

УДК 630*245.11:630*332.3:630*83

Д. А. Кононович

Белорусский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ЛЕСОСЕК ОТ ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ

В процессе проведения заготовки древесины на лесосеке образуются лесосечные отходы в виде сучьев, ветвей, обломков стволов, которые являются дополнительным сырьем для лесозаготовительного производства. Количество образуемых на лесосеке отходов составляет 15–20% от объема заготавливаемой древесины и прежде всего зависит от таксационного состава насаждений, вида проводимых рубок, выбранной технологии и применяемой системы машин. Основным направлением их использования является переработка на щепу. Для осуществления сбора и транспортировки лесосечных отходов применяется комплекс машин со специальным технологическим оборудованием, позволяющий эффективно выполнять свои операции технологического цикла. Анализ выполнения лесозаготовительных работ в Республике Беларусь и за рубежом позволил обобщить и изложить общие принципы построения технологических процессов очистки лесосек с использованием традиционных технологических схем выполнения подобных работ, а также предоставил возможность разработать новые технологии и принципы организации труда для различных условий эксплуатации и систем машин. На основании выполненного анализа различных технологических процессов, условий эксплуатации, применяемого оборудования разработаны наиболее перспективные технологии очистки лесосек с использованием комплекса машин «подборщик лесосечных отходов – транспортировщик».

Ключевые слова: технология, комплекс машин, лесосека, технологическое оборудование, лесосечные отходы, бензиномоторная пила, подрост.

D. A. Kononovich

Belarusian State Technological University

TECHNOLOGIES CLEANING CUTTING AREAS FROM LOGGING WASTE

In the process of harvesting wood in the cutting area, logging waste is formed in the form of branches, twigs, and trunks of trunks, which are additional raw materials for logging operations. The amount of wastes generated in the cutting area makes up 15–20% of the volume of harvested wood and primarily depends on the taxonomic composition of the stands, the type of felling, the technology chosen and the system of machines used. The main direction of their use is recycling to chips. For the collection and transportation of logging waste, a complex of machines with special technological equipment is used to effectively perform their operations of the technological cycle. Analysis of the performance of logging operations in the Republic of Belarus and abroad enabled the generalization and outline of the general principles for the construction of technological processes for clearing logging areas using traditional technological schemes for performing similar work, and also presented the opportunity to develop new technologies and principles of labor organization for various operating conditions and machine systems. On the basis of the analysis of various technological processes, operating conditions, and the equipment used, the most promising technologies for cleaning logging areas with the use of a complex of machines “logging waste collector – transporter” have been developed.

Key words: technology, complex of machines, cutting area, technological equipment, logging waste, gasoline-powered saw, undergrowth.

Введение. Важным условием эффективного лесопользования является своевременная и качественная очистка лесосек от лесосечных отходов после проведения рубок [1]. Это способствует улучшению условий для продуктивного лесовосстановления, а также позволяет обеспечить соблюдение противопожарных и санитарных требований [2].

Способы и средства очистки лесосек зависят от различных факторов: технологий лесосечных работ, почвенно-грунтовых условий, территориальной и транспортной доступности

лесосек, лесоводственно-экологических ограничений и др. [3, 4].

Очистка лесосек может производиться непосредственно в процессе ее разработки или после окончания. Существенные отличия в технологии очистки будут наблюдаться при использовании на лесосечных работах разных систем машин (бензиномоторная пила – трелевочная машина с канатно-чokerным оборудованием, харвестер – форвардер и др.) и технологических процессов (заготовка сортиментов на пасеке или промежуточном складе) [5].

