

DOI: 10.12737/11270

УДК 630.935.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СОРТИМЕНТНОЙ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ

кандидат технических наук, доцент **В. М. Дербин**¹

кандидат технических наук **М. В. Дербин**¹

1 – «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»,
г. Архангельск, Российская Федерация

Перестройка в России внесла существенные коррективы в технологию заготовки древесины. Не смотря на ряд существенных преимуществ хлыстовой технологии заготовки древесины по сравнению с сортиментной, на лесозаготовительных предприятиях широко применяется сортиментная заготовка древесины. Рассмотрены причины перехода на сортиментную технологию заготовки древесины. Приведена схема разработки лесосеки с использованием харвестера. Представлено описание технологии валки деревьев, обрезки сучьев и раскряжевки полученного хлыста на сортименты. Отмечены недостатки работы харвестера по этой технологии. Предложен новый способ разработки лесосек (технология). Дано описание двухэтапной последовательности выполнения операций харвестером. Предложенный способ разработки лесосек позволит исключить зависание дерева при валке, уменьшить повреждение растущих деревьев, что особенно важно при проведении выборочных рубок, значительно уменьшить нагрузки на харвестерную головку, на элементы манипулятора (рукоять, стрела) и на шасси харвестера, сократить общее расстояние протаскивания ствола дерева и массу протаскиваемой его части в процессе обработки. Указаны критериальные показатели, по значению которых можно судить о ходе процесса и дать его качественную оценку. Определена производительность харвестера, которая является одним из важнейших технологических показателей работы машин. Принципом формирования машин в системы является равные или кратные их производительности. Перечислены составляющие продолжительности цикла обработки одного дерева по предложенной технологии работы харвестера. На основании анализа продолжительности составляющих времени цикла обработки дерева с учетом состава и последовательности элементов выполнения операций харвестера по известной и предложенной схемам сделаны необходимые выводы.

Ключевые слова: сортиментная заготовка древесины; хлыстовая заготовка древесины; харвестер; манипулятор; дерево; сортименты.

IMPROVING CUT-TO-LENGTH OF TIMBER

PhD in Engineering, Associate Professor **V. M. Derbin**¹

PhD in Engineering **M. V. Derbin**¹

1 – «Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov», Arkhangelsk, Russian Federation

Abstract

Perestroyka in Russia has made significant adjustments to the technology of timber harvesting. Despite a number of significant advantages of tree length technology of timber compared to CTL, at

logging enterprises CTL timber is widely used. The reasons of moving for the assortment technology of logging are considered. Diagram of logging site using harvester is given. The description of technology of felling, limbing and bucking of obtained timber on assortments is presented. Shortcomings of the harvester on this technology are marked. A new way to design cutting areas (technology) is suggested. The description of the two-step sequence of harvester operations is given. The proposed method of site logging will avoid hanging tree felling, reduce damage to growing trees, which is especially important during the selective cutting, significantly reduce the load on the harvester head, on the arm elements (handle, arrow) and on the chassis of the harvester, reduce the total distance for dragging a tree trunk and a weight of dragging part during processing. Criteria indicators are shown, the value of which can be seen on the process and can give its qualitative assessment. Performance of the harvester is determined, which is one of the most important technological parameters of the machine. The principle of machines forming in the system is equal or multiples of their performance. Components of the cycle time to process a single tree on the proposed technology of harvester work are listed. Necessary conclusions were drawn based on the analysis of cycle time duration for a tree processing, taking into account composition and sequence of elements of operations of harvester for known and proposed schemes.

Keywords: CTL of timber; tree-length harvesting; harvester; manipulator; tree; assortments.

