

УДК 674.8.05:630\*614

**А. П. Матвейко**, доктор технических наук, профессор (БГТУ)**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА  
ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ НА ВЕРХНИХ СКЛАДАХ**

Предложены технологии, выбраны и обоснованы машины и механизмы для производства топливной щепы из древесного сырья на верхних лесных складах. Даны формулы для расчета производительности погрузочно-транспортных машин на подвозке древесного сырья на верхних складах и рубильной машины на измельчении древесного сырья на щепу на верхнем складе.

The technology for production of fuel chips from wood raw materials in upper forest warehouses, cars and mechanisms are charisen and proved. Given the formulas for the calculation of the performance of loading-transport machines limousine wood raw material on the upper warehouses and a chipping machine for grinding of wood raw material on a splinter on the top warehouse.

**Введение.** Более половины заготавливаемого древесного сырья в мире в настоящее время используется для выработки тепловой и электрической энергии на стационарных тепло- и энергоустановках различной мощности, в т. ч. для бытовых целей.

В Беларуси также ведутся интенсивные работы по широкомасштабному использованию древесного сырья для получения тепловой и электрической энергии в целях повышения энергетической безопасности страны при ограничении поставок энергоресурсов извне. При этом важная роль отводится дровам, низкокачественной древесине и древесным отходам.

**1. Технология и машины для производства топливной щепы на верхних лесных складах.** Заготовку топливной щепы следует производить после окончания основных лесосечных работ, когда деловая древесина доставлена к лесовозной дороге и уложена в штабеля или отгружена потребителям либо на нижний склад ЛЗП.

Возможны два варианта технологий производства топливной щепы на верхних складах. Если дрова, низкокачественная древесина и лесосечные отходы находятся на пасаках, технологический процесс производства топливной щепы будет состоять из следующих операций: сбора древесного сырья, подвозки его на верхний склад и укладки дров и низкокачественной древесины в штабеля, а отходов в валы, переработки доставленного на верхний склад древесного сырья на топливную щепу с подачей щепы в кузов автощеповоза или контейнер, доставки щепы потребителю или на нижний склад ЛЗП, выгрузки щепы, возвращения автощеповоза или контейнера обратно на верхний склад.

Если же дрова, низкокачественная древесина и лесосечные отходы находятся на верхнем складе, технологический процесс производства топливной щепы упростится, так как не потребуются сбор этого древесного сырья и подвозка его на верхний склад. Остальные операции будут те же, что и в первом варианте.

Для механизации перечисленных выше операций могут быть использованы следующие

машины и механизмы. На сборе и подвозке древесного сырья на верхние склады рекомендуется двухзвенная погрузочно-транспортная машина МПТ-461.1 Минского тракторного завода, как наиболее дешевая по сравнению с другими аналогичными машинами. На разделке длинных кусков стволовой древесины и тонкомерных деревьев на более короткие целесообразно использовать универсальные бензиномоторные пилы фирм «Штиль» (Германия) или «Хускварна» (Швеция) с мощностью двигателя 3,1...3,4 кВт, и в частности «Штиль MS 341», «Штиль MS 361» или «Хускварна 357 ХР», «Хускварна 346 ХР»; для переработки древесного сырья на щепу – прицепные рубильные машины «Беларус МР-25-03» и «Беларус МР-40» с гидроманипулятором для подачи древесного сырья в рубильную установку Минского тракторного завода; для доставки щепы потребителям – автощеповозы МАЗ-650А3 и САТ-105 Бобруйского завода «Спецавтотехника» [1].

Форвардер МПТ-461.1 выполняет сбор и погрузку на грузовую платформу древесного сырья, транспортировку сырья на верхний склад и укладку низкокачественной древесины в штабеля, а лесосечных отходов – в валы. Производительность форвардера может быть определена по формуле (1).

