

УДК 630.332.3:662.63

**А. В. Вавилов**, доктор технических наук, профессор (БНТУ);**Ю. В. Соколовский**, старший преподаватель (БНТУ)

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАШИН ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТОПЛИВА, ВКЛЮЧАЯ ОБЛАГОРОЖЕННОЕ, ИЗ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, УДАЛЯЕМОЙ С ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

В настоящее время становится актуальным вопрос использования топливной щепы из древесно-кустарниковой растительности, удаляемой с объектов строительного комплекса. Опыт производства такой щепы показал, что она плохо приспособлена для сжигания в имеющихся энергетических установках, но при более глубокой переработке и получении пеллет или брикетов может быть успешно использована в качестве топлива. В статье предложены усовершенствованные системы машин по заготовке топлива из древесно-кустарниковой растительности на объектах строительного комплекса.

Now the question becomes relevant use of wood chips from trees and shrubs removed from facilities construction industry. Experience in the production of such chips has shown that it is poorly suited for burning in existing power plants, but more advanced processing and receipt of pellets or briquettes can be successfully used as a fuel. The article suggests improved systems of machines for stocking fuel from trees and shrubs at the facilities of the construction industry.

**Введение.** В связи с нехваткой дровяной древесины для производства топливной щепы, заготавливаемой в лесном комплексе, актуальным становится вопрос заготовки такой щепы из нежелательной растительности, удаляемой с объектов строительства при выполнении подготовительных работ (мелиоративное, дорожное, промышленное и гражданское строительство). Особенно большие объемы древесно-кустарниковой растительности (ДКР) предстоит удалять с объектов мелиорации, на которых будут воздвигаться сельскохозяйственные культуры.

Сложившаяся система машин была направлена на получение топливной щепы из ДКР и предусматривала только ее удаление и уничтожение. Имеющийся опыт производства топливной щепы из ДКР показал, что такая щепа отличается от щепы из дров фракцией с большим разбросом получаемых размеров (из-за многочисленных веток), большим процентом коры и листвы и не совсем приспособлена для использования на уже эксплуатируемых энергоустановках. При более глубокой переработке из такой щепы возможно получать облагороженное топливо в виде пеллет или брикетов. В данной статье предложено усовершенствовать сложившуюся систему машин в направлении производства топлива, включая облагороженное из ДКР, удаляемой с объектов строительства.

**Основная часть.** Сплошную заготовку ДКР на объектах мелиорации и при расчистке облесенных площадей под добычу полезных ископаемых открытым способом рекомендуется производить с помощью универсального базового шасси, оборудованного срезающее-пакетиру-

ющим рабочим органом (рис. 1), функционирующим в соответствии со схемой (рис. 2).

В качестве универсально базового шасси предлагается использовать одноковшовый гусеничный экскаватор с увеличенной шириной гусеницы. Преимуществом такого шасси является высокая проходимость и малое давление на основание, позволяющие работать на переувлажненных грунтах с низкой несущей способностью, а также возможность замены сменного срезающего-пакетирующего рабочего органа основным рабочим оборудованием в случае отсутствия объемов работ в межсезонье.

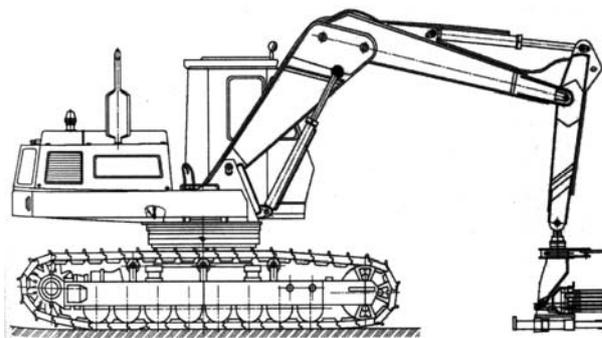


Рис. 1. Срезающе-пакетирующая машина на базе экскаватора ЭО-3223

Заготовка зеленой щепы при расчистке полосы отвода автомобильных дорог производится следующим образом (рис. 3). Деревья на полосе отвода автомобильных дорог срезаются бензопилой и складываются в кучи. Если запас древесины на полосе отвода значительный, то кучи получают большими. Их перемещают форвардером на открытую площадку для подсушки [1].

