

УДК 630*36

С. П. Мохов, канд. техн. наук, доцент (БГТУ);
В. Н. Лой, канд. техн. наук, доцент (БГТУ); С. Е. Арико, аспирант (БГТУ);
В. А. Коробкин, д-р. техн. наук, гл. конструктор (УКЭР-2 РУП «МТЗ»)

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ВАЛОЧНО-СУЧНОРЕЗНО-РАСКРЯЖЕВОЧНОЙ МАШИНЫ 4К4

В статье рассмотрена конструкция валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины МЛХ-414 и ее технологического оборудования. Приведены результаты исследований работоспособности узлов и агрегатов лесной машины. Дана оценка эффективности работы харвестера в составе лесозаготовительного комплекса на рубках промежуточного пользования.

In article the design machines harvester MLN-414 and its process equipment is considered. Results of researches of serviceability of units and units of the wood machine are resulted. The estimation of an overall performance harvester in structure woodprocuring a complex on cabins of intermediate using is lead.

Введение. За последнее время в мире заметно увеличился парк лесозаготовительных машин. Он отличается большим разнообразием типов и моделей. Применение различных технологий лесозаготовок и изменение требований к технике заставляет разработчиков постоянно совершенствовать технику.

С целью увеличения конкурентоспособности лесозаготовительных машин отечественного производства РУП «Минский тракторный завод» совместно с кафедрой лесных машин и технологии лесозаготовок учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» проводит работу по созданию новой и совершенствованию существующей техники. В настоящее время в рамках выполнения ГНТП «Управление лесами и рациональное лесопользование» создана валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина (харвестер) для рубок промежуточного пользования и проведены испытания опытного образца в условиях испытательной базы и реальных условиях эксплуатации. При этом ставились следующие цели:

1) определение соответствия технико-эксплуатационных показателей машины техническим условиям (техническому заданию), требованиям стандартов и технической документации;

2) определение мощностных параметров, необходимых для выполнения отдельных операций технологического цикла в зависимости от параметров древостоя;

3) определение эффективности работы харвестерной машины в составе лесозаготовительного комплекса;

4) определение необходимого объема доработок и корректировки конструкторской документации по результатам испытаний;

5) оценка технического уровня и определение возможности постановки машины на производство.

При исследовании производительности валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины установлено, что на ее величину оказывает влияние

целый ряд факторов, среди которых необходимо выделить природно-производственные условия эксплуатации и конструктивные особенности базового шасси и технологического оборудования. В связи с чем для повышения эффективности применения современных энергонасыщенных харвестеров необходимо исследовать и обосновать параметры шасси и технологического оборудования, а также дать рекомендации по режимам эксплуатации техники в зависимости от параметра древостоя и вида рубки.

Оценка результатов производственных испытаний валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины.

Объектом испытания являлся харвестер МЛХ-414, состоящий из энергетического модуля 1, вертикально-горизонтального шарнира и технологического модуля 2 (рис. 1). На раме технологического модуля установлен манипулятор Foresteri H 1395 3 с харвестерной головкой Foresteri 20 RH 4.



Рис. 1. Общий вид харвестера МЛХ-414:

1 – энергетический модуль;
2 – технологический модуль; 3 – манипулятор;
4 – харвестерная головка

Манипулятор (рис. 2) состоит из опорной плиты 1, колонны 2, стрелы 4, рукояти 7 с подвижной секцией 8.



Рис. 2. Общий вид манипулятора Foresteri 1395H:
 1 – опорная плита; 2 – колонна;
 3 – гидроцилиндры; 4 – стрела;
 5 – механизм совместного движения стрелы и рукояти; 6 – гидроцилиндры; 7 – рукоять;
 8 – выдвижная секция; 9 – ротатор;
 10 – харвестерная головка

Одномодульная харвестерная головка Foresteri 20 RH (рис. 3) крепится к манипулятору посредством ротатора *б*, который позволяет харвестерной головке вращаться вокруг ее вертикальной оси. Харвестерная головка состоит из подающих роликов (валцов) 2, сучкорезных ножей 3, измерительных датчиков, цепной пилы *1*.

