

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В АГРАРНЫХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*И.А. Оганезов, к.т.н., доцент, В.В. Ширшова, к.т.н., доцент  
Белорусский государственный аграрный технический университет (г. Минск)*

Развитие экономики любого государства, его энергетическая и экологическая безопасность во многом определяются эффективностью использования сырьевых и топливно-энергетических ресурсов. Особую актуальность эта проблема приобретает для Республики Беларусь, которая в среднем за год потребляет энергии в эквиваленте 33 млн. тонн условного топлива (т у.т.) и только на 15% обеспечивается собственными ресурсами. На закупку недостающих энергоносителей и электроэнергии расходуется около 3 млрд. долларов США в год, что превышает 30% объема всего импорта республики и делает ее экономику зависимой от внешних факторов. При этом общий объем растущего леса в стране составляет 1414 млн. м<sup>3</sup>, запас леса на 1 га — 243 м<sup>3</sup>. Ежегодный средний прирост составляет чуть менее 30 млн. м<sup>3</sup>, а по всем видам рубок заготавливается только около 13,5 млн. м<sup>3</sup>.

В настоящее время древесного топливного сырья в Беларуси достаточно, чтобы ежегодно из него получать около 6 млн. т условного топлива. Согласно прогнозу объемов топливных ресурсов в лесном фонде республики объем заготовки топливных дров должен возрасти с 4,4 млн. м<sup>3</sup> в 2008 г. до 7,2 млн. м<sup>3</sup> — в 2015 г. Объем лесосечных отходов до 2015 г. будет колебаться в пределах 1,6–2,5 млн. м<sup>3</sup>, а объем отходов лесопиления и деревообработки практически не изменится и останется на уровне 2 млн. м<sup>3</sup>. Объем древесного отпада, включая валежную древесину и сухостой, возрастет с 2,4 млн. м<sup>3</sup> в 2008 г. до 3 млн. м<sup>3</sup> в 2015 г. В результате общий объем топливных древесных ресурсов с 10,4 млн. м<sup>3</sup> в 2008 г. возрастет до 14,7 млн. м<sup>3</sup> в 2015 г.

В этой связи особенно важными становятся вопросы использования для выработки тепловой и электрической энергии местных возобновляемых ресурсов древесной биомассы. При этом в процесс производства древесного топлива могут быть вовлечены отходы лесозаготовок, лесопиления и деревообработки, низкокачественной, тонкомерной и дровяной древесины путем их измельчения на топливную щепу. До настоящего времени по экономическим соображениям (низкий уровень концентрации, рассредоточенность и значительные колебания размерно-качественных характеристик сырья), а также из-за отсутствия соответствующих технологий и оборудования, организационных структур и устойчивого спроса на топливную щепу данному вопросу не уделялось должного внимания. Вовлечение в топливно-энергетический баланс дополнительных ресурсов древесного топлива (дровяная и ветровальная древесина, отходы от рубок главного и промежуточного пользования, естественный отпад и др.) позволит в перспективе покрыть до 10% потребностей республики в энергоносителях и снизить затраты на их импорт в среднем на 200 млн. долл. США в год.

В соответствии с «Целевой программой обеспечения в республике не менее 25% объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива до 2012 года» и «Государственной комплексной программой модернизации основных производственных фондов белорусской энергетической системы в 2006–2010 годах» в Беларуси должны быть построены 16 энергоисточников (мини-ТЭЦ), работающих на древесном топливе, значительная часть из которых — в аграрных районах: Белорусская ГРЭС (6 тыс. т у.т. или 22,2 тыс. м<sup>3</sup>); Осиповичская мини-ТЭЦ (9 тыс. т у.т. или 34 тыс. м<sup>3</sup>); Вилейская мини-ТЭЦ (16 тыс. т у.т. или 60 тыс. м<sup>3</sup>); Пинская мини-ТЭЦ (23,1 тыс. т у.т. или 88 тыс. м<sup>3</sup>); Верхнедвинская мини-ТЭЦ (первая пусковая очередь 2 тыс. т у.т. или 7,5 тыс. м<sup>3</sup>); Петриковская мини-ТЭЦ (7 тыс. т у.т. или 26,3 тыс. м<sup>3</sup>); котельная в г.п. Россоны (8 тыс. т у.т. или 30 тыс. м<sup>3</sup>); мини-ТЭЦ ОАО «Мостодрев» (10 тыс. т у.т. или 38 тыс. м<sup>3</sup>).

