

УДК 630*36

С. П. Мохов, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой (БГТУ);
С. А. Голякевич, аспирант (БГТУ); **С. Н. Пищов**, кандидат технических наук,
старший преподаватель (БГТУ); **С. Е. Арико**, ассистент (БГТУ)

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Работа посвящена анализу направлений развития отечественного и зарубежного лесного машиностроения. Рассмотрены направления совершенствования конструкций специализированных харвестеров и форвардеров. Выполнена оценка соответствия технических параметров многооперационной техники ПО «МТЗ» машинам ведущих мировых производителей. Указаны перспективные направления создания новых и модернизации существующих лесных машин.

The work is devoted to trends in the development of domestic and foreign forestry machinery. The directions of improvement of structures specialized harvesters and forwarders. The evaluation of compliance with the technical parameters of multioperational technique «MTZ» and the world's leading machines manufacturers. Indicated promising areas of new and modernization of existing forest machines.

Введение. Объем заготовки древесины организациями Министерства лесного хозяйства при проведении рубок главного пользования к 2015 году планируется увеличить до 5,7 млн. м³ и тем самым обеспечить освоение расчетной лесосеки на 95%. В целом по всем видам рубок заготовка древесины организациями Министерства лесного хозяйства к 2015 году прогнозируется на уровне 9 млн. м³, а с использованием многооперационной лесозаготовительной техники планируется заготавливать 70% от всего объема древесины.

Для этого в 2011–2015 годах планируется закупка 84 харвестеров для проведения рубок главного пользования, 121 харвестера для рубок ухода, 410 форвардеров и 180 сортиментов для вывозки древесины.

Одним из крупнейших производителей отечественных лесозаготовительных машин является ПО «Минский тракторный завод», который может создать конкуренцию зарубежным производителям не только на отечественном рынке, но и в России. В настоящее время осуществляется выпуск отдельных моделей лесных машин, предназначенных для проведения рубок главного и промежуточного пользования. Следующим шагом в развитии отечественного лесного машиностроения следует считать создание эффективного типажа лесозаготовительных машин, в полной мере отвечающего современным требованиям лесозаготовителей и мировым тенденциям развития.

Основная часть. Наиболее широкое распространение в нашей республике в последние годы получает сортиментная механизированная заготовка древесины. В предприятиях Министерства лесного хозяйства доля сортиментной заготовки составляет около 85–90%, концерна «Беллесбумпром» – около 80%. В системе машин начали использовать, валочно-сучкорезно-раскряжевые

и погрузочно-транспортные машины, выпускаемые на отечественных машиностроительных предприятиях. Однако технические характеристики машин, входящих в одну систему, не согласованы друг с другом. Использование валочно-сучкорезно-раскряжевой машины МЛХ-414 в системе с погрузочно-транспортной машиной МЛПТ-354М1 малоэффективно ввиду малой грузоподъемности последней. Поэтому перспективой создания систем машин для рубок ухода и главного пользования является разработка эффективных погрузочно-транспортных и валочно-сучкорезно-раскряжевых машин.

Производительность погрузочно-транспортной машины во многом зависит от устанавливаемого на ней технологического оборудования. Зарубежные производители уделяют большое внимание правильному подбору и сочетанию параметров манипулятора с параметрами базовой машины, а также рациональному его размещению и удобству управления. Применяемые на современных форвардерах манипуляторы, в зависимости от параметров машины и условий ее эксплуатации, имеют грузовой момент от 85 до 145 кН·м и вылет стрелы 7,5–10 м. Особенностью современных манипуляторов для форвардеров является применение телескопического звена на рукояти, что позволяет расширить его рабочую зону. Привод манипулятора выполняется гидравлическим, причем питание элементов манипулятора и движителя (при использовании гидростатической трансмиссии) происходит, как правило, от одного гидронасоса. Рабочее давление современных гидравлических систем, установленных на форвардерах, находится в пределах 20–25 МПа, а рабочий объем применяемых аксиально-поршневых насосов различен и варьируется от 100 до 190 см³.

Мощность двигателей современных форвардеров в зависимости от собственной массы

машины колеблется от 75 до 180 кВт, при этом затраты мощности на тонну перевозимого груза находятся в пределах от 7,2 кВт/т для большегрузных машин до 13 кВт/т для машин с меньшей грузоподъемностью. Исключение составляет финский форвардер «Ponsse Buffalo» выпускаемый с двигателем 205 кВт, показатель удельной мощности для которого составляет 14,64 кВт/т.