В настоящее время в мировой практике широко распространены хлыстовая и сортиментная заготовка древесины [7, 8, 9]. До перестройки в России практически весь объем лесозаготовок осуществлялся по хлыстовой технологии. Существовало несколько лесозаготовительных предприятий, которые являлись опытными предприятиями ЦНИИМЭ (центральный научно-исследовательский институт механизации и энергетики лесной промышленности), например, Оленинский и Мостовской леспромхозы в Тверской области, Крестецкий леспромхоз в Новгородской области, которые заготовку и вывозку древесины на нижние лесосклады производили деревьями. В ЦНИИМЭ разрабатывались оборудование и технологии по глубокой переработке древесины, а в указанных опытных лесозаготовительных предприятиях производилась производственная проверка и определялась целесообразность и эффективность предложенного оборудования и технологий.

Сортиментная заготовка древесины в доперестроечный период применялась только лишь на предприятиях топливной промышленности. Использование этой технологии было обусловлено рядом причин: малые объемы заготовки древесины, отсутствие специализированных машин для заготовки древесины на этих предприятиях, сезонность работы предприятий.

При выборе технологии заготовки древесины необходимо учитывать их достоинства и недостатки, конкретные природно-производственные условия.

Хлыстовая заготовка древесины по сравнению с сортиментной имеет ряд существенных преимуществ:

1. Сосредоточение большого количества технологических операций на промышленных площадках – нижних лесоскладах, которые располагаются в черте рабочих поселков.

2. Использование высокопроизводи-

тельного оборудования.

3. Использование электрической энергии для привода лесозаготовительного оборудования, которая значительно дешевле энергии, вырабатываемой двигателями внутреннего сгорания.

4. Большой выход деловых сортиментов.

5. Более полное использование биомассы дерева.

Перестройка в России внесла существенные коррективы в технологию заготовки древесины. Не смотря на ряд существенных преимуществ хлыстовой технологии заготовки древесины по сравнению с сортиментной, в последние годы широко внедряется сортиментная заготовка древесины. Эта тенденция связана в первую очередь с исключением из лесозаготовительного процесса нижних лесоскладов. Причинами этому явлению послужили следующие обстоятельства:

1. *Развитие в лесозаготовительном производстве малого и среднего бизнеса.* Практика показывает, что экономически целесообразными являются нижние лесосклады при годовом грузообороте не менее 100 тыс.м³. Такой объем производства обеспечивает достаточную загрузку всего нижне-складского оборудования (краны для выгрузки хлыстов с подвижного состава и для выполнения штабелевочных работ, раскряжевочные установки, сортировочные лесотранспортеры, оборудование для отгрузки и штабелевки готовой продукции). Однако в последние годы в лесозаготовительном производстве получили развитие предприятия с небольшими объемами заготовки (от 5 тыс. м³ до 50 тыс. м³ в год). Строительство ниж-

них лесоскладов требует вложения значительных инвестиций в период становления лесозаготовительного предприятия. Это практически недоступно для малых и средних предприятий. Нижние лесосклады с небольшими объемами производства лесозаготовительных предприятий не обеспечат достаточную для рентабельной работы загрузку оборудования.

2. *Физический износ и невозможность приобретения лесоскладского оборудования.* До перестройки во всех субъектах Российской Федерации функционировало достаточно большое количество заводов лесного машиностроения. Например, только в Архангельской области производили и ремонтировали оборудование для лесозаготовительных предприятий следующие заводы и мастерские: Плесецкий механический завод, Няндомские ремонтно-механические мастерские, Вельский ремонтно-механический завод, Шипицынский ремонтно-механический завод, Архангельский завод «Лесосплавмаш» и Соломбальский машиностроительный завод. В настоящее время все указанные заводы прекратили свое существование, кроме Соломбальского машиностроительного завода. На существующих нижних лесоскладах лесозаготовительных предприятий технологическое оборудование имеет физический износ, близкий к 100 %. Заменить это оборудование предприятия не имеют возможности. Поэтому происходит постепенный вынужденный переход на сортиментную заготовку древесины.

Сортиментную заготовку древесины можно производить с использованием бензомоторных пил, процессоров, харвестеров, форвардеров и других механизмов. В на-

стоящее время наибольший интерес представляет собой заготовка древесины харвестерами и форвардерами, позволяющая механизировать весь лесозаготовительный процесс [1, 4, 5].

