

РАЗДЕЛ ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Лекция 2 часа

Машиноиспользование и основы эксплуатации машинно-тракторных агрегатов (МТА):

1. -классификация и требования к МТА.
2. основные эксплуатационные показатели
3. -тяговая мощность;
4. -скорость движения;
5. -производительность МТА;
6. -расход топлива.

1. Условия работы машин и механизмов

Качественное выполнение лесохозяйственных работ по восстановлению леса, проведению лесозащитных, противопожарных и других мероприятий в сочетании с более полным, рациональным и производительным использованием техники является основной задачей при комплектовании машинно-тракторных агрегатов.

Лес, находясь на службе народного хозяйства нашей страны, является не только источником древесины. Его значение исключительно велико: могучий фактор регулирования водного режима рек и средство борьбы с засухой и повышением урожайности сельскохозяйственных культур.

Учитывая специфику лесного хозяйства с большим разнообразием площадей (пустыри, гари, вырубки, горные склоны и т. д.) и видов работ, прежде чем приступить к составлению машинно-тракторных агрегатов (почвообрабатывающих и др.), необходимо обстоятельно выявить и четко представить условия, в которых предстоит выполнять намечаемую работу.

Под условиями, характеризующими объект работы, прежде всего, подразумеваются: лесорастительная зона, категория лесокультурной или иной площади (вырубки, молодняки, насаждения и т. д.), рельеф местности, величина склонов, тракторопроходимость (количество пней, заболоченность, уклон), агротехнические особенности намечаемых работ.

Наличие препятствий (пни, камни, отходы лесозаготовок) вызывает необходимость значительных тяговых усилий тракторов, хорошей устойчивости, высокой проходимости и маневренности, способности преодолевать эти препятствия.

Для работы на вырубках машины должны обладать повышенной прочностью, высокой проходимостью и маневренностью; на склонах – хорошей продольной и поперечной устойчивостью к опрокидыванию; на песках – противообразивной стойкостью; на грунтах со слабой несущей способностью (заболоченные участки) – улучшенной опорной проходимостью, т. е. малым удельным давлением на грунт и требуемыми тягово-сцепными свойствами и исключать повреждение напочвенного покрова

и подроста

Для этого разрабатывается технология лесовыращивания, подбираются тяговые и рабочие машины для выполнения каждой операции, составляются технологические карты создания лесных культур (полезащитных, лесных полос) для каждой лесокультурной площади, подлежащей облесению в данном хозяйстве.

В технологической карте указываются все необходимые операции, начиная с подготовки участка, расчистки, проведения мелиоративных и других работ и кончая уходом за лесными насаждениями, который может включать: междурядную культивацию, химическую борьбу с травянистой и древесной растительностью, вредителями и болезнями культур. При определении общего объема работ учитывается повторность проведения уходов в течение сезона и продолжительность их проведения по возрасту культур.

При сплошной расчистке площадей необходимо обеспечивать сохранение на участке верхнего плодородного слоя, удаление с участка пней и валежа, выравнивание поверхности.

Полосная расчистка вырубок под лесные культуры производится с учетом количества пней на 1 га и степени захламленности вырубки.

Ширина расчищаемых полос должна обеспечить беспрепятственный проход всех лесохозяйственных агрегатов, которые планируется использовать для выполнения намеченных операций по лесовосстановлению.

При выборе способа обработки почвы следует использовать материалы обследования лесокультурных площадей, учитывая при этом опыт производства лесных культур в данном хозяйстве и генетическое сложение почв культивируемых площадей.

На участках с избыточным увлажнением необходимо создание микроповышений. Для этого можно использовать лесные специальные плуги и канавокопатели. При производстве культур на песчаных и супесчаных почвах широкое применение находят орудия рыхлящего и перемешивающего типов: на задернелых участках умеренной влажности для минерализации почвы можно использовать орудия плужного типа.

Во всех случаях назначения способа обработки почвы следует учитывать передовой опыт восстановления лесов для данных лесорастительных условий, творчески применять результаты обследования лесных культур в хозяйстве. Необходимо также обосновать вид обработки, глубину, требования к ее качеству.

При создании культур посадкой обосновываются породный состав и количество семян или саженцев на 1 га; схема посадки; глубина и количество уходов за культурами. При создании культур посевом – порода и способ посева лесных семян; норма высева; глубина заделки.

В соответствии с намеченной технологией и исходя из намеченного объема работ, определяется общая потребность в посевном и посадочном материале.

В целях ускорения процесса роста культур, обеспечения их высокой

сохранности обосновывается вид удобрений и химикатов, устанавливаются способы их внесения и нормы расхода на 1 га и определяется годовая их потребность. Для каждой операции в соответствии с агротехническими требованиями есть определенные календарные сроки выполнения работ.

При выборе орудий, машин и тракторов необходимо обеспечить максимально возможную степень механизации всех трудоемких процессов лесовосстановления.

Выбирая тип трактора, следует стремиться, по возможности, к более полному его использованию в течение всего сезона. При этом предпочтительнее подбирать универсальные тракторы, которые могут агрегатироваться с разными машинами и орудиями.

Тракторы МТЗ "БЕЛАРУС"



Тракторы России



На энергоемких операциях (удаление пней и порубочных остатков, основная обработка почвы) при лесовосстановлении на вырубках, а также на обработке больших площадей при полезащитном лесоразведении возможно использование мощных тракторов.

На работах по дополнительной обработке почвы, посадке, посеву, уходу за культурами следует использовать тракторы малой и средней мощности.

При подборе трактора наряду с энергоемкостью процесса необходимо учитывать условия проведения работ и характер выполнения технологического процесса. При выборе машин и орудий следует учесть качественное выполнение технологического процесса в условиях хозяйства в соответствии с агротехническими требованиями. Предпочтительнее использовать навесные машины.

Агрегат считается правильно скомплектованным, если он обеспечивает выполнение требований по качеству работ, имеет высокую производительность и низкие затраты.

2. Общие понятия о технологическом процессе и машинно-тракторном агрегате (МТА)

Ежегодно в лесохозяйственном производстве выполняется значительное количество разнообразных технологических процессов, основанных на применении средств механизации.

Машинный парк лесохозяйственных предприятий включает в себя тракторы, агрегатные машины на базе тракторов, автомобили, лесохозяйственные машины и орудия, силовое и технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта техники и другие средства механизации лесохозяйственного производства.

Производственный процесс – это последовательная смена между собой производственных операций, посредством которых предмет труда переходит в иное, количественное или качественное, состояние (подготовка почвы, посев-посадка, погрузка-транспортировка и т. д.).

Различают подвижные и стационарные производственные процессы, а в зависимости от энергии привода – механизированные, электрифицированные, автоматизированные и т. п.

