

УДК 630\*

**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ОПЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ  
БЕЗОПАСНОСТИ, НАДЁЖНОСТИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ  
ЛЕСНЫХ МАШИН****Григорьев Игорь Владиславович***доктор технических наук, профессор, Арктический государственный  
агротехнологический университет, г. Якутск, Россия, silver73@inbox.ru***Петров Мичил Евгеньевич***студент, Арктический государственный агротехнологический университет, г. Якутск,  
Россия*

**Аннотация.** Современные лесные машины являются дорогостоящим средством производства, эффективность использования которых напрямую сказывается на эффективности лесозаготовительных работ в целом. Предлагаемые производителями машин дополнительные опции могут помочь существенно повысить эффективность, безопасность, и надежность их работы.

**Ключевые слова:** лесозаготовки, лесные машины, харвестеры, форвардеры, скандинавская технология заготовки древесины.

**ADDITIONAL TECHNICAL OPTIONS TO IMPROVE THE SAFETY,  
RELIABILITY AND ENERGY EFFICIENCY OF FOREST MACHINES****Grigorev Igor Vladislavovich***Doctor of Technical Sciences, Professor, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk,  
Russia, silver73@inbox.ru***Petrov Michil Evgen'evich***Student, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia*

**Abstract.** Modern forest machinery is an expensive means of production, and efficiency of use has a direct impact on the efficiency of harvesting in general. Additional options offered by manufacturers can significantly improve the efficiency, safety and reliability of machines.

**Keywords:** logging, forestry machines, harvesters, forwarders, Scandinavian timber harvesting technology.

**Введение.** Как было отмечено на III Лесопромышленном форуме Республики Саха (Якутия), прошедшем 19 мая 2021 г. в Арктическом государственном агротехнологическом университете, современные лесные машины существенно повышают эффективность лесозаготовительного производства. Значительная стоимость этих машинных комплексов требует практически круглосуточной их эксплуатации для обеспечения рентабельности и выхода на окупаемость

инвестиций. В среднем, час простоя одной машины (харвестера или форвардера) обходится в 120 евро [1].

В большей части случаев, рабочая смена оператора лесной машины длится 10-11 часов. В результате оператор устает, падает производительность, совершаемые от усталости ошибки могут приводить к поломкам машины [2].

Для удобства работы оператора производители машин предлагают большой набор опций, однако российские лесозаготовительные компании достаточно часто пренебрегают возможностью дооснащения машины, либо в силу незнания о дополнительных технических опциях, либо в силу желания сэкономить. Причем менеджеры лесозаготовительных предприятий, принимающие решение о покупке новых машин, часто не задумываются о том, что усталость оператора, приводящая к снижению эффективности его работы, автоматически приводит к снижению эффективности всего производственного процесса и снижению прибыли всего предприятия.

Весьма полезно также помнить об экологических последствиях работы лесных машин, и учитывать тот факт, что при помощи дополнительных технических опций возможно уменьшить экологический ущерб от воздействия лесных машин на лесную экосистему [3, 4, 5].

**Материалы и методы исследования.** Материалы получены путем анализа экспертных оценок представителей компаний-производителей лесных машин, их дилеров, операторов лесных машин, а также анализа данных сайтов производителей лесной техники.

**Результаты.** При выборе машины исходят и природно-производственных условий, в которых она будет работать – нужная машина в нужном лесу, климате и условия эксплуатации, почвенно–грунтовых условиях.

1. Заготавливаемую древесину можно условно разделить следующим образом – крупномерный спелый и перестойный, который подвергается сплошной рубке, или тонкомерный (приспевающий) – который подвергается выборочной рубке.

Требуется ли окорка заготовленных лесоматериалов, или наоборот – не надо повреждать кору (это дает выбор протяжных вальцов на харвестерных агрегатах). Длина вывозимых сортиментов, которая регламентирует длину грузового отсека. Насколько допустимо разреживать лес, какие должны быть манипуляторы по длине, какое должно быть масло гидравлики и на смазку цепей, по экологическим требованиям (биоразлагаемое, как в Европе, или нет, как в России) [6].

