскохозяйственного назначения и эксплуатационные материалы для тракторов и автомобилей.

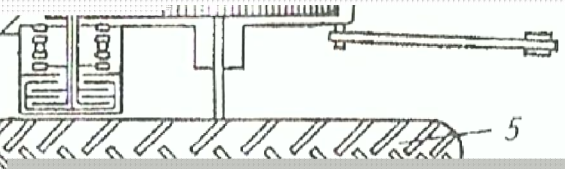
Предназначено для студентов высших учебных заведений (очной и заочной формы обучения), обучающихся по направлениям: «Агрохимия и агропочвоведение», «Агрономия», «Плодоовощеводство и виноградарство», «Садоводство».

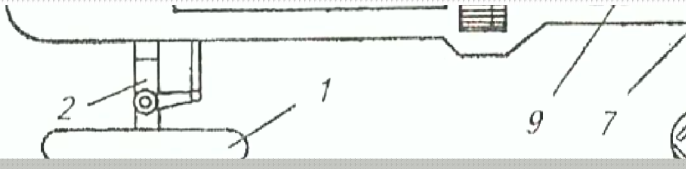
Учебное пособие рассмотрено и одобрено методической комиссией факультета механизации Кубанского ГАУ – протокол № 10 от «17» июня 2011 г.

Рецензент: Шепелев А.Б., кандидат технических наук

Содержание

1 Тракторы и автомоб


5


2
1
9
7

9
10

11
12

Полный объем цилиндра V_o **(м^3)** - сумма объема камеры сжатия и рабочего объема цилиндра, т. е. пространство над поршнем, когда он находится в н. м. т.

Литраж двигателя $V_д$, - это сумма рабочих объемов всех его цилиндров, выраженная в литрах.

Степень сжатия - отношение полного объема цилиндра к объему камеры сжатия. Степень сжатия - это отвлеченное число, показывающее, во сколько раз полный объем цилиндра больше объема камеры сжатия.

Рабочий цикл двигателя - комплекс последовательных периодически повторяющихся процессов (впуск, сжатие, сгорание, расширение и выпуск), в результате которых энергия топлива преобразуется в механическую работу.

Такт - часть рабочего цикла, происходящая за время движения поршня от одной мертвой точки до другой, т. е. условно принимаем, что такт происходит за один ход поршня.

Двигатели, в которых рабочий цикл совершается за четыре хода (такта) поршня или за два оборота коленчатого вала, называют четырехтактными. Двигатели, в которых рабочий цикл совершается за два хода поршня или за один оборот коленчатого вала, считают двухтактными.

3.3 Рабочие циклы четырехтактных двигателей

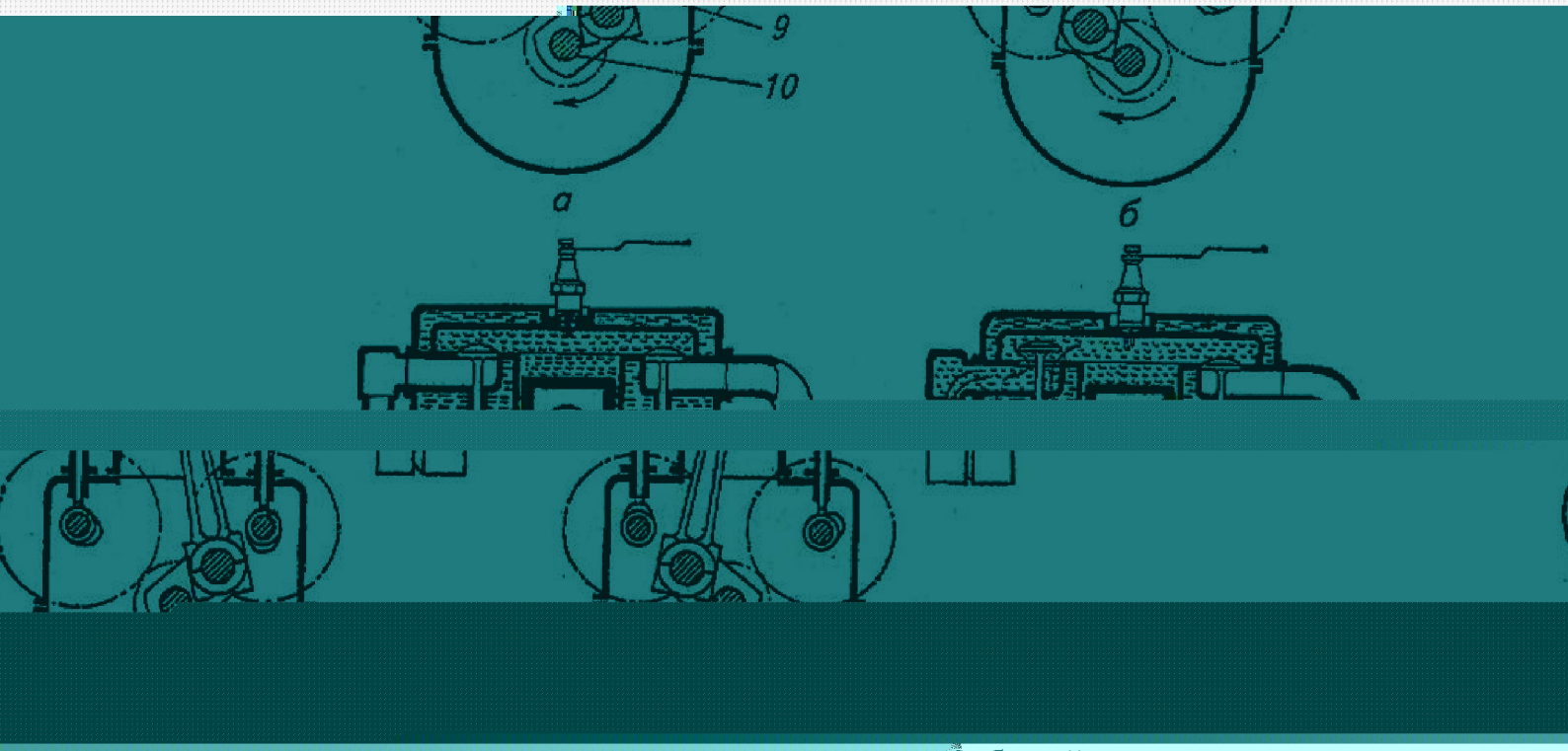
Рабочий цикл карбюраторного четырехтактного двигателя. Рассмотрим подробно каждый такт цикла.

Такт впуска. Поршень 4 (рисунок 3.3, *а)* движется от в.м.т. к н.м.т. Над ним в полости цилиндра 1 создается разрежение. Впускной клапан *6* при этом открыт, цилиндр через впускную трубу 7 и карбюратор *8* сообщается с атмосферой. Под влиянием разности давлений воздух устремляется в цилиндр. Проходя через карбюратор, воздух распыливает топливо и, смешиваясь с ним, образует горючую смесь, которая поступает в цилиндр. Заполнение цилиндра 1 горючей смесью продолжается до прихода поршня в н. м. т. К этому времени впускной клапан закрывается.

Такт сжатия. При дальнейшем повороте коленчатого вала *10* (рисунок 3.3, *б)* поршень движется от н.м.т. к в.м.т. В это время впускной *6* и выпускной *3* клапаны закрыты, поэтому поршень сжимает находящуюся в цилиндре рабочую смесь. В такте сжатия составные части рабочей смеси хорошо перемешиваются и нагреваются. В конце такта сжатия между электродами свечи 5 возникает электрическая искра, от которой рабочая смесь воспламеняется. В процессе сгорания топлива выделяется большое количество теплоты, давление и температура газов повышаются.

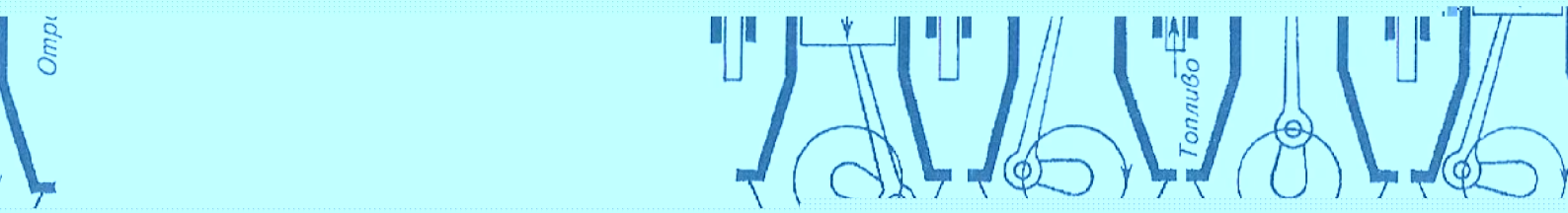
Такт расширения. Оба клапана закрыты. Под давлением расширяющихся газов поршень движется от в.м.т. к н.м.т. (рисунок 3.3, *в)* и при помощи шатуна *9* вращает коленчатый вал *10,* совершая полезную работу.

Такт выпуска. Когда поршень подходит к н. м. т., открывается выпускной клапан *3* и отработавшие газы под действием избыточного давления начинают выходить из цилиндра в атмосферу через выпускную трубу *2*. Да-



зеля. В отличие от карбюра-
топливо вводятся раздельно.
.т. к н.м.т. (рисунок 3.4, *а*), впу-
оздух.
ршень движется от н.м.т. к в.м.т.

