

С. П. Мохов, доцент; А. Р. Гороновский, доцент; В. В. Хайновский, ассистент

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕСНЫХ МАШИН ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ГРУНТАХ С НИЗКОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ

Prospects of application and design features of logging machines for operation on soils with low bearing ability.

Вопросы эксплуатации лесных машин на грунтах с низкой несущей способностью в Республике Беларусь являются исключительно актуальными. Заболоченность лесосечного фонда по площади составляет около 30%, а ежегодный запас ликвидной древесины на труднодоступных лесосеках – более 1 млн. м³, из них в лесах II группы – 731 600 м³ [1]. В основном существующие технологии освоения труднодоступного лесосечного фонда связаны с применением гусеничной техники, однако к ней предъявляются повышенные требования с точки зрения лесопользования и лесовосстановления. Традиционно этот лесфонд осваивался в зимний период, однако в настоящее время это стало проблематично в связи с повышением зимних температур, что ограничивает применение существующей техники и технологий.

Для обеспечения возможности эксплуатации колесных лесных машин на грунтах с низкой несущей способностью конструкция этих машин должна обеспечивать их высокие показатели проходимости и тягово-сцепных свойств. Так, конструкция шасси таких машин должна обеспечивать низкое давление движителя на почву в соответствии с лесоводственными требованиями. Это достигается рациональной компоновкой машин и применением специальных лесных шин сравнительно большого диаметра с низким давлением воздуха. При необходимости также используются металлические гусеничные ленты на колесах балансирных тележек. Тележка увеличивает боковую устойчивость машины, так как ось с тележкой имеет более плавный ход и вызывает меньшие перемещения при преодолении препятствий по сравнению с одинарной осью и, кроме того, позволяет преодолевать препятствия без отрыва колес от поверхности пути. Машина с балансирной тележкой поднимается только на 1/2 по сравнению с одиночной осью. Также на 20...40% снижается динамическое ударное воздействие на ось. Это дает возможность работать на труднопроходимых участках трелевочного волока со значительным количеством единичных неровностей и развивать более высокие скорости подвозки. Часто для уменьшения сопротивления движению балансирной тележки последнюю балансируют в сторону облегчения переднего колеса.

Дорожный просвет лесных машин составляет 0,5...0,78 м. Для его увеличения помимо использования колес большого диаметра устанавливают также колесные редукторы. Для предотвращения поломки двигателя и агрегатов трансмиссии при наезде машинами на пороговые неровности, такие, как пни, валежины, нижняя часть шасси предохраняется поддоном из листовой стали толщиной 10...15 мм. Капот двигателя также изготовлен из листовой стали толщиной 3...4 мм для обеспечения необходимой защиты элементов трансмиссии.

Конструкция трансмиссии тоже оказывает значительное влияние на тягово-сцепные свойства и проходимость машины. Касательные силы тяги, развиваемые ведущими осями, должны преодолевать сопротивление движению без значительного буксования. Применение цепей противоскольжения и гусениц на колесах балансирных тележек снижает величину буксования колес, уменьшив повреждаемость лесных почв. Целесообразна также плавная и бесступенчатая регулировка скорости движения. Наиболее перспективной в этом отношении является гидромеханическая трансмиссия. Применение гидромеханических трансмиссий на современных лесных машинах позволяет по сравнению с механическими передачами увеличить среднюю скорость движения машины, срок службы узлов и деталей силовой передачи, двигателя, колес, существенно упростить управление за счет исключения необходимости частого переключения передач (что, в свою очередь, снижает утомляемость водителя и повышает показатели эргономики), автоматически приспособиться к режиму работы в пределах выбранного диапазона.

Применяемость гидротрансмиссии зависит, в частности, от массы машины, мощности двигателя и вида выполняемых работ. Наибольшее применение гидромеханическая трансмиссия получила на многоосных лесных тракторах массой более 9 т при мощности двигателя 50...60 кВт. Гидравлическая часть трансмиссии может включать гидротрансформатор, имеющий возможность длительное время работать на режиме гидромукты, либо систему гидронасос – гидромотор, которая может быть смонтирована в одном корпусе. Блокировка дифференциалов играет важную роль для повышения проходимости машины и может выполняться принудительной или автоматической, что упрощает управление. Многие зарубежные лесные машины ведущих произ-

водителей снабжены муфтой перегрузок в механизме блокировки дифференциала.

