

Технология и техника расчистки лесных площадей с заготовкой пнево-корневой древесины для биоэнергетики

И. Р.Шегельман, докт. техн. наук, профессор
Петрозаводский государственный университет

Проблема освоения пнево-корневой древесины издавна привлекает внимание исследователей. Ранее были разработаны технология и комплект машин для заготовки пневого осмола, в значительной мере решивших вопрос обеспечения сырьем канифольно-экстракционных заводов России [3], [4], [13], [14], [16]. Доказано, что из свежей пнево-корневой древесины можно вырабатывать щепу марки Ц-3 и использовать ее в качестве добавки к балансовой щепе [10]. В настоящее время внимание к проблеме заготовки пнево-корневой древесины обострились в виду поиска в России и за рубежом путей использования техногенных отходов лесозаготовок для биоэнергетики в качестве биотоплива [1], [12], [15].

Выбор технологий заготовки пнево-корневой древесины основан на результатах исследований [14] для следующих видов сырья: 1 – целые пни (выкорчеванные пни с содержанием балласта не более 10 %, коэффициент полндревесности 0,14); 2 – частично разделанная пнево-корневая древесина – пни, измельченные на 6-8 частей (коэффициент полндревесности 0,37, сменная производительность устройства Р-402 на разделке – 45 м^3); 3 – пнево-корневая древесина, разделанная согласно ГОСТ 1077-82 (коэффициент полндревесности 0,45, сменная производительность устройства Р-402 на разделке – 24 м^3); 4 – мелко измельченные куски пней с максимальным поперечным сечением не более 25 см (коэффициент полндревесности 0,50, сменная производительность устройства Р-402 на разделке – 12 м^3). Анализ показал, что пнево-корневую древесину первой группы целесообразно вывозить к месту потребления на расстояние не более 25 км.

С учетом обоснования разработаны варианты технологий и техники для расчистки лесных площадей [3], [14], [16], [20], которые позволяют не только корчевать пни, но и раскалывать их на куски с одновременной очисткой от грунта. В основу разработки положена сформулированная и отработанная на целом ряде объектов техники методология функционально-технологического анализа [20].

Поскольку анализ известного технологического оборудования показал, что оно не достаточно эффективно и имеет ограниченные функциональные возможности [11], [14], перспективен комплект оборудования включающий корчеватель, навешиваемый на базовый трактор, и режуще-раскалывающее устройство, навешиваемое на манипулятор трактора [14], [20].

Корчеватель состоит из толкающей рамы, корчующей челюсти с двумя цельнометаллическими зубьями, П-образной рамки с опорой, силовых цилиндров привода толкающей рамы с корчующей челюстью, силовых цилиндров привода П-образной рамки и навески. Силовые цилиндры привода корчующей челюсти смонтированы между её верхней частью и опорой, а силовые цилиндры привода П-образной рамки – между опорой и навеской. Крупные и средние пни диаметром свыше 32 см корчуются следующим образом. Трактор с корчевателем надвигают на пень и за 1,0...1,5 м от него включают силовые цилиндры привода П-образной рамки, опускают зубья корчующей челюсти на грунт и при движении трактора заглубляют их под пень. Затем трактор останавливают и устанавливают опору П-образной рамки на грунт. При включении силовых цилиндров привода корчующая челюсть поднимается относительно опоры и её зубья извлекают пень из земли. Корчевание мелких пней (до 32 см) осуществляется «напроход». Оригинальные технические решения, заложенные в конструкцию корчевателя, обеспечивают надежное заглубление зубьев корчующей челюсти под пень на глубину до 1 м и исключают передачу усилий, возникающих при корчевке на базовый трактор. Наличие в конструкции толкающей рамы с корчующей челюстью и П-образной рамки с опорой изменяет прин-

цип работы корчевателя по сравнению с ранее известными за счет резкого увеличения рабочего сектора перемещений корчующей челюсти относительно опоры и позволяет поднимать ее над уровнем земли на 2 м.

Основные технические параметры корчевателя: усилие корчевания на конце зубьев челюсти – 160 кН; максимальное заглубление зубьев в грунт – 1,0 м; максимальная высота подъема зубьев над поверхностью земли – 2 м; масса корчевателя – 1190 кг. Исследования процесса работы навесного корчевателя в производственной базе ЗАО «Шуялес» (Республика Карелия) показали, что по сравнению с известными корчевателями, новая конструкция обеспечивает корчевание не только пней мелких и средних размеров, но и крупных пней и повышает производительность на расчистке лесных площадей до 25 %.