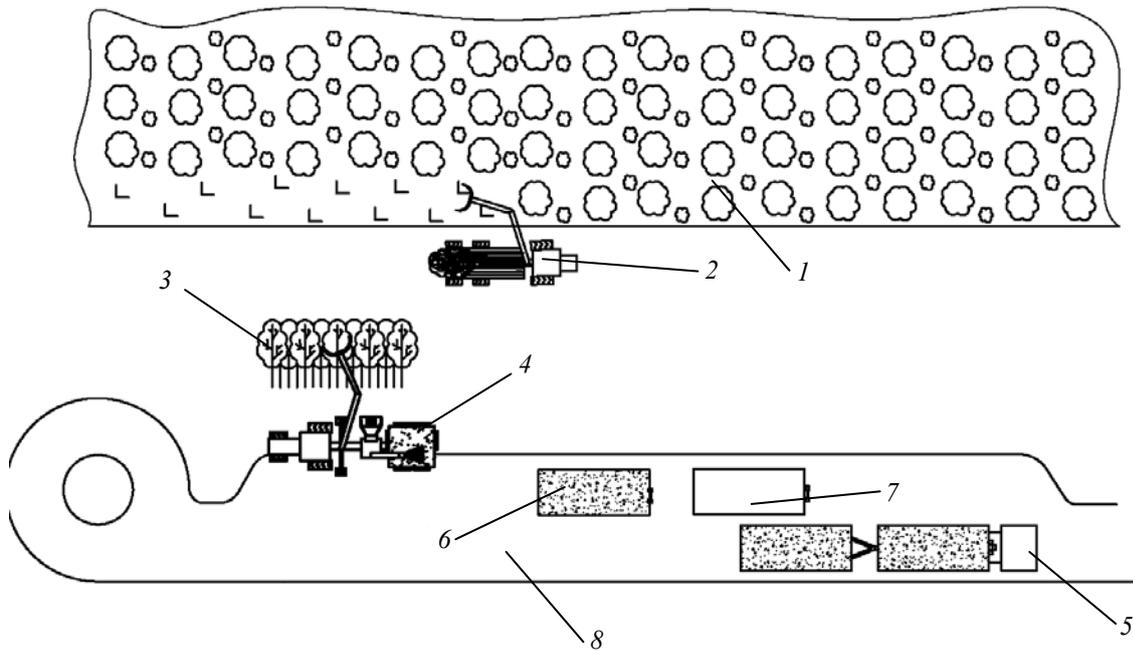


Рис. 2. Заготовка топливной щепы на объектах мелиорации или расчистки облесенных площадей под добычу полезных ископаемых открытым способом:

1 – кустарниковые насаждения; 2 – форвардер «Амкодор 2661»; 3 – штабель деревьев; 4 – рубильная машина МР-25; 5 – груженный топливозов; 6 – загруженный контейнер; 7 – порожний контейнер; 8 – дорога

