

А.С. Васильев

МОДЕРНИЗИРОВАННАЯ ХАРВЕСТЕРНАЯ ГОЛОВКА

Введение. Парк лесозаготовительной техники отличается своим разнообразием. Развитие технологий и желание превзойти конкурентов требуют поиска новых технических решений по совершенствованию существующих конструкций лесозаготовительной техники и навесного оборудования к ней. Развитие техники связано в первую очередь с необходимостью ориентации на все возрастающие запросы потребителей, которые хотят видеть новые образцы техники с улучшенными ее характеристиками, более удобные в работе, обеспечивающие более высокую производительность и минимальные потери предмета труда.

С учетом современной ситуации, связанной с уходом из российского сегмента рынка ведущих мировых производителей лесной техники и необходимостью развития отечественного машиностроения, возникает потребность в поиске технических решений по созданию аналогов-заменителей. В данной ситуации представляется актуальным не просто искать пути повторения известных конструкций, а разрабатывать более современные конкурентоспособные образцы, наделенные новыми функциональными возможностями.

В известной работе [Lindroos et al., 2017] авторы отмечают, что основной движущей силой прогресса в развитии лесозаготовительной техники и технологий является необходимость в постоянной адаптации к местным потребностям. Такая адаптация заключается в приспособлении новых образцов к все возрастающим потребностям отрасли в увеличении объемов заготовки, расширении видов выпускаемой продукции, соответствии изменяющимся требованиям нормативных документов, условиям работы.

Одним из важных видов навесного оборудования для лесозаготовительной техники является харвестерная головка. Совершенствование данного агрегата требует изучения известных из уровня развития техники ее конструкций, их классификации, условий применения, отзывов и пожеланий потребителей, условий работы и особенностей предмета труда.

В работе [Будник, Демчук, 2012] представлена структурная модель харвестерной головки и обозначены пути ее совершенствования. Среди таких путей следует выделить повышение производительности на выпиливании сортиментов, придание харвестерной головке дополнительных функ-

ций, таких как: осуществление окорки, выработка пиломатериалов, измельчение древесины, определение качества древесины.

В работе [Базаров и др., 2021] отмечается, что за один цикл работы лесосечной машины, оснащенной харвестерной головкой, выполняются такие технологические операции как: валка, очистка дерева от сучьев, раскряжевка, сортировка. Приводятся результаты хронометража времени, затрачиваемого на выполнение каждой технологической операции харвестерной головкой, согласно которым самой производительной является операция валки: если ее принять за 100%, то производительность харвестерной головки на операции «очистка дерева от сучьев» на 16% ниже, на операции «раскряжевка» на 18% ниже, а наименьшей производительностью характеризуется операция «штабелевка» – минус 19% по отношению к производительности на операции валки, принятой за 100%.

Характерной особенностью эксплуатации лесной техники является ее работа в тяжелых природно-климатических условиях, что предъявляет ряд специфических требований не только к базовому агрегату, но и к его навесным исполнительным органам. Например, заготовка леса на Крайнем Севере и в регионах, приравненных к Крайнему Северу, а также на территории Арктической зоны сопряжена с такими трудностями, как низкие температуры окружающей среды и наличие глубокого снежного покрова.

Известно, что при сильных морозах гидравлические шланги, металлические элементы становятся более хрупкими и существенно возрастает вероятность их выхода из строя, поэтому многие операторы харвестеров останавливают работу при температурах ниже минус 30 °С [Глотвин, 2017].

При работе лесных машин в условиях отрицательных температур наблюдается обмерзание их навесного оборудования, которое зачастую становится причиной возникновения аварийного режима эксплуатации [Зырянов и др., 2021a; Зырянов и др., 2021б]. Для борьбы с этим явлением предложена система против обмерзания и образования наледи на харвестерной головке, описана конструкция обогрева харвестерной головки, которая в процессе работы совершает сложные криволинейные движения, путем подачи к ее узлам теплых выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания базовой машины. Авторами дается обоснование выбранных конструктивных характеристик системы обогрева.

