

УДК 634.0.36

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.1.120

МОДЕРНИЗАЦИЯ СУЧКОРЕЗНОГО НОЖА ХАРВЕСТЕРНОЙ ГОЛОВКИ*

К.П. Рукомойников, д-р техн. наук, доц.

С.В. Ведерников, магистрант

Поволжский государственный технологический университет, пл. Ленина, д. 3,
г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия, 424000;

e-mail: RukomojnikovKP@volgatech.net, Vedernikov1995@yandex.ru

В последнее десятилетие развитие лесозаготовительной промышленности в мире характеризуется существенным увеличением разнообразия автопарка лесозаготовительной техники. Спрос на современное высокопроизводительное оборудование, позволяющее повысить эффективность обработки леса, вынуждает ученых и производителей лесных машин разрабатывать новую технику и регулярно совершенствовать ее действующие модели. Особый интерес вызывает улучшение конструкций рабочих органов многофункциональных лесозаготовительных машин (харвестеров и процессоров). Цель предлагаемой модернизации сучкорезного органа – снижение воздействия диссипативных сил и энергоемкости процесса путем своевременного перевода ножа в положение срезания сучьев и удаления его от ствола дерева при их отсутствии. Это достигается за счет того, что перемещение сучкорезного ножа из наклонного (нерабочего) положения в рабочее, параллельное направлению подачи ствола дерева, происходит после воздействия на корпус ножа внешней нагрузки, передаваемой ему при смещении расположенного перед ножом толкателя. Толкатель смещается за пределы действия режущей кромки сучкорезного ножа под действием нагрузки от срезаемых сучьев и возвращается в первоначальное положение сразу после срезания. В результате использования предлагаемого способа работы сучкорезного ножа осуществляется его быстрое и своевременное перемещение в рабочее или нерабочее положение. При воплощении в жизнь нового технического решения особое внимание уделялось прочности и надежности конструкции, работающей при высоких нагрузках, снижению чувствительности сучкорезного ножа к загрязнениям и постоянным ударам. Внедрение предложенного варианта работы сучкорезного ножа для очистки ствола деревьев от сучьев позволит уменьшить воздействие диссипативных сил, снизить энергоемкость процесса и повысить качество обработки дерева на этой операции технологического процесса.

Ключевые слова: валка леса, лесозаготовительная техника, харвестер, сучкорезный нож, харвестерная головка, диссипативные силы.

Введение

Развитие лесозаготовительной промышленности в мире в последнее десятилетие характеризуется существенным повышением разнообразия автопарка лесных машин. Спрос на современное высокопроизводительное оборудо-

**Финансирование:* Работа выполнена при финансовой поддержке ООО «Мартрейд» в рамках научно-исследовательской темы № 06.522/18.

Для цитирования: Рукомойников К.П., Ведерников С.В. Модернизация сучкорезного ножа харвестерной головки // Лесн. журн. 2019. № 1. С. 120–127. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.1.120

дование, позволяющее повысить эффективность обработки леса, вынуждает разработчиков и производителей лесозаготовительной техники создавать новые и регулярно совершенствовать действующие образцы.

Одним из наиболее перспективных и интенсивно развивающихся направлений при заготовке лесоматериалов является использование современных лесозаготовительных машин, способных выполнять очистку деревьев от сучьев на лесосеке [1]. К таким машинам можно отнести харвестеры и процессоры. Без применения прогрессивных технологий ведения работ в лесу невозможно повышать выработку лесозаготовительных предприятий, улучшать качество освоения лесосек, снижать отрицательное воздействие на окружающую природную среду. Следовательно, модернизация технологического оборудования (харвестеров и процессоров) актуальна в настоящее время и имеет научное и практическое значение.

Многие российские ученые занимались и занимаются решением задач по совершенствованию конструкции рабочих органов сучкорезных и сучкорезно-раскряжевых машин. Среди них В.С. Сюнев [6], П.М. Мазуркин [4], Ф.В. Пошарников [5] и др. П.В. Будником и А.В. Демчуком [1, 2] на основании функционально-технологического анализа харвестерной головки построена матрица развития, в которой сформулированы основные пути ее совершенствования. Среди прочих направлений повышения эффективности функционирования харвестерной головки выделена необходимость снижения воздействия диссипативных сил при протаскивании дерева через нее.