Производственная операция – это часть производственного процесса, отражающая способ и технические средства выполнения (вспашка, боронование, внесение удобрений, валка деревьев и т. д.). Существует три типа операций – технологические, транспортные и вспомогательные.

Технологические операции, в результате проведения которых происходит изменение состояния, среды и т. д., являются основными.

Транспортные (переместительные) связаны с технологическими и, как правило, являются предшествующими операциями.

Вспомогательные сопутствуют проведению транспортных и технологических, сюда относятся техническое и технологическое обслуживание машин (ТО), погрузочно-разгрузочные работы, подготовка участков, полей, участков и т. д.

Интенсивное и неистощимое ведение лесного хозяйства в настоящее время подразумевает использование зарекомендовавших себя систем машин и технологических комплексов, направленных на повышение производительности труда и его качества. Огромное значение при этом приобретают развитие комплексной механизации и автоматизации лесного хозяйства, широкое использование передового опыта лесохозяйственного машиностроения и эксплуатации машин.

Машинно-тракторный парк (МТП) – составная часть всего машинного парка лесхозов, включает в себя тракторы, самоходные, навесные (монтируемые), полунавесные и прицепные лесохозяйственные машины и агрегаты.

Эксплуатация машинно-тракторного агрегата представляет собой рабочий цикл, при котором реализуется, поддерживается и восстанавливается его работоспособность. Различают производственную и техническую эксплуатацию машин. Производственная эксплуатация

подразумевает использование машин и механизмов по их назначению и обеспечение этого процесса. Техническая эксплуатация – это в совокупности транспортирование, хранение, техническое обслуживание, ремонт и устранение отказов.

Организационно-хозяйственной единицей в лесном хозяйстве является лесхоз, а промышленной эксплуатации леса – леспромхоз. Производственная единица лесхоза – лесничество, а леспромхоза – лесопункт, которые непосредственно выполняют соответствующие виды работ. Машинно-тракторный парк (МТП) рассредоточен по лесничествам, а на центральной базе лесхоза созданы ремонтно-механические мастерские и осуществляют руководство по использованию МТП.

Машинно-тракторный агрегат (МТА) – это сочетание энергетической части или модуля (двигатель, передаточный механизм) и рабочей машины (орудия). Классификационными признаками МТА служат: вид выполняемой работы (пахотный агрегат и т. д.); источник энергии (механический, электрический и др.); тип передаточного (приводного) механизма (тяговые, приводные); способ агрегатирования (навесные, прицепные); состав и способ работы (одномашинные, симметричные, мобильные и стационарные, простые и сложные, комбинированные и комплексные и т. д.).

Эксплуатационные показатели МТА должны отвечать необходимым лесотехническим, энергетическим, техническим, экономическим, эргономическим требованиям и обеспечивать эффективность и качество работ.

3. Эксплуатационные показатели МТА

Эксплуатационные качества тракторов и их показатели

Эффективность механизированных способов выполнения лесохозяйственных работ во многом зависит от конструкции тракторов как основной тяговой единицы МТА, которые должны обладать определенными эксплуатационными качествами.

К эксплуатационным качествам тракторов относят агро-лесотехнические, технико-экономические и общетехнические.

Агро-лесотехнические – приспособленность трактора к технологическим условиям работы, которые определяются проходимостью, оцениваемой такими показателями, как тяговое усилие, буксование, удельное давление на грунт, дорожный просвет, габариты; устойчивостью трактора на склоне, при работе в ограниченном пространстве (междурядьях); маневренностью, которая определяется управляемостью, устойчивостью движения, плавностью хода.

Технико-экономические показатели – производительность, тяговые свойства, агрегатируемость, топливная экономичность, долговечность, срок службы, эксплуатационная надежность, технологичность, экономичность ТО и Р, экономичность работы.

Общетехнические качества определяются удобством работы и

обслуживания, эргономическими показателями (освещенностью рабочего места, наличием вредных факторов – шум, пыль, газы, отопление и вентиляцией), экологическими – легкостью запуска и управления, безопасностью и др.

Основными оценочными показателями эксплуатационных качеств тракторов являются:

- 1) максимальная тяговая мощность N_T и коэффициент полезного действия трактора η_T ;
- 2) тяговое усилие трактора P_T при максимальной тяговой мощности на передачах N_{Ti} ;
- 3) скорость движения V_i при максимальной тяговой мощности N_{Ti} на различных передачах;
- 4) расход топлива Q_{Ti} на различных передачах КПП трактора;
- 5) опорная и геометрическая проходимость трактора, оцениваемая удельным давлением движителя на грунт q и дорожным просветом h_T ;
- 6) легкость управления и удобство агрегатирования трактора с рабочими машинами.

Баланс мощности трактора

Распределение эффективной мощности двигателя N_e (кВт) по отдельным видам сопротивлений называется балансом мощности и может быть выражено в виде

$$N_e = N_{mp} + N_{\delta} + N_f \pm N_j \pm N_i \pm N_w + N_{mp.вом} + N_{вом} + N_{кр}, \quad (10.1)$$

где $N_{тр}$ и $N_{тр. вом}$ – потери мощности в трансмиссии трактора и на привод ВОМ; N_{δ} – потери мощности на буксование; N_f – мощность, затрачиваемая на передвижение трактора; N_j – затраты мощности на преодоление уклона пути; N_i – мощность на преодоление сил инерции; N_w – мощность, затрачиваемая на сопротивление ветра; $N_{вом}$ – полезная мощность привода рабочей машины от вала отбора мощности трактора; $N_{кр}$ – мощность, затрачиваемая на совершение полезной работы (крюковая мощность).

Отношение тяговой мощности трактора на крюке $N_{кр}$ к эффективной мощности двигателя N_e называют тяговым коэффициентом полезного действия (к.п.д.) трактора. Он выражается формулой

$$\eta_m = \frac{N_{кр}}{N_e}. \quad (10.2)$$

При равномерном движении трактора и использовании мощности только на тяге машин и орудий

$$N_e = N_{mp} + N_{\delta} + N_f \pm N_i + N_{кр}. \quad (10.3)$$

Потери мощности в трансмиссии составляют

$$N_{mp} = N_e \cdot (1 - \eta_{mp}), \quad (10.4)$$

где $\eta_{тр}$ – общий КПД трансмиссии, $\eta_{тр} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \dots$ η_j равен произведению

КПД отдельных передач. Одна пара конических шестерен главной передачи $\eta_j=0,95$; одна пара цилиндрических шестерен коробки перемены передач $\eta_j=0,96$ и т. д.