Другая проблема ведения лесозаготовок в зимний период связана с наличием снежного покрова. При большой толщине снежного покрова, чтобы уменьшить высоту оставляемого пня, необходимо осуществлять расчистку снега вокруг стволов деревьев для получения доступа валочного оборудования к прикорневой их части.

Согласно нормативному документу ГОСТ 12.3.015 «Система стандартов безопасности труда. Работы лесозаготовительные» при валке дерева моторным инструментом предварительно должен быть расчищен снег вокруг ствола дерева и отходные дорожки длиной не менее 4 м под углом 45° в направлении, противоположном падению дерева. В работе [Мохирев, 2020] указано, что при высоте снежного покрова более 0,6 м согласно нормам в помощь вальщику для выполнения указанной операции выделяется помощник. На этой операции используется специализированный инструмент, чаще всего совковая лопата, но могут использоваться и специальные приспособления, например, описанные в патентах SU 436735, RU 37732.

Наличие глубокого снежного покрова ведет к дополнительным затратам и увеличению себестоимости круглых лесоматериалов. При величине снежного покрова более 60 см наблюдается существенное снижение производительности лесозаготовительных работ. При увеличении толщины до 1 м производительность снижается практически в два раза, а при толщине 130 см снижение происходит практически в четыре раза. Снижение производительности обусловлено несколькими факторами, основными из которых являются затруднение движения техники и доступности заготавливаемых деревьев, увеличение времени на подготовку места валки. [Мохирев, 2020] приходит к выводу, что: «Для обеспечения культуры производства, снижения уровня ручного труда и во избежание производственного травматизма необходимо наиболее широкое применение на лесозаготовках высокотехнологичных многооперационных машин, адаптированных к суровым климатическим условиям севера».

Альберт Пестов, начальник производственного департамента группы компаний «Титан», констатирует, что при наличии снежного покрова приходится заглублять харвестерную головку, что чревато ее механическими повреждениями [Пестов, 2017]. Раймо Хакулинен, менеджер по работе с подрядчиками ООО «Мется Форест Подпорожье» отмечает, что в весенний период (в марте), когда еще много снега, головка харвестера не способна пробить уже крепкий наст, в связи с чем остаются высокие пни, приводящие к потерям [Хакулинен, 2017].

Материалы и методика исследования. Цель работы – поиск путей совершенствования конструкции харвестерной головки для заготовки леса в зимний период.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- установить технический уровень развития харвестерных головок на основе анализа отечественных разработок;

- изучить особенности ведения лесозаготовительного процесса при наличии глубокого снежного покрова;
- провести анализ существующих конструкций харвестерных головок и синтез новых технических решений по их модернизации для повышения эффективности работы в условиях наличия глубокого снежного покрова.

Для достижения цели и решения поставленных задач использовались методы:

- информационного поиска. При информационном поиске изучались патенты на изобретения, полезные модели, промышленные образцы; также изучалась научная литература, техническая литература, материалы конференций и выставок. Информационный поиск осуществлялся по всем доступным источникам информации, в частности по наукометрическим базам данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), Russian Science Citation Index (RSCI), сети Internet, патентным базам данных Федерального института промышленной собственности (ФИПС);
- функционально-структурно-технологического анализа. Метод функционально-структурно-технологического анализа предполагал рассмотрение объекта исследования с различных точек зрения: с точки зрения особенностей и возможностей его функционирования в различных природно-производственных условиях; с точки зрения конструктивного устройства рассматриваемого объекта – его конструктивных элементов и взаимосвязей между ними; с точки зрения технологической – места, отводимого рассматриваемому объекту в технологическом процессе, и возможностей как последовательного выполнения технологических операций, так и их совмещения;
- метод синтеза. Метод синтеза применялся при выработке новых технических решений на основании данных, полученных по итогам патентно-информационного поиска, функционально-структурно-технологического анализа и позволил предложить модернизированную конструкцию харвестерной головки для эффективной работы в условиях наличия глубокого снежного покрова.