Конструктивно харвестерная и процессорная головки аналогичны друг другу и предусматривают наличие подвижных сучкорезных ножей, расположенных с двух сторон и одновременно выполняющих роль захватов. Условно неподвижный сучкорезный нож, расположенный на верхней части корпуса устройства, способствует обрезке сучьев со стороны ствола дерева, недоступной для лезвий подвижных сучкорезных ножей.

Существуют различные виды технических решений работы харвестерных головок. Например, в конструкциях [3, 9, 10] используется сучкорезный нож, жестко закрепленный на корпусе.

Недостатком данного варианта является повышенная вероятность нежелательного внедрения ножа в неровности ствола дерева. Нежелательные последствия – дополнительные энергетические затраты на обработку ствола и повреждения древесины. Эта проблема часто возникает при обработке дуба, бука, березы и других пород деревьев, характеризующихся более искривленной формой ствола. Необходимо отметить, что у многих пород ветви расположены лишь в вершинной части дерева, следовательно, соприкосновение сучкорезного ножа с нижней частью ствола приводит к возникновению излишних диссипативных сил.

В различных конструктивных решениях используемые сучкорезные ножи бывают как неподвижные, так и условно подвижные, способные перемещаться по шероховатой поверхности ствола поваленного дерева. Примеры ножей для срезания сучьев подробно рассмотрены в работах [7, 8]. Возможно использование сучкорезных ножей поворотной конструкции. Режущая кромка ножей при отсутствии нагрузки от срезаемых сучьев может быть смещена от ствола дальше, чем обычно, благодаря возможности наклона ножей. Подобная конструкция и применяемый в ней принцип работы сучкорезного ножа рассмотрен в [3] и в отличие с другими харвестерными и процессорными голов-

ками характеризуется подачей ствола в продольном направлении посредством механизма, состоящего из нескольких протаскивающих вальцов. Ствол движется сквозь кольцо, образованное из сучкорезных ножей, выполняющих роль захватов, а со стороны ствола, примыкающей к корпусу устройства, обрабатывается сучкорезным ножом, который имеет поперечную ось вращения для наклона. Причем этот нож, находясь в рабочем положении, расположен параллельно направлению подачи ствола, но при отсутствии нагрузки от соприкосновения с сучьями может быть наклонен за счет его поворота относительно поперечной оси вращения и отодвинут от ствола в нерабочее положение. Однако в предложенной конструкции не учитывается форма основания и наклон сучьев при обработке некоторых пород деревьев, что может быть существенным препятствием для ее использования.

Цель предлагаемой нами модернизации сучкорезного ножа – снижение воздействия диссипативных сил и энергоемкости процесса очистки ствола от сучьев путем своевременного перевода ножа в положение срезания сучьев и удаления его от ствола дерева при их отсутствии, что будет способствовать повышению качества обработки дерева на этой технологической операции.

Объекты и методы исследования

При разработке нового технического решения, направленного на улучшение работы сучкорезного ножа, особое внимание уделялось прочности и надежности конструкции, что необходимо учитывать вследствие воздействия на него высоких нагрузок, а также снижению чувствительности ножа к загрязнениям и постоянным ударам. Кроме того, сучкорезный нож должен своевременно перемещаться в рабочее положение и быть доступен для обработки сучьев вровень с поверхностью ствола.

Поставленная при конструировании цель достигается за счет того, что перемещение сучкорезного ножа из наклонного (нерабочего) в рабочее положение, параллельное направлению подачи ствола дерева, происходит после воздействия на корпус ножа внешней нагрузки, передаваемой на него при смещении расположенного перед ножом толкателя. Толкатель смещается за пределы режущей кромки сучкорезного ножа под действием нагрузки от срезаемых сучьев и возвращается в первоначальное положение сразу после срезания сучьев сучкорезным механизмом.