Условия движения при работе на лесосеке постоянно меняются, и в связи с этим важно, чтобы на форвардере имелась возможность изменять крутящий момент, подводимый к ведущим колесам, в широком диапазоне. Его изменение может осуществляться как за счет регулирования оборотов двигателя, так и за счет изменения передаточных чисел трансмиссии. Двигатели зарубежных форвардеров имеют крутящий момент от 498 до 1100 Н·м, что позволяет им без затруднений перемещаться в сложных эксплуатационных условиях. Однако такая высокая величина крутящего момента реализуется довольно редко, что приводит к значительному недоиспользованию мощности, а в условиях необходимости экономии энергоресурсов актуализирует вопрос об обосновании параметров энергонасыщенности форвардеров, применяемых в конкретных эксплуатационных условиях.

Большинство зарубежных форвардеров оснащено механогидростатическими трансмиссиями, гидравлическая часть которых представлена гидронасосом (как правило, аксиально-поршневым) и гидромотором, как центрально-расположенным, так и отдельным для каждого балансира. Механическая часть движителя представлена бортовыми редукторами либо ведущими мостами и карданными передачами. Изменение рабочих режимов осуществляется синхронно, как посредством воздействия на двигатель, так и с помощью управления гидронасосом. Использование такого способа синхронного управления позволяет форвардерам трогаться и перемещаться в условиях со слабой несущей способностью грунтов без буксования.

Практически все зарубежные колесные грузозночно-транспортные машины имеют грузоподъемность от 9,3 т до 22,8 т при собственной массе от 8,5 т до 20 т. При этом чем больше грузоподъемность, тем меньше собственная масса на тонну перевозимого груза. Отношение грузоподъемности к собственной массе для зарубежных машин с колесной формулой 8К8 находится в пределах от 0,70 до 1,03, а для машин 6К6 в пределах 0,71–1,07. Для форвардеров производства ПО «МТЗ» этот показатель находится в пределах от 0,70 до 0,82, что меньше в сравнении с зарубежными аналогами. Поэтому

целесообразным является повышение грузоподъемности отечественных форвардеров и снижение их снаряженной массы за счет выбора рациональных параметров несущих конструкций.

Значительное уплотнение грунта колесами при движении след в след ведет к интенсивному образованию глубокой колеи и, как следствие, к увеличению силы сопротивления движению. Для снижения удельного давления применяются специальные лесные шины. Для улучшения проходимости чаще применяются цепи противоскольжения и эластичные гусеницы, которые монтируются соответственно на одинарную ось и балансирную тележку.

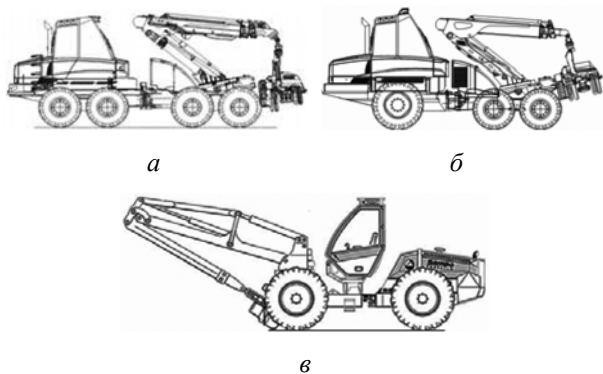
Так как операции перемещения являются основными в технологическом цикле работы форвардеров (в отличие от харвестеров), то большое внимание производителей уделено снижению давления на грунт. Для этих целей финской компанией «Ponsse» на грузовой полураме форвардера 10W применена дополнительная, независимая, неприводная, поддерживающая ось. В такой конструкции снижение удельного давления на грунт достигается путем увеличения площади опорной поверхности форвардера. Наибольший эффект от такой дополнительной оси достигается при применении съемной эластичной гусеницы.

Интенсификация процесса лесозаготовок по сортиментной технологии требует перехода от технологической схемы частичной машинной заготовки «бензиномоторная пила – форвардер» к более производительной машинной «харвестер – форвардер». В связи с этим целесообразно рассмотреть основные компоновочные параметры и технико-эксплуатационные показатели работы валочно-сучкорезно-раскряжевых машин (харвестеров).

ПО «Минский тракторный завод» в настоящее время выпускает 3 модели харвестеров: МЛХ 1221, МЛХ-414 и МЛХ-424. Харвестер МЛХ 1221 имеет жесткую полурамную конструкцию и предназначен для рубок осветления и, частично, для рубок прочистки. МЛХ-414 основан на специализированном двухосном шарнирно-сочлененном шасси и предназначен для прореживания и проходных рубок. Харвестер МЛХ-424 построен на трехосном шарнирно-сочлененном шасси и эффективен при работе на рубках главного пользования.