Тогда с учетом числа ступеней общий КПД трансмиссии может быть равен $\eta_{тр}=0,83\dots 0,95$ (для расчета МТЗ принимают 0,9).

Остальная мощность, которая иногда называется окружной мощностью, передается на ходовую систему и расходуется на преодоление сил сопротивления. Выражается формулой

$$N_{окр} = N_e - N_{тр}. \quad (10.5)$$

Потери мощности на буксование можно определить по формуле

$$N_{\delta} = (N_e - N_{тр}) \cdot \delta, \quad (10.6)$$

где δ – коэффициент буксования, который можно определить, зная разность пути или углового перемещения при рабочем и холостом ходе левого и правого колес:

$$\delta = \frac{L_p - L_x}{L_p} = \frac{\varphi_p - \varphi_x}{\varphi_p}. \quad (10.7)$$

Коэффициент буксования при номинальной тяговой нагрузке для гусеничных тракторов составляет 3...6%, для колесных – 12...20% и зависит от типа почвы и загрузки трактора.

Мощность, затрачиваемая на самопередвижение или перекачивание трактора, определяется по формуле

$$N_f = P_f \cdot V_p = Q_{тр} \cdot V_p \cdot f, \quad (10.8)$$

где P_f – сила сопротивления передвиганию трактора; V_p – рабочая скорость движения; $Q_{тр}$ – вес трактора; f – коэффициент сопротивления качения.

Мощность, расходуемая трактором на преодоление подъема, зависит от крутизны уклона и в зависимости от направления движения на склоне может быть положительной или отрицательной:

$$N_i = Q_{мп} \cdot V_p \cdot \sin \alpha_n = Q_{мп} \cdot V_p \cdot j, \quad (10.9)$$

где α_n или j – соответственно, угол наклона пути или руководящий уклон.

Уравнение мощностного баланса трактора можно записать в виде

$$N_{кр} = N_{тяг} = N_e - (N_{мп} + N_{\delta} + N_f \pm N_i + N_{вом}), \quad (10.10)$$

Мощность на привод машин от ВОМ трактора можно определить:

$$N_{вом} = M_{вом} \cdot \omega_{\phi}, \quad (10.11)$$

где $M_{вом}$ – крутящий момент на валу отбора мощности; ω_{ϕ} – угловая частота вращения вала. Мощность, затрачиваемая на привод через ВОМ трактора, например, насоса дождевальной установки ДДН-70 составляет 80 л. с., а опрыскивателя ОН-400 – 30 л. с. (1,36 л. с. = 1 кВт).

При использовании одновременно тяговой мощности и привода от

ВОМ трактора общий КПД составит

$$\eta_{\text{тр}} = \frac{N_{\text{кр}} + N_{\text{вом}}}{N_e}. \quad (10.12)$$

С точки зрения определения тягового КПД трактора следует различать номинальное (максимальное или условное) и фактическое (текущее) значения, т. к. условия работы и влияющие на его факторы очень изменчивы:

$$\eta_{\text{т}}^{\text{н}} = \frac{N_{\text{кр. max}}}{N_{\text{ен}}}; \quad \eta_{\text{т}}^{\text{ф}} = \frac{N_{\text{кр. ф}}}{N_{\text{эф}}} = \frac{P_{\text{кр. ф}} \cdot V_{\text{ф}}}{N_{\text{эф}}}. \quad (10.13)$$

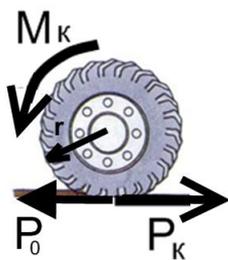
Тяговая мощность трактора и его КПД уменьшаются при возрастании потерь мощности в трансмиссии на передвижение, буксование и подъем. Величина потерь зависит от загрузки двигателя. При работе с недогрузкой потери (кроме потерь на буксование) остаются такими же, как и с полной нагрузкой, но доля эффективной мощности N_e на полезную работу $N_{\text{кр}}$ и $\eta_{\text{т}}$ соответственно снижаются.

Мощность трактора в основном расходуется на тяговую работу, при этом фактическая крутящая сила $P_{\text{кр. ф}}$ приближается к рабочему сопротивлению орудия $R_{\text{м}}$ и о полноте использования тяговой мощности трактора можно судить не только по коэффициенту загрузки $\eta_{\text{т}}$ трактора, но и по коэффициенту использования тяговой мощности или тягового усилия. Тогда можно записать следующее выражение, принятое как наиболее приемлемое для оценки правильности комплектования агрегата и его дальнейшей эксплуатации:

$$\eta_{\text{а}} = \frac{R_{\text{м}}}{P_{\text{кр. н}}} = \frac{P_{\text{кр. ф}}}{P_{\text{кр. н}}}. \quad (10.14)$$

Сила тяги трактора

Трактор обладает определенной движущей силой, когда к ведущим колесам подводится от двигателя через силовую передачу крутящий момент $M_{\text{кр}}$, который преобразуется в окружную силу, и в результате взаимодействия ее с опорной поверхностью почвы возникает касательная реакция почвы $P_{\text{к}}$. Эта сила действует в направлении движения трактора и, если сцепление движителя с опорной поверхностью достаточно, равна окружной силе $P_{\text{о}}$



$$P_{\text{к}} = P_{\text{о}} = \frac{N_{\text{окр}}}{v} = \frac{M_{\text{к}}}{r_{\text{к}}}, \quad (10.15)$$

где $r_{\text{к}}$ – радиус качения колеса; v – скорость движения.

Аналогична реакция при взаимодействии с опорной поверхностью движения гусеничного трактора с той лишь разницей, что к ведущей звездочке радиусом r_3 подводится крутящий момент M_3 и передает движущую силу на опорную часть гусеничной ленты

$$P_k = P_o = \frac{N_{\text{окр}}}{v} = \frac{M_3}{r_3}. \quad (10.16)$$

Касательная сила тяги передается через детали движителя остову трактора и является его движущей силой. Для обеспечения движения трактора P_k должна быть больше или равна сумме всех сил сопротивления движению агрегата и ее величина не должна превышать силу сцепления движителя с почвой. Для этого существует условие движения трактора

$$P_{\psi} \leq P_k \leq P_{\phi}, \quad (10.17)$$

где $P_{\psi} = P_f + P_i = Q_{mp} (f \pm i) = Q_{mp} \cdot \psi$ – суммарная сила сопротивления движению ($\psi = f \pm i$); $P_{\phi} = Q_{\text{сц. тр}} \cdot \phi$ – сила сцепления движителя с грунтом; f – коэффициент сопротивления передвигению; i – уклон пути; ϕ – коэффициент сцепления движителя с почвой; $Q_{\text{тр}}$ – полный вес трактора; $Q_{\text{сц. тр}}$ – сцепной вес трактора, приходящийся на ведущие органы: для полно приводных $Q_{\text{тр}} = Q_{\text{сц. тр}}$; для машин с одним ведущим мостом – $Q_{\text{сц. тр}} = 2/3 \cdot Q_{\text{тр}}$.