Согласно ТКП 143-2008, способы очистки лесосек по степени использования лесосечных отходов предусматривают: их оставление на лесосеке в кучах или валах для перегнивания (сжигание отходов практически исключается); измельчение на небольшие отрезки и равномерное разбрасывание по площади лесосеки; сбор лесосечных отходов для дальнейшей переработки на щепу. В настоящее время лесосечные отходы представляют значительный ресурсный потенциал и могут использоваться как сырье для получения древесного топлива [6, 7]. Технологический процесс очистки лесосек с заготовкой на них лесосечных отходов включает такие операции, как сбор их в кучи или валы, погрузку на транспортировщик, перемещение на погрузочный пункт (промежуточный склад), выгрузку, просушку, измельчение отходов в щепу с последующей погрузкой и доставкой конечному потребителю.

Основными операциями на очистке лесосек являются сбор лесосечных отходов и их транспортировка к месту переработки. При этом сбор отходов является достаточно трудоемким, энергозатратным процессом и зачастую осуществляется с использованием ручного труда, что увеличивает сроки проведения работ, снижает производительность труда, не всегда обеспечивает должное качество очистки лесосек и увеличивает риск травматизма [8, 9]. Для эффективного выполнения операции транспортировки лесосечных отходов ввиду низкого коэффициента их полнотрепности необходима специальная техника, позволяющая увеличить рейсовую нагрузку по сравнению с форвардерами и тем самым повысить эффективность выполнения данного вида работ.

Основная часть. В Республике Беларусь все большее распространение получает сортиментная заготовка древесины, при этом проведение сплошных рубок преимущественно осуществляется системами машин: «валочно-сучкорезно-раскряжевая машина (харвестер) – погрузочно-транспортная машина (форвардер)» и «бензиномоторная пила – погрузочно-транспортная машина (форвардер)». Применение современных технологий и перечисленных машин обеспечивает эффективное ведение лесозаготовок за счет комплексного использования древесных ресурсов путем вовлечения лесосечных отходов в технологический процесс.

В настоящее время на лесозаготовительных предприятиях республики существует проблема очистки лесосек от лесосечных отходов после завершения заготовки древесины. Это связано с недостаточной оснащенностью лесных

хозяйств специальной техникой. БГТУ совместно с ОАО «Минский тракторный завод» разработал опытный комплекс машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов, представленный на рис. 1 [10].



а б
Рис. 1. Комплекс машин для сбора и транспортировки лесосечных отходов:
а – машина для сбора лесосечных отходов;
б – машина для транспортировки лесосечных отходов

Предлагаемая схема очистки лесосек от отходов после проведения сплошных рубок без сохранения подроста с применением комплекса машин представлена на рис. 2. На схеме с целью визуализации представлены специальные машины различного назначения, осуществляющие полный цикл технологических операций: от заготовки лесоматериалов до процессов сбора, транспортировки и использования отходов лесозаготовок. Данные операции при проведении лесозаготовок в соответствии с правилами безопасности могут производиться на разных лесосеках, пасеках (с учетом обеспечения зоны безопасности) или должны быть смещены по времени.

Перед началом проведения основных лесосечных работ выполняются подготовительные работы, к которым относятся: отвод лесосеки, составление технологической карты на разработку лесосеки, разметка границ пасек и осей трелевочных волоков, прокладка при необходимости подъездного пути, обустройство промежуточного склада и др.

Первым к выполнению основных работ приступает харвестер, выполняющий валку деревьев, очистку их от сучьев и раскряжевку на сортименты [11]. Работает харвестер на технологических стоянках, расстояние между которыми соответствует максимальному вылету манипулятора, осуществляя движение вдоль оси намеченного пасечного волока [12, 13]. Погрузка и транспортировка сортиментов осуществляются форвардером.

После завершения основных лесосечных работ проводятся операции сбора, погрузки и транспортировки лесосечных отходов для последующей переработки на щепу.

