

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПЛАНТАЦИЯХ

Тылек П.¹, зав. каф., проф., д.т.н., Германович А. О.², доц., к.т.н.

¹Сельскохозяйственный университет им. Гуго Коллонтая в Кракове
(Краков, Республика Польша), e-mail: pawel.tylek@urk.edu.pl

²Белорусский государственный технологический университет
(Минск, Республика Беларусь), e-mail: germanovich@belstu.by

FEATURES OF THE USE OF FORESTRY MACHINES ON ENERGY PLANTATIONS

Tylek P.¹, Head of the dep., Prof., Dr. Hab. Eng., Hermanovich A. O.², Assoc. Prof., PhD

¹University of Agriculture in Krakow
(Krakow, Republic of Poland)

²Belarusian State Technological University
(Minsk, Republic of Belarus)

Аннотация. Одним из путей кардинального улучшения всех фаз производства лесных культур является обеспечение качественной обработки почвы и механизированного ухода за культурами на первых годах жизнедеятельности после их посадки. Для этого в последние годы широко внедряются различные универсальные фрезерные орудия, которые также нашли свое применение при обработке почвы после заготовки древесины на энергетических плантациях. Однако конструкции таких машин не учитывают специфику строения и свойства корневой системы ивы, применяемой в энергетических целях.

Ключевые слова: ива; мульчер; технологическое оборудование; фреза; энергетическая плантация

Abstract. One of the ways to radically improve all phases of forest crop production is to ensure high-quality tillage and mechanized crop care in the first years of life after planting. For this, in recent years, various universal milling tools have been widely introduced, which have also found their application in the processing of soil after harvesting wood on energy plantations. However, the designs of such machines do not take into account the specifics of the structure and properties of the willow root system used for energy purposes.

Key words: willow; mulcher; technological equipment; mill; energy plantation

Введение. Одним из эффективных направлений биоэнергетики, которому уделяется значительное внимание в различных европейских странах, является создание энергетических плантаций быстрорастущих древесных насаждений. В настоящее время во многих странах мира (Швеция, Финляндия, США, Канада, Польша и др.) активно проводится изучение потенциала быстрорастущих подвидов и гибридов ивы, тополя, осины и других растений [1 – 5]. В этой связи, особый интерес вызывает ива, как растение, способное произрастать в условиях повышенной увлажненности, на разных типах почв, характеризующихся различным уровнем плодородия. Возделывание быстрорастущих древесных насаждений позволяет получать древесину, которая может быть использована как источник энергии на 4-й год после посадки плантации. Однократно заложенная плантация может быть использована для получения 3–4 урожаев продукции без значительного снижения продуктивности [1].

Материалы и методы. Получение высоких урожаев древесины быстрорастущей ивы требует использования специализированной системы лесохозяйственных машин. Такая система включает машины для уборки (ликвидации) энергетических плантаций. На энергетических плантациях механическая обработка почвы после заготовки древесины может производиться различными технологиями с применением разнообразной лесохоз-

зьяйственной техники. В таких технологиях применяются машины для корчевки или фрезерования (мульчирования) пней (рисунок 1). Ввиду значительных энергетических затрат, низкой эффективности, большой трудоемкости, а также необходимости применения химических веществ для предотвращения появления новых побегов ивы, что весьма неэкологично, использование корчевателей, а также технологии вспашки плугом с дальнейшим двойным боронованием широкого распространения не получило.



Рисунок 1 – Обработка почвы после заготовки древесины на энергетической плантации ивы

В технологическом процессе, основанном на фрезеровании (измельчение древесины и ее перемешивание с почвой по всей глубине обработки), применяют мульчеры роторного типа. Рабочий орган таких машин представляет собой вращающийся ротор, конструкция которого определяется назначением, видом обрабатываемого материала и условиями работы. Ротор мульчера может оснащаться подвижными (шарнирно закрепленными маятниковыми) зубьями, измельчающими древесину за счет ударного воздействия (дроблением), или неподвижными резцами (жестко закрепленными) с твердосплавными вставками, измельчающими древесину резанием. Иногда используется комбинированный вариант, когда режущие молотки выполнены в виде твердосплавных резцов с дробящими наконечниками. Также для уборки энергетических плантаций применяются почвенные фрезы, которые позволяют одновременно измельчать корни, пни и разрыхлять почву [4]. В Республике Польша технологическое оборудование для обработки почвы, применяемое после заготовки древесины на энергетических плантациях, агрегируется с сельскохозяйственными тракторами [2, 4].