Один из данных объектов — мини-ТЭЦ г. Вилейка и предприятие по поставке топливной щепы ГЛХУ «Вилейский лесхоз» — создан в рамках проекта Правительства Республики Беларусь и Программы развития ООН «Применение биомассы для отопления и горячего водоснабжения в Республике Беларусь». На мини-ТЭЦ г. Вилейка установлены паровой котел производительностью 22 т пара/ч и противодавленческая турбина мощностью 2,4 МВт. Для работы мини-ТЭЦ требуется 150 тыс. насыпных м<sup>3</sup> топливной щепы в год, что составляет 60 тыс. плотных м<sup>3</sup> (16 тыс. т у.т.) древесного топливного сырья.

В связи с начатой работой по созданию системы обеспечения древесным топливом строящихся мини-ТЭЦ необходимо в короткий период организовать соответствующие производственные подразделения. Наиболее быстро они могут быть образованы как самостоятельные предприятия различных форм собственности, специализирующиеся на сборе, подготовке сырья к измельчению, хранении и доставке топливной щепы потребителю.

Особенностью схемы Вилейского лесхоза — основного поставщика энергетического сырья для соответствующей городской мини-ТЭЦ является наличие специализированного участка производства топливной щепы, позволяющего осуществить не только сбор, складирование отходов (дровяной древесины), но и измельчение сырья на топливную щепу с доставкой последней к мини-ТЭЦ. По схеме Осиповичского лесхоза заготовленное сырье доставляется на склад мини-ТЭЦ, где происходит его измельчение на топливную щепу. Однако, исходя из экономической целесообразности, часть сырья (лесосечные отходы) измельчается на щепу в лесу или на промежуточных складах с последующей доставкой к мини-ТЭЦ.

Созданию структурного подразделения сельскохозяйственной организации, либо предприятия АПК, занимающегося производством древесного топлива, должны предшествовать этапы, включающие проработку вопросов, касающихся особенностей функционирования и способствующих повышению эффективности его работы:

— оптимизация (рационализация) транспортной и технологической схем освоения сырьевых ресурсов регионов, прилегающих к предприятию (организации), включающая выбор технологий, систем машин, мест создания и размеров основных (промежуточных) складов сырья и топливной щепы;

— разработка обоснований инвестиций с учетом условий и особенностей функционирования конкретного объекта капитальных вложений, что позволит определить объем реальных инвестиций, необходимых для эффективного функционирования производств, связанных с заготовкой, переработкой и доставкой потребителю древесного топлива;

— оценка соответствия технических параметров применяемой техники и оборудования природно-производственным условиям их эксплуатации, что создаст предпосылки для повышения эффективности применения нового оборудования и снижения его цены на машиностроительных предприятиях республики и в конечном итоге обеспечит экономию вкладываемых в отрасль инвестиций.

В этой связи разработка и проектирование технологических процессов производства топливной щепы должна осуществляться с учетом:

- финансовых ограничений, в которых вынуждены функционировать в настоящее время большинство субъектов хозяйствования;
- приоритетного развития отечественного сельскохозяйственного и лесного машиностроения;
- соблюдения международных требований в области экологии и комплексного использования древесного сырья.

Технологические процессы производства топливной щепы могут быть представлены следующими основными вариантами.

*Производство топливной щепы из отходов лесозаготовок на рубках главного пользования.* Сучья, ветви, вершины, неделовые вырезки, фаутные деревья и др. предварительно окучиваются на лесосеке, после чего доставляются на верхний или промежуточный склад, где происходит их измельчение в передвижной рубильной машине с погрузкой щепы в контейнер автощеповоза.

*Производство топливной щепы из дровяной древесины на рубках промежуточного пользования.* Тонкомерные деревья и кустарник вырубается с технологических коридоров (шириной 4 м) и складываются на их обочине в небольшие штабеля. Сформированная таким образом пачка доставляется на специально подготовленную площадку около лесовозной дороги и укладывается в кучи, обеспечивая запас сырья для последующего измельчения в щепу передвижной рубильной машиной.

