

А. В. Ледницкий, доцент; Г. И. Завойских, доцент; Е. А. Леонов, аспирант

ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАШИН И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЫ ИЗ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В РУП «ВИТЕБСКЭНЕРГО»

In this article technologies of expansion and clearing of a zone of electric mains alienations and manufactures fuel chips from timber cuttings wood products and wood shrubbery in republican unitary enterprise "Vitebskenergo" are offered. On the basis of the analysis of characteristics of machines and the equipment for preparation of raw material, manufacture, transportation and storage fuel chips with reference to conditions of structural divisions of object of investments functioning formation of machines in system is carried out, its capacity proceeding from perspective requirements is determined. Total capital investments are designed for formation of system of machines for clearing and expansions of electric mains and manufactures fuel chips. Conditions of an effective utilization of the generated system of machines are determined and recommendations on its operation are given. As a result of introduction of the developed elaborations the significant volume of the wood biomass received at clearing of electric mains in territory of Vitebsk area will be used as raw material for manufacture of fuel.

Введение. Одной из задач энергетического комплекса Республики Беларусь является обеспечение надежной передачи электроэнергии по воздушным линиям электропередач (ЛЭП), проходящим в лесных массивах, по мелколесью и площадям, занятым древесно-кустарниковой зарослью. Небольшая ширина просек в лесных массивах, проложенных 10–20 лет назад по мелколесью, при значительной протяженности трасс ЛЭП и их отдаленности от магистральных дорог, а также постоянное зарастание площадей расчищенных трасс древесно-кустарниковой возобновляемой растительностью (ДКВР) создают значительные трудности при выполнении работ по обслуживанию линий.

В сложившихся в настоящее время условиях дефицита собственных топливно-энергетических ресурсов в республике очевидна целесообразность использования образующегося при расчистке трасс ЛЭП древесного сырья для производства топлива. Соответственно возникает необходимость обоснования, разработки технологий и формирования систем машин для заготовки сырья и производства

топливной щепы структурными подразделениями РУП «Витебскэнерго» при выполнении работ по удалению древесно-кустарниковой возобновляемой растительности (ДКВР) на трассах линий электропередач (рис. 1, а) и параллельно, в часто встречающихся случаях расширения зоны отчуждения ЛЭП, проложенных в лесных массивах (рис. 1, б). Производимая при этом топливная щепа будет поставляться на котельные Витебской области, работающие на твердом топливе, и Белорусскую ГРЭС.

Отличительной особенностью обоснования явилось то обстоятельство, что принятие решений осуществлялось в ограниченном финансовом пространстве с ориентацией на максимальное использование отечественной техники.

В результате внедрения разработанных мероприятий значительный объем древесной биомассы, получаемый при очистке и расширении трасс ЛЭП на территории Витебской области, будет использован как сырье для производства топлива. Основная масса этого сырья до настоящего времени не находила должного применения.



а



б

Рис. 1. Трассы линий электропередач: а – требующая очистки ЛЭП; б – требующая расширения ЛЭП

1. Выбор машин и оборудования для проектируемых технологических процессов. Специфика заготовки и утилизации ДКВР, образующейся на трассах ЛЭП (небольшой запас древесной массы на единице площади, требования безопасности при выполнении работ, низкие размерно-качественные характеристики предмета труда, значительная протяженность трасс воздушных линий, их отдаленность от существующих транспортных путей, многообразие рельефных особенностей, разнотипные условия, определяемые категорией ЛЭП и др.), требует детальной проработки и обоснования технологических процессов и оборудования для их реализации с целью эффективной организации производства.

Работы по организации и выполнению проектируемого производственного процесса рассматриваются по двум направлениям:

- расширение просек в лесных массивах, где деревья достигли такой высоты, когда в случае их падения в сторону трассы возникает угроза задевания и разрыва ими высоковольтных проводов;
- расчистка трасс ЛЭП от образовавшейся за несколько лет молодой поросли деревьев и кустарников после предыдущей очистки.

Первое из названных направлений работ (расширение просек) представляет собой обычные лесосечные работы (сплошные рубки леса в приспевающих и спелых насаждениях), которые выполняются традиционными методами лесозаготовок предприятиями лесного комплекса, причем эти работы лесохозяйственные учреждения выполняют специализированными бригадами сами, не допуская к ним другие предприятия нелесного профиля из соображений необходимости соблюдения правил рациональной и безопасной разработки взрослых древостоев. Соответственно, при организации производства топливной щепы из древесной массы в этом случае комплекс выполняемых работ на месте вырубки (ле-

сосеке) ограничится сбором, концентрацией, измельчением лесосечных отходов (оставшихся после вывозки заготовленной ствольной древесины порубочных остатков) и мало чем будет отличаться от переработки древесно-кустарниковой возобновляемой растительности. При этом без существенных изменений могут быть применены технология и оборудование, используемые для переработки ДКВР.