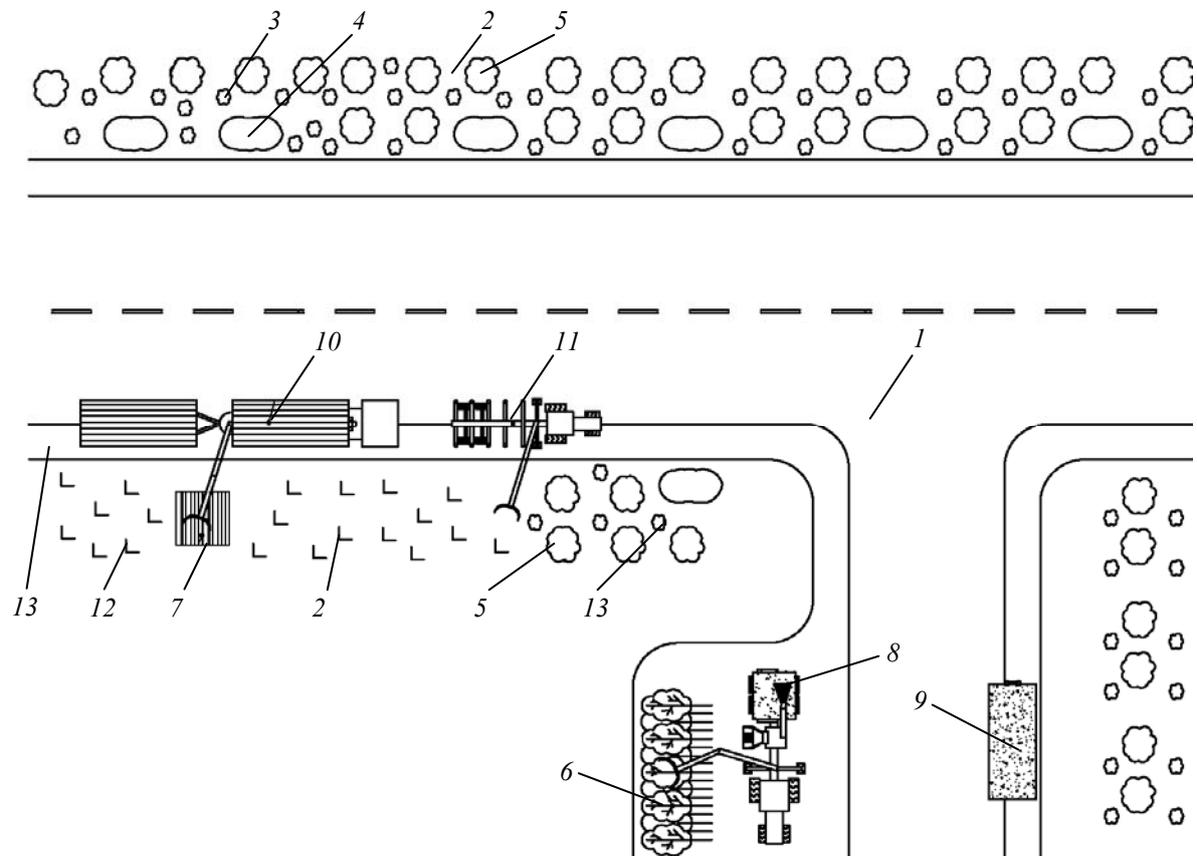


Рис. 3. Расчистка полосы отвода автомобильных дорог:

1 – автомобильная дорога; 2 – полоса отвода дороги; 3 – мелкие деревья; 4 – кустарник; 5 – крупные деревья; 6 – куча мелких деревьев; 7 – сортименты; 8 – рубильная машина МР-25; 9 – контейнер для топливной щепы; 10 – сортиментовоз; 11 – форвардер; 12 – пни; 13 – обочина дороги

К таким кучам подходит рубильная машина МР-25 и перерабатывает подсушенные деревья в щепу. При наполнении щепой собственного бункера рубильная машина высыпает щепу в контейнер топливозова. Если запас древесины незначительный на полосе отвода, то мелкие кучи также собирают и отвозят на площадки для подсушки [2].

Заготовка топливного сырья и получение из него зеленой щепы на трассах отвода железных дорог, линий электропередач, нефтегазопроводов производится так же, как и на полосе отвода автомобильных дорог.

Как уже отмечалось, измельчение ДКР в щепу рекомендуется осуществлять с помощью

мобильной рубильной машин МР-25, оборудованной собственным бункером-перегрузателем (рис. 4). В Беларуси нашла применение также отечественная рубильная машина Амкодор 2902. Ниже приведены технические характеристики таких рубильных машин (табл. 1, 2).