Крупнейшими производителями харвестеров являются фирмы: «Ponsse», «John Deere», «Valmet», «HSM», «Caterpillar», «Logset» и др. Около 80% всех моделей специализированных харвестеров имеют колесный тип движителя. Они базируются на полноприводном колесном шасси с колесными формулами 4К4, 6К6 и 8К8

(рисунок). Харвестеры на шасси 4К4 и легкие варианты 8К8, как правило, применяются на рубках ухода, где большую роль играет низкое давление на грунт. Шасси 6К6 и тяжелые варианты 8К8, напротив, используются для харвестеров, предназначенных для рубок главного пользования. Следует отметить, что ряд крупных зарубежных предприятий, выпускающих харвестеры, постепенно отказываются от использования шасси 8К8 для машин, работающих на рубках ухода. Главная причина этого – низкие показатели маневренности таких машин ввиду значительной длины базового шасси. В эксплуатационных условиях рубок ухода, где маневренность и возможность работы под пологом леса играют ключевую роль, они не выдерживают конкуренции с более легкими и маневренными харвестерами 4К4.



Специализированные харвестеры с различными колесными формулами

Рама колесных харвестеров состоит из 2 модулей (энергетического и технологического), соединенных между собой шарниром, который служит для поворота харвестера. Управление шарниром осуществляется посредством двух гидроцилиндров, расположенных по его бокам. Угол поворота составляет до $\pm(40-45)^\circ$. Харвестеры 6К6 и 8К8 оборудованы балансирными тележками. Они позволяют легче преодолевать препятствия в виде поваленных деревьев, пней и других неровностей, встречающихся на лесосеках, и наряду с применением качающихся мостов создают более комфортные условия для работы оператора.

Харвестеры компаний «Caterpillar», «ECO LOG» и харвестер Н8 фирмы «Rottne» оборудованы ходовой системой с независимой маятниковой подвеской каждого колеса и каждой балансирной тележки с гидравлическим управлением. Данная подвеска обеспечивает высокую проходимость в условиях сложного рельефа местности. Наряду с выравниванием харвестера как в продольной, так и в поперечной плоскости маятниковый ход может создавать высокий дорожный просвет до 115 см для преодоления единичных препятствий.

Привод двигателя колесного харвестера осуществляется с помощью механической, гидродинамической и гидростатической трансмиссии. Механические и гидродинамические трансмиссии, выигрывая у гидростатических в цене, уступают им по ряду эксплуатационных показателей. Такие трансмиссии имеют дискретные передаточные числа и, соответственно, дискретное изменение крутящего момента.

Невозможность плавного регулирования крутящего момента на малых скоростях движения также является существенным недостатком таких трансмиссий, так как большую часть времени харвестер передвигается со скоростями, не превышающими 3 км/ч. Это актуализирует задачу использования в трансмиссии гидростатического звена, позволяющего плавно регулировать скорость движения харвестера и бесступенчато изменять крутящий момент, подводимый к колесам. Такой привод двигателя имеет, как правило, 2 диапазона передаточных чисел, которые соответствуют технологическим от 0 до 8–10 км/ч и транспортным от 0 до 18–27 км/ч скоростям.

Заключение. Анализируя рынок существующей лесозаготовительной техники отечественного и зарубежного производства, а также требования к ней лесозаготовителей можем заключить, что значительным спросом у отечественных и российских потребителей пользуются погрузочно-транспортные машины с колесной формулой 4К4. Спрос на данную технику поддерживается, даже несмотря на общемировые тенденции к снижению ее производства. Такие машины более маневренны ввиду меньших габаритов и больших углов складывания полурам в сравнении с форвардерами 8К8 и 6К6, обладают лучшей проходимостью и меньшей стоимостью. Недостатком существующих форвардеров 4К4 производства ПО «МТЗ» является их небольшая удельная грузоподъемность, что значительно снижает производительность, а следовательно, и эффективность лесозаготовительных работ.

Одним из путей совершенствования данной техники следует считать увеличение ее рейсовой нагрузки. Однако изменение этого параметра обязательно приведет к снижению проходимости, росту расхода топлива, изменению тягово-сцепных свойств форвардера и увеличению динамических нагрузок на его несущую конструкцию. В этой связи названные показатели требуют детальной проработки.

Для эффективности последующей работы эксплуатационные параметры разрабатываемой погрузочно-транспортной машины должны соответствовать перспективным параметрам валочно-сучкорезно-раскряжевой машины, с которой планируется ее совместная работа.

Поступила 15.03.2012