Рабочий цикл четырехтактного ди
торного двигателя в цилиндр дизеля воздух и
Такт впуска. Поршень движется от в.м
скной клапан открыт, в цилиндр поступает во
Такт сжатия. Оба клапана закрыты. По



а, б - такт сжатия, *в* - такт расширения, г - такт выпуска

такт впуска

це такта сжатия при положении поршня, близком к в.м.т., в ци-
форсунку начинает впрыскиваться жидкое топливо. Устройство
беспечивает тонкое распыливание топлива в сжатом воздухе.
во, впрыснутое в цилиндр, смешивается с нагретым воздухом и

В кон
линдр через
форсунки об
Топли

нужно перемещать поршень,

тальных тактов - выпуске, впуске и сжатии -

ширения. Маховик, обладающий значительной массой, крепят на конце коленчатого вала.

Дизель по сравнению с карбюраторным двигателем имеет следующие основные преимущества: на единицу произведенной работы расходуется в среднем на 20...25 % (по массе) меньше топлива; работа на более дешевом топливе, которое менее пожароопасно. Недостатки дизеля: более высокое давление газов в цилиндре требует повышенной прочности деталей, а это приводит к увеличению размеров и массы дизеля; пуск его затруднен, особенно в зимнее время. Хорошие экономические показатели дизелей обусловили их широкое применение в качестве двигателей для тракторов, грузовых и легковых автомобилей.

3.4. Рабочий цикл двухтактного двигателя

Во всех двухтактных двигателях для удаления отработавших газов из цилиндра используется поток свежей смеси или воздуха. Этот процесс называется продувкой и может осуществляться различными способами.

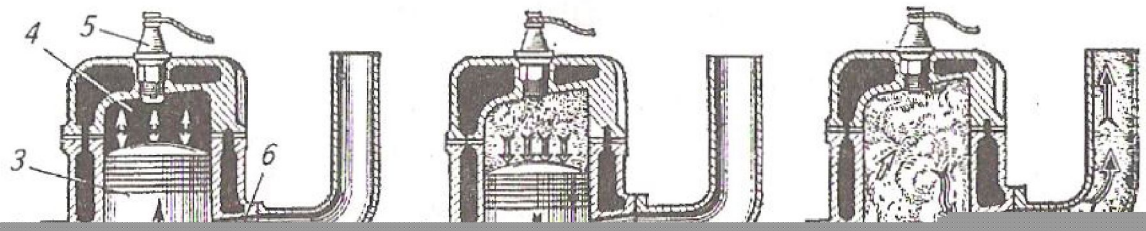
Схема устройства и работы двухтактного карбюраторного двигателя с кривошипно-камерной продувкой изображена на рисунке 3.5. У двигателей этого типа в стенке цилиндра *4* сделаны три окна: впускное 7, продувочное *2* и выпускное *6*. Картер (кривошипная камера *9)* двигателя непосредственного сообщения с атмосферой не имеет. К впускному окну 7 присоединен карбюратор *8*. Продувочное окно *2* сообщается каналом *1* с кривошипной камерой 9 двигателя.

Рабочий цикл двухтактного карбюраторного двигателя происходит следующим образом. Поршень *3* движется от н. м. т. к в. м, т. (рисунок 3.5, *а),* перекрывая в начале хода продувочное окно *2,* а затем выпускное *6.* После этого в цилиндре начинается сжатие ранее поступившей в него горючей смеси. В то же время в кривошипной камере *9* создается разрежение, и как только нижняя кромка юбки поршня откроет впускное окно 7, через него из карбюратора *8 в* кривошипную камеру будет засасываться горючая смесь.

При положении поршня, близком к в. м.т., сжатая рабочая смесь воспламеняется электрической искрой от свечи 5. При сгорании смеси давление газов резко возрастает. Под давлением газов поршень перемещается к н. м. т. (рисунок 3.5, *б).* Как только он закроет впускное окно 7, в кривошипной камере *9* начнется сжатие ранее поступившей сюда горючей смеси.

В конце хода поршень открывает выпускное окно *6* (рисунок 3.5, *в),* а затем и продувочное окно *2.* Через открытое выпускное окно отработавшие газы с большой скоростью выходят в атмосферу. Давление в цилиндре быстро понижается. К моменту открытия продувочного окна давление сжатой горючей смеси в кривошипной камере становится выше, чем давление отработавших газов в цилиндре. Поэтому горючая смесь из кривошипной камеры

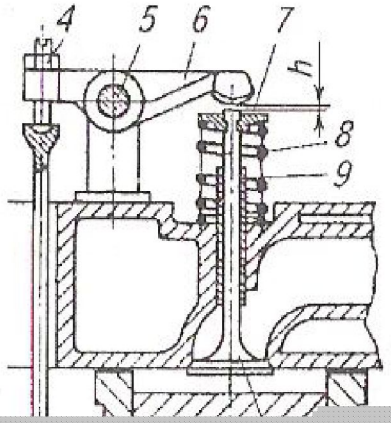
по каналу *1* поступает в цилиндр и, заполняя его, выталкивает остатки отработавших газов через выпускное окно наружу.



му большинство карбюраторных двигателей выполняют четырехтакт-
а двухтактные используют на тракторах в качестве пусковых двигате-

равномерно: ускоренно - во время такта расширения и замедленно - в других

стро увеличивать частоту вращения коленчатого вала при увеличении ко-
чества сгорающего топлива.



кулачок своим вы-
Коромысло *6*, ус-
ет клапан *10* вниз.
жина *8*, предвари-
жении), еще более
теля, давление на

тельный вал *1*. При повороте распределительного вала его к
ступом поднимает толкатель 2, а вместе с ним и штангу *3*.
тановленное на оси 5, поворачивается вокруг нее и отжимае
Открывается отверстие канала в головке цилиндров, а пруж
тельно сжатая (чтобы удержать клапан в закрытом положе
сжимается. Когда выступ кулачка выходит из-под толкат
клапан прекращается и он под действием пру

е-
н-

лучшее наполнение цилиндров и позволяет достигать более высоких степе
ней сжатия, чем механизм с боковыми клапанами. Поскольку в таком меха

Рисунок 4.2 Схемы систем питания:
а - карбюраторного двигателя: 1 - указатель уровня топлива; 2 - топливн
фильтр-отстойник; 4 - диафрагменный насос; 5 - фильтр тонкой очистки топлив

ый бак; 3 -
а; 6 - жик-

очившегося топлива; 10 - указатель уровня топлива.

ститель; 9 - трубка для отвода прос

Системы питания карбю
раторных двигателей и дизелей существенно

и боковое отверстие *6*. Давление в надплунжерном пространстве резко падает, и под действием избыточного давления в топливопроводе нагнетательный клапан *1* прижимается к седлу *2*. В результате этого разъединяются плунжерное пространство и топливопровод.

Цилиндрический поясок нагнетательного клапана *1* называют разгрузочным. При движении плунжера этот поясок действует как поршень, освобождая часть объема топливопровода высокого давления, что приводит к резкому снижению давления в топливопроводе и быстрой посадке иглы распылителя форсунки, а следовательно, к резкой отсечке впрыска топлива.

Количество подаваемого топлива зависит от активного (рабочего) хода плунжера. На рисунке 4.4 (положение *I)* показана максимальная подача топлива. При повороте плунжера по ходу часовой стрелки (если смотреть сверху) подача уменьшается, а против хода часовой стрелки - увеличивается. Если плунжер повернуть так, что продольный паз *9* плунжера будет находиться против отверстия *6,* то подачи топлива не будет (рисунок 4.4, положение *II).*

4.4 Регуляторы частоты вращения коленчатого вала двигателя

В процессе эксплуатации тракторов и автомобилей двигатели работают с переменными нагрузками, что всегда приводит к нарушению соответствия между мощностью двигателя и внешними сопротивлениями. Это вызывает изменение частоты вращения коленчатого вала двигателя и скорости движения трактора или автомобиля. Работа двигателя с непрерывно изменяющимися скоростными режимами приводит к нарушению технологических процессов при производстве сельскохозяйственных работ, где в большинстве случаев требуются постоянная скорость движения машины или агрегата и неизменная частота вращения ВОМ.

Чтобы поддержать заданный скоростной режим работы при резко изменяющейся внешней нагрузке, двигатели современных тракторов и автомобилей оснащают регуляторами.

Регулятором называют устройство, автоматически поддерживающее заданную частоту вращения вала двигателя путем воздействия на орган управления работой двигателя. В карбюраторных двигателях регулятор действует на дроссельную заслонку, изменяя количество горючей смеси, поступающей в цилиндры двигателя, а в дизелях - на рейку топливного насоса, изменяя подачу топлива секциями топливного насоса высокого давления.

Наиболее распространены центробежные, пневматические и пневмоцентробежные регуляторы. По числу регулируемых режимов различают регуляторы одно-, двух- и всережимные.

4.5 Смазочная система

По способу подвода масла к трущимся поверхностям деталей различают смазочные системы разбрызгиванием, под давлением и комбинированные.

Смазывание разбрызгиванием и за счет добавления масла в бензин применяется в пусковых двигателях тракторов. В смазочной системе под давлением предусмотрен подвод масла ко всем трущимся деталям под давлением с помощью насоса, только такую систему в автотракторных двигателях не применяют. Комбинированную смазочную систему применяют во всех автотракторных двигателях. Эта система обеспечивает подвод масла под давлением к наиболее нагруженным и ответственным деталям. Трущиеся поверхности менее нагруженных деталей или деталей, к которым затруднен подвод масла под давлением (поршень, цилиндр, зубья распределительных шестерен и др.), смазываются разбрызгиванием.