Целесообразность создания для разделки пней новой технической системы, в качестве базы для разработки которой принято навесное режуще-раскалывающее устройство, включающее шарнирно закрепленные на конце манипулятора двузубую челюсть и нож силового резания, поворачиваемые навстречу друг другу гидроцилиндрами, установлена на основе функционально-технологического анализа и исследований автора, в результате которых разработано ранее широко внедренное на осмолозаготовках устройство Р-402 [14], [19], [20].

Для совершенствования режуще-раскалывающих устройств могут быть использованы обоснованные на основе функционально-технологического анализа направлений его совершенствования и развития [20]: 1 – сократить продолжительность времени наведения устройства на пень в процессе его разделки; 2 – сократить продолжительность времени деления пней на части; 3 – придать устройству возможность выполнять дополнительные функции. При декомпозиции сформулированных подцелей развития режуще-раскалывающего устройства определены следующие задачи: 1.1 – сократить время наведения устройства на пень: подобрать манипулятор с рациональными параметрами или оптимизировать его параметры; 1.1.2. – увеличить количество степеней свободы устройства: обеспечить: 1.1.2.1 – поворот относительно вертикальной оси; 1.1.2.2 – поворот в вертикальной плоскости; 2.2 – сократить время деления пня на части: 2.2.1. – оптимизировать выбор зон деления пня на части; усовершенствовать форму зева захвата; 2.2.2 – изменить форму ножа (выделить раскалывающую и режущую зоны); 2.2.3 – уменьшить толщину ножа для снижения диаметра гидроцилиндра; 2.2.4 – использовать свойства предмета труда при расколке образовывать опережающие трещины; 2.2.5 – использовать холостой ход ножа и челюсти в рабочем цикле; 1.2.7 – увеличить число режущих элементов; 1.2.8 – дифференцировать или оптимизировать работу гидропривода; 3.1 – использовать устройство на: 3.1 – погрузке; 3.2 – на разделке бревен и хлыстов; 3.3 – на корчевке пней.

Варианты режуще-раскалывающего устройства, обеспечивающего отрезание корней и расколку пней, разработаны на уровне изобретений [2], [6], [7], [8], [9], [17], [18], [19], [20] и др. При их разработке учтен опыт создания и эксплуатации отечественного аналога – устройства Р-402 конструкции КарНИИЛПа и аналог – агрегата Pallari. Новизна устройства заключается в том, что его режущий нож закреплен на челюсти с раскалывающими гранями и вертикальным клином. В устройстве разрешено техническое противоречие (для резания нож должен быть тонким, а для расколки – толстым): для резания используется тонкий нож, а его челюсть обеспечивает необходимую жесткость ножа. В результате использования нового технического решения толщина ножа снизилась с 40 до 20 мм, а челюсть с наклонными гранями и клином выполняют функции раскалывающего органа. Режущий нож устройства выполнен со свободным концом в виде вертикального клина и имеет три ступени толщины: в зоне резания – 20 мм, в зоне раскалывания – 40 мм и в зоне наибольших нагрузок – 80 мм.

Основные технические параметры устройства: величина зева устройства – 0,88, длина режущего ножа – 0,84 м, угол заточки режущего ножа – 45 град, угол поворота колонны – 105 град, длина упорной челюсти – 0,86 м, угол заострения горизонтального клина – 45 град, масса устройства – 850 кг.

Испытания режуще-раскалывающего устройства в условиях производственной базы ЗАО «Шуялес» показали, что его конструкция существенно доработана по сравнению с устройством Р-402, повышена его надежность, удобство эксплуатации и расширены функциональных воз-

возможности, в частности – обеспечивается не только разделка пней, но и разделка на колотые лесоматериалы брёвен и хлыстов. Отличия его от аналога (агрегата Pallari) – защищено изобретениями. Оригинальность конструкции устройства заключается в возможности не только перерезать, но и раскалывать древесину с минимальными затратами энергии и наличием нескольких степеней свободы, обеспечивающих удобство его наведения на раскалываемые пни. При испытаниях была обеспечена разделка пней всех размеров (в условиях испытаний – до 60 см). При разделке от свежих пней отделялась основная масса прикорневого грунта – до 80...90 %, производительность разделки 4...5 пл. м³/ч.

Технологическое оборудование для расчистки лесных площадей компактно. Его достоинство – возможность использовать для агрегатирования корчевателя и режуще-захватного устройства одной базы – трактора с манипулятором, удобство его навешивания на эту базу и эксплуатации. Оснащение трактора кузовом обеспечит на вырубке выполнение полного цикла работ – от корчевки пней до их разделки и вывозки к месту складирования или отгрузки. Разработанные технология и техника могут найти широкое применение на расчистке лесных площадей и технология и техника, обеспечивая подготовку их для лесовосстановительных работ и заготовку пнево-корневой древесины для использования в биоэнергетике и целлюлозно-бумажном производстве за счет разделки пней с отделением основной массы прикорневого грунта.