Выражение для касательной силы тяги можно получить, зная, что между мощностью N , крутящим моментом M и частотой вращения в минуту существует зависимость

$$M = 10^4 \cdot \frac{N}{n}, \quad (10.18)$$

тогда выражение для силы имеет вид

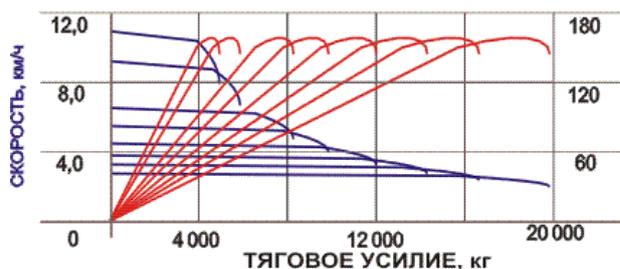
$$P_k = \frac{10^4 \cdot N_e \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot i_{\text{тр}}}{r_k \cdot n}, \quad (10.19)$$

где N_e – эффективная мощность двигателя, кВт; $\eta_{\text{тр}}$ – КПД трансмиссии; $i_{\text{тр}}$ – общее передаточное число трансмиссии.

Касательная сила тяги P_k затрачивается на преодоление сил сопротивления и выполнение полезной работы

$$P_k = P_{\text{кр}} + P_f + P_i + P_j. \quad (10.20)$$

Тяговая характеристика – это график изменения тяговой мощности, скорости, часового и удельного расхода топлива и частоты вращения коленчатого вала двигателя, буксования в зависимости от нагрузки на крюке для конкретных грунтовых условий.



Тяговую характеристику получают экспериментально или графоаналитическим способом, зная регуляторную характеристику и основные параметры трансмиссии и ходовой части.

Пользуясь тяговой характеристикой, определяют мощность на крюке, скорость движения, расход топлива на всех передачах и при любой нагрузке трактора. При этом выбор оптимальной

нагрузки осуществляют с учетом сопротивления R_m ($P_{кр}$) рабочей машины, скоростей движения и экономии топлива, обеспечения качества и производительности выполнения работ.

Тяговое сопротивление рабочих машин

Усилие $P_{кр} \leftrightarrow R_m$, возникающее при работе лесохозяйственных машин и орудий в результате их перемещения тягой трактора, называют тяговым или рабочим сопротивлением. Агрегат может совершать работу лишь в том случае, когда трактор преодолевает это сопротивление, возникающее от взаимодействия рабочих органов со средой (почвой).

Тяговое сопротивление рабочих машин в общем виде складывается из следующих составляющих:

$$R_m = R_f + R_{\phi} + R_d + R_T + R_e + R_w, \quad (10.21)$$

где R_f – сила трения качения; R_{ϕ} – сила трения скольжения; R_d – сопротивление от деформации среды (крошение, рыхление и т. д.); R_T – сила трения в передаточном механизме; R_e – сила сопротивления от сообщения кинетической энергии отбрасывания тела (оборот пласта); R_w – сила сопротивления неравномерности движения и воздушной среды.

Тяговое сопротивление конкретного вида орудий определяют измерением в натуральных условиях путем динамометрирования усилий, возникающих при их работе в агрегате.

Для расчетного определения сопротивлений однородных агрегатов введено понятие удельного сопротивления, с помощью которого можно с достаточной точностью устанавливать величину общего сопротивления рабочей машины. Так, для орудий различаемых только шириной захвата b (бороны, культиваторы и пр.), удельное сопротивление для возможного диапазона эксплуатационных условий имеет вид

$$K = \frac{R_m}{b}, \quad (\text{Н/м}). \quad (10.22)$$

Для орудий (плуги, лесопосадочные машины и пр.), у которых переменными являются глубина a и ширина b захвата

$$K = \frac{R_m}{a \cdot b}, \quad (\text{Н/м}^2). \quad (10.23)$$

Для транспортных машин и орудий, опирающихся на колеса, введена безразмерная величина – коэффициент сопротивления качения:

$$f = \frac{R_m}{Q_m}, \quad (\text{Н/Н}). \quad (10.24)$$

Для приводных машин, работающих от ВОМ трактора (фреза, выкопачная машина и т. д.)

$$K = \frac{N_{\text{ВОМ}}}{b \cdot V_p}, \quad (\text{Н/м}). \quad (10.25)$$

В некоторых случаях используются эмпирические зависимости, полученные экспериментальным путем и аппроксимированные в удобное для пользования выражение для определения отдельных составляющих или

общего сопротивления в целом. В табл. 10.1...10.3 приведены данные по значениям удельных сопротивлений почвы, коэффициентам сопротивления и сцепления для различных условий движения колесных и гусеничных машин и агрегатов.

Мероприятия по снижению сопротивления рабочих машин.

Эксплуатационные – правильный подбор трактора и рабочей машины и поддержание в технически исправном состоянии (смазка, заточка) обеспечивают до 10% снижение сопротивления, - ыбор скоростного режима (до 5%), - правильная установка и регулировка навесных или прицепных устройств и др.

Технологические – совмещение технологических операций, применение комбинированных орудий и рабочих органов, - проведение подготовки и очистка участков, - уборка и понижение препятствий, - выбор оптимальных сроков состояния среды (влажность, пора года и т. д.).

Конструктивные – вид, форма и количество рабочих органов, ширина захвата, глубина обработки, масса машины и орудия, вид ходовой системы.

Скорость движения агрегата

Правильное использование диапазона скоростей машинно-тракторным агрегатом обеспечивает повышение производительности, снижение расхода топлива, экономичную работу и улучшает агротехнические качества выполняемых работ.

Выбор оптимальных скоростей движения (табл. 10.8) обусловлен следующими факторами: диапазоном скоростей трактора, силой тяги трактора на соответствующем диапазоне, агротехническими требованиями для конкретного вида работы, тяговым сопротивлением машин и орудий, почвенными условиями и рельефом местности, наличием естественных препятствий на пути движения (пни, древесно-кустарниковая растительность, габариты и конфигурация площадей).

Различают теоретическую, рабочую, среднетехническую и эксплуатационную скорости движения мобильных машин и агрегатов.