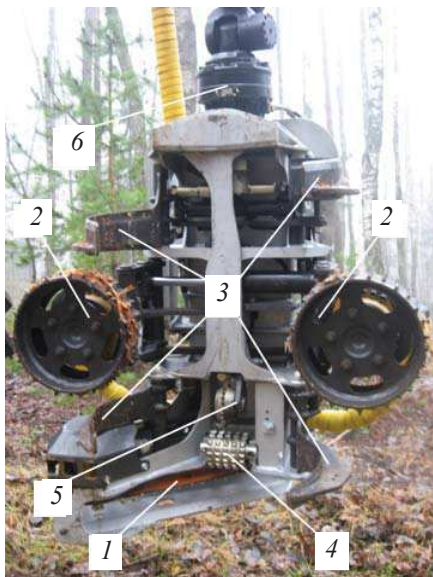


Рис. 3. Общий вид харвестерной головки Foresteri:
 1 – пильная шина; 2 – протаскивающие валцы;
 3 – сучкорезные ножи; 4 – опорный ролик;
 5 – ролик измерения длины; 6 – ротатор

При проведении исследований для записи измеряемых параметров использовалась измерительная аппаратура (рис. 4) в составе восьмиканального многофункционального измерительного усилителя «SPIDPAK» и портативного переносного компьютера. Для настройки давления сраба-

тывания предохранительных клапанов и определения пиковых значений измеряемого параметра при работе технологического оборудования использовался измерительный комплекс Parker. Запись измеряемых параметров производилась непосредственно на жесткий диск компьютера.



Рис. 4. Измерительная аппаратура:
 а – восьмиканальный многофункциональный измерительный усилитель «SPIDPAK» и портативный переносной компьютер;
 б – измерительный комплекс Parker и портативный компьютер

При проведении испытаний в условиях испытательной базы были определены размерные параметры машины в транспортном и рабочем положениях, а также показатели основных систем двигателя, трансмиссии и других узлов и агрегатов шасси и технологического оборудования. Выполнена оценка эргономики харвестерной машины, определены параметры рабочих органов. В соответствии с полученными данными основные показатели систем и узлов машины соответствуют техническим условиям, требованиям стандартов и технической документации.

Анализ результатов испытаний харвестера в природно-производственных условиях ГЛХУ «Минский лесхоз» при проведении рубок промежуточного пользования позволил определить необходимые технические и мощностные показатели машины в зависимости от параметров обрабатываемых деревьев.

На рис. 5 представлена зависимость изменения необходимой мощности на привод технологического оборудования от объема обрабатываемого дерева. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что для работы на рубках промежуточного пользования мощность двигателя харвестерной машины, затрачиваемая на привод технологического оборудования, должна находиться в пределах 100–110 кВт. Это обеспечит повышение производительности труда путем совмещения не только движений стрелы и рукояти манипулятора, но и за счет очистки дерева от сучьев совместно с его переносом к месту обработки.

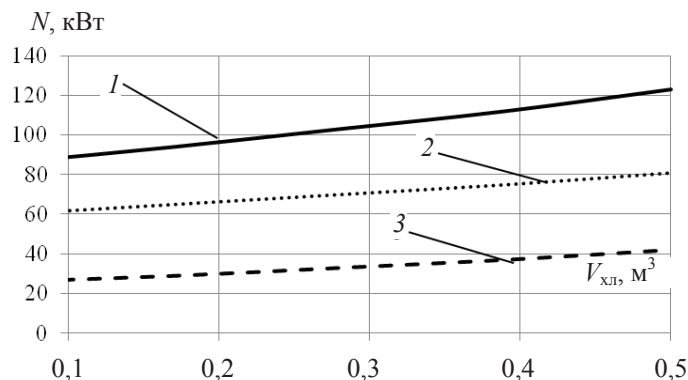


Рис. 5. Зависимость изменения необходимой мощности на привод технологического оборудования от объема обрабатываемого дерева:

- 1 – необходимая мощность на одновременный привод манипулятора и ЗСУ (N), кВт;
 2 – необходимая мощность на привод ЗСУ ($N_{ЗСУ}$), кВт;
 3 – необходимая мощность на привод манипулятора (N_M), кВт

При исследовании устойчивости данной лесозаготовительной машины варьируемыми параметрами являлись вылет и угол поворота манипулятора. При этом в харвестерной головке закреплялись сортименты массой 287 и 585 кг и производилась запись опорных реакций под колесами технологического и энергетического модулей. Вес сортимента определялся путем его поднятия за центр тяжести и фиксации значения датчика силы (рис. 6).



Рис. 6. Определение веса сортимента

С целью обеспечения необходимой точности измерения и упрощения обработки полученных результатов технологическое оборудование, при нахождении в контрольных точках, останавливалось на 5–7 с и фиксировались время выполнения опыта и положение технологического оборудования. Данный процесс представлен на рис. 7.

Согласно данным, полученным при исследовании продольной устойчивости, при увеличении массы груза с 287 кг до 585 кг нагрузка под колесами технологического модуля увеличивается на 3120–6029 Н в зависимости от вылета манипулятора (рис. 8).

