

Величина C_T устанавливается из формулы (6), где C_M стоимость машино-смены канатной установки с учетом зарплаты.

Дифференцируя функцию Π по L , получим

$$-\frac{K_3}{L^2 q} + 0,37C_T = 0.$$

Оптимальное значение параметра L составит

$$L = \sqrt{\frac{K_3}{0,37qC_T}}.$$

При этом обеспечен минимум затрат на трелевку древесины.

УДК 630*37 .

А.В. Жуков, профессор;

А.С. Федоренчик, доцент;

В.А. Коробкин, гл. констр. ОКБ МТЗ;

А.Р. Гороновский, ст. преп.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЕМЕЙСТВА ЛЕСНЫХ МАШИН НА БАЗЕ ТРАКТОРОВ МТЗ

The description of harvesting machines system designed on the tractor MTZ base has been given. The methods of parametrs justification of the timber tractors have been set forth.

В настоящее время лесозаготовительная промышленность РБ, как и всех других лесных стран СНГ, испытывает недостаток в оборудовании. Техническая оснащенность снижается, что отражается на всех показателях отрасли. Износ основного производственного оборудования достиг более 50%, продолжается интенсивное сокращение парка основных лесозаготовительных машин.

Следует ожидать дальнейшего снижения технического состояния парка машин, его количественных показателей из-за отсутствия денежных средств для его пополнения, высоких цен нового оборудования, отсутствия запасных частей.

В настоящее время дефицитом стали практически все лесные машины. Монополизм заводов - изготовителей, их финансовое состояние в условиях перехода к рыночным отношениям обернулись безудержным ростом цен при одновременном снижении качества и количества выпускаемой продукции.

Все это ставит лесную промышленность в чрезвычайно сложное положение и препятствует росту выпуска продукции, дефицит которой в РБ по круглому лесу сегодня составляет не менее 1,5-2,0 млн. м³.

В создавшейся ситуации делать ставку на оснащение лесозаготовительного производства за счет предприятий России не представляется возможным. Приобретение техники в странах дальнего зарубежья абсолютно невозможно ввиду отсутствия валютных средств.

По-видимому, единственно возможным путем в настоящее время является развитие собственного лесного машиностроения. Предпосылки для этого есть. Это прежде всего использование для производства лесной техники машиностроительных предприятий других отраслей и предприятий оборонного комплекса.

Концепция развития лесозаготовок, принятая как программный документ Министерством лесного хозяйства и концерном "Беллесбумпром" РБ, намечает необходимость разработки и освоения в республике малыми (до 50 штук) и средними (до 1000 штук) сериями выпуск конкурентоспособных, экономичных, экологических и производительных машин и возможность сокращения закупок запасных частей, машин и оборудования за рубежом, а в перспективе - импортирование ряда лесозаготовительной техники в Россию, Украину, Прибалтику и другие страны.

Это позволит осуществить комплексную механизацию работ на рубках главного и промежуточного пользования, внедрить более эффективные многоцелевые малоотходные, ресурсосберегающие технологии, сократить капиталовложения в лесозаготовительную технику, в том числе и на лесных складах. За счет этого возможно увеличение объема рубок в 1,5 раза, улучшение баланса производства и потребления древесины, обеспечение полного удовлетворения потребностей республики в древесине за счет собственных ресурсов, расширение экспорта древесины и древесной продукции. Может быть решена задача повышения роли лесных отраслей, базирующихся на собственном и возобновляемом сырье в экономике республики, сохранения или создания дополнительных рабочих мест в лесном комплексе и на машиностроительных предприятиях, более полной загрузки их мощностей.

Работа в указанном направлении уже началась, прежде всего с участием существующих машиностроительных предприятий, выпускающих технику для смежных отраслей промышленности, а также ремонтно-механических заводов лесного комплекса, испытывающих сложности с реализацией своей продукции.

Исключительно важное значение имеет создание базового трактора, который явился бы основой для создания лесных машин различного типа. Целенаправленная работа в этом направлении осуществляется Минским тракторным заводом и АО "Амкодор". АО "Амкодор" намерено развернуть типаж лесных машин на базе колесного погрузчика грузоподъемностью 30 кН (мощность дви-

гателя 100 кВт). У них уже накапливается необходимый опыт - в настоящее время изготовлен и испытан трелевщик.