Технологическая схема разработки ленты леса харвестером представлена на рис. 1. Харвестер разрабатывает ленты леса шириной:

$$\Delta = 2R_{max}, \quad (1)$$

где R_{max} – максимальный вылет манипулятора харвестера.

С одной рабочей позиции харвестер производит валку и обработку (обрезку сучьев и раскряжевку полученного хлыста на сортименты) деревьев, находящихся в зоне действия манипулятора. Технология работы харвестера следующая: харвестерная головка наводится на ствол дерева, производится захват дерева, спиливание и сталкивание его на «стенку леса». Поваленное дерево при помощи манипулятора протаскивается на другую сторону трелевочного волока, производится обрезка сучьев и раскряжевка полученного хлыста на сортименты. Такая технология валки и обработки дерева имеет ряд существенных недостатков:

- Возможное зависание дерева при валке.
- Повреждение растущих деревьев.
- Возникают значительные нагрузки на харвестерную головку, на элементы манипулятора (рукоять, стрела) и на шасси харвестера.

Полного или частичного исключения указанных недостатков можно достичь при работе харвестера по предложенной технологии разработки лесосек (рис. 1), которая предусматривает следующую двухэтапную по-

следовательность выполнения операций. Первый этап включает: наводку харвестерной головки на ствол дерева, его захват в комлевой части, перемещение харвестерной головки по стоящему дереву с одновременной обрезкой сучьев на высоте в пределах технических возможностей манипулятора, спиливание оставшейся части дерева, обрезку на ней сучьев и раскряжевку на сортименты. На втором этапе производится повторная наводка харвестерной головки на оставшуюся комлевою часть («пень»), спиливание, сталкивание с пня и раскряжевку на сортименты.

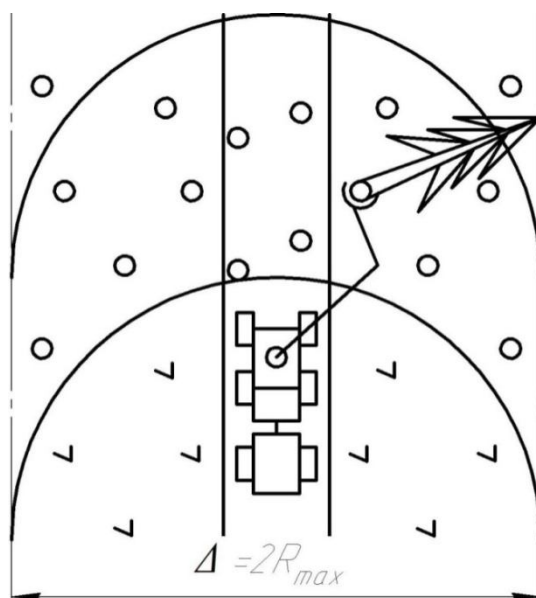


Рис. 1. Технологическая схема разработки ленты леса харвестером

Высота «пня», оставляемого на первом этапе валки и обработки дерева, включает несколько сортиментов. На рис. 2 показано, что из оставленного «пня» выпиливается два сортимента: A_1 и A_2 , где A_1 и A_2 – длины сортиментов, которые задаются компьютерной системой харвестера при перемещении харвестерной головки по стволу дерева.