Обзор отечественных и зарубежных информационных источников показывает, что в настоящее время не существует серийного производства многооперационных машин типа «комбайн» для срезания, измельчения, погрузки в собственный кузов, транспортирования и перегрузки (или складирования) древесно-кустарниковой растительности в рассматриваемых условиях. Следовательно, для реализации разрабатываемого технологического процесса необходимо прибегнуть к использованию пооперационных машин.

Выполненный анализ передового опыта в изучаемой области позволил установить, что наиболее предпочтительными для рассматриваемых условий являются технологические процессы с применением:

- валочно-срезающих механизмов (переносных бензопил или кусторезов) и погрузочно-транспортных машин (форвардеров);
- легких валочно-пакетирующих машин для малоразмерных деревьев и кустарника и форвардеров (рис. 2, а);
- харвардеров – машин, обеспечивающих срезание ДКВР, формирование пачек, их погрузку и транспортировку к месту концентрации древесного сырья с последующей его выгрузкой и штабелевкой (рис. 2, б);
- оборудования для измельчения древесного сырья (рубильные машины);
- транспортных средств для доставки древесного топлива потребителю.



а



б

Рис. 2. Лесные машины:

а – харвестер с валочно-пакетирующей головкой; б – харвардер с валочно-пакетирующей головкой

2. Технологии выполнения работ по расширению и очистке трасс ЛЭП с получением топливной щепы. Технологии производства топливной щепы могут быть представлены следующими основными вариантами.

Технология разработки участков лесного массива с получением топливной щепы на лесосеке. При данной технологии деловые круглые лесоматериалы заготавливаются на отведенном для вырубке участке леса и вывозятся в пункты потребления или переработки. Оставшиеся на лесосеке порубочные остатки и другое низкокачественное древесное сырье окучиваются или укладываются в валки и после некоторой подсушки измельчаются передвижной рубильной машиной с накопительным бункером непосредственно на лесосеке. Заготовленная щепа доставляется на погрузочный пункт и перегружается в контейнер автощеповоза, который доставляет ее к местам потребления или хранения.

Технология разработки участков лесного массива с получением топливной щепы на верхнем складе. В этом случае в процессе заготовки деловой древесины дровяная древесина, сучья, ветви, вершины, неделовые вырезки, фаутные деревья окучиваются на лесосеке, после чего погрузочно-транспортной машиной доставляются на так называемый «верхний» или «промежуточный» склад, где при необходимости после соответствующей подсушки происходит их измельчение в передвижной рубильной машине с приводом от ВОМ трактора или от автономного двигателя с погрузкой щепы в контейнер автощеповоза.

Технология очистки трассы ЛЭП с получением топливной щепы на месте. Древесно-кустарниковая растительность, выросшая на трассе, срезается переносными бензиномоторными кусторезами и складывается в ориентированные кучи комлями в сторону волока в пределах досягаемости манипулятора рубильной машины. Подготовленное древесное сырье измельчается передвижной рубильной машиной с накопительным бункером, которая перемещается по волоку. Заготовленная щепа доставляется на погрузочный пункт и перегружается в контейнер автощеповоза, который везет ее к местам потребления или хранения.

Технология очистки трассы ЛЭП с получением топливной щепы на верхнем складе. ДКВР срезается переносными бензиномоторными кусторезами и складывается вдоль трелевочного волока в небольшие ориентированные кучи. Сформированные таким образом пачки доставляются погрузочно-транспортными машинами на специально подготовленную площадку около дороги и укладываются в штабеля, тем самым обеспечивая запас сырья для последующего измельчения в щепу передвижной рубильной машиной в кузов автощеповоза.

3. Определение мощности и капитальных вложений на формирование систем машин. Многообразие видов и специфика выполняемых работ, территориальное размещение производственных подразделений, высокая степень деконцентрации производственного процесса предприятий системы «Витебскэнерго» предполагают возможность организации выполнения работ по производству топливной щепы с использованием различных технологий и соответствующих систем машин.

Таким образом, применительно к природно-производственным условиям РУП «Полоцкие электросети», с учетом рассмотренного оборудования, которое может быть использовано на операциях проектируемого технологического процесса, финансовых возможностей заказчика, а также разработанных технологических процессов, предполагающих измельчение дровяной древесины и древесно-кустарниковой возобновляемой растительности на пасеке либо на верхнем складе, предлагается система машин, представленная в таблице.

Расчет производственной мощности системы машин выполнен с учетом организационных (режим работы), технических (типы и база применяемых машин, производительность оборудования), технологических (размер лесосек, тип технологического процесса лесосечных работ) и экономических факторов (трудоемкость производственных операций, уровень механизации работ). Выравнивание производственной мощности по различным стадиям технологического процесса выполнено путем подбора спичочного числа машин.