Рис. 4. Мобильная рубильная машина МР-25

Таблица 1

Техническая характеристика рубильной машины МР-25

Энергетическое средство	Трактор лесохозяйственный «Беларус» Л1221
Дробилка	Барабанная многолезцовая, с автоматическим реверсом подающего ролика и конвейерной ленты
Модель	HEM 360 Z (фирмы JENZ)
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	25–60
Размеры загрузочного окна, мм	790×360
Объем бункера-накопителя, м <sup>3</sup>	10
Эксплуатационная масса, кг	17 300
Габаритные размеры, мм:	
длина	11 000
ширина	2420
высота	3850
Шасси	Полуприцеп многофункциональный, одноосный 4-колесный с гидроруляемым дышлом
Колея, мм	1935
Дорожный просвет, мм	320
Манипулятор	ГМ-42Т/ГМ-50
Грузовой момент манипулятора, кНм	31/45
Вылет стрелы манипулятора, м	6,5/7,2

Таблица 2

Техническая характеристика рубильной машины (измельчителя) Амкодор 2902

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	100
Вместимость контейнера, м <sup>3</sup>	16
Высота выгрузки контейнера, мм	3200
Рубильный модуль	Барабанного типа, Kesia (Финляндия)
Манипулятор	Kesia (Финляндия)
Подъемный момент манипулятора, кНм	80
Вылет стрелы, мм	10 325
Угол поворота манипулятора, град	380
Дизель	Д-260.9
Мощность эксплуатационная, кВт (л. с.)	132(180)
Трансмиссия	Гидромеханическая
Скорость транспортная, км/ч	0–30
Масса эксплуатационная, кг	24 000
Длина, мм	9300
Ширина, мм	2900
Высота, мм	3950

Таблица 3

## Техническая характеристика топливозова

Технически допустимая общая масса автомобиля, кг	27 500
Распределение технически допустимой общей массы, кг:	
передняя ось	7500
оси ведущей тележки	20 000
Полная масса автомобиля с механизмом смены кузова (без кузова) в снаряженном состоянии, кг	12 900(13 050)
Технически допустимая грузоподъемность, кг	14 500
Объем платформы, м <sup>3</sup>	35
Двигатель	ЯМЗ-6562.10V-8 (Euro-3)
Мощность двигателя, л. с.	(270)
Коробка передач	ЯМЗ-2361 или ЯМЗ-336
Число передач КП	5 или 6
Подвеска:	
передняя	Малоллистовая рессорная
задняя	Многолистовая рессорно-балансирная
Максимальная скорость, км/ч	90
Объем топливного бака, л	300

Щепу из заполненных бункеров отечественных мобильных рубильных машин рекомендуется перегружать в рядом стоящие съемные контейнеры топливозовов, оборудованных системой «мультилифт». В Беларуси на базе автомобиля МАЗ-6501А3 с колесной формулой 6×4 создан топливозов (рис. 5) со следующей технической характеристикой (табл. 3).



Рис. 5. Топливозов с системой мультилифт

Кроме ДКР, в щепу можно превращать толстые старые фаутные деревья, как правило, с сердцевинной гнилью, часто удаляемые вдоль дорог или в парках при их реконструкции. Сегодня применяется, как уже отмечалось, затратная технология распиливания таких деревьев бензопилами на чурки с последующим раскалыванием их на малопродуктивных древокольных станках. Предлагается более эффективный известный за рубежом метод уменьшения размеров толстых деревьев – расщепление их на куски вдоль всего бревна с помощью сменного раскалывающего рабочего органа (рис. 6), монтируемого на многофунк-

циональную машину, уже имеющуюся на предприятии.

Роликовая система в раскалывающем устройстве позволяет сократить сопротивление трения и значительно сэкономить энергозатраты при расщеплении древесины.