Более легкие универсальные, приспособленные для работы в лесном хозяйстве и лесной промышленности лесные машины могут быть созданы на базе колесных тракторов Минского тракторного завода.

МТЗ совместно с концерном "Беллесбумпром", Минлесхозом, Рослеспроемом, БГТУ уже ряд лет проводится в этом направлении большая работа. Создан и успешно эксплуатируется трелевщик ТТР-401 на базе серийного трактора МТЗ-82.

В настоящее время изготовлен и проходит испытания форвардер с шарнирно-сочлененной рамой на базе трактора МТЗ-82В, чему предшествовала работа по созданию бесчokerной трелевочной машины в БГТУ, а также по созданию и эксплуатации ряда аналогичных машин в КарНИЛПе.

Пути создания лесных машин могут быть различными [1], однако, как подтверждает практика, использование для этой цели принципа агрегатирования является наиболее целесообразным, а по опыту западных стран - преобладающим. Его использование позволяет в наиболее короткие сроки создать целые шлейфы машин, наиболее полно отвечающие технологическим и функциональным требованиям. При этом сохраняется высокий уровень унификации на уровне агрегатов двигателей, трансмиссии, манипуляторов, кабин, систем управления и т.д.

Успешный выбор базовой машины зависит от множества факторов. Применение сельскохозяйственного или другого промышленного трактора в качестве базы для лесной машины возможно только при всестороннем обосновании общей системы "базовый трактор - технологическое оборудование - предмет труда", в технологической привязке к существующим и перспективным системам машин.

В качестве одного из важнейших признаков эффективности должно соблюдаться требование низкой стоимости при максимально возможном использовании серийно выпускаемых агрегатов, прицепных активных осей, манипуляторов, коников, захватов и т.д.

Эффективность выбранного базового шасси как системы будет зависеть также [2] от таких показателей, как способность нести технологические нагрузки, устойчивость при работе на остановках и в движении, обзорность рабочей зоны, развесовка, тягово-сцепные свойства, проходимость, маневренность, плавность хода, повреждаемость почвы, способность проезда по дорогам общего пользования и др.

Поэтому при рассмотрении возможности использования тракторов сельскохозяйственного назначения и других в качестве лесозаготовительных машин

необходимо на стадии разработки типажа и проектирования включенных в него машин производить комплексную оценку базы по всем перечисленным показателям.

Разработка семейства машин на базе серийного энергетического модуля и соответствующего лесотехнологического оборудования требует реализации системного подхода: условия эксплуатации - базовый энергетический модуль - технологическое оборудование - выполняемые операции. При этом важнейшее значение принадлежит выбору критериев эффективности.

Игнорирование типа технологического оборудования и эксплуатационных условий может привести к серьезной ошибке. Например, увеличение тягового усилия P_t трактора, агрегируемого с трелевочным оборудованием, может быть эффективно только в том случае, если при компоновке этого оборудования увеличивается сцепной вес трактора, причем только при рациональной развесовке по осям. В противном случае увеличение P_t может оказаться вредным. Однако это частный вопрос. Обобщенным технологическим критерием оценки эффективности трактора следует считать его производительность и расход топлива на единицу этой производительности. А эти показатели, в свою очередь, определяются все, и остальными параметрами и показателями системы.

Техническая производительность $\Pi = Q/T_{\text{ц}}$, где Q - объем обрабатываемой за цикл древесины λ ; $T_{\text{ц}}$ - время цикла. Техническая производительность является функцией как конструкции и параметров рабочего оборудования, так и показателей базового трактора.

Время цикла в равной степени зависит от скорости рабочего и холостого ходов, являющихся функциональными показателями характеристики базового трактора, и показателей рабочих операций по валке, пакетированию и погрузке деревьев.

В то же время желательным было бы наличие критерия, преваляющего оценивающего базовый трактор с точки зрения его роли в композиции факторов, определяющих производительность лесной агрегатной машины.

Оценка базового трактора может производиться по мощности на крюке или по тяговому КПД. Однако эффективность агрегата при циклическом характере работы не является прямо пропорциональной мощности на крюке в рабочем элементе цикла, также как сомножители, определяющие $N_{\text{кр}}$, т.е. $P_{\text{кр}}$ и V_p не равнозначны. Отсюда энергетический критерий оценки лесопромышленного трактора может быть определен, исходя из выражения полезной работы, совершенной трактором с оборудованием в единицу времени с учетом составляющих рабочего цикла.