Результаты исследования. Функциональные возможности харвестерных головок по выполнению определенных операций определяются возможностями программного обеспечения управляющего блока бортового компьютера и используемыми датчиками:

- измерение геометрических параметров лесоматериалов;
- определение объема лесоматериалов;
- выбор оптимальной схемы раскроя с учетом дефектов древесины;
- разметка лесоматериалов;
- возможность работы с искривленной древесиной (изогнутыми деревьями).

В ходе структурного анализа были выявлены следующие основные структурные части харвестерной головки:

- рама;
- корпус;
- механизм поворота корпуса относительно рамы;
- механизм поворота рамы относительно стрелы манипулятора;
- механизм захвата и удержания ствола (количество, форма, расположение захватных рычагов);
- подающий (протаскивающий) механизм (вальцовый, гусеничный, импульсный);
- механизм отмера длин сортиментов (рычажный, зубчатое колесо);
- механизм обрезки сучьев (расположение, количество, форма сучкорезных ножей);
- срезающий механизм (консольная цепная пила, дисковая пила, механизм ножевого, гильотинного типа).

По результатам анализа патентного фонда была установлена возможность использования в конструкции харвестерной головки таких дополнительных механизмов, как: дополнительный сучкорезный нож с пневматическим приводом, совершающий в дополнение к режущему еще и ударное воздействие на предмет труда [Рукомойников, Купцова, 2021], окорочный модуль (патенты RU 2676139, RU 181751, RU 2701363, RU 2741128, [Рукомойников и др., 2022]), модуль кольцевания стоящих на корню деревьев (патенты RU 202101, RU 202144), возможность захвата и накопления нескольких стволов при работе в молодняках [Харвестерные головки..., 2014], модуль ультразвуковой дефектоскопии обрабатываемых стволов [Емельянов, 2012], модуль для измельчения пней (патент RU 121467), модуль подогрева конструктивных элементов выхлопными газами ДВС базового трактора [Зырянов и др., 20216].

По результатам анализа условий ведения лесозаготовительных работ в зимний период установлено, что одной из важных проблем является наличие глубокого снежного покрова. При ручной заготовке леса данная проблема решается тем, что вальщику приходится выполнять окапывание стоящих на корню деревьев с использованием ручных инструментов, что является трудоемкой операцией. При машинной валке использование ручного труда на данной операции недопустимо как по технике безопасности, так и с точки зрения производительности работ.

Функционально-структурно-технологический анализ харвестерной головки позволил найти несколько технических решений для придания ново-

го функционала харвестерной головке – возможности окапывания стоящих на корню деревьев.

Одно из таких решений, защищенное патентом RU 206516, заключается в оснащении харвестерной головки выдвижным отвалом. Данный рабочий орган относится к рабочим органам пассивного типа.

Другое техническое решение заключается в оснащении харвестерной головки рабочим органом уже активного типа. Как известно, рабочие органы активного типа более производительны.

Согласно новому решению предлагается модернизировать конструкцию харвестерной головки путем установки на тыльной стороне ее корпуса 1 шнека 2. Шнек устанавливается на длинном плече разноплечего поворотного рычага 3 таким образом, чтобы при нахождении в одном крайнем (транспортном) положении он не выступал за габариты корпуса 2 с учетом рамы 4 харвестерной головки (рис. 1), а при другом крайнем (рабочем) положении он располагался за пределами габаритов харвестерной головки ниже пильного механизма 5 (рис. 2). Поворот шнека 2 осуществляется гидроцилиндром 6, шток которого соединен с коротким плечом разноплечего рычага 3. Соотношение короткого и длинного плеч рычага 3 выбрано таким образом, чтобы хода штока гидроцилиндра хватало для перевода шнека из транспортного положения в рабочее и обратно путем поворота рычага вокруг оси 7 его крепления.