Ивовые плантации могут успешно возделываться на малопродуктивных почвах различного механического состава, в том числе и на выработанных торфяниках, а также использоваться для восстановления нарушенных земель. В целом без ущерба для выращивания основной сельскохозяйственной продукции потенциальные площади для посадок быстрорастущих древесных насаждений в Республике Беларусь могут составлять до 200–300 тыс. га. В масштабах страны это позволит получить около 2–3 млн. т сухой древесины, что составляет от 4 до 6 млн. т у. т. Таким образом, суммарный энергетический потенциал составляет от 7,5 до 9 млн. т у. т. [1]. Для обработки почвы после заготовки древесины на энергетической плантации в условиях Республики Беларусь возможно применение универсального лесного шасси Амкодор 2021 (рисунок 2), агрегируемого с мульчером, разработанного коллективом ОАО «Амкодор» – управляющая компания холдинга» и БГТУ в рамках ГНТП «Леса Беларуси – устойчивое управление, инновационное развитие, ресурсы». Кроме мульчера универсальное лесное шасси Амкодор 2021 может агрегатироваться с различным дорожно-строительным оборудованием: отвалами различной конструкции и назначения, снегоочистителями, фрезами, косилками и т.д. (рисунок 3). Универсальное лесное шасси обладает достаточно высокими тяговыми свойствами (двигатель ММЗ 260.4S3A мощностью 156 кВт с гидрообъемной трансмиссией) и мощным гидравлическим оборудованием (давление на входе в гидрораспределитель составляет 35 МПа).

Внедрение универсального лесного шасси в лесохозяйственное и лесозаготовительное производство поспособствует круглогодичному ритмичному проведению основных энергоемких операций по расчистке лесокультурных площадей, проведению реконструкции насаждений, производству лесных культур на всех лесокультурных площадях, расчистке трасс под дороги и ЛЭП, а также обработке почвы после заготовки древесины на энергетических плантациях [7].

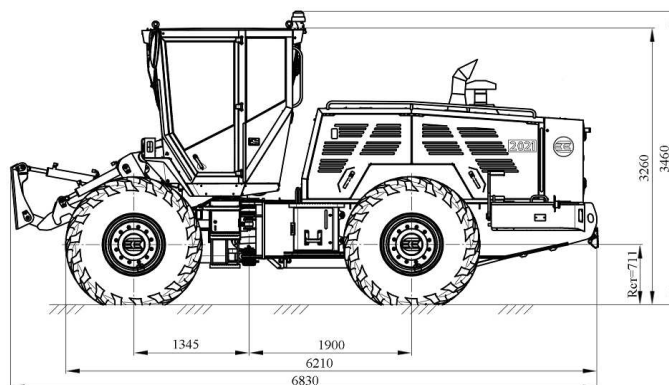


Рисунок 2 – Общий вид универсального лесного шасси Амкодор 2021



Рисунок 3 – Универсальное лесное шасси с различным технологическим оборудованием

В процессе разработки универсального лесного шасси Амкодор 2021 были проведены работы по созданию эскизного проекта, выбору и обоснованию основных параметров базового шасси и технологического оборудования, конструкторской документации, опытного образца и его испытаний (рисунок 4) [7].