2. Климат определяет, требуется ли утеплять машины или наоборот, охлаждать их при работе (масла требуемой вязкости, шланги, оборудование предварительного нагрева двигателя и масла гидравлики). Или наоборот – охлаждение гидравлики и термостаты двигателя, установленные на раннее открытие, усиленное кондиционирование или нагревание кабин [7].

3. Далее надо принять во внимание рельефные, почвенно-грунтовые, транспортные условия: горы или болото, допустимость колеи, разрешение на движение по дорогам общего пользования, государственная регистрация для дорог, габариты и сигнала поворота, руль для поворота или джойстик.

Как уже отмечалось, современные многооперационные машины для лесосечных работ могут оснащаться большим количеством дополнительных опций, которые способны существенно повысить эффективность их работы в различных природно-производственных условиях. Эти дополнительные технические опции достаточно дорого стоят, поэтому в каждой конкретной ситуации необходимо проводить анализ целесообразности их установки, по критерию экономической эффективности. Рассмотрим основные, наиболее популярные опции.

Одним из наиболее важных показателей работы лесных машин является проходимость [8, 9]. Опциональными колесными моделями для шин лесных машин являются Nokian Tractor, Nokian Eco, Trelleborg Tractor и Trelleborg Eco, их выбирают по почвенно-грунтовым и рельефным условиям эксплуатации. Также важным фактором является грузоподъемность машины [10, 11].

Для удобства работы операторов предусмотрены различные варианты кресел, например, BE-GE 31-й серии Se Airvent имеет пневматическую подвеску с подголовником и регулируемыми боковыми опорами. Обогрев сиденья для холодных условий и вентиляторы охлаждения в сиденье и спинке для жарких условий.

Серия BE-GE 31 в стандартной комплектации оснащена независимой от веса регулировкой высоты, быстрым выпуском воздуха, механическим наклоном подушки сиденья и выпуском направляющих, пневматической опорой для поясицы и встроенным подголовником.

Четырехточечный ремень безопасности в креслах предназначен для дополнительной поддержки оператора, особенно при работе на крутых склонах.

SitRight - это электрическая система выравнивания сиденья, которая устанавливается под стойкой сиденья. Он удерживает сиденье ровным в одном направлении (в зависимости от направления установки - обычно вбок). Система увеличивает высоту сиденья на 80 мм.

В сбалансированных тандемных тележках используется крутящий момент шестерен в ступице тележки для прижатия переднего колеса (диск в сторону направление движения) тележки вниз во время движения.

Центральная система смазки позволяет легко поддерживать смазку крана и центрального шарнира. Система автоматической смазки подает смазку автоматически через заданные интервалы времени.

Система включает резервуар для консистентной смазки, насос, смазочные трубки / шланги и распределительные блоки.

Циклон - система фильтрации воздуха, установленная в верхней части капота двигателя для максимальной фильтрации всасываемого воздуха. Она дает следующие преимущества: фильтрация воздуха в пыльных условиях; увеличенное время безотказной работы; снижение затрат на обслуживание.

Амортизатор подъема гидроманипулятора состоит из гидроаккумулятора и клапана регулирования расхода в гидросистеме подъемного цилиндра. Эта система гасит рывки подъемной стрелы за счет гашения пиков давления. Эти пики могут быть вызваны быстрыми движениями джойстика, особенно если оператор – новичок.

Защитный кожух подъемного цилиндра гидроманипулятора защищает цилиндр от внешних повреждений, вызванных ударами бревен, веток или другими ударами. Он прикреплен к цилиндру с помощью стальных ремней на болтах, поэтому его легко отсоединить для очистки и обслуживания.

Подогреватель двигателя и гидравлического масла Webasto - это подогреватель, работающий на дизельном топливе, который нагревает охлаждающую жидкость двигателя, которая циркулирует в двигателе и баке гидравлического масла. Предварительный подогрев предохраняет двигатель от чрезмерного износа во время холодного запуска, и гидравлическую систему при запуске при низких температурах [12]. Он также прогревает кабину, чтобы было комфортно приступить к работе.

Электрические насосы для топлива, гидравлического масла и жидкости для обработки пней облегчают и быстрее заполняют жидкие резервуары. Насосы установлены твердо в машину, и они управляются кнопками управления. Пробка заправки топлива и кнопки управления находятся внутри переднего бампера. Пробка насоса гидравлического масла находится в зоне центрального шарнира.