Комбинированная смазочная система работает следующим образом. Из поддона картера *11* (рисунок 4.5) масло через сетку маслозаборника *10* засасывается масляным насосом *8* и направляется к фильтру *18*. Очищенное масло охлаждается в масляном радиаторе *16* поступает по трубке *17* в главную масляную магистраль. Из этой магистрали масло проходит по сверлениям в блоке к коренным и шатунным 5 подшипникам коленчатого вала 7 и в канал *24* к шейкам распределительного вала. Далее по сверлениям в распределительном и коленчатом валах масло идет ко всем шейкам. Масло, попавшее в полости шатунных шеек, смазывает шатунные подшипники. От первого коренного подшипника масло поступает к промежуточной шестерне и втулке шестерни топливного насоса.

От одной из опорных шеек распределительного вала масло пульсирующим потоком через канал *25* попадает во внутреннюю полость коромысел *26* и через отверстия в них смазывает втулки коромысел. Вытекая из втулок и разбрызгиваясь, масло попадает на трущиеся поверхности остальных деталей механизма газораспределения (клапаны, регулировочные болты, штанги, толкатели, кулачки распределительного вала), смазывает их и стекает в поддон картера.

Давление масла контролируют с помощью манометра *19*, установленного на щитке приборов в кабине трактора.

Нормальный режим работы смазочной системы поддерживают три автоматически действующих клапана: предохранительный *12*, клапан-термостат *14* и сливной *13*.

В качестве фильтра можно применять масляную реактивную центрифугу или сменный бумажный фильтрующий элемент. На некоторых двигателях применяют и тот и другой фильтр.

масла; 4 - измеритель уровня масла; 5 - шатунный подшипник; 6 - канал от коренной шейки к шатунной; 7 - коленчатый вал; 8 - масляный насос; 9 - сливная пробка; 10 - маслозаборник насоса; 11 - поддон картера; 12 - предохранительной клапан; 13 - сливной клапан; 14 - клапан-термостат; 15 - трубка, подводящая масло к радиатору; 16 - масляный радиатор;

чее масло в радиатор *16* для охлаждения. Сливной клапан *13* поддержи-
в главной масляной магистрали определенное давление масла при его
чей температуре 80...95 °С. В некоторых двигателях вместо редукцион-

Принудительная система охлаждения, постоянно сообщающаяся с атмосферой, называется открытой, а система, отделенная от атмосферы специальным паровоздушным клапаном *13*, - закрытой. В закрытой системе охла-

е обдува оребренных цилиндров и головок воздухом. У
ной мощности, устанавливаемых на мотоциклах, детали

водится в результат
двигателей небольш

ли-
йств

ание
наб-

зации, а также для питания контрольно-измерительных приборов и устрой
и других целей.

В зависимости от целевого назначения электрическое оборудова
тракторов и автомобилей делят на ряд систем и групп: систему электрос

К сцеплению предъявляют следующие требования: надежная передача наибольшего вращающего момента двигателя трансмиссии; быстрое и плавное разъединение и соединение ведущих и ведомых частей, обеспечивающее необходимую частоту выключения и включения, а следовательно, и посте-

го моста необходим дополнительный вал, у которого изменяются длина и угол наклона к продольной оси автомобиля.

Карданная передача (в наиболее простом виде) состоит из карданных шарниров и карданного вала. Карданные шарниры обеспечивают угловое перемещение карданного вала, а свободные шлицевые соединения вилок карданного шарнира с карданным валом - изменение расстояния между шарнирами.

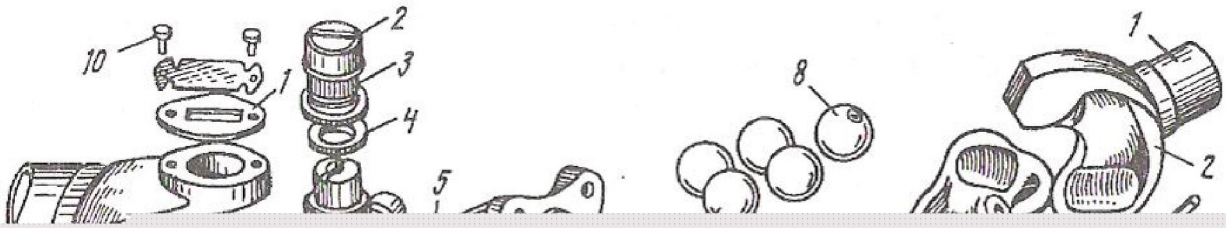
Карданные передачи используют на колесных тракторах, оборудованных приводом на все четыре колеса (К-701, Т-150К, МТЗ-82), и гусеничном тракторе Т-150. Их устройство аналогично устройству карданных передач автомобилей.

В карданную передачу некоторых автомобилей (ГАЗ-53А, ЗИЛ-130 и др.) и тракторов (МТЗ-82) введен дополнительный вал, устанавливаемый на промежуточной опоре. Такая конструкция позволяет укоротить основной вал, уменьшить его вибрацию, повысить надежность и долговечность работы карданной передачи.

Карданный шарнир с игольчатыми подшипниками (рисунок 7.5, *а)* состоит из вилок, крестовины, игольчатых подшипников, сальников. Стаканы с игольчатыми подшипниками надевают на пальцы крестовины и уплотняют сальниками. Стаканы фиксируют в вилках стопорными кольцами или крышками, привернутыми к ним винтами. Карданные шарниры смазывают через масленку по внутренним сверлениям крестовины. Предохранительный клапан служит для устранения излишнего давления масла в шарнире.

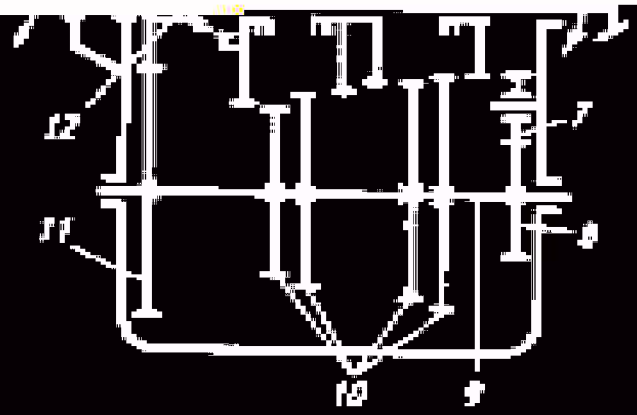
При равномерном вращении ведущей вилки ведомая вилка вращается неравномерно: за один оборот она дважды обгоняет ведущую вилку и дважды отстает от нее. Для устранения неравномерности вращения и снижения инерционных нагрузок применяют два карданных шарнира.

В приводе к передним ведущим колесам устанавливают карданную передачу равных угловых скоростей. Такая передача автомобилей ГАЗ-66 и ЗИЛ-131 состоит из вилок *2, 5* (рисунок 7.5, *б),* четырех шариков 7 и центрального шарика *8.* Ведущая вилка *2* представляет собой единое целое с внутренней полуосью, ведомая откована вместе с наружной полуосью, на конце которой закреплена ступица колеса. Ведущий момент от вилки *2* к вилке *5* передается через шарики 7, перемещающиеся по круговым желобам вилок.



нир: 1 - крышка; 2 - стакан; 3 - игольчатый подшипник; 4 - сальник; 5, 9
ранительный клапан; 7 - крестовина; 8 - масленка; 10 - винт; б - кар-
вных угловых скоростей: 1 - внутренняя полуось; 2 - ве

а - карданный шарн
- вилки; 6 - предох
данный шарнир ра



мой переда-

Рисунок 7.6 Кинематическая схема трехвальной КПП с

чей: 1 - первичный вал; 2, 4, 7, 8, 10, 11 – шестерни; 3 – зубчатая муфта; 5 –

8 Ходовая часть

8.1 Общие сведения

Ходовая часть состоит из трех основных элементов: остова, движителя и подвески.

Остов является основанием машины, связывающим все механизмы в единое целое. Он может быть рамным, полурамным и безрамным. У легковых автомобилей роль рамы выполняет кузов, называемый несущим. Для крепления двигателя и передней подвески служит короткая рама, прикрепленная к полу кузова.

Типы движителей. Различают колесные, гусеничные и полугусеничные движители. Колесный движитель представляет собой колеса с пневматическими шинами. У гусеничного движителя опорные катки катятся по гладкому искусственному пути, который образуется бесконечной гусеничной цепью. Полугусеничный движитель состоит из резинометаллической гусеницы, установленной между ведущим колесом с пневматической шиной и натяжным колесом.

Пневматическое колесо состоит из диска, обода и эластичной шины.

По устройству различают камерные и бескамерные шины. Основные части камерной шины - покрышка, камера с вентилем и ободная лента. Ободную резиновую ленту размещают между камерой и ободом, предотвращая трение между ними. Ободные ленты применяют только в колесах грузовых автомобилей.

Бескамерные шины широко применяют на легковых и грузовых автомобилях и тракторах. В таких шинах пространство, заполняемое воздухом, образуется в результате герметичного соединения обода колеса с покрышкой, а вентиль при этом размещается на ободе. Герметичная посадка бескамерной шины на обод достигается при помощи специальной конструкции борта, плотно прижимающегося к закраинам обода внутренним давлением воздуха.