Особенностью технического решения предлагаемого нового способа работы сучкорезного ножа является то, что верхняя его поверхность имеет выступающие шипы, которые входят в пазы установленного над ней направляющего элемента. Направляющий элемент закреплен на корпусе устройства параллельно направлению подачи ствола дерева. Внутри его находится толкатель, имеющий возможность возвратно-поступательного движения. Передняя часть толкателя выполнена в виде формы, аналогичной форме кромки лезвия сучкорезного ножа. При отсутствии внешних сил, возникающих при соприкосновении толкателя с сучьями обрабатываемого дерева, толкатель расположен перед сучкорезным ножом. При соприкосновении его сучьями возникает внешняя сила, смещающая толкатель внутри направляющего элемента к корпусу устройства. За счет такого перемещения толкатель нажимает на шипы, выступающие из верхней поверхности сучкорезного ножа, который переводится в рабочее положение.

Результаты исследования и их обсуждение

Предлагаемая конструкция приведена на рис. 1, на котором изображен общий вид харвестерной головки при использовании предложенного технического решения.

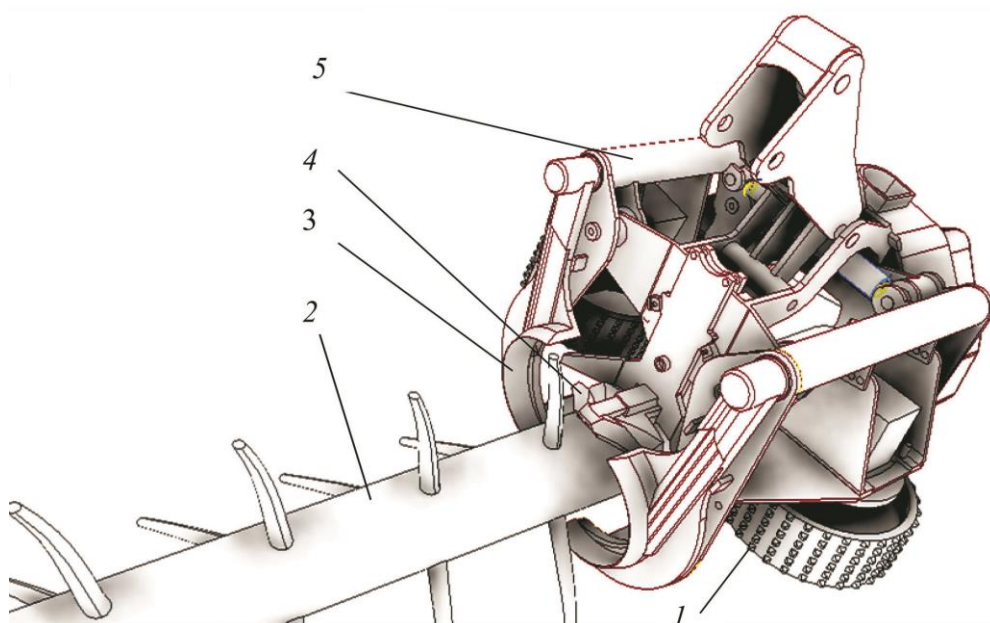


Рис. 1. Общий вид устройства
Fig. 1. General view of the device

Устройство имеет несущий корпус с протаскивающими вальцами *1* для протаскивания ствола *2* сквозь кольцо, состоящее из подвижных *3* и условно неподвижного *4* сучкорезных ножей. Оси *5* предназначены для поворота подвижных сучкорезных ножей и захвата ствола.

На рис. 2 показаны рабочее и нерабочее положения условно неподвижного сучкорезного ножа, предназначенного для обработки части ствола со стороны, прижатой к корпусу харвестерной головки.