Теоретическая скорость движения агрегата может быть реализована при прямолинейном движении агрегата по ровной горизонтальной поверхности пути без буксования движителя при определенном режиме работы двигателя и имеет вид:

$$\text{для колесных машин} \quad V_{\tau} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_{\kappa} \cdot n_{\text{дв}}}{60 \cdot i_{\text{тр}}} = 0,377 \cdot \frac{r_{\kappa} \cdot n_{\text{дв}}}{i_{\text{тр}}}; \quad (10.35)$$

$$\text{для гусеничных машин} \quad V_{\tau} = 0,06 \cdot \frac{t \cdot z \cdot n_{\text{дв}}}{i_{\text{тр}}}, \text{ км/ч}, \quad (10.36)$$

где r_{κ} – начальный радиус качения колеса (наибольший); $i_{\text{тр}}$ – передаточное отношение трансмиссии; $n_{\text{дв}}$ – частота вращения вала двигателя; t – шаг гусеницы трактора; z – число зубьев звездочки или звеньев цепи, укладываемой по окружности звездочки.

Потеря скорости происходит в результате буксования ходовой части и влияния ряда факторов (техническое состояние трактора, поверхность пути, влажность почвы, переключение передач при временной перегрузке).

При осуществлении лесокультурных работ на вырубках без корчевки пней скорость движения уменьшается в зависимости от количества пней на гектаре за счет непрямолинейности движения трактора (отклонения при объездах пней), повышенного буксования и других факторов. В этом случае рабочая или техническая скорость может быть определена

$$V_p^{\text{кол}} = \frac{S_p}{T_p} = V_T \cdot K_v = 0,377 \frac{r_k \cdot n_{\text{дв}}}{i_{\text{тр}}} \cdot K_v ; \quad (10.37)$$

$$V_p^{\text{гус}} = \frac{S_p}{T_p} = 0,06 \cdot \frac{t \cdot z \cdot n_{\text{дв}}}{i_{\text{тр}}} \cdot K_v , \quad (10.38)$$

где V_T – теоретическая скорость движения; K_v – коэффициент использования скорости движения, который зависит от степени буксования движителя ($K_v=1-\delta$).

Таблица 10.8. Допустимые диапазоны рабочих скоростей движения МТА

Виды работы	Рекомендуемые скорости, м/с
Вспашка	0,8...1,5
Вспашка скоростными плугами	2,0...2,8
Лушение дисковыми орудиями	2,0...3,0
Обработка дисковыми орудиями	2,0...2,8
Боронование зубowymi боронами	1,1...2,3
Культивация сплошная	1,6...2,6
Прикатывание	2,3...3,0
Посев зерновых (сидераты)	2,0...3,0
Внесение удобрений	2,0...2,8
Междурядная культивация	1,4...2,3
Посадка древесных и кустарниковых пород	0,5...1,0
Опрыскивание	1,4...3,0
Посев древесных и кустарниковых пород	1,1...2,4
Корчевка пней	I...II -я передача трактора
Расчистка от порубочных остатков	I...II -я передача трактора
Вычесывание корней	1,1...2,4

Коэффициент буксования δ для гусеничных тракторов может иметь относительную величину 3...6%, для колесных машин – 12...20%.

Для определения фактической скорости движения в рабочем или холостом направлениях прибегают к замерам на участке 100...200 м времени t прохождения агрегата, тогда

$$V_{p(x)} = 3,6 \frac{L_{p(x)}}{t_{p(x)}} , \text{ км/ч.} \quad (10.39)$$

Среднетехническая скорость отражает среднеарифметическое значение скоростей в грузовом (рабочем) и холостом направлениях и введена при

определении производительности агрегата или мобильной машины на транспортных работах:

$$V_{\text{ст}} = \frac{S_p + S_x}{T_p + T_x}. \quad (10.40)$$

Эксплуатационная скорость V_3 позволяет при ее определении учитывать время вынужденных простоев под погрузкой-разгрузкой, маневрировании, технических остановках, ТО, оформлении документов и др.:

$$V_3 = \frac{S_p + S_x}{T_p + T_x + T_{\text{пр}}} = \frac{S_p + S_x}{T_{\text{см}}}. \quad (10.41)$$

В зависимости от качественных показателей выполнения работ рекомендованы к выбору агротехнически обоснованные диапазоны скоростей для конкретных условий работы и выполняемых операций.

Производительность агрегатов и пути ее повышения

Производительностью машинно-тракторного агрегата называется количество выполненной работы (в га, м³, т·км и др. единицах) за определенный промежуток времени и полностью отвечающей агротехническим, лесоводственным и другим требованиям.

Различают *теоретическую*, *техническую* (расчетную) и *действительную* (фактическую) производительность, а в зависимости от продолжительности времени – часовую, сменную, суточную, сезонную и годовую производительность.

Теоретическая производительность – это производительность за 1 ч чистой работы (без учета поворотов, маневрирования и простоев), представляющая собой символический прямоугольник со сторонами: конструктивной шириной B_k захвата агрегата и пути пройденного агрегатом при теоретической скорости V_T :

$$П_{\text{ч}}^{\text{т}} = 1000 \cdot B_k \cdot V_T, \text{ м}^2/\text{ч} \quad \text{или} \quad П_{\text{ч}}^{\text{т}} = 0,1 \cdot B_k \cdot V_T, \text{ га}/\text{ч}. \quad (10.42)$$

Для большинства лесохозяйственных тракторных агрегатов техническая, или расчетная, производительность (в га) в течение смены определяется по формуле

$$W_{\text{см}} = 0,1 \cdot V_T \cdot B_p \cdot T_{\text{см}} \cdot K_v \cdot K_b \cdot K_T, \text{ га}/\text{см}, \quad (10.43)$$

где V_T – скорость движения трактора, км/ч; B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м; $T_{\text{см}}$ – продолжительности рабочей смены, ч; K_v – коэффициент использования скорости трактора (), K_b – коэффициент использования рабочей ширины захвата агрегата (); K_T – коэффициент использования сменного времени ().

Скорость движения агрегата (V_T) при определении технической производительности принимается по технической характеристике трактора на передаче, соответствующей принятому при расчете режиму работы агрегата. В свою очередь, при обосновании режима работы агрегата

(соответствующей передачи) необходимо иметь в виду, что вследствие наличия препятствий (неровностей, непрямолинейности движения и т. д.), усложняющих управление трактором и ухудшающих качество работы, скорости движения агрегатов необходимо выбирать в пределах рекомендованных.