Бескамерные шины могут быть обычного типа, широкопрофильные и арочные. Арочные шины способствуют повышению проходимости автомобиля в трудных дорожных условиях. Это шины низкого давления (0,05...0,08 МПа).

Внутреннее давление воздуха в шинах автомобилей колеблется в пределах 0,17...0,5 МПа, тракторов - 0,08...0,25 МПа.

Подвеска соединяет остов с колесами. Она предназначена для смягчения возникающих во время движения толчков и ударов, повышения плавности хода машины.

Различают подвески двух основных типов: зависимые и независимые. В зависимой подвеске оба колеса подвешены к раме *4* (рисунок 8.1, *а)* на общей оси *1,* вследствие чего перемещение каждого из них происходит вместе с осью. В независимой подвеске каждое колесо подвешено к раме *2* (рисунок

8.1, *б)* независимо от другого при помощи рычагов *1*, *4* и стойки *5*. В качестве упругих элементов в различных подвесках используют рессоры, пружины, торсионы, резиновые баллоны и др. У автомобилей подвеской оборудованы

полнена в виде шарнира, а другая допускает некоторое перемеще
няя часть рессоры соединена стремянками *12* с передним или задни

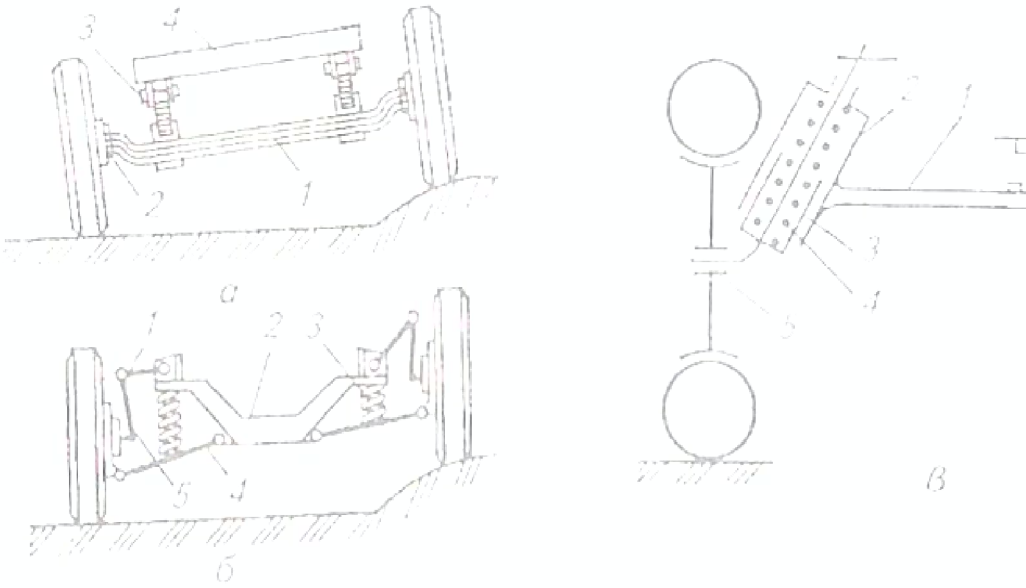
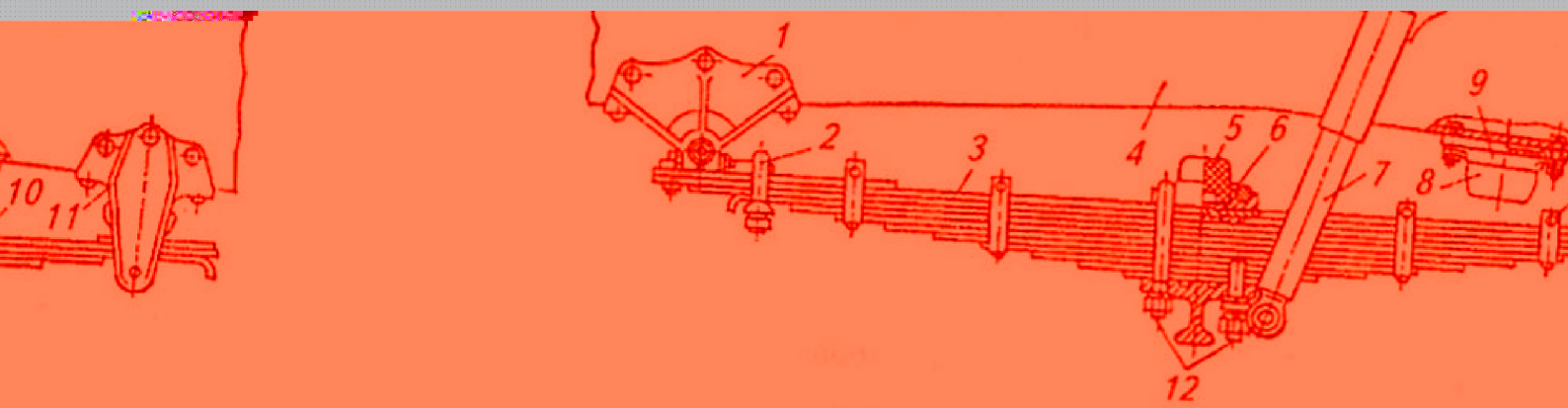


Рисунок 8.1 Схемы подвесок трактора и автомобиля:
а - зависимой: *1* - передняя ось; *2* - цапфа колеса; *3* - рессора; *4* - рама; *б* - неза
верхний рычаг; *2* - рама автомобиля; *3* - пружина; *4* - нижний рычаг; *5* - стойк
видуальным подрессориванием колеса: *1* - передняя ось; *2* - кронштейн; *3* -
щая; *4* - пружинная рессора; 5 - цапфа колеса.

При движении автомобиля по неровностям дороги возника
ния, которые частично гасятся за счет трения в рессорах. Однако
относительно мало, и для эффективного гашения колебаний прим
циальные устройства - *амортизаторы 7*. Наиболее распространен
лические амортизаторы двустороннего действия. Их работа основа
что при относительных перемещениях подрессоренных и неподре
масс автомобиля (трактора) находящаяся в амортизаторе жидкост
ет из одной его полости в другую через небольшие проходны
вследствие чего создается сопротивление, поглощающее энергию



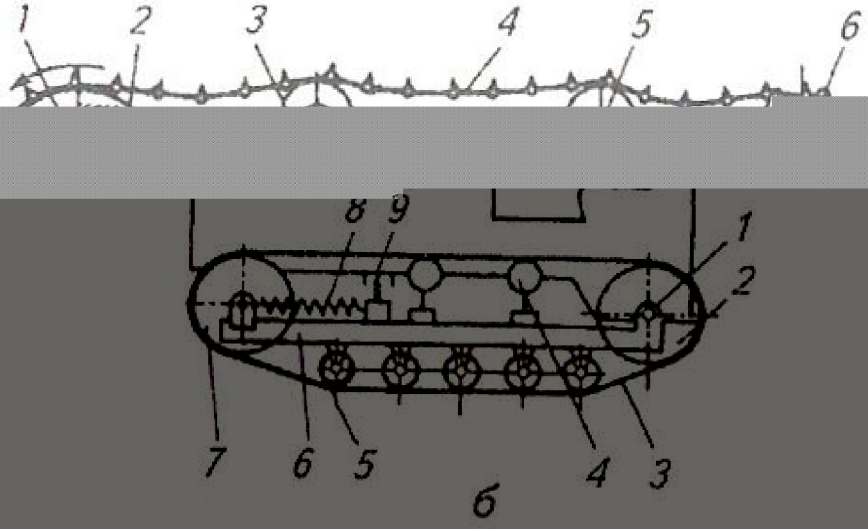


Рисунок 8.3 Схемы подвесок гусеничных тракторов:

а - эластичная подвеска: 1 - коленчатая ось; *2* - направляющее колесо; *3* - натяжной винт с гайкой; 4 -

9 Механизмы управления

9.1 Способы поворота и принцип работы рулевого управления тракторов и автомобилей

Управляемость машины это способность ее двигаться точно по задаваемой траектории при условии минимальных физических и психологических нагрузок на водителя. Понятие управляемости включает в себя свойства курсовой устойчивости (способность изменять направление движения по заданной траектории при соответствующем воздействии на орган управления).

Существуют следующие способы поворота колесных тракторов и автомобилей: поворот всех колес или только передних управляемых; излом шарнирно-сочлененной рамы машины; создание разности вращающих моментов на ведущих колесах; бортовой способ поворота по принципу гусеничных машин; комбинированный способ, сочетающий первый и третий способы поворота.

Автомобили и большинство тракторов поворачивают, изменяя направление движения передних колес, а тракторы Т-150К, К-701 - в результате поворота одной части рамы относительно другой вокруг соединяющего их вертикального шарнира.

Рулевое управление классифицируют по следующим признакам: по расположению на машине - с левым или правым расположением; по конструкции рулевого механизма - червячные, реечные, кривошипно-винтовые, комбинированные и др.; по конструктивным особенностям рулевого привода - привод к управляемым колесам и управляемым осям или к складывающимся полурамам.