Механизм наклона условно неподвижного сучкорезного ножа состоит из пружин *1* и поперечной оси вращения *2*. Направляющий элемент *3* установлен на корпусе устройства параллельно направлению осуществления подачи ствола протаскивающими вальцами. Внутри направляющего элемента расположен толкатель *4*. Его передняя часть выполнена аналогично форме кромки лезвия сучкорезного ножа. Возвратное перемещение толкателя при исчезновении нагрузки от сучьев обеспечивается пружиной *5*. Поверхность условно неподвижного сучкорезного ножа оснащена взаимодействующим с толкателем шипом *6*, который имеет наклонную или дугообразную верхнюю переднюю кромку и фиксирует толкатель в нерабочем положении посредством паза *7*, соответствующего форме и размерам шипа. Шип имеет наклонную кромку и соответствует форме и размерам паза. Для повышения надежности конструкции и фиксации ножа при возникновении ударных

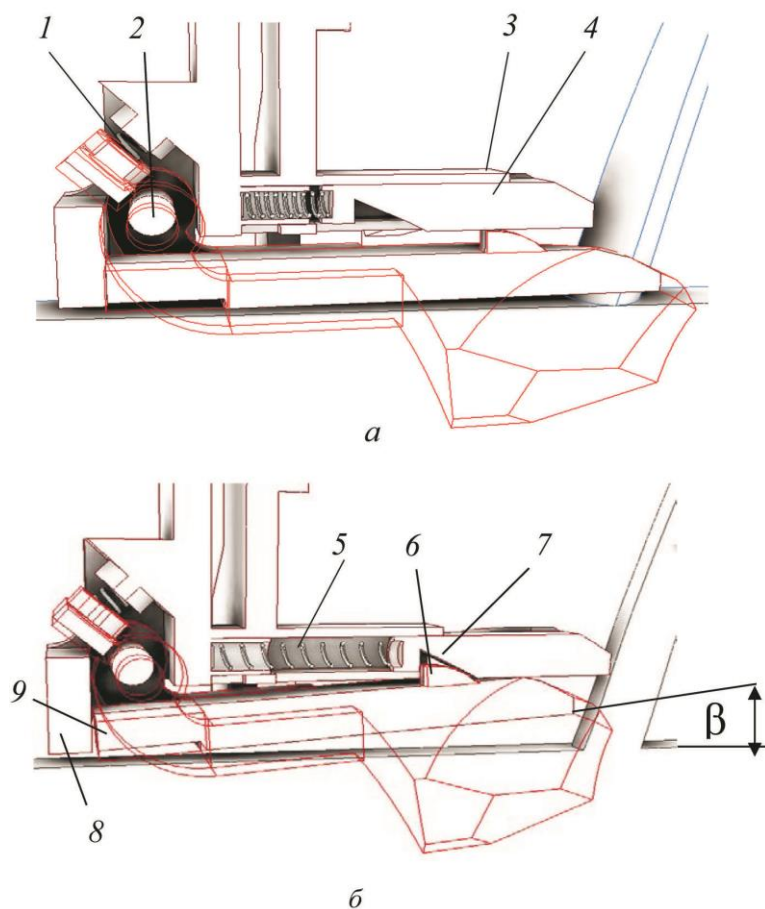


Рис. 2. Механизм для обрезки сучьев деревьев (в разрезе):
a – рабочее положение; *б* – нерабочее положение

Fig. 2. Delimiting device (in section): *a* – operative position;
б – nonoperative position

нагрузок от сучьев механизм оснащен ограничителем 8, спроектированным на корпусе устройства. При возникновении нагрузки от срезаемых сучьев нож прижимается к ограничителю посредством упора 9, расположенного в тыльной части ножа.

Работа сучкорезного ножа осуществляется в следующем порядке.

При обхвате ствола протаскивающими вальцами и сучкорезными ножами, выполняющими роль захватов, ножи образуют кольцо, через которое под влиянием протаскивающих вальцов перемещается ствол обрабатываемого дерева.

В целях снижения возможности внедрения ножа в ствол дерева условно неподвижный (находящийся в нерабочем положении) сучкорезный нож (рис. 2, *б*) повернут на угол β с помощью пружин механизма наклона ножа. При этом его режущая кромка отодвинута от ствола и не соприкасается с ним, а шип фиксирует толкатель, находясь в пазе. Такое положение условно неподвижного сучкорезного ножа применимо при обработке всех древесных пород, в том числе характеризующихся значительной неровностью поверхности ствола и отсутствием веток в нижней части.