Указанные мероприятия широко используются при проектировании колесных лесных машин для их эксплуатации на грунтах с низкой несущей способностью как зарубежными, так и отечественными производителями лесной техники. За последнее десятилетие на крупнейших машиностроительных предприятиях Республики Беларусь налаживается выпуск лесозаготовительной техники. Проектным работам предшествовали научные исследования в области современных ресурсосберегающих технологий лесозаготовки, общей компоновки проектируемой машины, параметров ее шасси и технологического оборудования. Научные разработки в области перспективных лесозаготовительных машин, проведенные как в рамках НИР, так и в рамках крупнейших ГНПП «Леса Беларуси» и «Белавтотракторостроение», предопределили создание отечественных лесных машин, в том числе предназначенных для работы на грунтах с низкой несущей способностью. Среди последних – колесные погрузочно-транспортные машины производства РУП «МТЗ»: МЛПТ-364 с гидромеханической трансмиссией, МЛ-131-05 с металлическими гусеницами на колесах балансирной тележки, автоматической блокировкой дифференциала при помощи муфты с пневматическим приводом, МПТ-461 двухзвенной компоновки с активным приводом прицепного звена и гидроуправляемым дышлом. Указанные погрузочно-транспортные машины за счет различных особенностей трансмиссии и ходовой части в значительной степени позволяют снизить буксование двигателя и его давление на опорную поверхность, повысить показатели тягово-сцепных свойств и проходимости, что позволяет во многих случаях использовать их в технологических процессах для освоения лесосек, находящихся на грунтах с низкой несущей способностью.

Применяемые технологические схемы для заготовки сортиментов должны быть адаптированы к условиям заболоченности и изреженности лесосечного фонда. Особенностью применения рассматриваемых погрузочно-транспортных машин, возникающей вследствие их конструкции, является возможность развития большой силы тяги при малых скоростях движения в сочетании с небольшим удельным давлением на грунт и высокими сцепными качествами с опорной поверхностью при одновременном приводе всех колес. С другой стороны, машины имеют возможность развития значительной скорости перемещения (до 27 км/ч) при выезде на дорогу с относительно твердым покрытием, что позво-

ляет переводить машину в процессе работы из режима «подвозки» (трелевки по бездорожью) в режим «транспортировки» (перевозки) при наличии дороги, не прерывая технологический процесс работы во времени.

Специфика заболоченных лесосек не позволяет рассматривать машинную заготовку леса на любых видах рубок в весенне-осенний период, но в ряде случаев допускает применение системы «харвестер – форвардер» в сухое лето и зимний период. Применение системы машин «бензиномоторная пила – форвардер» значительно меньше ограничено по сезонам года, однако имеет определенную специфику в части требований технологии и ограничения среднего объема хлыста.

В осенний период были проведены эксплуатационно-технологические испытания опытного образца машины МПТ-461 в природно-производственных условиях ГЛХУ «Старобинский лесхоз». В период проведения испытаний проводилась заготовка древесины на делянке площадью 2 га (состав лесонасаждений – 9Ол1Б, вид рубки – сплошной, лесной почвогрунт – торф заболоченный [2]). Технологический процесс заготовки древесины при проведении испытаний осуществлялся в определенной последовательности: валка с обрезкой сучьев бензиномоторными пилами «Husqvarna», раскряжевка и окучивание круглых лесоматериалов на лесосеке, сбор и подвозка сортиментов к лесовозной дороге – двухзвенная погрузочно-транспортная машина МПТ-461. Среднее расстояние подвозки составило 500 м. Длина выпиливаемых сортиментов – 4 и 6 м. Погрузка и вывозка заготовленных сортиментов – с помощью самозагружающихся автопоездов-сортиментовозов.

Проведенные испытания показали необходимость применения специальной техники, имеющей высокие показатели тягово-сцепных свойств и проходимости для эксплуатации на грунтах с низкой несущей способностью. Основные результаты эксплуатационно-технологических испытаний приведены ниже.