Электрический наклон кабины означает электрический привод для наклона кабины в рабочее положение. Электрическая система имеет такую же ручку безопасности с ручным управлением. Он также имеет гидравлический насос в качестве резервного, если, например, аккумулятор разрядился. Переключатель

управления находится под люком переднего бампера, рядом с переключателем открывания капота двигателя.

Дорожное оборудование необходимо, когда машина движется своим ходом по дорогам в странах, где для передвижения по дорогам требуется определенное защитное оборудование. В комплект обычно входят боковые зеркала заднего вида, задние фонари, указатели поворота [13].

Ограждение капота двигателя защищает капот от повреждений ветвями и другими ударами предметов. Его можно наклонить вниз, чтобы открыть капот.

Защитное ограждение можно открыть частично, чтобы открыть капот двигателя, или полностью, чтобы обеспечить лучший доступ к радиатору и двигателю.

Защитный кожух выхлопной трубы защищает трубу вместе с глушителем / катализатором SCR от веток, падающих деревьев и других ударов.

Можно также добавить оконные решетки для дополнительной защиты оператора от падающих предметов. Такая решетка закрывает заднее окно (со стороны гидроманипулятора).

Автоматический тормоз на крутых склонах (ASSB) - это система, которая отслеживает скорость машины (сравнивает скорость трансмиссии привода со скоростью оси) и автоматически активирует тормоза, когда скорость машины изменяется ненормально. Он всегда включен в опцию лебедки Synchronwinch, но доступен и без нее.

Herzog - синхронная лебедка предназначенная для облегчения работы и защиты почвы от сильной колеи на склонах. Она синхронизирована со скоростью движения, поэтому работает автоматически, сохраняя заданное натяжение каната. Всегда поставляется с автоматическим тормозом на крутых склонах.

Бульдозерный отвал можно использовать для перемещения земли, снега или других материалов. Он установлен в передней раме и имеет гидравлическое управление. Управление отвалом бульдозера осуществляется с помощью джойстика. Он также имеет плавающую функцию, которая помогает предотвратить повреждение почвы, например, при уборке снега.

Бульдозерный отвал можно установить на машины, прикрепив рычаги отвала к передней раме и добавив регулирующий клапан и кнопки управления.

Сцепное устройство для прицепа (Rockinger) устанавливается в удлинении задней рамы и позволяет буксировать прицепы, другую технику и т. д. Сцепное устройство имеет предохранительный замок, предотвращающий раскрытие сцепного устройства во время использования.

Крепежные элементы защиты от падения представляют собой стальные петли, в которые можно зацепить страховочный трос, чтобы предотвратить

падение человека при работе на стреле гидроманипулятора (обслуживание, ремонт и т.д.).

Готовность к Slambunk или лебедке означает, что машина оборудована необходимым гидравлическим блоком, шлангами и органами управления, чтобы можно было установить откидной бункер или лебедку.

Slambunk используется для создания на базе форвардера бесчокерного трелевочного трактора (рис. 1) - для трелевки целых деревьев или длинных бревен. Коник управляется кнопками, добавленными к основанию джойстика, его можно снять и заменить обычными органами управления форвардера.

Задняя ограждающая решетка для бревен используется на крутых склонах для предотвращения падения бревен с грузовой площадки. Задняя решетка для бревен может быть установлена и в середине грузовой площадки, чтобы удерживать короткие бревна отдельно.

LoadOptimizer - это система весов форвардера для взвешивания грузов. Он автоматически взвешивает, сортирует, сохраняет и управляет данными загрузки во время работы [14].

Взвешивание основано на датчиках ускорения тензометрических мостов и датчиках поворота, которые автоматически регистрируют вес груза грейфера во время работы - без остановки, нажатия кнопок или других действий. Выбираются только сортаменты, если необходимо составлять отчеты о загрузке по сортаментам.



**Рис. 1.** Бесчокерный трактор на форвардерной базе

Полученные данные могут быть распечатаны или переданы в информационную систему клиента в стандартных pdf-файлах StanFord.