При работе устройства и взаимодействии его с сучьями нагрузка от них поступает на толкатель. При этом толкатель сжимает пружину и прижимается внутри направляющего элемента к корпусу устройства. Толкатель смещает шип ножа, передавая на него нагрузку от сучьев. При скольжении наклонной поверхности шипа по поверхности толкателя происходит передача нагрузки на нож, поворачивающийся на поперечной оси и переходящий в рабочее положение (рис. 2, а). Под действием нагрузки толкатель смещается за режущую кромку условно неподвижного сучкорезного ножа. Режущая кромка движется по поверхности дерева с углом $\beta = 0$ и входит во взаимодействие со срезаемым сучком. При достижении угла $\beta = 0$ упор, предусмотренный в задней части ножа, соприкасается с ограничителем, принимающим на себя нагрузку и препятствующим дальнейшему повороту ножа относительно поперечной оси вращения.

При завершении срезания каждого сучка нагрузка исчезает и пружина, расположенная внутри направляющего механизма, выталкивает толкатель в нерабочее положение. Шип подпружиненного сучкорезного ножа, переходящего в нерабочее положение, скользит на наклонной поверхности паза толкателя и фиксирует его положение в направляющем элементе. Дальнейшее перемещение ножа вдоль ствола до начала взаимодействия со следующим сучком дерева осуществляется в первоначальном нерабочем положении. При возникновении нагрузки от взаимодействия толкателя со следующим срезаемым сучком все операции повторяются.

Заключение

Использование предложенного варианта работы сучкорезного ножа при конструировании рабочих органов машин для очистки деревьев от сучьев снизит воздействие диссипативных сил и энергоемкость рассматриваемой операции технологического процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будник П.В., Демчук А.В. Функционально-технологический анализ харвестерной головки // Наука и бизнес: пути развития. 2012. № 9(15). С. 36–38.
2. Демчук А.В. Модернизация технологического оборудования харвестера для повышения эффективности вывозки сортиментов // Инж. вестн. Дона. 2012. № 2. С. 542–546.
3. Кескинен Д., Кайнинен К., Ханне К. Валочное устройство для валки и обрезки сучьев на стволах деревьев и лезвие для обрезки сучьев: пат. РФ 2 513 415 С2, МПК А 01 G 23/083. Заявл. 15.01.2010; опубл. 20.04.2014, Бюл. № 6.
4. Мазуркин П.М. Поискное конструирование лесотехнического оборудования: учеб. пособие. Саранск: Изд-во Сарат. ун-та, Саран. фил., 1990. 304 с.
5. Пошарников Ф.В., Юдина Н.Ю., Буланов А.С., Леденцов П.Г. Анализ состояния технического оснащения лесозаготовительной промышленности // Лесотехн. журн. 2012. № 2. С. 100–105.
6. Сюнёв В.С., Селиверстов А.А. Рабочие органы харвестеров: проектирование и расчет: учеб. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2005. 204 с.
7. Eriksson J.A.L. Device in an Apparatus for Processing Trees.: Patent US, no. 4,194,542. 1980.
8. Moisio J. Timber Harvester. Patent US, no. 5,732,754. 1998.

9. Niemi P. Delimiting Device and a Method in a Delimiting Device.: Patent US, no. US 6,318,425 B1. 2001.

10. Wildey A.J. Tree Harvesting and Processing Head.: Patent US, no. 5,785,101. 1998.

Поступила 07.11.18

UDC 634.0.36

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.1.120

Modernization of Harvester Head Delimiting Knife

K.P. Rukomoynikov, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor

S.V. Vedernikov, Master Degree Student

Volga State University of Technology, pl. Lenina, 3, Yoshkar-Ola, Republic of Mari El, 424000, Russian Federation; e-mail: RukomojnikovKP@volgatech.net, Vedernikov1995@yandex.ru