Полезная работа в единицу времени

$$A = P_{кр} \cdot v_p \cdot \tau ,$$

где $\tau = T_{рх} / T_{ц}$ - коэффициент использования времени ($T_{рх}$ и $T_{ц}$ - время соответственно рабочего хода и цикла).

Конкретный вид выражения для определения энергетического критерия оценки эффективности будет зависеть от типа технологического оборудования и вида выполняемых работ.

Используя данный подход, кафедра лесных машин БГТУ разработала методику построения номограммы агрегатирования, которая дает возможность оценки затрат мощности двигателя базового трактора при выполнении различных операций лесными машинами в зависимости от условий их работы и типа применяемого оборудования.

Необходимость конкретизации основных параметров машин по технологическим признакам диктуется целым рядом причин, которые связаны с особенностями возможных схем освоения лесосек. Одна и та же машина может применяться в составе разных комплексов лесных машин. Возможно применение одной и той же машины или систем машин при различных схемах освоения лесосек. В этих условиях для нормального взаимодействия машин внутри системы и получения их планируемой производительности может требоваться корректировка полезной погрузки и рабочей скорости выполнения операций. Эти особенности могут быть учтены с помощью разработанной методики на основе номограммы агрегатирования после анализа составляющих уравнений, связывающих скорость рабочих операций, производительность, расчетную нагрузку и др., при различных схемах освоения лесосеки комплектами машин.

Такая работа была выполнена на кафедре лесных машин и технологии лесосамообработки БГТУ с участием работников МТЗ, в результате чего разработан типаж лесных машин на базе тракторов МТЗ.

Помимо оценки по энергетическим критериям для машин, входящих в семейство, была выполнена оценка их параметров по таким важнейшим эксплуатационным свойствам, как устойчивость, плавность хода, управляемость и маневренность, проходимость. Для этой цели на кафедре была разработана комплексная расчетная модель с соответствующим математическим обеспечением и банком данных. Это позволило произвести корректировку таких наиболее важных параметров машин, как общая масса, грузоподъемность, база, координаты центра тяжести и др.

Разработанное семейство (рис.1-3) включает три группы машин. Первая группа (рис.1) - лесные машины на базе серийного трактора МТЗ-82. Данная группа машин с жесткой рамой предусматривает присоединение к серийной навеске базы различного технологического оборудования и включает валочную,

валочно-сучкорезно-раскряжевочную и сучкорезно-раскряжевочную машины. Кроме того, в нее входят трелевочная, рубительная и погрузочно-транспортная машины. В последнем случае трактор агрегируется с прицепом, оснащенным гидроманипулятором, причем гидроманипулятор может устанавливаться как на прицепе, так и на тракторе.

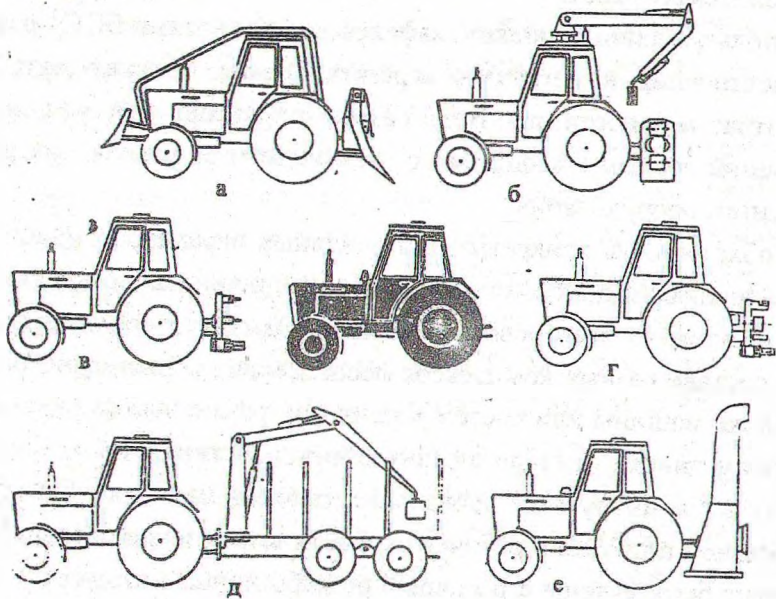


Рис. 1. Семейство лесных машин на базе серийного трактора МТЗ-80 (82): а - трелевочная машина; б - сучкорезно-раскряжевочная машина; в - валочная машина; г - валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина; д - погрузочно-транспортный агрегат; е - рубительная машина.