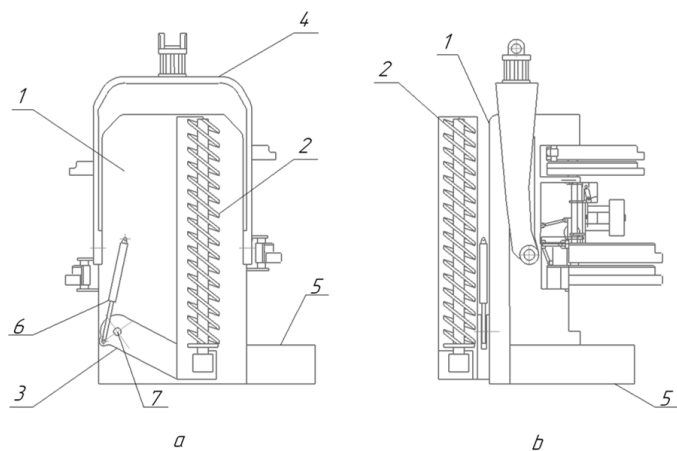


Рис. 1. Модернизированная харвестерная головка в транспортном положении: а – вид сзади; б – вид сбоку

Fig. 1. Modernised harvester head in transport position:
а – rear view; б – side view

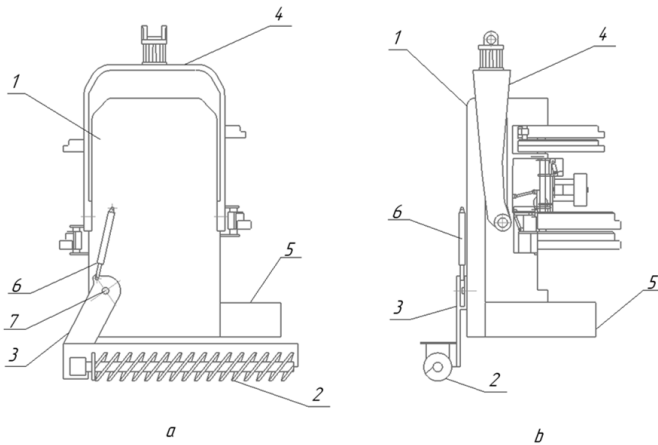


Рис. 2. Модернизированная харвестерная головка в рабочем положении:
а – вид сзади; б – вид сбоку

Fig. 2. Modernised harvester head in working position:
а – rear view; б – side view

Работает модернизированная харвестерная головка следующим образом. При наличии снежного покрова вблизи ствола дерева оператор приводит шнек из транспортного положения в рабочее путем его поворота вокруг шарнира крепления 7. Такое движение обеспечивается за счет установки шнека на длинном плече разноплечего поворотного рычага, короткое плечо которого соединено с гидроцилиндром. Затем оператор включает механизм вращения шнека и расчищает пространство вблизи ствола дерева от снежного покрова. Далее шнек приводится в транспортное положение, и осуществляются захват дерева в прикорневой части харвестерной головкой и его последующая валка, раскряжевка.

Технический результат модернизированной конструкции харвестерной головки заключается в снижении динамической нагрузки на конструктивные элементы харвестера (манипулятор, раму харвестерной головки и т. д.) при расчистке пространства вокруг ствола стоящего дерева по сравнению с ближайшим аналогом – харвестерной головкой, оснащенной пассивным рабочим органом в виде отвала. Также модернизированная конструкция харвестерной головки позволит обеспечить повышение производительности работ и снижение утомляемости оператора за счет уменьшения количества движений управления по сравнению с аналогом.

Шнек может быть выполнен как с односторонним направлением витков по всей длине, так и разносторонним, обеспечивающим перемещение снега от центральной его части к периферии. Использование шнека с разносторонним направлением витков позволит обеспечить более благоприятный режим работы манипулятора, на который установлена харвестерная головка модернизированной конструкции, по причине уравнивания боковых сдвиговых нагрузок при смещении снега одновременно в противоположных направлениях.