*Производство топливной щепы из дровяной древесины на рубках главного пользования.* Заготавливаемая на лесосеке стволовая дровяная древесина вывозится на нижний лесной склад, расположенный недалеко от котельной (мини-ТЭЦ), и измельчается там рубильной машиной.

*Производство топливной щепы из отходов лесопиления и деревообработки.* При накоплении на территории отдельного цеха достаточного объема кусковых отходов туда направляются передвижная рубильная машина и транспорт для перевозки щепы. Рубильная

машина измельчает отходы непосредственно в контейнер щеповоза, который доставляет щепу прямо на склад топлива потребителя.

При отдельных энергетических установках смонтированы стационарные рубильные машины, но они пропускают дрова диаметром не более 20 см. Поскольку среди дров часто встречаются бревна больших диаметров, эффективность работы таких машин существенно снижается, поскольку предварительно такие бревна необходимо пропускать через древокольный станок. Поэтому подбирать рубильные машины необходимо под максимально возможные диаметры бревен.

По мере подорожания дров щепы, получаемая из них, также будет становиться дороже. Поэтому надо стремиться к снижению объемов производства дровяной щепы, заменяя ее, по мере возможности, щепой из отходов деревообработки, лесосечных отходов и из малоценных пород дерева типа ольхи серой или из кустарников с объектов мелиорации. В настоящее время в аграрных районах это сырье рассредоточено на значительных территориях в относительно небольших объемах и практически не используется из-за отсутствия эффективных технологий их сбора, переработки и доставки.

Для реализации запланированных объемов заготовки древесно-топливного сырья и производства щепы в РБ был разработан комплекс технологий и ряд отечественных машин. Совместно с известными машиностроительными предприятиями РУП «Минский тракторный завод» (МТЗ) были разработаны и созданы отечественные рубильные машины, оборудованные манипулятором с захватом, подающим и измельчающим устройствами и бункером-накопителем-перегрузчиком (МР-25 на базе трактора «Беларус 1221») с РУП «Минский автомобильный завод» (МАЗ) — автощеповоз с несъемными кузовами с нагрузкой на рейс 80 нас. м<sup>3</sup>. На МАЗе продолжают работы по созданию отечественного автощеповоза со съемными контейнерами с нагрузкой на рейс 35–40 нас. м<sup>3</sup>. Контейнеровоз с набором съемных контейнеров на базе трактора «Беларус» готовит к выпуску МТЗ. Так же ОАО «Амкодор» выпущена самоходная барабанная рубильная машина на базе форвардера с бункером для накопления щепы (измельчитель «Амкодор 2902»). Ранее на этих же заводах был освоен выпуск форвардеров, харвестеров, прицепных тракторных тележек, сортиментовозов, автопоездов для вывозки хлыстов с широким параметрическим рядом. Оборудование для срезания и пикетирования маломерных деревьев и малоценной поросли выпускает ОАО «Амкодор» на базе тягача трелевочного с манипулятором «Амкодор 2243».

Вместе с тем срочно нужны и 2–3 типа автощеповозов, имеющих достаточную проходимость по лесным дорогам, способных самостоятельно выгружать щепу без опрокидывания кузова (напольный выгрузочный транспортер) и снабженных устройством, предохраняющим от смерзания щепы в зимнее время, а также прицепов-щеповозов, в том числе к тракторам МТЗ.

Аналогичные машины различной мощности, производительности и цены предлагают в Беларуси фирмы-производители из многих стран мира. Чтобы на этапе приобретения необходимых машин покупатель не совершил ошибки, предлагается отдать предпочтение той машине, которая обеспечивает минимальную удельную энергоёмкость  $\mathcal{E}_{e\ yd}$  и минимальную себестоимость производства продукции  $C_{\min}$ :

$$\mathcal{E}_{e\ yd} = N / P_s,$$

где  $N$  — мощность установленных на машине двигателей, кВт;

$P_s$  — эксплуатационная производительность машины, м<sup>3</sup>/ч;

$C_{м.ч}$  — стоимость машино-часа, руб./маш·ч.