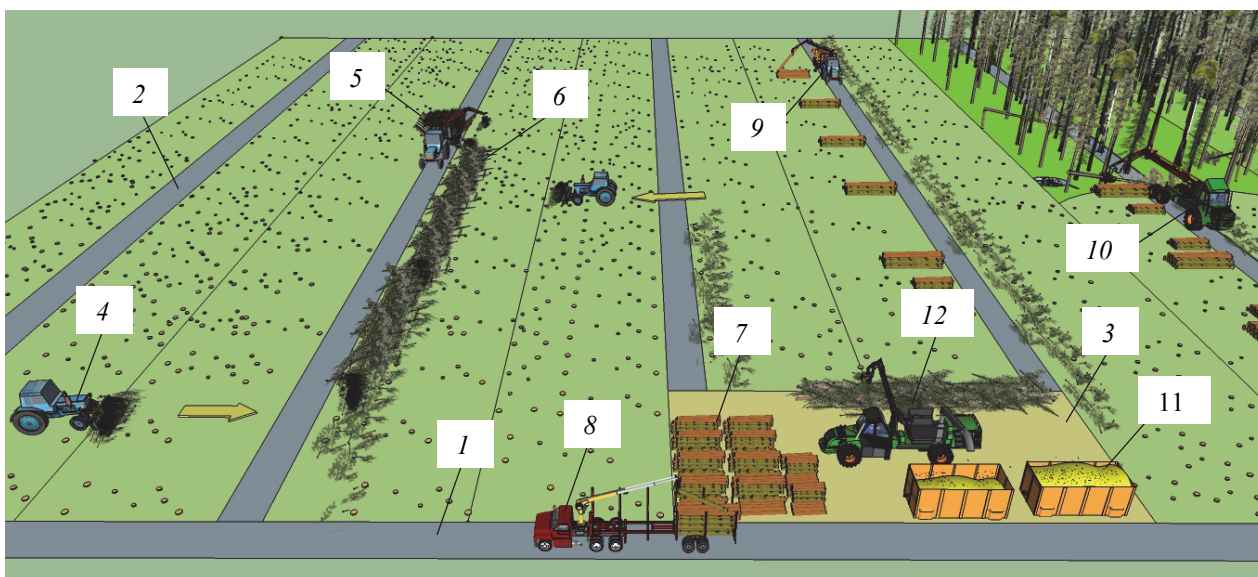


Рис. 2. Технология проведения рубок главного пользования системой машин «харвестер – форвардер» без сохранения подроста с последующей очисткой лесосек механизированным способом и получением щепы:
 1 – лесовозный ус; 2 – трелевочный волок; 3 – погрузочный пункт; 4 – подборщик лесосечных отходов; 5 – транспортировщик лесосечных отходов; 6 – вал отходов; 7 – сортименты; 8 – лесовозный автопоезд; 9 – погрузочно-транспортная машина; 10 – валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина (харвестер); 11 – контейнер со щепой; 12 – рубильная машина

При формировании вала из лесосечных отходов после сплошных рубок необходимо соблюдать следующие правила. Вали лесосечных отходов целесообразно располагать параллельными рядами на расстоянии 15–25 м друг от друга в зависимости от захламленности лесосеки и расположения трелевочных волоков. Крайние вали не должны находиться ближе 15 м от границ лесосеки и ближе 8–10 м от стены леса. Вали при тракторной трелевке следует размещать на волоках и по границам пазов. Вал должен быть плотным, шириной не более 1,5–2,5 м, а высотой – 0,8–1,2 м.

Выбор технологии очистки лесосек в значительной степени зависит от примененных ранее технологий разработки лесосек и использованных систем машин. После сплошных рубок, осуществляемых бензиномоторными пилами, где имеет место высокая деконцентрация лесосечных отходов, должны последовательно применяться комплексы машин для сбора и транспортировки. В случае применения механизированной технологии заготовки сортиментов с использованием системы машин «харвестер – форвардер» разработка пазеки может проводиться с односторонней укладкой сортиментов и лесосечных отходов или с двусторонней (рис. 2).