В отношении модернизированной конструкции харвестерной головки подано две заявки в Федеральный институт промышленной собственности: одна на полезную модель № 2023130507 «Харвестерная головка для зимней заготовки леса», которая находится на стадии экспертизы по существу, и заявка на изобретение № 2023130498 «Способ валки деревьев при зимней заготовке леса», в отношении которой принято положительное решение о выдаче патента.

Заключение. В ходе работы проанализирован отечественный патентный фонд и научные публикации, посвященные вопросам модернизации харвестерных головок. Установлено, что основная масса заявок на патентование связана с приданием новых функций харвестерной головке, что говорит о достаточно высоком уровне развития ее «классической» конструкции и востребованности поиска не эволюционных, а скачкообразных технических решений по расширению ее технологических возможностей.

Установлено, что ведущая роль в поиске путей совершенствования харвестерных головок в нашей стране принадлежит университетам. Машиностроительные предприятия и иностранные фирмы патентуют технические решения в отношении конструктивных элементов и системы управления рабочими органами харвестерной головки, а университеты ведут научно-поисковые исследования по модернизации конструкций харвестерных головок путем придания им новых функциональных возможностей. С точки зрения использования харвестерных головок при наличии глубокого снежного покрова целесообразным видится оснащение их возможностью выполнения функции окапывания стоящих на корню деревьев.

В ходе проведенной работы была предложена конструкция харвестерной головки, оснащенной активным рабочим органом, способным осуществлять расчистку пространства вокруг ствола стоящего на корню дерева от снежного покрова.

Результаты работы могут быть полезны организациям, ведущим научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по совершенствованию лесной техники.

Описанная конструкция модернизированной харвестерной головки может представлять интерес для организаций, занимающихся выпуском навесного оборудования для лесных машин.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Базаров С.М., Беленький Ю.И., Свойкин Ф.В., Свойкин В.Ф., Бальде Т.М.Д. Системный анализ динамики работы харвестерной головки валочно-сучкорезно-раскряжевой машины (ХГ ВСРМ) // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 235. С. 150-164.

Будник П.В., Демчук А.В. Функционально-технологический анализ харвестерной головки // Наука и бизнес: пути развития. 2012. № 9(15). С. 36–38.

Глотвин Д. Слово лесозаготовителям Алтайского края // Лесозаготовка. Специализированный журнал для лесозаготовителей и не только. 2017. URL: <https://lesozagotovka.com/rybriki/tekhnologii-lesozagotovok/tsennyi-opyt-zimney-raboty/> (дата обращения: 21.01.2024).

Емельянов С.А. Модернизация харвестерной головки, интеграция ультразвукового датчика дефектоскопии древесины для оптимизации схемы раскряжки хлыстов // Труды лесоинженерного факультета ПетрГУ. 2012. Т. 9. № 1. С. 13–15.

Зырянов М.А., Мохирев А.П., Госман А.В. Модернизация конструкции лесозаготовительных машин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2021а. № 4. С. 21–24.

Зырянов М.А., Салтанов А.Г., Давыденко А.Н. Обогрев навесного оборудования лесозаготовительной техники на примере многофункциональной харвестерной головки // Наука и бизнес: пути развития. 2021б. № 4 (118). С. 37-46.

Мохирев А. В. снежном плену // Лесозаготовка. Специализированный журнал для лесозаготовителей и не только. 2020. URL: <https://lesozagotovka.com/rybriki/nauka-proizvodstvu/v-snezhnom-plenu/> (дата обращения: 21.01.2024).

Пестов А. Ценный опыт зимней работы // Лесозаготовка. Специализированный журнал для лесозаготовителей и не только. 2017. URL: <https://lesozagotovka.com/rybriki/tekhnologii-lesozagotovok/tsennyi-opyt-zimney-raboty/> (дата обращения: 21.01.2024).