Так, с учетом особенностей и условий работы лесохозяйственных агрегатов рекомендованы следующие рабочие скорости:

- подготовка почвы на очищенных вырубках – 2...5 км/ч;
- подготовка почвы на открытых с/х площадях – 4...7,5 км/ч;
- подновление противопожарных полос – 4...7,5 км/ч;
- дискование (или уход) по бороздам – 3...6,0 км/ч;
- посадка леса на нераскорчеванных вырубках – 1,8...2,5 км/ч;
- поверхностная обработка почвы дисковыми орудиями 6...10 км/ч;
- посев на открытых площадях – 5...8 км/ч;
- культивация на открытых площадях – 5...12 км/ч.

Таблица 10.9. Характеристика колесных и гусеничных тракторов

Показатели	T-25	MT3-82.1	ДТ-75М	ЛХТ-55	T-130
Мощность двигателя, л.с. (кВт)	20(18)	81,5(60)	75	60	140
Тяговое усилие кН					
I передача	7,2	от 14	30	49,6	94
II передача	5,6	14	26	34,4	77
III передача	4,2	14	23	24,2	65
IV передача	3,0	14	20	10,2	53
V передача		11.5			
Скорость движения (расчетная), км/час					
I передача	5,4	1,89	5,08	2,5	3,18
II передача	6,8	4.26	5,6	3,3	3,77
III передача	8,2	7.24	6,3	4,3	4,38
IV передача	10,4	8.90	7,0	6,7	5,22
V передача		10.54			

По результатам исследований, при полосной (ширина 3 м и более) корчевке пней скорость движения агрегатов при обработке почвы – дисковании, посеве, посадке, уходах за лесными культурами без ущерба качеству работ – может быть повышена на 50...70% по сравнению с нераскорчеванными вырубками, т. е. приближается к реализуемой скорости движения на открытых площадях. За счет этого значительно повышается производительность агрегатов.

Коэффициент использования скорости (K_v) показывает отношение фактической (рабочей) скорости агрегата на участке к расчетной (по технической характеристике) трактора. В оптимальных условиях работы для гусеничных тракторов он принимается не ниже 0,95...0,97, а для колесных – 0,88...0,95.

Рабочая ширина захвата агрегата (B_p) принимается с учетом ширины захвата рабочих органов и оставляемых полос (предусмотренных технологией работ) до следующего прохода агрегата. При сплошной

обработке почвы (пахота, дискование, боронование, культивация и др.) рабочая ширина захвата агрегата соответствует фактической ширине захвата орудия.

Если производится обработка почвы частичная (полосами, бороздами), то для определения производительности агрегата в рабочую ширину захвата включается и необработанная полоса между бороздами.

При выкапывании посадочного материала в школьных отделениях питомника рабочая ширина захвата орудий соответствует расстоянию между рядами (лентами) выкапываемых саженцев с учетом ширины проезда.

В случаях изменения расстояния в стыковых междурядьях (например, посадка полосами) рабочая ширина захвата определяется по формуле

$$B_p = T_p \cdot (n - 1) + T_c, \quad (10.44)$$

где T_p – расстояние между рядами культур в смежных междурядьях, м; T_c – расстояние между рядами культур в стыковых междурядьях, м; n – число обрабатываемых рядов по ширине захвата агрегата.

При дополнительной поверхностной обработке почвы во избежание огрехов (пропусков) на стыках двух смежных проходов агрегата производится перекрытие рабочей ширины захвата, величина которого учитывается коэффициентом использования ширины захвата (K_b).

В обычных условиях величина перекрытия (e_n) при бороновании, культивации, лущении принимается 25...30 см (2...3%), а широкозахватными агрегатами около 50 см.

При посеве, посадке и междурядной культивации рабочая ширина захвата должна быть установлена в соответствии со схемой размещения рядков и схемой движения агрегата. При сплошной вспашке рабочая ширина захвата принимается равной конструктивной ширине орудия.

Коэффициент использования ширины захвата определяется по формуле

$$K_b = \frac{B_p - e_n}{B_p}. \quad (10.45)$$

Фактическая производительность при правильно скомплектованном агрегате может совпадать или быть близкой со значением технической производительности. Определяют фактическую производительность делением фактически выполненного объема работ на время его выполнения.

3.7. Баланс времени смены

Использование времени смены на выполнение полезной работы оценивают временем основной, или чистой, работы и коэффициентом использования времени, которые можно получить, представив распределение баланса времени смены в виде

$$T_{см} = T_p + T_{пз} + T_x + T_T + T_{то} + T_{тп} + T_n + T_{ор} + T_m + T_o, \quad (10.46)$$

или

$$T_p = T_{см} - \sum T_i = T_{см} \cdot K_T, \quad (10.47)$$

где T_p – время чистой работы; $T_{пз}$ – время ежесменной подготовки трактора (осмотр, заправка, регулировка, пуск и прогрев двигателя, переезд) и орудия; T_x – время холостого хода агрегата на концах гона при поворотах; T_t – время для обслуживания рабочего места; $T_{то}$ – время технического обслуживания; $T_{пт}$ – простои по техническим причинам (очистка сеялок, культиваторов, объезд пней, заправка семенами); T_n – простои по неисправностям; $T_{ор}$ – простои по организационным причинам; T_m – простои по метеоусловиям; T_o – время кратковременного отдыха.

Некоторые из перечисленных затрат времени (T_m , $T_{ор}$, T_n и др.) не включаются в норматив времени, т. к. при рациональном обеспечении эксплуатации должны отсутствовать.

Время, в течение которого агрегат будет находиться в движении при выполнении работы (время основной работы), можно записать в виде

$$T_p + T_x = T_{см} - (T_{пз} + T_t + T_{то} + T_{пт}). \quad (10.48)$$

Для того чтобы из этого общего времени движения агрегата выявить чистое рабочее время T_p , можно воспользоваться коэффициентом рабочих ходов ϕ , который показывает, какая часть всего пути, пройденного агрегатом на обрабатываемом участке, используется для производительной работы (см. раздел «Кинематика движения агрегатов»).

Для учета непосредственного времени полезной работы агрегата вводится коэффициент использования сменного времени – K_T . Значение его меняется в основном от длины гона движения агрегата (табл. 10.9).

Следовательно, для повышения производительности агрегатов за счет сокращения холостых ходов (повороты, переезды) загоны желательно располагать так, чтобы они были с наибольшей длиной гона.

Таблица 10.9. Значения коэффициента использования времени смены в зависимости от длины гона

Длина гона, м	K_T	Длина гона, м	K_T
До 150	0,58	401...600	0,83
151...200	0,66	601...1000	0,86
201...300	0,74	более 1000	0,88
301...400	0,80	–	–

При обработке почвы на склонах для сокращения эрозионных процессов направление гонов должно быть поперек склона по горизонтали. При увеличении длины гона более 2000 м усложняется техническое обслуживание агрегата и снижается коэффициент использования времени смены.