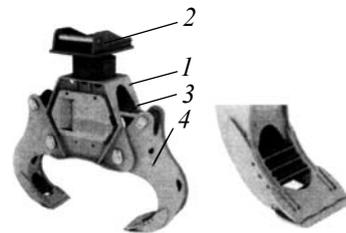


Рис. 6. Конструкция рабочего органа для раскалывания крупногабаритной древесины:  
1 – корпус; 2 – монтажный фланец;  
3 – гидроцилиндр; 4 – клин

Выполненные расчеты показывают, что для навешивания сменного раскалывающего рабочего органа подходит лесопогрузчик «Амкодор 352 Л» (рис. 7).

Полученная щепа для производства обгаороженного топлива (например, пеллет) предварительно сушится, затем дополнительно измельчается на молотковых дробилках, после чего поступает в циклон и дозировочный бункер, из которого определенные порции подаются на гранулятор, производящий пеллеты. Полученные пеллеты поступают на виброгрохот (вибросито) для удаления пыли, а затем в охладитель, далее на повторную сортировку и наконец – в бункер, где пеллеты накапливаются для расфасовки, чаще всего в мешки.

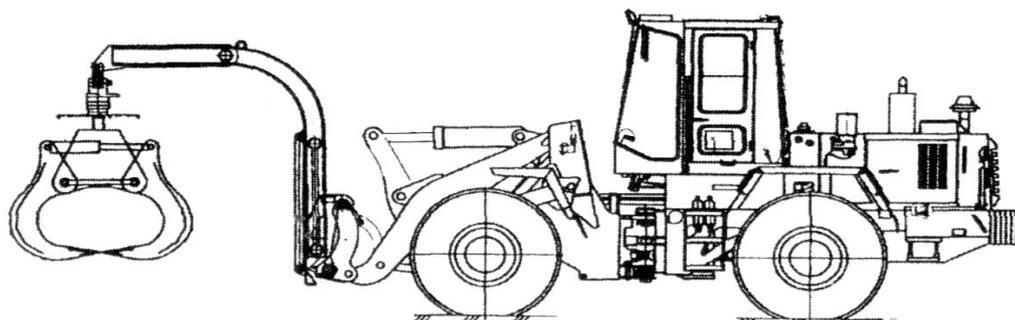


Рис. 7. Лесопогрузчик «Амкодор 352Л» со сменным раскалывающим рабочим органом

Для получения пеллет не требуется специального связующего, так как получаемая в процессе размола древесная масса нагревается, в результате чего происходит разжижение содержащихся в ней смол и лигнина, которые и действуют в качестве клея.

Находит применение технологическая линия по производству пеллет с агрегатом, совмещающим сушку и измельчение, АС-4 (рис. 8), выпускаемая ООО «ЭкоЭнергия» (РФ).

Такой агрегат состоит из склада сырья «подвижное дно» 1, транспортера подачи сырья в агрегат АС 2, теплогенератора твердотопливного 3, бункера топлива теплогенератора 4, агрегата сушки-измельчения 5, осадочного циклона со шлюзовым затвором 6, вытяжного вентилятора-дымососа 7, дымовой трубы 8, транспортера сухого измельченного материала 9, бункера-гранулятора 10,

пресс-гранулятора 11, охладителя-сортировщика пеллет 12, циклона охладителя с вентилятором 13, норрии охладителя 14.

Преимуществом данной технологической линии является совмещение измельчения и сушки в одном агрегате и то, что измельчению подвергается невысушенный материал, на что тратится меньше энергии, а сушка тонкоизмельченного материала более эффективна.

Как следует из патентов РФ автора Слипченко П. П., движение сырья внутри такого агрегата организовано так, что частицы обрабатываемого материала испытывают удары активатора и многочисленные взаимные соударения. Эти встречные соударения и взаимное трение приводят к измельчению и одновременному нагреву сырья, а значит, и сушке.