Рисунок 4 – Проведение испытаний универсального лесного шасси Амкодор 2021, агрегируемого с мульчером

Специфика уборки энергетических плантаций ивы после заготовки топливной древесины заключается в довольно быстром произвольном появлении новых побегов ввиду недостаточно эффективного измельчения корней. Во время наблюдения было установлено, что механический вывод из эксплуатации энергетической ивовой плантации намного эффективнее осенью, чем весной. Результаты экспериментов показали, что эффективность от применения существующих конструкций технологического оборудования (корчеватели, мульчеры, почвенные фрезы), агрегируемого с сельскохозяйственными тракторами для ликвидации (уборки) энергетической плантации ивы, низкая (рисунок 5). Ликвидация насаждений на сельскохозяйственных угодьях означает восстановление первоначальных свойств почвы и недопущение появления новых побегов ивы.

В этой связи коллективом ученых из Краковского Сельскохозяйственного университета им. Гуго Коллонтая было разработано новое технологическое оборудование для обработки почвы энергетических плантаций ивы после заготовки древесины. Эскизный проект и опытный образец создавался при помощи компьютерного 3D моделирования (рисунок 6), благодаря которому были установлены максимальные нагрузки в конструкции (162 МПа) и ее максимальные значения смещения (2,3 мм). Технологическое оборудование для измельчения корней ивы представляет два вращающихся вертикальных барабана, на которых радиально расположены зубья. Два измельчающих барабана и опорный валец крепятся к раме, короткая агрегируется при помощи трехточечной навески к сельскохозяйственному трактору. Привод рабочих органов механический, который осуществляется через редуктор посредством вала отбора мощности (ВОМ) сельскохозяйственного трактора [2, 4, 8].



Рисунок 5 – Появление новых побегов ивы от недостаточно измельчения

В конструкции была предусмотрено защитное устройство от неконтролируемых, чрезмерных перегрузок привода, в виде предохранительной муфты вала отбора мощности и гидравлического аккумулятора, установленного в гидравлической системе питания гидrocилиндра подъема и опускания оборудования. Описанная концепция машины была направлена в польское патентное ведомство для правовой защиты в качестве изобретения (заявка на изобретение № P.415825) [2, 4, 9].

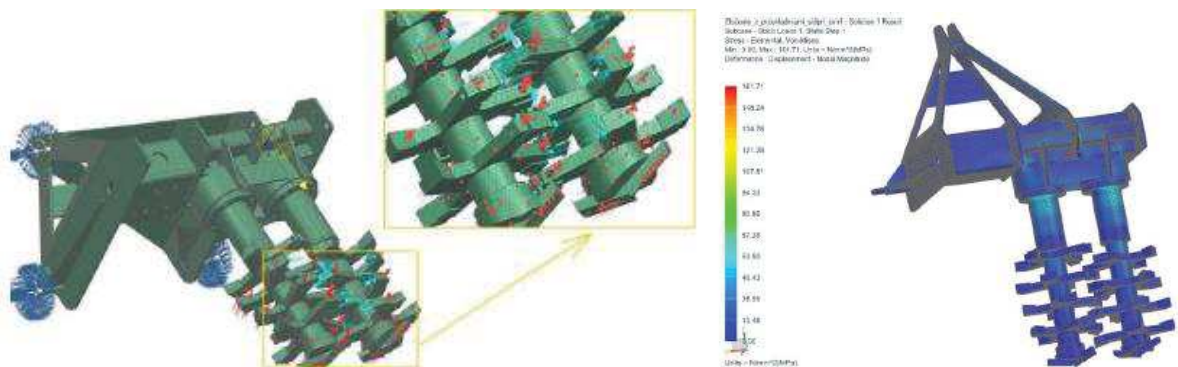


Рисунок 6 – 3D модели технологического оборудования для измельчения корней ивы

Результаты. Был проведен ряд полевых испытаний опытного образца машины для обработки почвы и измельчения корней после заготовки древесины на энергетических плантациях (рисунок 7), в результате которых были уставлены основные параметры и режимы работы технологического оборудования. Ширина рабочей зоны измельчения составляет 700 мм, глубина измельчения – до 350 мм, высота – до 150 мм. В процессе измельчения корней ивы пиковые мгновенные значения крутящего момента привода рабочих органов достигают 1300 Н, усредненный диапазон изменения составляет 200–850 Н, что соответствует потребляемой мощности 20–85 кВт [2, 4].