В качестве обобщенного критерия эффективности применения рассмотренных технологий рекомендуется использовать экономический эффект, определенный как разность стоимостной оценки результатов применения выбранной технологии  $C_1$  и стоимостной оценки всех затрат, связанных с ее применением,  $C_2$ :

$$\mathcal{E} = C_1 - C_2$$

Используя вышеприведенную формулу, были выполнены расчеты для того, чтобы определить, в каких условиях предложенные технология и комплект машин для заготовки щепы из древесных отходов будут эффективны. При расчетах принималась цена 1 м<sup>3</sup> топливной щепы — 46773 руб. Результаты расчетов показывают, что эффективно подвозить за-

полненный щепой бункер машины МР-25 для перегрузки в контейнер на расстояние до 0,75 км и транспортировать топливную щепу контейнеровозом (без прицепа) к энергоустановке на расстояние до 50 км. Если расстояние подвозки щепы к контейнеру уменьшить до 0,25 км, то эффективно транспортировать топливо на расстояние 70 км. Поэтому желательно контейнеры контейнеровоза располагать не далее 250 м от места работы рубильной машины по измельчению отходов и заполнению своего бункера. Расстояние эффективной транспортировки щепы из древесных отходов можно увеличить до 90 км, если контейнеровоз будет работать с прицепом.

В целом для производства и поставки древесного топлива в республике требуется: около 228 трелевочных тракторов, 762 погрузочно-транспортные машины, 167 рубильных машин и тракторов для их перемещения, 620 автощеповозов, 74 погрузчика щепы. Суммарные капитальные вложения на приобретение данной техники составят около 273 млрд. руб.

## **ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ СИЛОСОВАННЫХ КОРМОВ**

**С.В. Основин, к.с.-х.н.**

*Белорусский государственный аграрный технический университет (г. Минск)*

При приготовлении стебельных кормов в горизонтальных хранилищах на качество кормов влияют природно-климатические условия региона, в котором они заготавливаются. Поэтому необходимо закладку кормов в хранилища проводить в минимальные сроки, поскольку их увеличение приводит к тому, что качество кормов ухудшается, уменьшается количество питательных веществ.

Потери кормов происходят в результате окислительно-восстановительных процессов, происходящих в плохо уплотненной стебельной массе в хранилищах с большой открытой поверхностью в процессе заполнения хранилища, влияния влаги атмосферных и грунтовых вод, воздухопроницаемости некачественных герметизирующих покрытий.

В используемых в настоящее время технологиях приготовления кормов в горизонтальных хранилищах потери выросшего урожая имеют место из-за несовершенных методов уборки и закладки на хранение в горизонтальные хранилища, особенно в неблагоприятных погодных условиях.

Анализ работы сельскохозяйственных предприятий показывает, что необходимо строго соблюдать традиционные и внедрять современные технологии заготовки кормов, основанные на ресурсосбережении. При этом необходимо учитывать, что полученные корма должны иметь питательную ценность, незначительно отличающуюся от исходного сырья. Однако во многих хозяйствах страны до сих пор не осознали необходимость scrupulous соблюдения технологии силосования, что не позволяет им надежно обеспечивать животных дешевыми и качественными кормами.

Задача, которую необходимо выполнить при заготовке стебельных кормов, — максимальное сохранение их качества. На практике желание заготовить большое количество кормов нередко приводит к ухудшению их качества. По различным оценкам, потери при консервировании составляют от 15–20% до 35–40% как по протеину, так и по сухому веществу.

Исследованиями И.С. Колтушкина установлена зависимость пористости  $m$  от относительной влажности материала  $W$  в виде:

$$M = 1 - 0.667 (1 + 0.5 W) \gamma,$$

где  $\gamma$  — объемная масса растительного материала, г/см<sup>3</sup>.

Для получения качественных силосованных кормов необходимо выполнить три основных требования: как можно быстрее заполнить хранилище; лучше уплотнить массу; хорошо герметизировать хранилище. Невыполнение любого из этих требований неизбежно ведет к большим потерям питательных веществ, как в процессе заполнения хранилища, так и в процессе брожения корма. Выполнение первого и третьего требований зависит в основном от