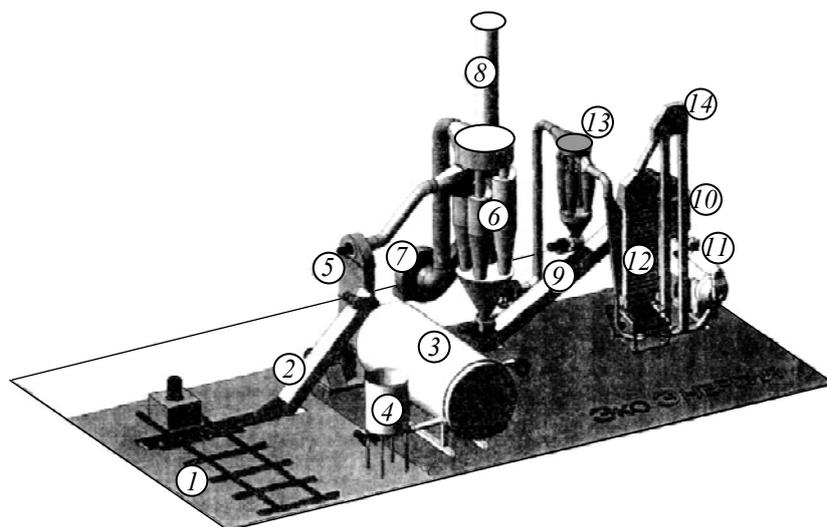


Рис. 8. Технологическая линия по производству пеллет с агрегатом сушки-измельчения АС-4:

- 1 – склад сырья «подвижное дно»; 2 – транспортер для подачи сырья;  
 3 – теплогенератор твердотопливный; 4 – бункера топлива теплогенератора;  
 5 – агрегат сушки-измельчения, 6 – осадочный циклон; 7 – вытяжной вентилятор-дымосос;  
 8 – дымовая труба; 9 – транспортер сухого измельченного материала; 10 – бункер-гранулятор;  
 11 – пресс-гранулятор; 12 – охладитель-сортировщик пеллет;  
 13 – циклон охладителя; 14 – норрии охладителя

Для удержания обрабатываемого материала в рабочей камере, пока он не достигает требуемой влажности и размеров частиц, служит система динамической классификации. На производительность рассматриваемой технологической линии влияет ряд факторов: влажность и размеры обрабатываемого материала на входе в агрегат сушки-измельчения и на выходе из него; наличие подачи горячего воздуха в агрегат.

Производительность рассматриваемой линии колеблется в пределах 0,5–3,0 т/ч. При производительности около 1 т/ч при сушке-измельчении щепы суммарная мощность линии достигает всего лишь 75 кВт, что дает возможность подключаться к мобильным электрогенераторам, которые в Беларуси успешно выпускает предприятие «БМЕ-Дизель».

Линия может быть мобильной (занимая площадь около 15 м<sup>2</sup>) для приближения к рассредоточенной в небольших объемах сырьевой базе.

**Выводы.** 1. Предложена усовершенствованная система машин, включающая одноков-

шовый гусеничный экскаватор со срезающее-пакетирующим рабочим органом, форвардер, лесопогрузчик со сменным раскалывающим рабочим органом, мобильную рубильную машину, топливовоз с системой «мультилифт» и технологическую линию по производству пеллет.

2. Использование одноковшового гусеничного экскаватора в качестве базовой машины для монтажа срезающее-пакетирующего рабочего органа позволяет осуществить операции по удалению ДКР на площадях с недостаточной несущей способностью грунта, на которых сосредоточены основные запасы неиспользуемой сегодня древесной растительности.

#### Литература

1. Вавилов, А. В. Пеллеты в Беларуси: производство и получение энергии / А. В. Вавилов. – Минск: Стринко, 2012. – 163 с.

2. Вавилов, А. В. Ресурсосберегающие технологии для топливообеспечения энергетических установок на биомассе / А. В. Вавилов. – Минск: Стринко, 2006. – 182 с.

*Поступила 15.02.2013*