Проанализировав полученные результаты перераспределения нагрузок между колесами технологического и энергетического модуля в зависимости от угла поворота манипулятора, установили, что с увеличением угла поворота в одну из сторон изменение реакции под колесами соответствующего борта имеет различный характер. На технологическом модуле реакция возрастает незначительно – в 1,13–1,14 раза, а на энергетическом модуле в 2,35–2,61 раза. Реакция под колесами противоположного борта уменьшается в столько же раз, во сколько возрастает на колесе соответствующего модуля.

В целом компоновка машины, размерные и массовые параметры базового шасси и технологического оборудования обеспечивают возможность работы лесозаготовительной машины на рубках промежуточного пользования в древостоях с объемом хлыста 0,18–0,22 м³ (наиболее распространенный предмет труда) в пределах рабочей зоны технологического оборудования. В процессе обработки деревьев с диаметром в месте спила 520 мм (максимальный диаметр обработки харвестерной головки) при расположении технологического оборудования вдоль продольной базы машины устойчивость обеспечивается, а при перпендикулярном его расположении обработка данных деревьев ограничивается вылетом манипулятора в 8,3 м.

По результатам испытаний харвестера МЛХ-414 в составе лесозаготовительного комплекса установлено, что производительность валочно-сучкорезно-раскряжевой машины (ВСРМ) на рубках промежуточного пользования при интенсивности рубки 0,3, среднем объеме хлыста 0,18 м³ и длине выпиливаемых сортиментов 4 м составила 63,8 м³. Сменная эксплуатационная производительность погрузочно-транспортной машины в составе лесозаготовительного

комплекса составила $66,3 \text{ м}^3$ при среднем расстоянии трелевки 300 м.

При рассмотрении изменения производительности лесозаготовительных машин в зависимости от длины выпиленных (перевозимых) сортиментов (рис. 9) можно сделать вы-

вод о том, что заготовка сортиментов длиной 4 м более выгодна не только с точки зрения оптимизации раскроя древесины на рубках промежуточного пользования, но и позволяет достичь необходимой эффективности работы лесозаготовительного комплекса.

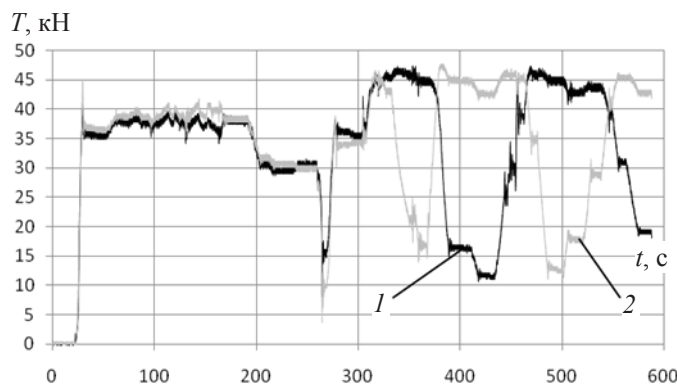


Рис. 7. Распределение нагрузки между колесами технологического модуля харвестера МЛХ-414 при перемещении груза массой 585 кг:
1 – колесо правого борта; 2 – колесо левого борта

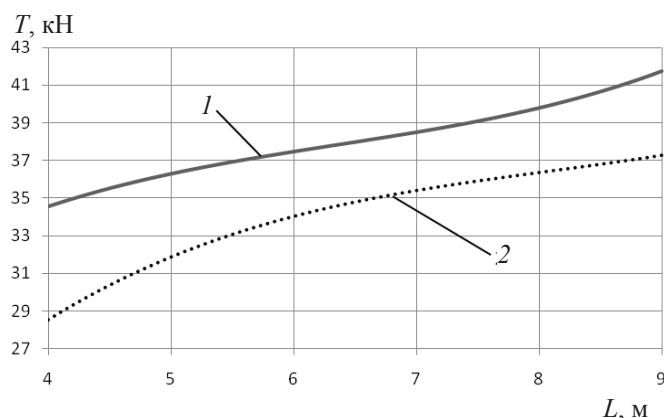


Рис. 8. Распределение реакций между колесами технологического модуля харвестера МЛХ-414 при перемещении грузов массой 585 кг (1) и 287 кг (2)