Рукомойников К.П., Купцова В.О. Модернизация конструкции механизма для очистки деревьев от сучьев многооперационными лесными машинами // ИВУЗ. Лесной журнал. 2021 № 3 (381). С. 117–124.

Рукомойников К.П., Царев Е.М., Анисимов С.Е., Татаринов Д.С., Купцова В.О., Гилязова Т.А. Модернизация валочно-сучкорезно-раскряжевого механизма лесного харвестера // ИВУЗ. Лесной журнал. 2022. № 3 (387). С. 130–138.

Хакулинен Р. Ценный опыт зимней работы // Лесозаготовка. Специализированный журнал для лесозаготовителей и не только. 2017. URL: <https://lesozagotovka.com/rybriki/tekhnologii-lesozagotovok/tsennyi-opyt-zimney-raboty/> (дата обращения: 21.01.2024).

Харвестерные головки: опыт, создающий результат // PromoGroup Media. 2014. URL: <https://forestcomplex.ru/lesozagotovka/harvesternye-golovki-opyit-sozdayushhiy-rezultat/> (дата обращения: 21.01.2024).

Lindroos O., Hera L., Xavier P., Carola H. Drivers of advances in mechanized timber harvesting – a selective review of technological innovation // Croatian journal of forest engineering. 2017. Vol. 38. P. 243–258.

References

Bazarov S.M., Belen'kij Yu.I., Svojkin F.V., Svojkin V.F., Bal'de T.M.D. Sistemnyj analiz dinamiki raboty harvesternoj golovki valочно-suchkorezno-raskryazhevochnoj mashiny (HG VSRM). *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehneskoj Akademii*, 2021, iss. 235, pp. 150–164. (In Russ.)

Budnik P.V., Demchuk A.V. Funkcional'no-tekhnologicheskij analiz harvesternoj golovki. *Nauka i biznes: puti razvitiya*, 2012, no. 9(15), pp. 36–38. (In Russ.)

Emel'yanov S.A. Modernizaciya harvesternoj golovki, integraciya ul'trazvukovogo datchika defektoskopii drevesiny dlya optimizacii skhemy raskroya hlystov. *Trudy lesoinzhenerenogo fakul'teta Petr-GU*, 2012, vol. 9, no. 1, pp. 13–15. (In Russ.)

Glotvin D. Slovo lesozagotoviteljam Altajskogo kraja. *Lesozagotovka. Specializirovannyj zhurnal dlya lesozagotovitelej i ne tol'ko*. 2017. URL: <https://lesozagotovka.com/rybriki/tekhnologii-lesozagotovok/tsennyy-opyt-zimney-raboty/> (accessed January 21, 2024). (In Russ.)

Hakulinen R. Cennyj opyt zimnej raboty. *Specializirovannyj zhurnal dlya lesozagotovitelej i ne tol'ko*, 2017. URL: <https://lesozagotovka.com/rybriki/tekhnologii-lesozagotovok/tsennyy-opyt-zimney-raboty/> (accessed January 21, 2024). (In Russ.)

Harvesternye golovki: opyt, sozdayushchij rezul'tat. *PromoGroup Media*, 2014. URL: <https://forestcomplex.ru/lesozagotovka/harvesternye-golovki-opyit-sozdayushhiy-rezultat/> (accessed January 21, 2024). (In Russ.)

Lindroos O., Hera L., Xavier P., Carola H. Drivers of advances in mechanized timber harvesting – a selective review of technological innovation. *Croatian journal of forest engineering*, 2017, vol. 38, pp. 243–258.

Mohirev A. V snezhnom plenu. *Lesozagotovka. Specializirovannyj zhurnal dlya lesozagotovitelej i ne tol'ko*, 2020. URL: <https://lesozagotovka.com/rybriki/nauka-proizvodstvu/v-snezhnom-plenu/> (accessed January 21, 2024). (In Russ.)