Рулевое управление должно быть легким и удобным, для чего усилие на рулевом колесе и угол его поворота должны быть ограниченными. Кроме того, необходимо, чтобы рулевое управление обеспечивало правильную кинематику поворота и безопасность движения, а поворот колес происходил так, чтобы их качение не вызывало проскальзывания. Это обеспечивается соединением рулевого управления в форме трапеции.

К рулевому управлению предъявляют следующие требования.

1. Обеспечение высокой маневренности, при которой возможны крутые и быстрые повороты на сравнительно ограниченных площадях.

2. Легкость управления, оцениваемая усилием, прилагаемым к рулевому колесу.

3. Высокая степень надежности действия, поскольку выход рулевого управления из строя в большинстве случаев заканчивается аварией или катастрофой.

4. Правильная кинематика поворота, при которой колеса всех осей автомобиля катятся по концентрическим окружностям (невыполнение этого

требования приводит к скольжению шин по дороге, интенсивному их изнашиванию, излишним расходам мощности двигателя и топлива).

5. Умеренное ощущение толчков на рулевом колесе при езде по плохим дорогам, что снижает безопасность движения.

6. Точность следящего действия, в первую очередь кинематического, при котором любому заданному положению рулевого колеса будет соответствовать вполне определенная заранее рассчитанная крутизна поворота.

7. Отсутствие в рулевом управлении больших зазоров, приводящих к плохому держанию автомобилем дороги, к его вилянию.

Рулевое управление машины с передними управляемыми колесами со-

Зубчатый сектор *8* находится в зацеплении с поршнем-рейкой 7, укрепленной на винте *6* гидроусилителя, и образует рулевой механизм. Действие рулевого механизма облегчается гидравлическим усилителем. Усилие к рулевому механизму передается от рулевого колеса *2,* сидящего на валу *4,* через карданную передачу 5 на винт *6.*

В рулевых механизмах применяют передачи типа червяк ролик, червяк - сектор, червяк - червячная шестерня и др. Передачи первого типа наиболее распространены в рулевых механизмах тракторов и грузовых автомобилей.

На отечественных автомобилях принято левое (по ходу) рулевое управление, обеспечивающее лучший обзор. У тракторов рулевое управление расположено справа, благодаря чему создаются условия для лучшего наблюдения за работой агрегата и более точного его вождения при выполнении ряда технологических операций (пахота, косьба и т. д.).

С целью облегчения управления трактором или автомобилем применяют усилители рулевого управления преимущественно гидравлического типа (в тракторах К-701, Т-150К, МТЗ-80, ЛТЗ-55, в автомобиле ЗИЛ-130).

Управляемые (направляющие) колеса трактора (автомобиля) должны быть установлены правильно, чтобы износы шин и затраты мощности на качение были наименьшими, устойчивость - хорошей, а управление - легким. Установка управляемых (передних) колес характеризуется их развалом в вертикальной плоскости и схождением в горизонтальной, а также наклоном шкворней поворотных цапф в продольной и поперечной плоскостях.

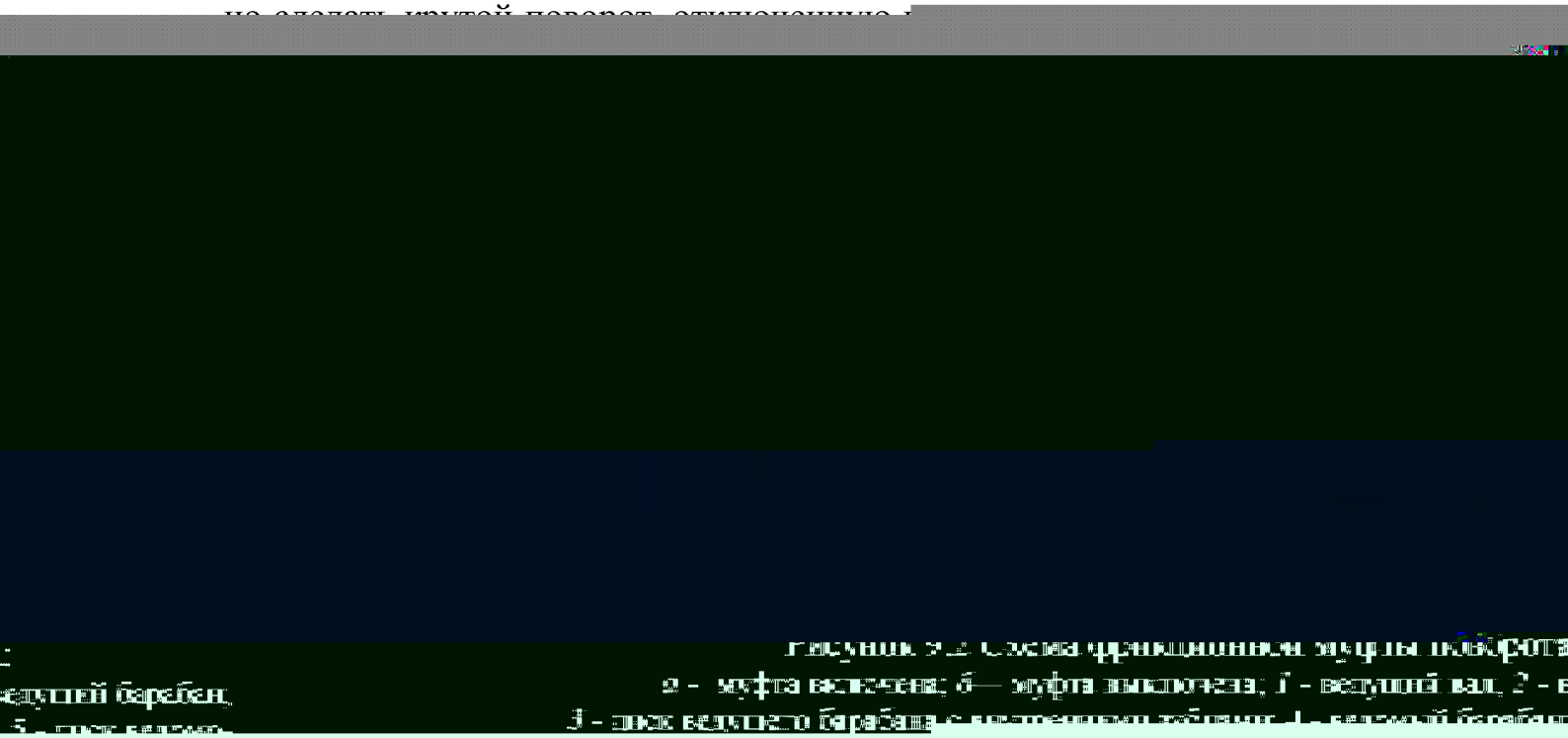
Развал колес (рисунок 9.1, *б)* определяется установкой цапф колес с наклоном их шипов вниз. Это позволяет уменьшить нагрузки на внешний подшипник и улучшить управляемость. Угол развала колес различных машин $\alpha \leq 2°$.

Схождение колес (рисунок 9.1, *г)* находят по разнице размеров *А* и *Б* между серединами колес впереди и сзади, если смотреть на них сверху. Схождение колес обеспечивает правильное параллельное качение их при наличии развала и зазоров в шкворнях, рулевых тягах и подшипниках колес. В руководстве по каждой машине указывают требуемые размеры *А* и *Б,* которые проверяют специальными приспособлениями и регулируют, изменяя длину поперечной тяги рулевого управления. Схождение колес находится в пределах 2...12 мм.

Поперечный β (см. рисунок 9.1, *б)* и продольный γ (рисунок 9.1, *в)* наклоны шкворня способствуют повышению устойчивости колеса в среднем положении. Угол γ, характеризующий поперечный наклон шкворня, составляет у автомобилей 6...8° и определяется соответствующей формой передней оси. Угол у, характеризующий продольный наклон шкворня, изменяется в пределах $0...4^0$ и определяется установкой цапфы передней оси в наклонном положении. Углы наклона шкворней в процессе эксплуатации машин регулировкам не подлежат.

9.2 Механизмы поворота гусеничных тракторов

Поворот гусеничного трактора происходит при отключении от трансмиссии той гусеницы, в сторону которой надо повернуть трактор. Если нуж-



ведущей барабан;

Ведомая часть муфты - барабан *4,* укрепленный на ведущем валу 6 конечной передачи. На внутренней поверхности барабана сделаны канавки, в которые входят наружные зубцы дисков 5, снабженных фрикционными накладками. Ведомые и ведущие диски собраны через один. На валу *1* установлен нажимной диск 9, вращающийся вместе с валом, но имеющий возможность перемещаться вдоль его оси. В диск *9* ввинчены шпильки 7, проходящие через отверстие барабана *2.* На шпильки установлены пружины *8,* упирающиеся с одной стороны в диск *9,* а с другой - в укрепленные на шпильках 7 шайбы. Пружины сжимают диски *3* и 5, и муфта, находясь в замкнутом состоянии, создает требуемый момент трения. При этом вращающий момент от главной передачи передается муфтами на конечные передачи - трактор совершает прямолинейное движение.