При одностороннем методе укладки использование машины для сбора лесосечных отходов не всегда является целесообразным. Это связано с тем, что после работы харвесте-

ра зачастую образуется условный вал из отходов. При двустороннем методе лесосечные отходы сконцентрированы в кучах и машину для сбора лесосечных отходов целесообразно использовать для их перемещения с одной стороны волока на другую, тем самым формируя вал на одной из сторон, что облегчает работу оператора и повышает производительность труда при погрузке лесосечных отходов транспортировщиком.

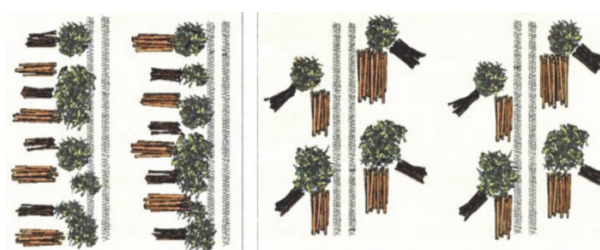


Рис. 2. Методы укладки древесного сырья

Переработку лесосечных отходов на щепу в летнее время лучше осуществлять после хранения на промежуточном складе или лесосеке не менее 15–20 дней, что позволит значительно уменьшить содержание хвои и листьев в щепе, а также повысить производительность рубильной машины и качество получаемой щепы [14].

При разработке лесосек без сохранения подроста бензиномоторными пилами с заготовкой сортиментов на пазеке лесосечные отходы собираются в вали подборщиком. Затем,

при необходимости, производится разделка крупных отходов на отрезки длиной до 3 м. Далее технологический процесс может происходить по двум вариантам. Первый связан со сбором лесосечных отходов в валы, их транспортировкой на промежуточный склад и последующей переработкой на щепу рубильной машиной. Второй вариант включает в себя сбор лесосечных отходов в валы и последующую их переработку на щепу самоходной рубильной машиной с бункером. При этом рубильная машина движется вдоль вала отходов и перерабатывает их на технологическую щепу. После заполнения бункера щепой рубильная машина перемещается на промежуточный склад и заполняет кузов автощеповоза. При этом исключается применение транспортировщика лесосечных отходов.

Наиболее характерной формой организации труда с применением переносных моторных инструментов является малая комплексная бригада из трех-четырех рабочих, оснащенная одной или двумя бензопилами и погрузочно-транспортной машиной. Данная бригада согласно технологической карте осуществляет у пня валку деревьев, очистку их от сучьев, раскряжевку хлыста на сортименты

Эта технология выполнения лесосечных работ, как правило, не предусматривает сохранение подроста, так как фактически три первые трудоемкие операции выполняются у пня, а образующиеся лесосечные отходы после разработки пасеки могут быть разбросаны по значительной ее площади. В связи с этим наиболее рациональным будет являться сбор их в валы с нескольких пасек подборщиком.

Образующиеся лесосечные отходы собираются в валы движением подборщика поперек к пасечным волокам. Транспортировщик, двигаясь вдоль вала, который расположен около волока, осуществляет загрузку лесосечных отходов и доставляет их на промежуточный склад к рубильной машине.

По всем приведенным технологиям подборщик лесосечных отходов может двигаться челночно, чередуя рабочий и холостой ходы или совершая только рабочие ходы [15]. В этом случае увеличивается его производительность и уменьшается степень повреждения поверхности лесосеки.

Для проведения сплошных рубок с сохранением подроста в условиях Республики Беларусь наиболее перспективна выбранная система машин (харвестер, форвардер, подборщик лесосечных отходов, транспортировщик, рубильная машина). Отличительная особенность этого варианта по сравнению с применяемыми в на-

стоящий момент заключается в вовлечении дополнительного сырья в производственный процесс за счет сбора и транспортировки лесосечных отходов для выработки щепы на промежуточном складе. Минимизация воздействия лесных машин на почву и подрост достигается при условии, что харвестер при выполнении технологических операций движется только по волоку, при этом все отходы укладываются на узкую полосу (шириной до 2 м) пасеки вплотную к волоку. Кроме того, подборщик лесосечных отходов должен работать только на этой узкой полосе пасеки и на волоке.