Допускается при проектных расчетах в качестве показателя производительности принимать действующие нормы выработки на выполнение работ механизированным способом, и наоборот, при отсутствии таковых для новой, например, техники выполнять расчеты

производительности.

Нормы выработки на новые тракторные агрегаты, например в составе ШУ-356, МТЗ-1221 и других, при отсутствии в сборниках типовых норм выработки рассчитываются самостоятельно.

Сменная норма выработки (за 8 ч) рассчитывается следующим образом:

$$H_{\text{см}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_o, \quad (10.49)$$

где B_p – вся рабочая ширина захвата агрегата, м; V_p – рабочая скорость агрегата, км/ч; T_o – время основной работы агрегата в смену, ч; 0,1 – постоянный коэффициент перевода метро-километров (1000 м^2) в гектары.

Время основной работы агрегатов (T_o) за смену рассчитывается по формуле

$$T_o = \frac{T_{\text{см}} - (T_{\text{пз}} + T_{\text{лн}})}{(1 + K_{\text{пов}})(1 + K_{\text{обс}} + K_{\text{отд}}) \cdot 60}, \quad (10.50)$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, (480 мин); $T_{\text{пз}}$ – время выполнения подготовительно-заключительных операций на агрегате (36 мин); $T_{\text{лн}}$ – время на личные надобности исполнителя, (10 мин); $K_{\text{отд}}$ – коэффициент времени отдыха, (0,052); $K_{\text{обс}}$ – коэффициент обслуживания агрегата за смену (0,022); $K_{\text{пов}}$ – коэффициент затрат времени на повороты агрегата в конце гона:

$$K_{\text{пов}} = \frac{t_{\text{пов}} \cdot V_p}{3,6 \cdot L}, \quad (10.51)$$

где $t_{\text{пов}}$ – время одного поворота, с; L – расчетная длина гона, м; V_p – рабочая скорость агрегата, км/ч; 3,6 – переводной коэффициент единиц км/ч в м/с.

$$K_{\text{пов}} = (23 \cdot 3,8) / (3,6 \cdot 150) = 0,23 \text{ – для гона } 150 \text{ м.}$$

Выражение $(t_{\text{пов}} \cdot V_p)$ представляет собой путь одного поворота в зависимости от выбранного способа движения и вида поворота агрегата.

Пример расчета времени основной работы при 8 часовом рабочем дне:

$$T_o = \frac{480 - (36 + 10)}{(1 + 0,23) \cdot (1 + 0,022 + 0,052) \cdot 60} = \frac{434}{74,52} = 349 \text{ мин} = 5,82 \text{ ч.}$$

Сменную норму выработки можно определить, зная часовую $W_{\text{ч}}$ производительность (чистой или основной работы):

$$H_{\text{см}} = W_{\text{ч}} \cdot T_o, \text{ га/см.}$$

При выполнении операций, связанных с вредными или тяжелыми условиями труда, длительность рабочей смены составляет 360 мин. Тогда время основной работы составляет

$$T_o = \frac{360 - (36 + 10)}{(1 + 0,156) \cdot (1 + 0,022 + 0,052) \cdot 60} = \frac{314}{74,492} = 4,21 \text{ ч.}$$

Используя данную методику, проводят расчеты по комплектованию

машинно-тракторных агрегатов, по результатам которых составляются нормативно-технологические карты на производство работ.

Расход топлива на выполнение работ

Расход топлива за смену с достаточной точностью можно определить по выражению

$$Q_{\text{см}} = q_p \cdot t_p + q_x \cdot t_x + q_o \cdot t_o, \quad (10.52)$$

где q_p , q_x , q_o – расход топлива за 1 ч, соответственно, при рабочем режиме, холостых переездах и на остановках, кг (зависит от марки трактора).

Время можно ориентировочно принять $t_p=80\%$ (6,4 ч), $t_x=15\%$ (1,2 ч), $t_o=5\%$ (0,4 ч).

Общий расход топлива на выполнение работ

$$Q = Q_{\text{см}} \cdot m, \quad (10.53)$$

где m – количество смен работы.

Таблица 10.10. Часовой расход топлива на режимах работы, кг/ч

Марка трактора	q_p	q_x	q_o
Т-130, Т-170	15-20	6,5-10	2,0
ДТ-75, Т-74, ЛХТ-55	12-15	7,0-9,0	1,5
МТЗ-82,1	8,2-9,6	5,0-7,0	1,2
Т-40, Т-55	5,0-7,5	3,5-5,0	1,0
Т-25, МТЗ-320	3,1-3,9	1,6-2,6	0,8

*Таблица 10.11. Удельный расход топлива тракторами, кг/га**

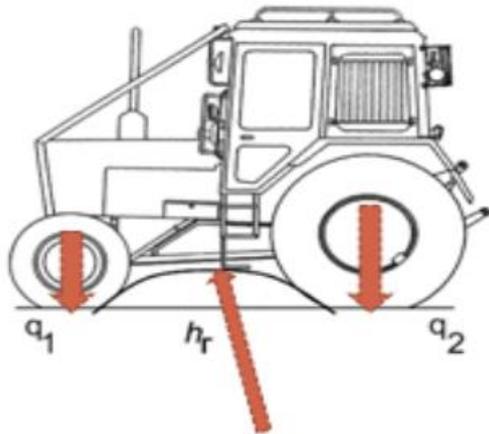
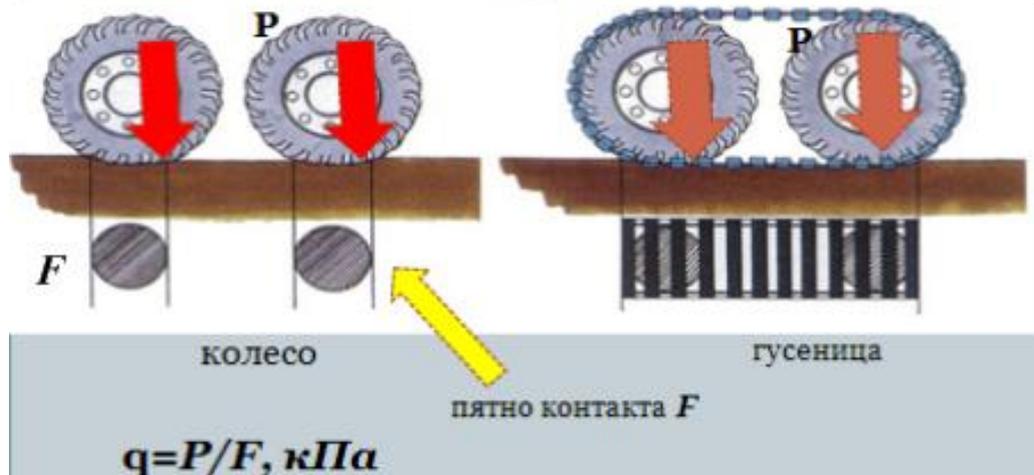
Марка трактора	Расход топлива	Марка трактора	Расход топлива
К-701	10,09	МТЗ-82	8,7
Т-4А	10,04	ЮМЗ-6 Л	8,52
Т-150	9,12	МТЗ-52	8,39
Т-100 М	9,6	Т-40А	7,64
ДТ-75 М	9,49	Т-25 А	8,43
ДТ-75	9,39	Т-16	8,24