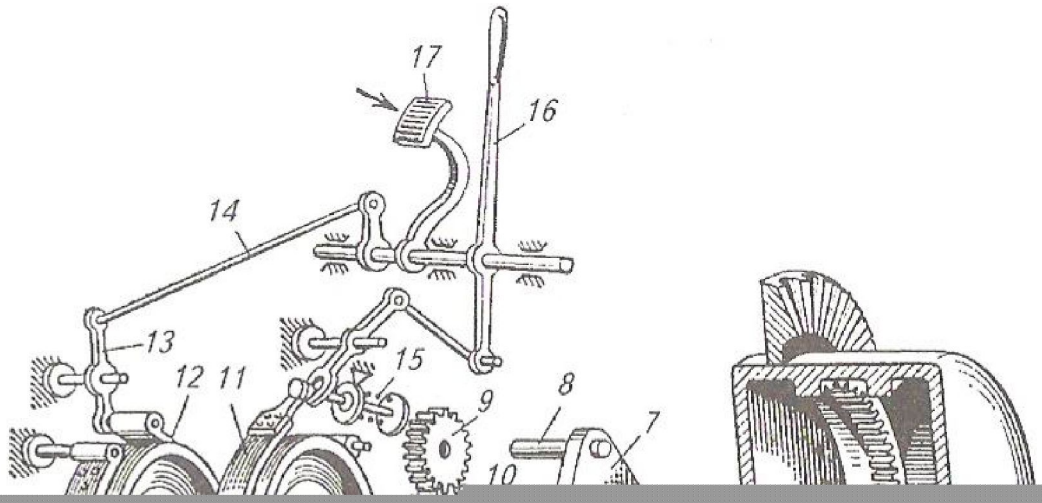
Для поворота трактора надо отключить соответствующую гусеницу от трансмиссии, т. е. выключить одну из муфт поворота. При выключении этой муфты (рисунок 9.2, *б)* диск *9* перемещается в горизонтальном направлении, пружины *8* сжимаются, диски *3* и *5* освобождаются и вращение ведомого барабана и ведущей звездочки прекращается. В это время другая муфта остается замкнутой, вследствие чего трактор поворачивается вокруг отключенной гусеницы.

Планетарный механизм поворота состоит из двух симметрично расположенных одинаковых планетарных механизмов управления правой и левой гусеницами. Механизм собран в цилиндрическом корпусе 5 (рисунок 9.3), установленном на подшипниках *в* корпусе заднего моста.

Работой планетарного механизма управляют тормоза, помещенные в боковых отделениях корпуса заднего моста, привод которых осуществляется с помощью рычага *16* и педали *17.*

При прямолинейном движении трактора педаль *17* и рычаг *16* отпущены. В этом случае тормозные шкивы *1* полуосей *2* свободны, а шкивы *3,* затянутые тормозными лентами *11* посредством пружины *15,* вместе с солнечными шестернями *10* находятся в неподвижном состоянии. Шестерни главной передачи вращают корпус 5, а он своими коронами 6 приводит во вращение сателлиты *9,* заставляя их обкатываться по неподвижным шестерням *10.* Увлекаемые осями *8* сателлитов водила 7 передают вращение полуосям *2* и от них через конечные передачи ведущим звездочкам гусениц.

Для поворота трактора перемещают соответствующий рычаг *16* на себя, лента *11* отпускает тормозной шкив 5, и солнечная шестерня *10* освобождается. При этом сателлиты начинают вращать шестерню *10* и сторону, противоположную направлению вращения водила 7, усилие на водило не передается, и оно вместе со своей полуосью останавливается, гусеница отключается от трансмиссии, в то время как вторая гусеница продолжает движение и поворачивает трактор. Для более крутого поворота после перемещения рычага *16* нажимают педаль *17.* При этом тяга *14,* поворачивая рычаг *13,* затягивает тормозную ленту *12* на тормозном шкиве /, и полуось 2 затормаживается.


17
16
14
13
12
11
15
9
8
7
10

ления в гидроцилиндр или через боковые выводы непосредственно к гидроприводу сельскохозяйственных машин.

Неподвижно закрепленные на тракторе устройства гидросистемы соединяют стальными бесшовными трубопроводами, рассчитанными на давление до 32 МПа, а к гидроцилиндрам жидкость подводится по гибким шлангам. Маслопроводы соединяют с помощью специальных муфт, снабженных самозапирающимися устройствами шарового типа.

Регулятор глубины обработки почвы работает следующим образом.

Верхняя центральная тяга навесного устройства соединена с корпусом заднего моста трактора не жестко, как обычно, а болтом через пластинчатую пружину. При заглублении машины, например плуга, сверх нормы увеличивается давление на пружину, в результате чего ее длина уменьшается, а поводок через тягу и рычаг силового регулирования перемещает золотник силового регулятора вверх, в результате чего масло направляется в гидроцилиндр и плуг выглубляется.

Как только глубина обработки почвы достигнет заданной величины, уменьшится воздействие на пружину, она удлинится, возвратит золотник регулятора в исходное положение и подача масла в цилиндр прекратится. Включение (и выключение) регулятора в систему осуществляется рычагом переключателя.

Если навешенные на трактор машина или орудие удерживаются во время работы в заданном положении (позиции) относительно остова трактора независимо от тягового сопротивления, например при посеве на поле с ровным рельефом, то золотник регулятора соединяется через тягу с поворотным рычагом, посредством которого шток гидроцилиндра соединен с навесным устройством. При перемещении рычага сигнал через тягу передается на золотник силового регулятора, который для подъема или опускания рабочей машины направляет масло в гидроцилиндр.

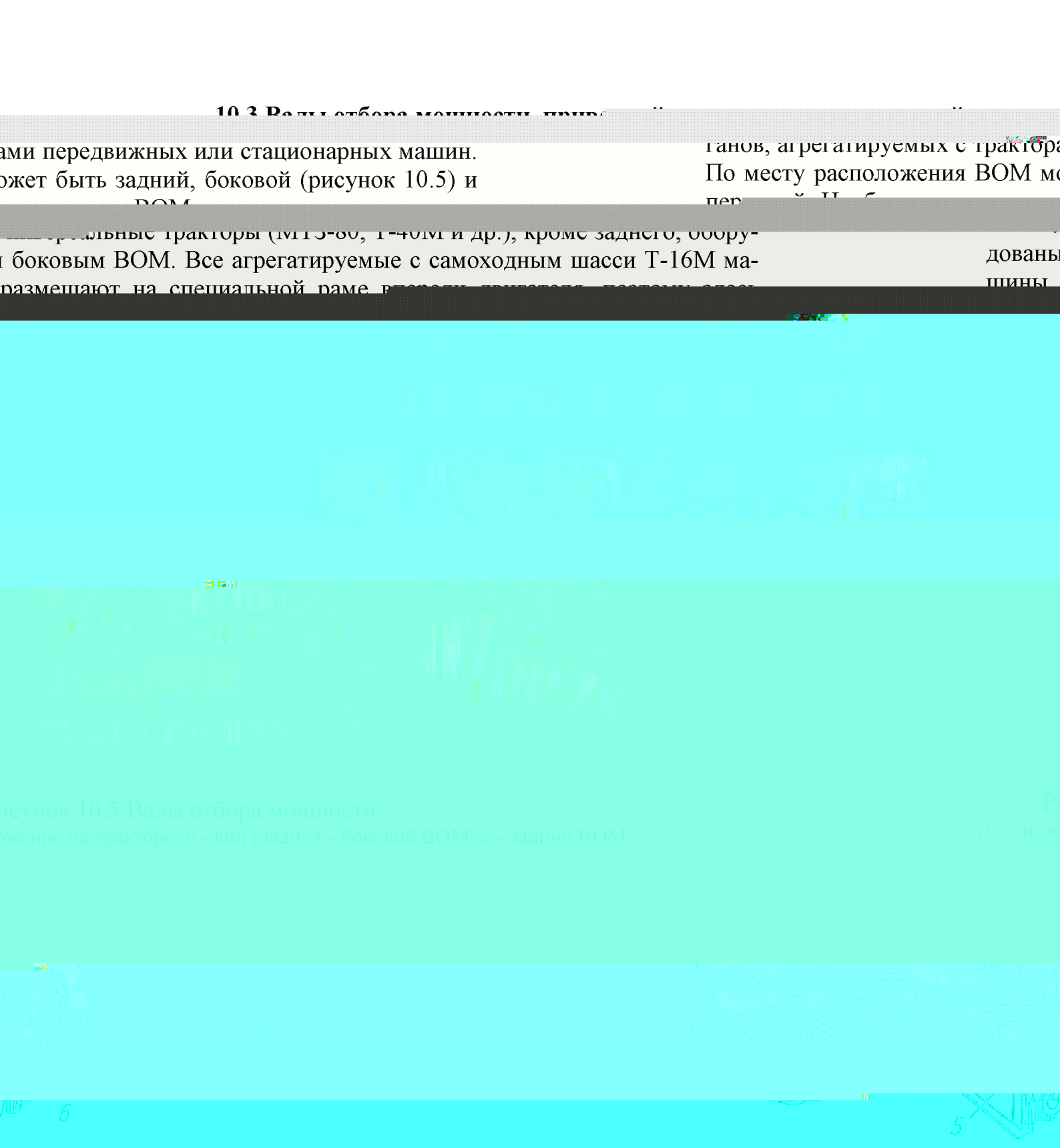
Догружатель ведущих колес бывает двух типов: механический, когда сцепной вес увеличивают за счет веса агрегатируемой машины, перенося переднюю точку присоединения центральной тяги (чем ниже точки присоединения тяги, тем больше сцепной вес), и гидравлический (ГСВ).