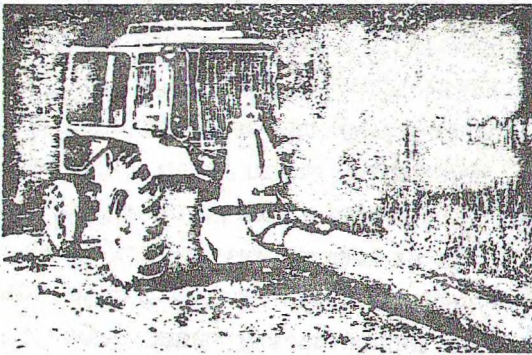


Рис. 2. Трелевочная машина ТТР-401.

Поскольку базовый трактор используется практически без передёлок, данная группа машин может быть реализована наиболее оперативно. В БГТУ в период 1980-92 годов была спроектирована, изготовлена и испытана узкозахватная валочная машина с ножевым срезающим механизмом. АО "Амкодор" изготовлена (проходит производственную проверку) транспортно-погрузочная машина. На МТЗ с участием БГТУ спроектирована и уже выпускается малой серией трелевочная машина ТТР-401 (рис.2).

Основой семейства машин второй группы (рис.3) является энергетический модуль на базе трактора МТЗ-82В без переднего моста с шарнирно-присоединенной к нему активной осью. Активная прицепная ось имеет механический привод и включает серийный задний мост базового трактора. Энергетический

модуль оснащен специальными лесными шинами большого диаметра, специально оборудованной кабиной и системой управления.

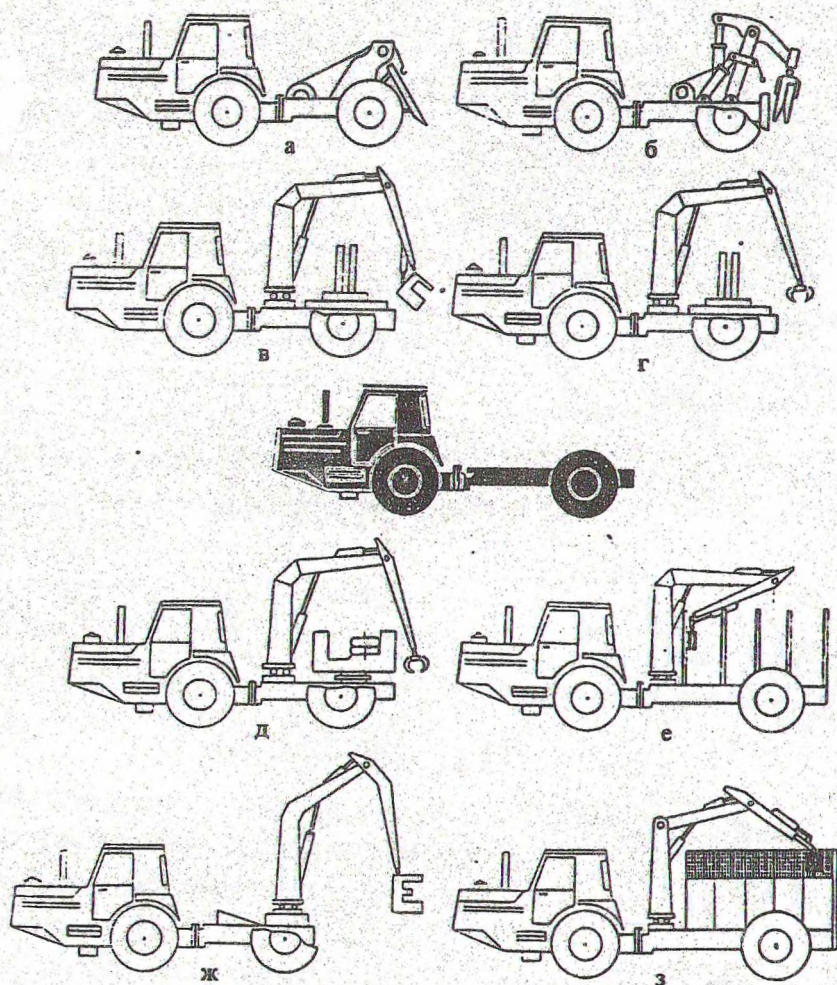


Рис.3. Семейство лесных машин на базе шарнирно-сочлененного модульного энергетического средства:

а - чокерная трелевочная машина; б - трелевочная машина с пачковым захватом; в - валочно-трелевочная машина; г - трелевочная машина с манипулятором; д - сучкорезно-раскряжевочная машина; е - погрузочно-транспортная машина; ж - валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина; з - подборщик сучьев - щеповоз.