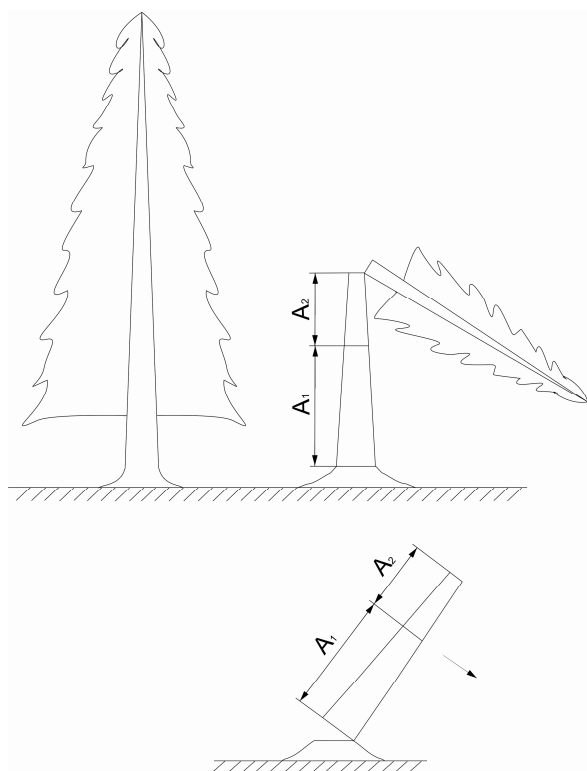


Рис. 2. Технология валки и обработки дерева харвестером

По техническим возможностям используемых в лесозаготовительной промышленности харвестеров (максимальный вылет манипулятора) высота оставляемого «пня» составляет около половины длины дерева [6, 10, 11]. Поэтому, валка дерева на первом этапе происходит без препятствий со стороны рядом растущих деревьев, верхняя часть поваленной части дерева располагается около комлевой части дерева и ее перемещение при обработке происходит без дополнительных сопротивлений от растущих деревьев.

Предложенная технология разработки лесосек с использованием харвестера позволит:

- Полностью или частично исключить зависание дерева при валке, так как производится валка только верхней части дерева. Манипуляторы используемых харве-

стеров имеют максимальный вылет 10 и более метров. Поэтому верхняя часть дерева, подлежащая валке, значительно меньше длины самого дерева.

- Уменьшить повреждение растущих деревьев. Особенно это важно при проведении выборочных рубок. Оставляемые для дальнейшего роста деревья не должны иметь повреждений. Харвестер при разработке лесосек, как правило, производит валку на «стенку леса» (на растущие деревья) и повреждения деревьев неизбежны (обдиры коры, надломы стволов и т.д.).

- Значительно уменьшить нагрузки на харвестерную головку, на элементы манипулятора (рукоять, стрела) и на шасси харвестера. При перемещении поваленного дерева во время обработки (обрезки сучьев и раскряжевки), особенно, если оно повалено между близко растущими деревьями, крона создает большое сопротивление перемещению.

- Значительно сокращается общее расстояние протаскивания ствола дерева и масса протаскиваемой его части в процессе обработки. При разработке лесосек по известным способам перемещается все дерево, а по предложенному – только верхняя часть.

Для правильной оценки технологического процесса необходимы критериальные показатели, по значению которых можно судить о ходе процесса и дать его качественную оценку. К таким показателям относятся производительность машин, энергоёмкость процесса, себестоимость продукции, приведенные затраты [2].

Себестоимость продукции и приведенные затраты включают в себя эксплуатационные расходы, которые зависят от многих субъективных факторов, таких как,

квалификация и мастерство оператора, организация технического обслуживания, техническое состояние машин, технологическая схема разработки лесосек и т.п. Сравнительная оценка технологий лесосечных работ по значениям указанных показателей возможна только при наличии объективных показателей.

Производительность – один из важнейших технологических показателей работы машин. Принципом формирования машин в системы является равные или кратные их производительности.

Часовая производительность харвестера [3] определяется по формуле

$$P_{ч} = \frac{3600\varphi_1 V_{хл}}{t_{ц}}, \quad (2)$$

где 3600 – переводной коэффициент (продолжительность часа в секундах);

φ_1 – коэффициент использования рабочего времени;

$V_{хл}$ – средний объем хлыста, м³;

$t_{ц}$ – продолжительность обработки одного дерева, с.