Pestov A. Tsennyy opyt zimnej raboty. *Lesozagotovka. Specializirovannyj zhurnal dlya lesozagotovitelej i ne tol'ko*, 2017. URL: <https://lesozagotovka.com/rybriki/tekhnologii-lesozagotovok/tsennyy-opyt-zimney-raboty/> (accessed January 21, 2024). (In Russ.)

Rukomoynikov K.P., Kuptsova V.O. Modernizatsiya konstruksii mekhanizma dlya ochistki derev'ev ot such'ev mnogooperatsionnymi lesnymi mashinami. *IVUZ. Lesnoy zhurnal*, 2021, no. 3 (381), pp. 117–124. (In Russ.)

Rukomoynikov K.P., Tsarev E.M., Anisimov S.E., Tatarinov D.S., Kuptsova V.O., Gilyazova T.A. Modernizatsiya valочно-suchkorezno-raskryazhevochnogo mekhanizma lesnogo kharvestera. *IVUZ. Lesnoy zhurnal*, 2022, no. 3 (387), pp. 130–138. (In Russ.)

Zyryanov M.A., Mohirev A.P., Gosman A.V. Modernizatsiya konstrukcii lesozagotovitel'nyh mashin. *Remont. Vosstanovlenie. Modernizatsiya*, 2021a, no. 4, pp. 21–24. (In Russ.)

Zyryanov M.A., Saltanov A.G., Davydenko A.N. Obogrev navesnogo oborudovaniya lesozagotovitel'noj tekhniki na primere mnogofunktsional'noj harvesternoj golovki. *Nauka i biznes: puti razvitiya*, 2021b, no. 4 (118), pp. 37–46. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 18.02.2024

Васильев А.С. Модернизированная харвестерная головка // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 251. С. 289–300. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.251.289-300

В статье рассмотрены вопросы модернизации харвестерной головки. Целью работы являлась разработка конструкции харвестерной головки для повышения производительности лесозаготовительных работ в условиях Крайнего Севера и Арктической зоны при наличии глубокого снежного покрова. В результате работы предложена конструкция харвестерной головки, оснащенной активным рабочим органом, способным расчищать пространство вокруг стволов стоящих на корню деревьев. Активный рабочий орган обеспечивает высокую производительность работ при небольшом количестве управляющих воздействий оператора. Предложенная конструкция позволит увеличить объем заготавливаемой древесины за счет уменьшения высоты оставляемых пней.

Ключевые слова: харвестерная головка, снежный покров, заготовка древесины, валка, Арктическая зона, Крайний Север.

Vasilev A.S. Modernized harvester head. *Izvestia Sankt-Peterburgskoy Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2024, iss. 251, pp. 289–300 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2024.251.289-300

The article deals with the modernisation of the harvester head. The aim of the work was to develop the design of a harvester head to increase the productivity of logging operations in the Far North in the presence of deep snow cover. As a result of the work the design of a harvester head equipped with an active working body capable of clearing the space around the trunks of rooted trees was proposed. The active working body provides high productivity of work with a small number of control actions of the operator. The proposed design will increase the volume of harvested timber by reducing the height of stumps left behind.

Key words: harvester head, snow cover, timber harvesting, felling.

ВАСИЛЬЕВ Алексей Сергеевич – доцент кафедры технологии лесного комплекса и ландшафтной архитектуры Института лесных, горных и строительных наук Петрозаводского государственного университета, кандидат технических наук, доцент. ORCID: 0000-0003-2349-5600. SPIN-код: 9913-9998. Scopus AuthorID: 57192716396.

185910, пр. Ленина, д. 33, г. Петрозаводск, Россия. E-mail: alvas@psu.karelia.ru

VASILEV Aleksey S. – PhD (Technical), Associate Professor of the Department of Forest Complex Technology and Landscape Architecture, Institute of Forest, Mining and Building Sciences of Petrozavodsk State University, Associate Professor. ORCID: 0000-0003-2349-5600. SPIN-code: 9913-9998. Scopus AuthorID: 57192716396.

185910, Lenin av. 33, Petrozavodsk, Russia. E-mail: alvas@psu.karelia.ru