Проходимость агрегата

При работе лесных машин в условиях труднодоступных лесосек важнейшее значение имеет их проходимость, причем при слабой несущей способности грунта это эксплуатационное свойство приобретает первостепенное значение. Для гусеничных тракторов (ТДТ-55, ЛХТ-100, МТЗ-1502-01) значительное повышение проходимости достигается применением уширенных гусениц. Для колесных машин, в том числе машин Минского тракторного завода, повышение проходимости, а стало быть, и расширение сферы их использования может быть достигнуто рядом конструктивных мероприятий, включающих изменение колесной формулы, применение специальных шин, применение сдвоенных шин, использование эластичных гусеничных лент, цепей и т.д.

Опорная и геометрическая проходимость трактора, оценивается удельным давлением движителя на грунт q и дорожным просветом h_r ;

Опорная проходимость



Тип местности	Уровень грунтовых вод, м	Несущая способность, кПа	Сезон разработки
I	2,5 и более	70-200	Без ограничений
II	0,5-2,5	40-70	Лето, зима, сухая осень
III	0,5 и более	30-60	Лето, зима
IV	0-1,0	20-30	Сухое лето, зима
	0-0,5	<20	Зима

Рисунок 1 – Схема для оценки опорной и геометрической проходимости

Для определения максимального давления (кПа) колесного движителя на опорную поверхность в соответствии с ГОСТ 26953-86 необходимо воспользоваться зависимостями

$$q_{\max} = \frac{K_2 \cdot q_{\text{ср}}}{K_1},$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от наружного диаметра шины (табл. 10.12); $K_2=1,5$ – коэффициент продольной неравномерности распределения давления по площади контакта шины с грунтом; $q_{\text{ср}}$ – среднее давление колесного движителя на жесткое основание.

Практический опыт показывает, что параметры движителя следует выбирать с учетом деформации грунта и образования колеи. На процесс образования колеи влияют физико-механические свойства грунта, особенности ходового аппарата, размеры и внешние силы, нагружающие грунт и многие другие факторы.

Таблица 10.12 – Численные значения коэффициента K_1

D, м	до 0,6	0,6...0,8	0,8...1,0	1,0...1,2	1,2...1,5	более 1,5
K_1	1,6	1,4	1,3	1,2	1,15	1,10

Среднее давление (кПа) колесного движителя на жесткое основание в соответствии с ГОСТ 26955-86, определяется по формуле:

$$q_{cp} = \frac{G_k}{F_k},$$

где F_k – контурная площадь контакта колеса с жестким основанием, определяемая по формуле

$$F_k = \frac{\pi}{4} \cdot a_k \cdot b_k,$$

где, a_k и b_k – длина и ширина отпечатка контурной площади на жестком основании, м, определяемые по формулам

$$a_k = C_3 \sqrt{D \cdot f_{ct} - f_{cm}^2};$$

$$b_k = 2 \sqrt{2 \cdot R_{np} \cdot f_{ct} - f_{cm}^2},$$

где f_{ct} – статический прогиб шины при нагрузке G_k , R_{np} – приведенный радиус шины, м:

$$R_{np} = \frac{B + H}{2,5}.$$

где D, H и B – диаметр, высота и ширина профиля шины, м; C_3 – поправочный коэффициент для тракторных шин, определяемый по формуле

$$C_3 = \frac{20,5}{11,9 \left[\frac{D}{B} - \frac{(n-9)}{2} - 3 \right]},$$

где n – норма слоистости шины.

Статический прогиб шины может быть найден по зависимости

$$f_{cm} = \frac{C_2 G_k}{2(p_w + p_0)} + \sqrt{\left[\frac{C_2 G_k}{2(p_w + p_0)} \right]^2 + C_1 G_k},$$

где p_w – давление воздуха в шине; p_0 – условное давление в шине при отсутствии в ней воздуха, C_1 и C_2 – постоянные эмпирические коэффициенты.

Расчеты производились для двух типоразмеров шин: 16.5/70-18 (ширина профиля – 425 мм) – модификация тележки, предназначенная преимущественно для движения по дорогам с покрытием; 24.0/50-22.5 (ширина профиля – 612 мм) – модификация тележки, предназначенная

преимущественно для движения по лесовозным дорогам и трелевочным волокам.



Рисунок 2 – Рекомендуемые для прицепной тележки шины: а – 16.5/70-18; б – 24.0/50-22.5

Расчеты давления по приведенной выше методике позволили получить следующие результаты:

- при оснащении прицепной тележки шинами 16.5/70-18 давление под ними на жесткое основание составляет 180...210 кПа.

- при оснащении прицепной тележки шинами 24.0/50-22.5 давление под ними на жесткое основание составляет 110...120 кПа.

В первом случае в соответствии с лесоводственными требованиями возможна эксплуатация прицепного форвардера на лесных почвах I типа с ограничениями по грузоподъемности. Эксплуатация в осенне-весенний период будет сопровождаться быстрым разрушением растительного (гумусового) слоя и образованием глубокой колеи на волоках при многократных проходах машины.

Во втором случае в соответствии с лесоводственными требованиями возможна круглогодичная эксплуатация прицепного форвардера на лесных почвах I, II и III типа без ограничений, т. к. максимальное давление колес машины на опорную поверхность не превысит 120 кПа.

Контрольные вопросы

1. Перечислить современные энергетические средства для лесного хозяйства. Классификация тракторов и автомобилей.
2. Эксплуатационные показатели тракторов.
3. Понятия «технологический процесс» и «технологическая операция».
4. Машинно-тракторные агрегаты (МТА) и требования к ним. Классификация.
5. Коэффициент полезного действия тракторов.
6. Рабочий баланс мощности трактора при устойчивом движении. Определение составляющих рабочего баланса.
7. Рекомендуемые скорости движения МТА на основных видах работ.
8. Определение теоретической, технической и фактической скоростей движения.
9. Определение производительности МТА и факторы ее повышения.
10. Факторы снижения удельного расхода топлива при проведении работ в лесном хозяйстве.
11. Каким образом оценивается проходимость агрегата?