Такая технология позволяет сохранить до 70% площади лесосеки неповрежденной. В каждой куче концентрируется до 0,5–1,5 м³ лесосечных отходов в плотной мере. Количество формируемых куч вдоль одного волока зависит от таксационных показателей лесосеки (породный состав, запас древесины на 1 га и др.) и ширины пасеки. Целесообразно, чтобы средний объем куч был кратным грузоподъемности транспортировщика лесосечных отходов, что обеспечит его полную загрузку и уменьшит количество рейсов, повысит производительность работы.

Работы, выполняемые на промежуточном складе, проводятся аналогично предыдущей технологии.

Заключение. При осуществлении заготовки древесины на лесосеке образуются лесосечные отходы в виде сучьев, ветвей, обломков стволов, основное направление использования которых является переработка в щепу.

Заготовка лесосечных отходов неотъемлемо связана с их сбором и транспортировкой. Повышение эффективности выполнения таких технологических операций может обеспечиваться за счет применения высокопроизводительного комплекса машин, разработанного совместно Белорусским государственным технологическим университетом и ОАО «Минский тракторный завод». Внедрение данного комплекса в технологический процесс заготовки древесины позволит вовлечь дополнительное сырье в лесозаготовительное производство, снизить риск возникновения пожарных ситуаций, предотвратить размножение вредителей леса, а также способствует дальнейшему естественному лесовозобновлению. Применение данных машин по разработанным современным ресурсосберегающим, энергоэффективным технологиям исключает ручной труд, связанный с большим риском травматизма, предотвращает захламляемость лесосек, а также обеспечивает комплексное использование древесного сырья.

Литература

1. Застенский Л. С., Неволин Н. Н. Машины и механизмы лесного хозяйства и их эксплуатация. Вологда: Кирилловская районная типография, 2000. 395 с.
2. Сеннов С. Н. Лесоведение и лесоводство: учеб. для студ. вузов. М.: Академия, 2005. 256 с.
3. Матвейко А. П. Технология и оборудование лесозаготовительного производства. Минск: Техноперспектива, 2006. 447 с.
4. Матвейко А. П., Клоков Д. В., Протас П. А. Технология и оборудование лесосечных и лесоскладских работ: практикум. Минск: БГТУ, 2013. 199 с.
5. Коробов В. В., Рушнов Н. П. Переработка низкокачественного древесного сырья. М.: Экология, 1991. 288 с.
6. Никишов В. Д. Комплексное использование древесины: учеб. для вузов. М.: Лесная пром-сть, 1985. 264 с.
7. Головков С. И., Коперин И. Ф., Найденев В. И. Энергетическое использование древесных отходов. М.: Лесная пром-сть, 1987. 224 с.
8. Технология и машины лесосечных работ: учеб. для вузов / В. И. Пятакин [и др.]; под ред. В. И. Пятакина. СПб.: СПбГЛТУ, 2012. 362 с.
9. Кочегаров В. Г., Бит Ю. А., Меньшиков В. Н. Технология и машины лесосечных работ: учеб. для вузов. М.: Лесная пром-сть, 1990. 392 с.
10. Федоренчик А. С., Ледницкий А. В. Энергетическое использование низкокачественной древесины и древесных отходов. Минск: БГТУ, 2010. 446 с.
11. Жуков А. В. Теория лесных машин: учеб. пособие для студентов вузов. Минск: БГТУ, 2001. 640 с.
12. Семенов Ю. П. Лесная биоэнергетика. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. 350 с.
13. Инновационные технологии лесосечных работ: учеб. пособие / И. Р. Шегельман [и др.]; Петрозаводск: Verso, 2016. 134 с.
14. Матвейко А. П., Федоренчик А. С. Технология и машины лесосечных работ: учеб. для вузов. Минск: Технопринт, 2002. 479 с.
15. Виногородов Г. К. Лесосечные работы. М.: Лесная пром-сть, 1972. 239 с.