Список литературы

1. Биотопливо: Состояние и перспективы использования в теплоэнергетике Республики Карелия / И. Р. Шегельман, К. В. Полежаев, Л. В. Щеголева, П. О. Щукин, – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2006. – 88 с.
2. Голубев Г. А. Устройство для разделки пней / Г. А. Голубев, К. Н. Хювенен, И. Р. Шегельман. А. С. СССР № 1639512. Оpubл.: 07.04.1991.
3. Демин К. А. Техника и технология механизированной заготовки пневого осмола / К. К. Демин, И. Р. Шегельман, В. П. Карасев. – М.: Лесная промышленность, 1988. – 136 с.
4. Манипуляторные корчеватели пней / Соколов И. С., Черников Б. Ф., Сафронов Д. М., Шегельман И. Р. и др. // Строительные и дорожные машины, 1985, № 5. С. 16.
5. Серкин Ю. Ф. Совершенствование конструкции грейферного виброкорчевателя / Ю. Ф. Серкин, И. Р. Шегельман // Лесозаготовка и лесосплав. – 1983. – Вып. 3. – С. 12.
6. Устройство для разделки пней / Г. А. Голубев, С. И. Попов, И. Р. Шегельман И. А. С. СССР № 1625436. Оpubл.: 07.02.1991.
7. Устройство для корчевания и разделки пней / И. Р. Шегельман, Х. Х. Рээдик, А. Н. Морозов А. Н., В. М. Наумович, Я. А. Луберг. А. С. СССР № 1123588. Оpubл.: 15.11.1984.
8. Устройство для корчевания и разделки пней / Шегельман И. Р., Морозов А.Н., А. А. Луберг, В. М. Наумович. А. С. СССР № 1074447. Б.И., 1984, № 7. Оpubл.: 23.02.1984.
9. Устройство для разделки пней / И. Р. Шегельман, Г. А. Голубев, К. А. Беляев, С. И. Попов. А. С. СССР № 1477328. Оpubл.: 07.05.1989.
10. Шегельман И. Р. Древесина пней перспективное сырье для целлюлозно-бумажной промышленности / И. Р. Шегельман // Гидролизная и лесохимическая промышленность. – 1993. – № 2. – С. 20-21.
11. Шегельман И. Р. Корчевание свежих сосновых пней / И. Р. Шегельман // Лесозаготовка и лесосплав. – 1980. – Вып. 16. – С. 14.14]
12. Шегельман И. Р. Место биоэнергетики в топливно-энергетическом балансе лесопромышленного региона / И. Р. Шегельман, П. О. Щукин, М. Н. Морозов // Наука и бизнес: пути развития. – 2011. – № 6. – С. 151-154.
13. Шегельман И. Р. Новое на заготовке осмола / И. Р. Шегельман, Г. А. Голубев, К. Н. Хювенен // Лесная промышленность. – 1988. – № 11. – С. 22-23.

14. Шегельман И. Р. Обоснование технологических и технических решений для перспективных технологических процессов подготовки биомассы дерева к переработке на щепу. Автореф. дисс. ... докт. техн. наук. – СПб.: ЛТА, 1997. – 36 с
15. Шегельман И. Р. Ресурсный потенциал энергетической древесины Республики Карелия / И. Р. Шегельман, К. В. Полежаев, П. О. Щукин // Перспективы науки. – 2011. – № 10(25). – С. 100-103.
16. Шегельман И. Р. Создание и внедрение новых технических решений в лесной промышленности / И. Р. Шегельман. – Петрозаводск: Карелия, 1988. – 56 с.
17. Шегельман И. Р. Устройство для разделки пней // И. Р. Шегельман, Г. А. Голубев, А. С. Крашенинников. А. С. СССР № 1715249. Оpubл.: 28.02.1992.
18. Шегельман И. Р. Устройство для разделки древесины / И. Р. Шегельман, К. Н. Хювенен, Г. А. Голубев. А. С. СССР № 1671195. Оpubл.: 23.08.1991.
19. Шегельман И. Р. Устройство для разделки пней / И. Р. Шегельман, Г. А. Голубев, С. И. Попов С. И. // Лесозэксплуатация и лесосплав. – 1988. – Вып. 4. – С.4-5.
20. Шегельман И. Р. Функционально-технологический анализ: Методология и приложения / И. Р. Шегельман. – М: ИПиИ, 2000. – 96 с.