Гидравлический догружатель или увеличитель сцепного веса расположен на стенке корпуса гидроагрегатов справа от распределителя. Работает он следующим образом. При недостаточном сцепном весе тракторного агрегата (ведущие колеса начинают пробуксовывать) с помощью ГСВ в гидроцилиндр под небольшим давлением (0,8...0,35 МПа) подается масло. При этом навесное устройство стремится поднять навешенную машину в транспортное положение, но давления, создающего подъемную силу 300...500 Н, для этого недостаточно. Тем не менее усилие передается через навесное устройство на корпус трактора, прижимая его задние колеса к почве и уменьшая их буксование.

ами передвижных или стационарных машин.
ожет быть задний, боковой (рисунок 10.5) и

ВОМ.

ы боковым ВОМ. Все агрегатируемые с самоходным шасси Т-16М ма-
размещают на специальной раме, впереди прицепная, позади опор-



исунок 10.5 Валы отбора мощности:
ожение на тракторе; *б* - вид сзади; *1* - боковой ВОМ; *2* - задний ВОМ

ров МТЗ-80 и МТЗ-82:
княя тяга; *6* - чека; 7 - палец

ым устройством, прицепную
ых тяг навесного устройства

ноприводных грузовых автомобилях,
и подтягивания автомобилей и прице-

танов, агрегатируемых с трактора
По месту расположения ВОМ мо
первый. На тракторах

дованы
шины

Рисунок 10.6 Прицепное устройство тракто
1 - поперечина; *2* - палец; *3* - шкворень; *4* - серьга; 5 - ниж

Обычно на тракторах, снабженных навесн
скобу с серьгой укрепляют на концах продольны

Лебедка, устанавливаемая на пол
предназначена для самовытаскивания

Тяговые характеристики используют для решения задач рационального агрегатирования тракторов с сельскохозяйственными машинами, установления норм выработки и расхода топлива тракторными агрегатами.

При проведении технико-экономических расчетов зачастую используются не физические, а условные (эталонные) тракторы. Для этого используются коэффициенты перевода физических тракторов в условные - приложение Г.

Но эти коэффициенты устарели. С 02.07.2009 г. действует «Методика использования условных коэффициентов перевода тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов в эталонные единицы при определении нормативов их потребности», утвержденная Министерством сельского хозяйства РФ. Выдержки из этой методики приведены в приложении Д.

13 Транспортные средства сельскохозяйственного назначения

13.1 Значение и особенности сельскохозяйственных перевозок

В общем комплексе сельскохозяйственных работ транспортные процессы занимают до 35 % всех затрат труда на возделывание сельскохозяйственных культур, а по затратам энергии - до 40%. Транспортные расходы составляют около 20...25 % издержек, определяющих себестоимость важнейших видов сельскохозяйственной продукции.

Перевозки сельскохозяйственных грузов оказывают влияние на сроки проведения полевых работ и в конечном счете на урожайность сельскохозяйственных культур. Задержка в проведении транспортных работ вызывает простои агрегатов, снижение качества или порчу продукции, нарушение технологии производства.

Грузопотоки в различных районах страны неравномерны и зависят от характера и специализации хозяйств, обеспечения транспортом, сроков созревания и урожайности сельскохозяйственных культур. В период уборки урожая нагрузки на транспортные средства максимально возрастают.

Сезонность и неравномерность использования во времени, зависимость от состояния дорог и погодных условий - характерные особенности работы транспорта в сельскохозяйственном производстве.

Большой удельный вес в перевозках сельскохозяйственных грузов занимает транспортировка продукции полеводства. Режим работы транспорта во время уборки рассчитывается на круглосуточные перевозки, максимальное использование благоприятных погодных условий для обеспечения быстрой и без потерь доставки грузов с полей на приемные пункты, элеваторы, заводы по переработке продуктов, в овощехранилища.

Параметр	ГАЗ-33104 «Валдай»	ЗИЛ-5301	ГАЗ-53А
Передаточные числа переднего хода КПП	6,55; 3,99; 2,38; 1,44; 1,0	6,45; 3,56; 1,98; 1,275; 1,0	6,55; 3,09; 1,71; 1,0
Передаточное число главной передачи	3,42	3,273	6,83
Шины	215/75R17,5	225/75R16C	8,25R20
Колесная формула	4×2	4×2	4×2
^{x} Площадь лобового сопротивления, м^2	4^{x}	5	3,6
^{x} Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м^3	0,7^{x}	0,6	0,7
Параметр	ГАЗ-4301	ЗИЛ-130/130Г2	ЗИЛ-431410
Собственная масса, кг	3470	4300/6875	4380
Грузоподъемность, кг	5000	6000/10000	6000
Число мест	2	3	3
Полная масса, кг	9050	10525/17200	10605
Максимальная скорость, км/ч	85	90/80	90
Максимальная мощность двигателя, кВт	92	110,3	110,3
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин$^{-1}$	2800	3200	3200
Число ступеней переднего хода КПП	5	5	5
Передаточные числа переднего хода КПП	6,286; 3,891; 2,133; 1,35; 1,0	7,44; 4,1; 2,29; 1,47; 1,0	7,44; 4,1; 2,29; 1,47; 1,0
Передаточное число главной передачи	5,429	6,32	6,33
Шины	8,25R20	260R508	260R508
Колесная формула	4×2	4×2	4×2
^{x} Площадь лобового сопротивления, м^2	3,8	4,1/7,5	4,1^{x}
^{x} Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м^3	0,7	0,7/0,6	0,7^{x}

Параметр	ЗИЛ-4331	КамАЗ-4308	ЗИЛ-131
Собственная масса, кг	5300	4350	6460
Грузоподъемность, кг	6000	5500	5000
Число мест	3	3	3
Полная масса, кг	12000	11500	11685
Максимальная скорость, км/ч	80	105	80
Максимальная мощность двигателя, кВт	136	132,5	110,3
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин$^{-1}$	2800	2500	3200
Число ступеней переднего хода КПП	5	5	5
Передаточные числа переднего хода КПП	8,26; 4,52; 2,48; 1,83; 1,0	5,62; 2,89; 1,64; 1,0; 0,724	7,44; 4,1; 2,29; 1,47; 1,0
Передаточное число главной передачи	5,29; 5,86; 6,33; 6,88	4,01	7,339
Шины	260-508R	245/70R19.5	12-20
Колесная формула	4×2	4×2	6×6
^{x} Площадь лобового сопротивления, м^2	5,1^{x}	5^{x}	5,5
^{x} Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м^3	0,75^{x}	0,6^{x}	0,7
Параметр	Урал-375Н	Урал-4320	КамАЗ-43255
Собственная масса, кг	7700	8020	7150
Грузоподъемность, кг	7000	5000	7000
Число мест	3	3	3
Полная масса, кг	14925	1324	14300
Максимальная скорость, км/ч	75	85	95
Максимальная мощность двигателя, кВт	132,4	154,4	126
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин$^{-1}$	3200	2600	2200
Число ступеней переднего хода КПП	5	5	5

Параметр	Урал-375Н	Урал-4320	КамАЗ-43255
Собственная масса, кг	7080	7610	6
Грузоподъемность, кг	8000	10000	8
Число мест	3	3	
Полная масса, кг	15300	17800	14
Максимальная скорость, км/ч	80/100	85	
Максимальная мощность двигате-			

Параметр	ВАЗ-1111 «Ока»	ТагАЗ Vega	Renault Logan
Максимальная мощность двигателя, кВт	24,3	91	57
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности двигателя, мин$^{-1}$	5600	5600	6000
Число ступеней переднего хода КПП	4	5	5
Передаточные числа переднего хода КПП	3,7; 2,06; 1,27; 1,0	3,82; 2,16; 1,48; 1,13; 0,89;	4,27; 2,24; 1,44; 1,03; 0,87
Передаточное число главной передачи	4,1	3,9	4,1
Шины	135/80R12	195/55R15	175/70R14
Колесная формула	4×2	4×2	4×2
[x] Площадь лобового сопротивления, м^2	1,5	2	2
[x] Коэффициент сопротивления воздуха, кг/м^3	0,45	0,35	0,35

[x] Приближенное значение

Приложение В
(Техническая характеристика прицепов и полуприцепов)

Таблица В1 Основные параметры прицепов и полуприцепов

Марка прицепа, полуприцепа	Тип	Грузо-подъемность, т	Вмести-мость кузова, $м^3$	Высота по-грузки, мм	Агрегатирование (марка автомоби-ля, марка или класс трактора)
Автомобильные прицепы, полуприцепы					
НАПЗ-75413	Двухосный прицеп	4	5	1865	ЗИЛ-130
ГКБ-8Е7	Двухосный прицеп	5,5	6,2	1872	ЗИЛ-130
ОдАЗ-9357	Полуприцеп	11,1	До 18	1990	ЗИЛ-4421
МАЗ-8926	Двухосный прицеп	8	8,8	1440	МАЗ-5335, КрАЗ-26С
КАЗ-9368	Полуприцеп	11.5	10	1410	КАЗ-608В2
МАЗ-9380	Полуприцеп	15	14,1	1450	МАЗ-5433
Тракторные прицепы, полуприцепы					
ОЗТП-8572	Прицеп	13	17/26	2490	3; 5
ОЗТП-9554	Полуприцеп	10	12/18	2600	3; 5
ГКБ-8526	Прицеп	6	6,4/12,8	1350	1,4; 3
ГКБ-ШБ(БД)	Прицеп	4	5/11	1250	1,4
2ПТС-4-793А	Прицеп	4	5/16	1630	0,9; 1,4
ГКБ-95011	Полуприцеп	2	2,5/5	1350	0,6; 0,9; 1,4