Продолжительность цикла обработки одного дерева по предложенной технологии работы харвестера включает следующие составляющие

$$t_{ц} = t_{н.1} + t_{о.н.1} + t_{с.1} + t_{о.о.} + t_{н.2} + t_{с.2} + t_{о.н.2}, \quad (3)$$

где $t_{н.1}$ – продолжительность наводки харвестерной головки на ствол дерева и его захват, с;

$t_{о.н.1}$ – продолжительность перемещения харвестерной головки по стоящему дереву с одновременной обрезкой сучьев на высоте в пределах технических возможностей манипулятора, с;

$t_{с.1}$ – продолжительность спиливания

оставшейся части дерева, с;

$t_{о.о.}$ – продолжительность обрезки сучьев и раскряжевки на сортименты оставшейся части дерева, с;

$t_{н.2}$ – продолжительность повторной наводки харвестерной головки на оставшуюся комлевою часть («пень»), с;

$t_{с.2}$ – продолжительность спиливания «пня», с;

$t_{о.н.2}$ – продолжительность раскряжевки «пня» на сортименты, с.

Анализируя продолжительность составляющих времени цикла обработки дерева с учетом состава и последовательности элементов выполнения операций харвестера по известной и предложенной схемам, можно сделать вывод, что при прочих равных условиях по предложенной схеме харвестерная головка дополнительно перемещается по комлевой части дерева без раскряжевки (по «пню» на первом этапе работы харвестера ($t_{о.н.1}$) и дополнительно наводится на оставшийся «пень» на втором этапе работы харвестера ($t_{н.2}$). Продолжительность спиливания «пня» ($t_{с.2}$) применительно к известной схеме работы харвестера – это спиливание дерева, а продолжительность спиливания оставшейся части дерева ($t_{с.1}$) является элементом раскряжевки. При работе харвестера по предложенной схеме продолжительность обрезки сучьев и раскряжевки на сортименты оставшейся части дерева ($t_{о.о.}$) ниже, так как обрабатываемое дерево перемещается в лучших условиях с большей скоростью без дополнительных препятствий от растущих деревьев. Следует учитывать, что при раскряжевке «пня» на сортименты харвестерная головка перемещается только на длину комлевого сортимента (A_1).

Библиографический список

1. Азаренок, В.А. Сортиментная заготовка леса [Текст] / В.А. Азаренок, Э.Ф. Герц, А.В. Мехренцев. – Екатеринбург: Урал. Гос. лесотехн. акад., 2001. – 129 с.
2. Дербин, В.М. Лесосечные работы с сортировкой хлыстов или деревьев [Текст] / В.М. Дербин, М.В. Дербин. – Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. Архангельск: ИД САФУ, 2014. – 103 с.
3. Дербин, В.М. Технология и оборудование лесосечных работ (сортиментная технология заготовки древесины) [Текст] / В.М. Дербин, В.И. Мигунов, А.И. Барачевский, М.В. Дербин, Н.Ф. Клименко. – Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. Архангельск: ИД САФУ, 2014. – 53 с.
4. Матвейко, А.П. Технология и машины лесосечных работ [Текст] : учебник для вузов / А.П. Матвейко, А.С. Федоренчик. – Мн.: Технопринт, 2002. – 480 с.
5. Ширнин, Ю.А. Технология и оборудование малообъемных лесозаготовок и лесовосстановления [Текст] : учебное пособие / Ю.А. Ширнин, Ф.В. Пошарников. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 398 с.
6. Brokmeier, H. Struktur und Geschäftsfelder niedersächsischer Forstunternehmen [Text] / H. Brokmeier, M. Strunk. Forst und Technik, 2008. – pp. 24-27.
7. Drewes, D. Bestandesvorbereitung in der hochmechanisierten Holzernte [Text] / D. Drewes. – Forsttechnik, 2010. – 12 p.
8. Drushka, Ken Tracks in the Forest. The Evolution of Logging Machinery [Text] / Ken Drushka, Hannu Kontinen. – Timberjack Group. – Helsinki, 1997. – 253 p. ISBN 952-90-8616-4.
9. Fleischer, M. Geschichte der Holzernte in Handarbeit [Text] / M. Fleischer. – Proekte Verlag Cornelius GmbH, Halle/S. – 1. Auflage, 2009. – 212 p. ISBN 978-3-86634-664-2.
10. Fleischer, M. Geschichte der mobile Holzerntemaschinen [Text] / M. Fleischer. – Proekte Verlag Cornelius GmbH, Halle/S. – 1. Auflage, 2007. – 366 p. ISBN 978-3-86634-412-9.
11. Pausch, R. Die Holzernteplanung ersetzt den Zufall durch den Irrtum? [Text] / R. Pausch. – Forstmaschinenprofi, 2008. – pp. 58-61.