In recent decade, the development of the logging industry in the world is defined by a significant increase in the diversity of logging vehicle fleet. The demand for modern high-capacity equipment, which allows increasing of forest processing efficiency, forces scientists and forest vehicles manufacturers to develop new equipment and regularly improve its existing models. Design development of multifunctional harvesting equipment working bodies (harvesters and processors) is of particular interest. The purpose of the proposed delimiting knife modernization is impact reduction from dissipative forces and energy intensity of the process by forehanded moving the knife to the position of cutting limbs off and removing the knife from the tree trunk in their absence. This is achieved due to the fact that delimiting knife movement from angular (nonoperative) position to operative position parallel to tree trunk feed direction occurs after the knife body undergoes an external load from displacement of a pusher located in front of the knife. The pusher is shifted beyond the area of delimiting knife cutting edge under the load from cutting limbs and returned to its original position immediately after cutting. As a result of using the proposed delimiting knife operation method, the knife is moved quickly and in a well-timed manner to operative or nonoperative position. Special attention in realization of the new technical solution was paid to strength and reliability of construction operating under high loads, reducing the sensitivity of the delimiting knife to dirt accumulation and constant impacts. Implementation of the proposed delimiting knife operation for tree trunk pruning will allow to decrease the influence from dissipative forces and energy capacity of the process, and to increase the quality of tree processing at this stage of the technological process.

Keywords: felling, logging equipment, harvester, delimiting knife, harvester head, dissipative forces.

For citation: Rukomoynikov K.P., Vedernikov S.V. Modernization of Harvester Head Delimiting Knife. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2019, no. 1, pp. 120–127. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.1.120

REFERENCES

1. Budnik P.V., Demchuk A.V. Funktsional'no-tehnologicheskii analiz kharvest-ernoy golovki [Functional and Technological Analysis of Harvester Head]. *Nauka i biznes: puti razvitiya* [Science and Business: Ways of Development], 2012, no. 9(15), pp. 36–38.
2. Demchuk A.V. Modernizatsiya tekhnologicheskogo oborudovaniya kharvestera dlya povysheniya effektivnosti vyvozki sortimentov [Modernization of Harvester Technological Equipment for Improving the Assortment Removal Efficiency]. *Inzhenernyy Vestnik Dona* [Engineering Journal of Don], 2012, no. 2, pp. 542–546.
3. Keskinen J., Kinnunen K., Khamne K. *Valochnoye ustroystvo dlya valki i obrezki such'yev na stvolakh derev'yev i lezviye dlya obrezki such'yev* [Feller device for felling and limbing on tree trunks and blade for limbing]. Patent RF, no. RU 2 513 415 C2. 2010.
4. Mazurkin P.M. *Poiskovoye konstruirovaniye lesotekhnicheskogo oborudovaniya: ucheb. posobiye* [Exploratory Research Design of Forestry Equipment: Educational Textbook]. Saransk, Saransk Branch of Saratov University Publ., 1990. 304 p. (In Russ.)
5. Posharnikov F.V., Yudina N.Yu., Bulanov A.S., Ledentsov P.G. Analiz sostoyaniya tekhnicheskogo osnashcheniya lesozagotovitel'noy promyshlennosti [State Analysis of Technological Infrastructure of Logging Industry]. *Lesotekhnicheskii Zhurnal* [Forest Engineering Journal], 2012, no. 2, pp. 100–105.
6. Syuneyev V.S., Seliverstov A.A. *Rabochiye organy kharvesterov: proektirovaniye i raschet: ucheb. posobiye* [Working Bodies of Harvesters: Engineering and Design: Educational Textbook]. Petrozavodsk, PetrSU Publ., 2005. 204 p. (In Russ.)
7. Eriksson J.A.L. *Device in an Apparatus for Processing Trees*. Patent US, no. 4,194,542. 1980.
8. Moisio J. *Timber Harvester*. Patent US, no. 5,732,754. 1998.
9. Niemi P. *Delimiting Device and a Method in a Delimiting Device*. Patent US, no. US 6,318,425 B1. 2001.
10. Wildey A.J. *Tree Harvesting and Processing Head*. Patent US, no. 5,785,101. 1998.

Received on November 07, 2018