Данная, наиболее многочисленная группа машин включает трелевочные машины в чокерном и бесчокерном исполнении, а также полный комплект машин для осуществления сортиментной технологии: процессор, харвестер, форвардер.

Принципиальная схема построения таких машин использовалась ранее (бесчокерный трактор БГТУ, форвардер ЛТ-189, трелевщик ЛТ-190 и др.), однако энергетический модуль, созданный в настоящее время на Минском трактор-

ном заводе, имеет принципиальные отличия, главным из которых является использование на прицепной оси серийного заднего моста трактора МТЗ-82, что отражается на общей компоновочной схеме и параметрах трактора.

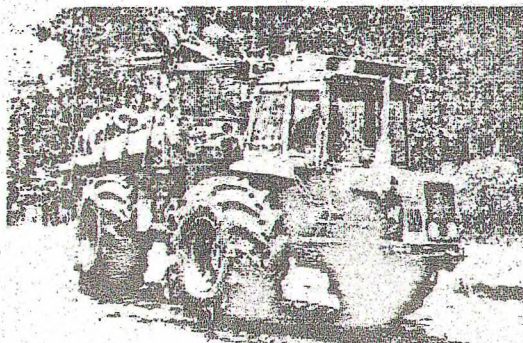


Рис.4. Сортиментовоз МЛПТ-354
"Беларусь"

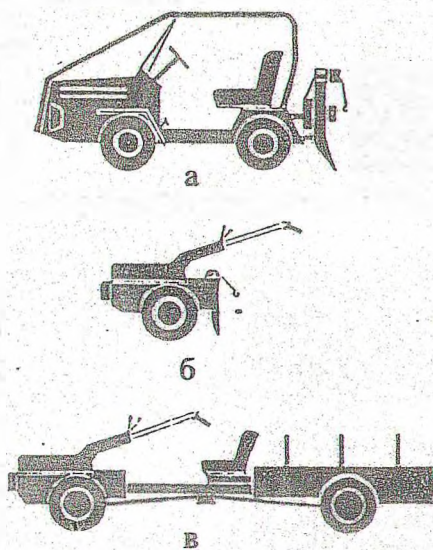


Рис.5. Семейство малогабаритных лесных машин:

а - трелевочная машина на базе трактора МТЗ-220;
б - мотоблок МТЗ-08; в - машина на базе мини-трактора МТЗ-082.

их применения. На рис. 6 приведены основные варианты применения машин при заготовке сортиментов, хлыстов и щепы. При обосновании вариантов учтены факторы современного состояния лесохозяйственных и лесозаготовительных предприятий РБ, а также соответствующих предприятий стран СНГ. Данные опытной эксплуатации и теоретические исследования указывают на эффективность использования колесных лесных машин на базе тракторов "Беларусь".

В настоящее время изготовлены и проходят испытания опытные образцы сортиментовоза (рис.4) грузоподъемностью 5 т. Машина имеет собственный вес 90 кН, длина перевозимых сортиментов 4-6 м, габаритные размеры 8500×2800×3500 мм. На тракторе установлен манипулятор производства МТЗ с пропорциональным управлением с грузоподъемным моментом 35 кН·м. В настоящее время на МТЗ проводятся проектные работы по созданию трелевщика. Третья группа машин (рис.5) включает малогабаритные лесные машины на базе мотоблока МТЗ-08(082) и малогабаритного трактора МТЗ-220.

Помимо этого, в настоящее время проводятся работы по созданию лесной малогабаритной машины на базе трактора МТЗ-220 с комбинированной полугусеничной ходовой частью и дискутируется вопрос создания на базе трактора МТЗ-82 лесной гусеничной машины.