Приложение Г

Таблица Г1 Коэффициенты перевода физических тракторов в условные

Трактор	Номинальная эксплуатационная мощность двигателя, кВт	Масса, т	Коэффициент перевода в условные тракторы $\lambda_{э.т}$ (нормативная эталонная выработка $W_{н.э.}$ га/ч)
Гусеничные			
Т-130	117,8	14,3	1,76
Т-130Б	103,0	13,9	1,54
Т-150	110,4	6,975	1,65
Т-4	80,9	7,6	1,33
Т-4А	95,7	7,96	1,45
ДТ-75Б, ДТ-75К	55,2	6,25	1,00
ДТ-75М	66,2	6,25	1,10
Колесные			
К-701	198,7	13,4	2,7
К-700А	147,2	11,8	2,2
К-700	147,2	11,8	2,1
Т-150К	121,4	7,54	1,65
МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-80Х	55,2	3,2	0,7
МТЗ-82	55,2	3,4	0,73
ЮМЗ-6М, ЮМЗ-6Л	44,2	3,2	0,6
Т-40М	36,8	2,4	0,53
Т-40АМ, Т-40АМН	36,8	2,6	0,54
Т-40А	29,4	2,6	0,50
Т-28Х4М	44,2	2,8	0,60
Т-28ХЗ	29,4	2,3	0,48
Т-28Х4	36,8	2,5	0,55
Т-25А	18,4	1,8	0,3
Т-16ММЧ	14,7	1,7	0,22

Приложение Д

«Методика использования условных коэффициентов перевода тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов в эталонные единицы при определении нормативов их потребности», утверждена Министерством сельского хозяйства РФ 02.07.2009 г. - **Выдержки**

В качестве эталонных единиц приняты условные тракторы ТЭ-100 (близкий по параметрам к трактору ДТ-75Д), ТЭ-150 (близкий по параметрам к трактору Т-150-05-09), зерноуборочные комбайны «Нива-Эффект» и «Vector-410», кормоуборочные - КСК-100А-Б и «Дон-680М».

Из перечисленных первые эталонные образцы соответствуют средней мощности и наиболее типичному современному техническому уровню, что позволяет рекомендовать их для проведения расчетов до 2012 г. Вторые эталонные образцы приведены как наиболее соответствующие среднему техническому уровню в ближайшей перспективе и рекомендуются для проведения расчетов после 2012 г.

Для тракторов в качестве эталонного показателя принята производительность пахотного агрегата в час сменного времени в эталонных условиях: площадь поля 50 га, глубина обработки 22-24 см, удельное сопротивление почвы в зависимости от рабочей скорости, базовое значение (55 кПа) при скорости 8 км/ч, коэффициент прироста сопротивления 3,5% на 1 км/ч, длина гона 800 м, фон – стерня по ГОСТ 7057-81, среднее расстояние переезда 5 км.

Классификационные диапазоны тягово-мощностных показателей и технического уровня тракторов, влияющих на эталонный показатель, учитывают эксплуатационную массу, эксплуатационную мощность двигателя, тип трансмиссии, тип движителя, особенность кинематики поворота, расположение поста управления, степень автоматизации управления трактором, приспособленность двигателя к преодолению динамических колебаний сопротивления.

При компьютерном моделировании работы пахотного агрегата его режим определялся положением точки максимального тягового кпд на тяговой характеристике с учетом агротехнического ограничения рабочей скорости 11 км/ч.

Трактор ТЭ-100 – гусеничный, эксплуатационная мощность 73,5 кВт, ширина захвата пахотного агрегата 2,24 м, коэффициент использования времени смены 0,77, производительность в час сменного времени 1,12 га.

Трактор ТЭ-150 – гусеничный, эксплуатационная мощность 110,3 кВт, ширина захвата пахотного агрегата 2,59 м, коэффициент использования времени смены 0,72, производительность в час сменного времени 1,5 га.

Для зерноуборочных комбайнов в качестве эталонной технологической операции принята прямая уборка зерновых колосовых культур.

Зерноуборочный комбайн «Нива-Эффект»: ширина захвата 4,1-6 м, пропускная способность 5,6 кг/с, мощность двигателя 107 кВт, диаметр барабана 600 мм, вместимость бункера 3 м^3, масса (без жатки) 6637 кг.

Зерноуборочный комбайн «Vector-410»: ширина захвата 5-8,6 м, пропускная способность 7,7 кг/с, мощность двигателя 154 кВт, диаметр барабана 800 мм, вместимость бункера 6 м^3, масса (без жатки) 9500 кг.

В качестве эталонной технологической операции для кормоуборочных комбайнов принята уборка силосных культур.

Кормоуборочный комбайн КСК-100А-Б: мощность двигателя 147 кВт, производительность в час основного времени 80 т, удельная мощность на единицу пропускной способности 2,1 кВт/т/ч, пропускная способность до 25 кг/с.

Кормоуборочный комбайн «Дон-680М»: мощность двигателя 213 кВт, производительность в час основного времени 109 т.

Определение потребности в сельскохозяйственной технике на всех уровнях (хозяйство, субъект Федерации, Россия) производится с помощью нормативов потребности и условных коэффициентов перевода физических единиц тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов в эталонные.

Расчеты потребности хозяйств, агрозон и России в целом в технике осуществляются с учетом площадей пашни, посевов зерновых культур, однолетних, многолетних трав и силосных культур (см. табл. 1), а также исходя из наличия тракторов и комбайнов.

Использование условных коэффициентов осуществляется в несколько этапов.

Вначале, на основе бухгалтерского учета, определяется количественный помарочный состав работоспособной сельскохозяйственной техники, имеющейся в хозяйстве. По таблицам условных коэффициентов тракторы и комбайны переводят в эталонные единицы. Далее, исходя из площадей имеющегося в хозяйстве севооборота, с помощью данных нормативных таблиц рассчитывается потребность в технике в эталонных единицах.

Затем имеющиеся тракторы и комбайны в условных единицах сравниваются с нормативными показателями. При выявлении недостатка машин их дефицит посредством условных коэффициентов переводится в физические единицы для определения количества тракторов и комбайнов, необходимого для приобретения хозяйству из имеющихся на рынке моделей. При необходимости можно корректировать расчетное количество тракторов и комбайнов с учетом конкретных производственных условий определенного хозяйства и состояния рынка технических средств.

Коэффициенты перевода в эталонные единицы сельскохозяйственных тракторов

Колесные тракторы

Марка фирмы (страна)	Эксплуатационная мощность двигателя, кВт	Эксплуатационная масса трактора, кг	Рабочая скорость пахотного агрегата, км/ч	Коэффициент использования времени смены	Производительность в час сменного времени, га	Коэффициент перевода в эталонные тракторы	
						ТЭ-100	ТЭ-150
1	2	3	4	5	6	7	8
Эталон ТЭ-100	73,5	6300	6,50	0,77	1,12		
Эталон ТЭ-150	110,3	6300	8,12	0,72	1,50		
ЗАО «Петербургский тракторный завод» (Россия)							
К-745	364,0	18800	11,00	0,51	3,27	2,92	2,18
К-744Р3	264,0	17500	9,72	0,58	2,76	2,46	1,84
К-744Р2	235,0	15680	9,25	0,61	2,51	2,24	1,67
К-701М	224,0	14600	9,04	0,63	2,37	2,12	1,58
К-744Р1	205,0	15060	8,02	0,64	2,29	2,04	1,53
К-744Р-05	205,0	14300	8,44	0,64	2,26	2,02	1,51
К-701	198,6	13600	8,60	0,65	2,20	1,96	1,47
К-744Р	172,0	15060	6,73	0,67	2,10	1,88	1,40
ЗАО «Агротехмаш» (Россия)							
К5220 АТМ	155,0*	9020	11,00	0,74	2,05	1,83	1,37
К5250 АТМ	165,0*	9020	11,00	0,71	2,25	2,01	1,50
К5280 АТМ	195,0*	9070	11,00	0,70	2,39	2,13	1,59
К3180 АТМ	130,0*	7000	11,00	0,77	1,77	1,58	1,18
К3160 АТМ	118,0*	7000	11,00	0,78	1,64	1,46	1,09
К3140 АТМ	103,0*	7000	9,70	0,80	1,52	1,36	1,01
ФГУП «Уралвагонзавод» (Россия)							
РТ-М-160	118,0	6300	11,00	0,79	1,49	1,33	0,99
ОАО «Камаз» (Россия)							
КамАЗ Т-215	135,0	7205	11,00	0,76	1,83	1,63	1,22
ОАО «Клаас» (Россия)							
«ATLES 946»	202,0	9026	11,00	0,69	2,43	2,17	1,62
ОАО «Липецкий тракторный завод» (Россия)							
ЛТЗ-55	36,8	2900	7,14	0,89	0,52	0,46	0,34
ЛТЗ-155	110,3	5600	11,00	0,80	1,33	1,19	0,89
ЛТЗ-60АВ	44,1	3380	7,15	0,87	0,66	0,59	0,44
ЛТЗ-55А	36,8	3075	6,56	0,89	0,56	0,50	0,37
ЛТЗ-55АН	36,8	3090	6,53	0,89	0,56	0,50	0,37