References

1. Azarenok V.A., Gerc Je.F., Mehrencev A.V. *Sortimentnaja zagotovka lesa* [CTL logging]. Ekaterinburg, 2001, 129 p. (in Russian)
2. Derbin V.M., Derbin M.V. *Lesosechnye raboty s sortirovkoj hlystov ili derev'ev* [Logging works with sorting tree lengths or trees]. Arhangelsk, 2014, 103 p. (in Russian)
3. Derbin V.M., Migunov V.I., Barachevskij A.I., Derbin M.V., Klimenko N.F. *Tehnologija i oborudovanie lesosechnyh rabot (sortimentnaja tehnologija zagotovki drevesiny* [Technology and equipment for logging operations (CTL technology of timber harvesting)]. Arhangelsk, 2014, 53 p. (in Russian).
4. Matvejko A.P., Fedorenchik A.S. *Tehnologija i mashiny lesosechnyh rabot* [Technology and machines of logging operations]. Minsk, 2002. 480 p. (in Russian)

5. Shirnin Y.A., Posharnikov F.V. *Tehnologija i oborudovanie maloob"emnyh lesozagotovok i lesovosstanovlenie* [Technology and equipment for small-volume logging and reforestation]. Joshkar-Ola, 2001, 398 p. (in Russian)
6. Brokmeier H., Strunk M. Struktur und Geschäftsfelder niedersächsischer Forstunternehmen. *Forst und Technik*, 2008, pp. 24-27.
7. Drewes D. Bestandesvorbereitung in der hochmechanisierten Holzernte. *Forsttechnik*, 2010, 12 p.
8. Drushka Ken, Hannu Konttinen Tracks in the Forest. The Evolution of Logging Machinery. Timberjack Group. Helsinki, 1997, 253 p. ISBN 952-90-8616-4.
9. Fleischer M. Geschichte der Holzernte in Handarbeit. Proekte Verlag Cornelius GmbH, Halle/S. 1. Auflage, 2009, 212 p. ISBN 978-3-86634-664-2.
10. Fleischer M. Geschichte der mobile Holzerntemaschinen. Proekte Verlag Cornelius GmbH, Halle/S. 1. Auflage, 2007, 366 p. ISBN 978-3-86634-412-9.
11. Pausch R. Die Holzernteplanung ersetzt den Zufall durch den Irrtum? *Forstmaschinenprofi*, 2008, pp. 58-61.

Сведения об авторах

Дербин Василий Михайлович – заведующий кафедрой технологии лесопромышленных производств, «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», кандидат технических наук, доцент, г. Архангельск, Российская Федерация; e-mail: v.derbin@mail.ru.

Дербин Михаил Васильевич – старший преподаватель кафедры технологии лесопромышленных производств, «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова», кандидат технических наук, г. Архангельск, Российская Федерация; e-mail: m.v.derbin@mail.ru.

Information about authors

Derbin Vasily Mikhailovich – Head of the Department Technology of Timber Production of «Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov», Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Arkhangelsk, Russian Federation; e-mail: v.derbin@mail.ru.

Derbin Mikhail Vasilyevich – Senior Lecture of the Department Technology of Timber Production of «Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov», Ph.D. in Engineering, Arkhangelsk, Russian Federation; e-mail: m.v.derbin@mail.ru.