Суммарный объем капиталовложений на формирование системы машин в случае производства топливной щепы на пасеке составит около **1 173 560** тыс. руб., а в случае производства щепы на верхнем складе около **1 890 694** тыс. руб. (таблица). То есть организация производства топливной щепы на пасеке требует в абсолютном выражении меньших капитальных вложений по сравнению с организацией ее производства на верхнем складе. Однако наиболее важный комплексный показатель – удельные капитальные вложения – рассчитанный с учетом годовой производственной мощности системы машин по заготовке деловой древесины и производству топливной щепы свидетельствует о том, что наиболее эффективным способом организации технологического процесса будет производство щепы на верхнем складе. Так, значение показателя удельных капитальных вложений примерно *в 2 раза ниже* для случая *измельчения* низкокачественной дровяной древесины, отходов лесозаготовок и древесно-кустарниковой возобновляемой растительности *на верхнем складе* (таблица).

Капитальные вложения на формирование системы машин

Операция технологического процесса	Марка машины (оборудования)	Количество единиц, шт.	Суммарные капиталовложения, тыс. руб.
Производство щепы на пиле			
Валка деревьев вдвоем	Stihl MS 361	1	1 434
Обрезка сучьев и раскряжевка	Stihl MS 260	1	1 346
Срезание ДКВР	Stihl FS 350	2	3 188
Сбор, подвозка и складирование деловых сортиментов	МПТ-461.1	1	97 326
Погрузка, вывозка и выгрузка деловых сортиментов	МАЗ 6303 + МАЗ 8378 + М 75	1	221 610
Измельчение дров, отходов лесозаготовок и ДКВР на щепу	Амкодор 2902	1	630 000
Доставка и выгрузка щепы у потребителя	МАЗ 5433 + САТ-105	2	218 656
<i>Всего</i>			1 173 560
<i>Удельные капитальные вложения, тыс. руб./м³</i>			19,43
Производство щепы на верхнем складе			
Валка деревьев вдвоем	Stihl MS 361	2	2 868
Обрезка сучьев и раскряжевка	Stihl MS 260	4	5 384
Срезание ДКВР	Stihl FS 350	6	9 564
Сбор, подвозка и складирование деловых сортиментов, дров, отходов лесозаготовок и ДКВР	МПТ-461.1	6	583 956
Погрузка, вывозка и выгрузка деловых сортиментов	МАЗ 6303 + МАЗ 8378 + М 75	1	221 610
Измельчение дров, отходов лесозаготовок и ДКВР на щепу	Амкодор 2902	1	630 000
Доставка и выгрузка щепы у потребителя	МАЗ 5433 + САТ-105	4	437 312
<i>Всего</i>			1 890 694
<i>Удельные капитальные вложения, тыс. руб./м³</i>			9,59

Заключение. Результаты выполненных исследований, применительно к природно-производственным условиям РУП «Полоцкие электросети», позволяют сделать следующие основные выводы.

1. Необходимость расширения трасс ЛЭП и расчистки закустаренных площадей в настоящее время приобретает очертания комплексной проблемы, требующей скоординированных усилий специалистов лесного и топливно-энергетического комплексов, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды и других заинтересованных ведомств и организаций. Особую актуальность она приобретает в связи с необходимостью увеличения использования местных видов возобновляемого топлива в стране.

2. Накопленный опыт свидетельствует о том, что при очистке линий электропередач от древесно-кустарниковой растительности и расширении зоны отчуждения ЛЭП заготавливается небольшое количество деловой древесины, что негативным образом сказывается на эффективности выполнения данных работ. Однако утилизация остающегося после вывозки деловой древесины низкокачественного дре-

весного сырья (дровяная древесина, лесосечные отходы и ДКВР) на топливную щепу в условиях роста цен на импортируемые энергоносители позволяет в некоторых случаях сделать данные процессы экономически целесообразными.

3. Основными препятствиями в организации широкомаштабного промышленного производства топливной щепы из низкокачественной древесной биомассы, заготавливаемой при расширении и расчистке линий электропередач, на сегодняшний день является отсутствие разработанных технологий и обоснованных систем машин, практического опыта работы и дефицит специализированного оборудования.

4. Представляет промышленный интерес применение систем машин для заготовки ДКВР и тонкомерного древесного сырья на базе харвардера. Данная машина в комплексе с передвижной рубильной машиной позволяет исключить ручной труд и обеспечить полную механизацию производственного процесса заготовки низкокачественного сырья и получения из него топливной щепы. В настоящее время такие машины появились в Скандинавских странах и первый отечественный образец проходит испытания в нашей стране.