Проведенная по разработке типажа и созданию лесных машин работа, уже имеющиеся данные по их эксплуатации позволили обосновать варианты

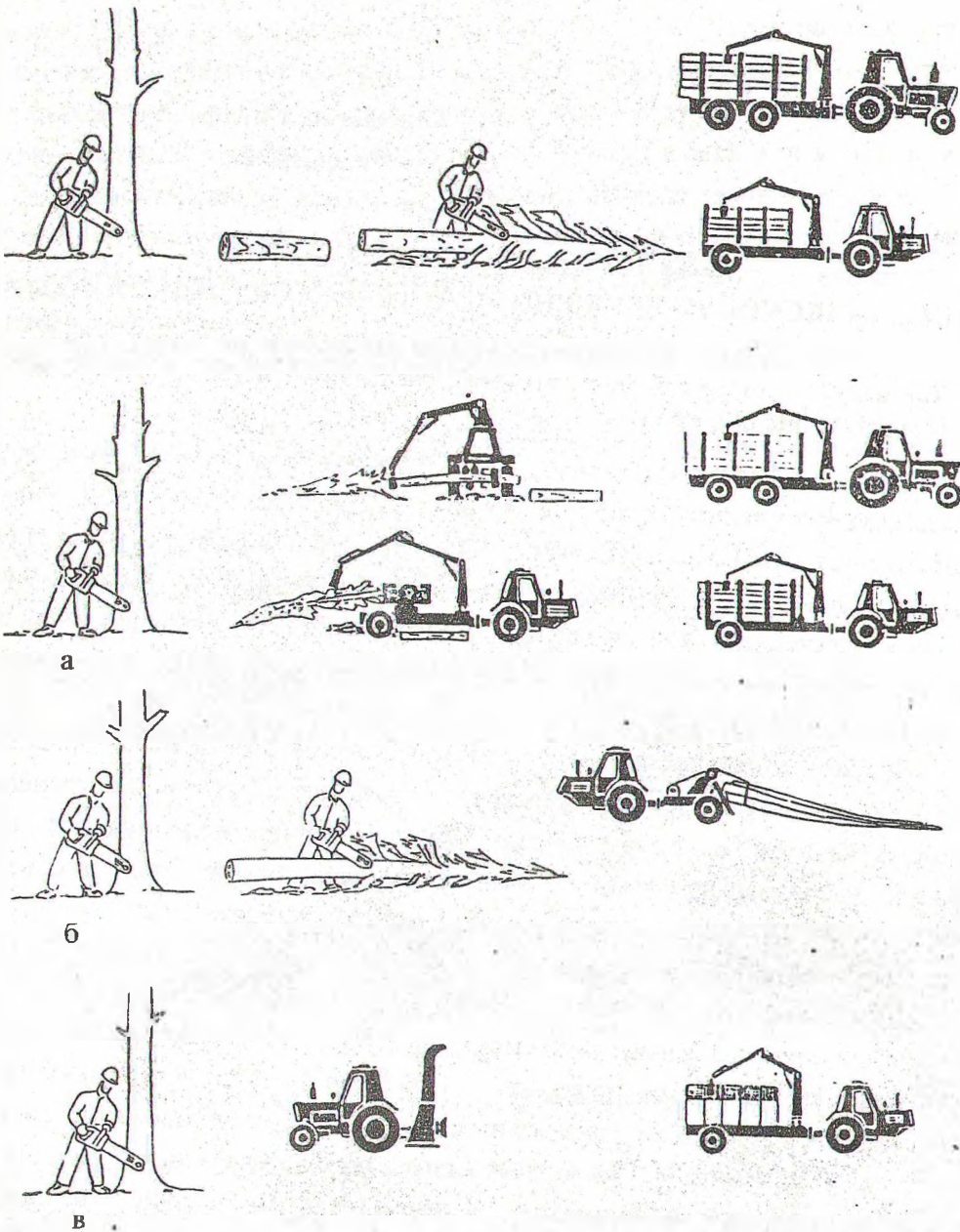


Рис.6. Варианты применения машин при различных технологических процессах: а - заготовка сортиментов; б - заготовка хлыстов (деревьев); в - заготовка щепы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов С.Ф. Теория и применение агрегатных машин на лесозаготовках. - М.: Гослесбуиздат, 1963.
2. Жуков А.В. Проектирование лесопромышленного оборудования. - Мн.: Высшая школа, 1990.

769836