**Заключение.** Как видим, набор дополнительных технических опций для лесных машин достаточно разнообразен. При грамотном выборе дополнительных технических опций возможно существенно повысить эффективность работы лесных машин в конкретных природно-производственных условиях эксплуатации. Перечень и назначение этих опций необходимо знать лицам, принимающим решения о выборе машин для лесозаготовительных компаний. Также этим лицам очень желательно ясно понимать, что кажущаяся экономия на возможных дополнительных технических опциях, в конечном итоге может обернуться убытками, из-за снижения производительности и надежности лесных машин.

#### Литература

1. Куницкая О.А. Проактивный сервис для лесных машин // Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Шестой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2020. С. 86-87.
2. Бурмистрова О.Н., Просужих А.А., Хитров Е.Г., Куницкая О.А., Лунева Е.Н. Теоретические исследования производительности форвардеров при ограничениях воздействия на почвогрунты // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2021. № 3 (381). С. 101-116.
3. Куницкая О.А., Никитина Е.И. Экологические аспекты выборочных рубок леса // Эколого-экономические и технологические аспекты устойчивого развития Республики Беларусь и Российской Федерации. сборник статей III Международной научно-технической конференции "Минские научные чтения-2020": в 3 томах. Белорусский государственный технологический университет, Представительство федерального агентства по делам СНГ, соотечественников, проживающих за рубежом, и по международному гуманитарному сотрудничеству (Россотрудничество) в Республике Беларусь. Минск, 2021. С. 286-291.
4. Рудов М.Е., Куницкая О.А., Григорьев М.Ф., Степанова Д.И., Григорьева А.И. Экологические и лесоводственные аспекты работы лесных машин в лесах криолитозоны // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2020. № 57. С. 14-17.
5. Рудов С.Е., Куницкая О.А. Теоретические исследования экологической совместимости колесных лесных машин и мерзлотных почвогрунтов лесов

- криолитозоны // Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. редактор Н.С. Захаров. 2020. С. 323-326.
6. Григорьева О.И., Давтян А.Б., Гринько О.И. Перспективы импортозамещения в производстве лесохозяйственных и лесопожарных машин в России // Лесоэксплуатация и комплексное использование древесины. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Красноярск, 2020. С. 66-69.
  7. Григорьева О.И., Давтян А.Б., Гринько О.И., Войнаш С.А. Концепция универсальной машины для выполнения лесохозяйственных работ и тушения лесных пожаров // Машиностроение: новые концепции и технологии. Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. Красноярск, 2020. С. 45-49.
  8. Куницкая О.А., Рудов С.Е., Зорин М.В. Перспективы использования пластиковых плит строительства временных транспортных путей // Машиностроение: новые концепции и технологии. Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. Красноярск, 2020. С. 98-103.9.
  9. Рудов С.Е., Просужих А.А., Куницкая О.А. Новые пути повышения проходимости лесных машин на слабонесущих почвогрунтах // Повышение эффективности управления устойчивым развитием лесопромышленного комплекса. Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 90-летию Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г. Ф. Морозова. Редколлегия: Е.А. Яковлева [и др.]. 2020. С. 449-454.
  10. Куницкая О.А., Давтян А.Б., Просужих А.А., Григорьев М.Ф., Григорьева А.И. Обоснование конструкции форвардера на базе сельскохозяйственного трактора // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе. Материалы международной научно-практической конференции. 2020. С. 309-313.
  11. Бурмистрова О.Н., Просужих А.А., Хитров Е.Г., Рудов С.Е., Куницкая О.А., Калита О.Н. Влияние переменных коэффициентов сопротивления движению и сцепления на производительность форвардера // Деревообрабатывающая промышленность. 2021. № 1. С. 3-16.
  12. Куницкая О.А., Просужих А.А., Давтян А.Б., Григорьев М.Ф., Григорьева А.И. Организационно-технические решения для повышения коэффициента технической готовности лесных машин // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе. Материалы международной научно-практической конференции. 2020. С. 162-167.

13. Куницкая О.А., Мануковский А.Ю., Востриков Д.С., Григорьев В.И., Федорова Т.Н. Бизнес по строительству лесных дорог в России // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе. Материалы международной научно-практической конференции. 2020. С. 121-126.
14. Давтян А.Б., Куницкая О.А., Григорьев М.Ф., Степанова Д.И., Григорьева А.И. Основы повышения эффективности систем машин для создания и эксплуатации лесных плантаций // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2020. № 56. С. 19-22.

© Григорьев И.В., Петров М.Е., 2021