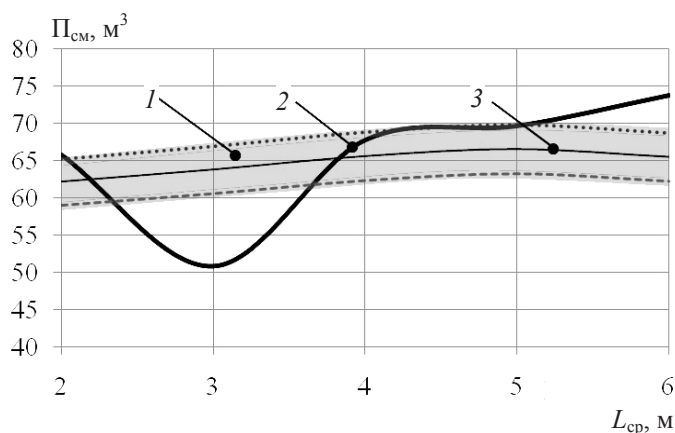


Рис. 9. Зависимость производительности харвестера и форвардера от средней длины выпиленных сортиментов при интенсивности рубки 0,3:
1 – диапазон 5%-ного отклонения от производительности харвестера МЛХ-414;
2 – производительность форвардера МПТ-471; 3 – производительность ВСРМ

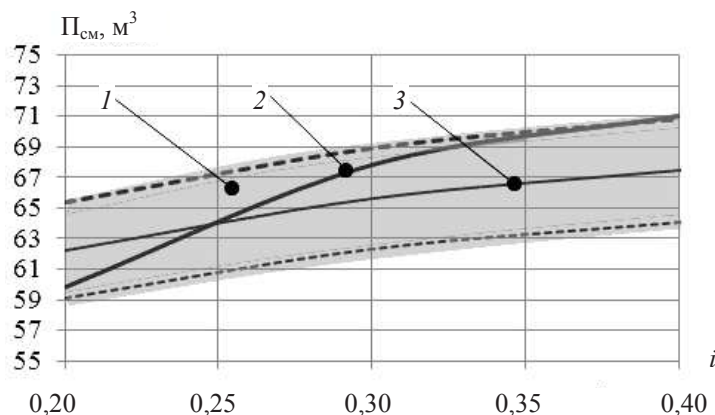


Рис. 10. Зависимость производительности харвестера и форвардера от интенсивности рубки
 1 – диапазон 5%-ного отклонения от производительности харвестера МЛХ-414;
 2 – производительность форвардера МПТ-471; 3 – производительность ВСРМ

По результатам исследования эффективности работы системы машин на рубках промежуточного пользования (рис. 10) установлено, что при интенсивности рубок 0,2–0,4 производительности харвестера МЛХ-414 и форвардера МПТ-471, входящих в состав лесозаготовительного комплекса, отличаются не более чем на 5%, что свидетельствует об эффективности работы системы машин.

Заключение. Проведение производственных испытаний валочно-сучкорезно-раскряжевой машины позволило установить, что технико-эксплуатационные показатели опытного образца харвестера соответствуют требованиям технического задания, проекта технических условий и требованиям стандартов, технической, технологической документации и техническому уровню мировых образцов.

Анализ результатов испытаний харвестера в природно-производственных условиях ГЛХУ «Минский лесхоз» при проведении рубок промежуточного пользования позволил определить необходимые технические и мощностные показатели машины в зависимости от параметров обрабатываемых деревьев. По результатам испытаний установлено, что для повышения эффективности работы валочно-сучкорезно-раскряжевой машины необходимо установить двигатель мощностью 120–135 кВт. Для сокращения продолжительности рабочего цикла в 1,4–1,5 раза и снижения ди-

намической нагруженности шасси и технологического оборудования харвестерной машины МЛХ-414 для рубок промежуточного пользования на 7–12% необходимо совмещать движение стрелы и рукояти манипулятора, чему способствует установленный гидроманипулятор параллельного типа.

По результатам оценки устойчивости харвестера при выполнении технологических операций установлено, что обработка деревьев объемом до 0,26 м³ может осуществляться на вылете до 9,5 м без потери устойчивости в продольной и поперечной плоскостях. При этом необходимым требованием является блокировка вертикально-горизонтального шарнира.

Опытно-промышленная проверка харвестера в составе лесозаготовительного комплекса позволила оценить эффективность работы валочно-сучкорезно-раскряжевой машины путем учета сменных производительностей машин. Эксплуатационные испытания подтвердили теоретические расчеты, согласно которым данный лесозаготовительный комплекс эффективно работает на всех видах рубок промежуточного пользования с различием по производительности машин в 5%.

По результатам испытаний доработана конструкторская документация, а лесная машина харвестерного типа МЛХ-414 «Беларус» рекомендована к производству.

Поступила 01.04.2010