References

1. Zastenskiy L. S., Nevolin N. N. *Mashiny i mekhanizmy lesnogo khozyaystva i ikh ekspluatatsiya* [Machines and mechanisms of forestry and their operation]. Vologda, Kirillovskaya rayonnaya tipografiya Publ., 2000. 395 p.
2. Sennov S. N. *Lesovedeniye i lesovodstvo* [Forestry and silviculture]. Moscow, Akademiya Publ., 2005. 256 p.
3. Matveyko A. P. *Tekhnologiya i oborudovaniye lesozagotovitel'nogo proizvodstva* [Technology and equipment of timber production]. Minsk, Tekhnoperspektiva Publ., 2006. 447 p.
4. Matveyko A. P., Klovok D. V., Protas P. A. *Tekhnologiya i oborudovaniye lesosechnykh i lesoskladskikh rabot* [Technology and equipment for logging and logging operations]. Minsk, BGTU Publ., 2013. 199 p.
5. Korobov V. V., Rushnov N. P. *Pererabotka nizkokachestvennogo drevesnogo syr'ya* [Processing of low-quality wood raw materials]. Moscow, Ekologiya Publ., 1991. 288 p.
6. Nikishov V. D. *Kompleksnoye ispol'zovaniye drevesiny* [Comprehensive use of wood]. Moscow, Lesnaya prom-st' Publ., 1985. 264 p.
7. Golovkov S. I., Koperin I. F., Naydenov V. I. *Energeticheskoye ispol'zovaniye drevesnykh otkhodov* [Energy use of wood waste]. Moscow, Lesnaya prom-st' Publ., 1987, 224 p.
8. Pityakin V. I., Grigor'ev I. V., Red'kin A. K., Ivanov V. A., Posharnikov F. V., Shegel'man I. R., Shirnin Yu. A., Katsadze V. A., Valyazhonkov V. D., Bit Yu. A., Matrossov A. V., Kunitskaya O. A. *Tekhnologiya i mashiny lesosechnykh rabot* [Technology and machines logging activities]. St. Petersburg, SPBGLTU Publ., 2012. 362 p.
9. Kochegarov V. G., Bit Yu. A., Men'shikov V. N. *Tekhnologiya i mashiny lesosechnykh rabot* [Technology and machines logging activities]. Moscow, Lesnaya prom-st' Publ., 1990. 392 p.
10. Fedorenchik A. S., Lednitskiy A. V. *Energeticheskoye ispol'zovaniye nizkokachestvennoy drevesiny i drevesnykh otkhodov* [Energy use of low-quality wood and wood waste]. Minsk, BSTU Publ., 2010. 446 p.
11. Zhukov A. V. *Teoriya lesnykh mashin* [The theory of forest machines]. Minsk, BGTU Publ., 2001. 640 p.

12. Semenov Yu. P. *Lesnaya bioenergetika* [Forest bioenergetics]. Moscow, GOU VPO MGUL Publ., 2008. 350 p.
13. Shegel'man I. R., Laurila Ya. T., Skrypnik V. I., Galaktionov O. N. *Innovatsionnyye tekhnologii lesosechnykh rabot* [Innovative logging technology]. Petrozavodsk, Verso Publ., 2016. 134 p.
14. Matveyko A. P., Fedorenchik A. S. *Tekhnologiya i mashiny lesosechnykh rabot* [Technology and machines logging activities]. Minsk, Tekhnoprint Publ., 2002. 479 p.
15. Vinogorov G. K. *Lesosechnye raboty* [Logging work]. Moscow, Lesnaya prom-st' Publ., 1972. 239 p.

Информация об авторе

Кононович Денис Александрович – аспирант кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: denkon_92@mail.ru

Information about the author

Kononovich Denis Aleksandrovich – PhD student, the Department of Forestry Machinery and Logging Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: denkon_92@mail.ru

Поступила 20.04.2017