Исходя из проведенных экспериментальных замеров крутящего момента, а также рассчитанных мощностных показателей, возможно агрегатирование разработанного технологического оборудования с белорусскими лесными тракторами, такими как: BELARUS ТТР-411, BELARUS Л1221 с двигателями мощностью 95,6 кВт (рисунок 8).



Рисунок 7 – Разработанное технологическое оборудование для обработки почвы энергетических плантаций ивы после заготовки древесины



Рисунок 8 – Лесные тракторы минского тракторного завода BELARUS

Заключение. Расчет эффективности разработанного технологического оборудования производился путем сравнительного анализа обработанных участков плантаций ивы после заготовки древесины различными типами фрезерных машин. Эффективность составила 94,6%, что свидетельствует о высоком уровне измельчения корней и низкой вероятности произвольного появления побегов [10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Использование древесной биомассы в энергетических целях: научный обзор / С. П. Кундас [и др.]. – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2008. – 85 с.
2. Adamczyk, F., Frąckowiak, P., Juliszewski, T., Kwaśniewski, D., Pietrzykowski, M., Szczepaniak, J., Tylek, P., Walczyk, J., Woś, B. (2016). Likwidacja plantacji wierzby energetycznej. Wyd. Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu. ISBN 978-83-940788-7-4.
3. Günther, F., Sylvia, P., van Velthuizen, H. (2005). Biomass potentials of miscanthus, willow and poplar: results and policy implications for Eastern Europe, Northern and Central Asia. *Biomass and Bioenergy* 28(2): 119–132.
4. Juliszewski, T., Kwaśniewski, D., Pietrzykowski, M., Tylek, P., Walczyk, J., Woś, B., Likus, J. (2015). Root biomass distribution in an energy willow plantation. *Agricultural Engineering*, 4(156), 43-49.
5. Spinelli, R., Nati, C., Magagnotti, N. (2008). Harvesting short-rotation poplar plantations for biomass production. *Croatian Journal of Forest Engineering* 29(2): 129–139.
6. Лесохозяйственные машины. Практикум : учебн.-метод. пособие для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» очной и заочной форм обучения / М. К. Асмоловский и [др.] – Минск : БГТУ, 2017. – 74 с.
7. Лой, В. Н. Разработка многофункционального шасси для проведения лесохозяйственных работ / В. Н. Лой, С.Е. Арико, М. К. Асмоловский, А. О. Германович, Е. М. Дудко // Лесозаготовительное производство: проблемы и решения: материалы МНТК – Минск: БГТУ, 2017. – ISBN 978-985-530-607-9. С 20-24.
8. Szaroleta M., Frąckowiak P., Adamczyk F., Szczepaniak J, Tylek P., Walczyk J., Juliszewski T., Kwaśniewski D. (2017). Wpływ rzeczywistych warunków obciążeń zespołów roboczych maszyny do rekultywacji pól po uprawie wierzby energetycznej na przyjęte parametry konstrukcyjne. Część 2. Badania symulacyjne na modelach wirualnych. *Technika rolnicza, ogrodnicza, leśna* nr 1, 15–18.
9. Tylek P., Walczyk J., Kwaśniewski D., Juliszewski T., Pietrzykowski M., Szczepaniak J., Adamczyk F., Frąckowiak P. (2017). Model rozdrabniacza do rekultywacji pól po uprawie wierzby energetycznej. [W:] Szubel M., Goryl W. (red.), *Drewno w energetyce*. Fundacja na rzecz Czystej Energii, Poznań, 59–69. ISBN: 978-83-64541-20-9
10. Kwaśniewski D., Juliszewski T., Walczyk J., Tylek P., Adamczyk F., Szczepaniak J. (2017). Fuel consumption and effectiveness of elimination of energy-crop willow plantation. *Agricultural Engineering* 4 (21), 55–63.