Средняя скорость движения порожней машины МПТ-461 по дороге общего пользования составила 29...32 км/ч, по лесовозной ветке – 7...8 км/ч, по лесовозному усу – 5...7 км/ч. Средняя скорость движения машины с грузом объемом 5,25 м³ составляла: по лесовозной ветке – 5...6 км/ч, по лесовозному усу – 3...4 км/ч. При этом во время движения по труднопроходимому участку трелевочного волока включался активный привод осей прицепа. Скорость движения груженой машины в этом случае равна: по трелевочному волоку – 4 км/ч, по лесовозному усу – 5 км/ч.

Проводя сравнение колесных и гусеничных лесных машин следует отметить, что к достоинствам первых следует отнести высокую скорость, более низкие эксплуатационные расходы, к достоинствам вторых – лучшую приспособленность к работе на значительно заболоченных лесосеках.

Повреждаемость лесных почв двигателем лесных машин во многом определяется существующими природно-производственными условиями, организацией технологического процесса и последующего лесовозобновления. Данный вопрос не имеет однозначного ответа и в настоящее время активно изучается как за рубежом, так и в нашей стране. Колесные машины оказывают уплотняющее воздействие на лесные почвы, а при движении по труднопроходимым участкам из-за повышенного буксования колес могут повреждать верхний слой почвы и корневую систему лесных культур.

При оценке воздействия двигателя лесных машин во время их движения по грунтам с низкой несущей способностью необходимо учитывать упругодемпфирующие свойства грунтов, которые выражаются модулями деформации и упругости. Модуль деформации является показателем жесткости грунта и характеризует сопротивление грунта внешним нагрузкам. Проведенные экспериментальные исследования колесных трелевочных машин в условиях лесохозяйственных предприятий Республики Беларусь показали, что в нетронутом состоянии лесные почвогрунты на II и III типах местности имеют низкие значения несущей способности, а также модулей деформации и упругости [3]. Из представленных данных можно сделать следующий вывод: при воздействии нагрузки колесным двигателем машины происходит интенсивное увеличение значений модулей деформации и упругости (в 3 раза при 5 проходах), что свидетельствует о невысокой сопротивляемости грунта сдвигам и деформации. В таких условиях после каждого прохода машины по волоку растёт колея, значительно увеличивается сопротивление движению машины и, следовательно, снижается проходимость. Это доказывает необходимость использования в типичных для Республики Беларусь природно-производственных условиях специальных мероприятий, снижающих от-

рицательное воздействие двигателя на лесные почвогрунты. Буксование колес лесных машин не должно по возможности превышать 10...14% для предотвращения разрыва корневой системы лесных культур и минерализации лесных почв за счет их интенсивного перемешивания. Важным показателем воздействия лесных машин на лесные почвы является давление двигателя на лесные почвы, определяемое в соответствии с ГОСТ 26955-86 и регламентируемое лесоводственными требованиями.

Гусеничные машины, в свою очередь, вследствие наличия грунтозацепов, вызывают повреждение корней и минерализацию лесных почв. Рядом технологических мероприятий, таких, как укрепление трелевочных волоков отходами лесозаготовок, рациональный выбор расстояния между волоками, уменьшение количества непродуктивных перемещений по лесосеке, можно значительно ограничить степень повреждения лесной среды как колесными, так и гусеничными машинами, одновременно повысив их проходимость и несущую способность трелевочного волока, что имеет исключительно важное значение при освоении заболоченных лесосек.

Литература

1. Мохов С. П., Хайновский В. В., Зенькевич Д. А. Применение двухзвенных погрузочно-транспортных машин повышенной проходимости в лесозаготовительном производстве // Труды БГТУ. Лесная и деревообраб. промышленность. – 2005. – Вып. XIII. – С. 129–133.
2. Хайновский В. В. Результаты технологических испытаний прицепной погрузочно-транспортной машины «Беларус» // Леса Европейского региона – устойчивое управление и развитие: Материалы МНТК / БГТУ. – Минск, 2002. – Ч. 2. – С. 226–228.
3. Протас П. А., Хайновский В. В. Проходимость колесных трелевочных машин и пути ее повышения // Прогрессивные технологии, технологические процессы и оборудование: Материалы МНТК / МГТУ. – Могилев, 2003. – С. 473–475.