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{(T - t_{\text{п-3}}) \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot V_{\text{рейс}}}{t_1 + \frac{S}{v_r} + \frac{S}{v_x} + t_{\text{пор}} V_{\text{рейс}} + t_{\text{выг}} V_{\text{рейс}}}, \quad (1)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{\text{п-3}}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций, с;  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени;  $\varphi_2$  – коэффициент технической готовности;  $V_{\text{рейс}}$  – объем древесины, перевозимой форвардером за один рейс, м<sup>3</sup>;  $t_1$  – время на маневрирование форвардера, с;  $S$  – расстояние подвозки древесного сырья форвардером с лесосеки на верхний склад, м;  $v_r$  – скорость движения форвардера с грузом, м/с;  $v_x$  – скорость движения форвардера

порожняком на лесосеку, м/с;  $t_{\text{пор}}$  – время на погрузку  $1 \text{ м}^3$  древесного сырья на форвардер, с;  $t_{\text{выг}}$  – время на выгрузку  $1 \text{ м}^3$  древесного сырья и укладку в штабель или кучу.

При производстве топливной щепы на верхнем складе рубильная машина, перемещающаяся вдоль штабеля низкокачественной древесины или кучи отходов лесозаготовок, измельчает это сырье на щепу с подачей ее в кузов автошассе поезда или сменный контейнер. В этом случае производительность самоходной или передвижной рубильной машины на измельчении древесного сырья на верхнем складе может быть определена по следующей формуле (2).

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{(T - t_{\text{п-з}}) \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot 2 \cdot L_{\text{max}}^{\text{раб}} \cdot l_c \cdot H_{\text{шт}} \cdot K_{\text{п}}}{\frac{2L_{\text{max}}}{v_{\text{дв}}} + t_2 + \frac{2 \cdot L_{\text{max}}^{\text{раб}} \cdot l_c \cdot H_{\text{шт}} \cdot K_{\text{п}}}{b \cdot h \cdot u \cdot K_{\text{о}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{р}}}}, \quad (2)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{\text{п-з}}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций, с;  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени рубильной машиной;  $\varphi_2$  – коэффициент технической готовности рубильной машины;  $L_{\text{max}}$  – максимальный рабочий вылет гидроманипулятора машины, м;  $l_c$  – длина древесного сырья, м;  $H_{\text{шт}}$  – высота штабеля древесного сырья, м;  $K_{\text{п}}$  – коэффициент полндревесности штабеля сырья;  $v_{\text{дв}}$  – скорость движения машины при переездах вдоль штабеля с одной рабочей позиции на другую, м/с;  $t_1$  – время на приведение гидроманипулятора в рабочее и транспортное положения, с;  $b$ ,  $h$  – соответственно ширина и высота приемного окна подающего устройства рубильной установки, м;  $u$  – скорость подачи древесного сырья в рубильную установку, м/с;  $K_{\text{о}}$  – коэффициент использования приемного окна рубильной установки;  $K_{\text{м}}$  – коэффициент использования машинного времени рубильной установки;  $K_{\text{р}}$  – коэффициент использования рабочего времени механизма измельчения.

Время на измельчение древесного сырья на одной рабочей позиции зависит от количества древесного сырья на участке штабеля или кучи отходов лесозаготовок, расположенных в зоне вылета гидроманипулятора рубильной машины, и производительности рубильной установки.

Производительность рубильной машины на измельчении древесного сырья от рубок ухода будет аналогичной. Интенсивность рубки ухода не влияет на производительность данного оборудования, так как переработка древесного сырья на топливную щепу происходит на верхнем лесном складе, где оно предварительно уложено в штабеля.

Приняв для расчетов производительности форвардера и передвижной рубильной машины  $T = 28\,800 \text{ с}$  (8 ч);  $t_{\text{п-з}} = 2400 \text{ с}$  (40 мин),

$t_{\text{л}} = 270 \text{ с}$ ,  $\varphi_1 = 0,75$ ;  $\varphi_2 = 0,8$ ;  $V_{\text{рейс}} = 8,0 \text{ м}^3$ ;  $t_1 = 50 \text{ с}$ ;  $S = 350 \text{ м}$ ;  $v_{\text{г}} = 0,85 \text{ м/с}$ ;  $v_{\text{х}} = 1,25 \text{ м/с}$ ;  $t_{\text{пор}} = 135 \text{ с/м}^3$ ;  $t_{\text{выг}} = 90 \text{ с/м}^3$ ;  $L_{\text{max}}^{\text{раб}} = 5 \text{ м}$ ;  $l_c = 4 \text{ м}$ ;  $H_{\text{шт}} = 2 \text{ м}$ ;  $K_{\text{п}} = 0,4$ ;  $v_{\text{дв}} = 0,6 \text{ м/с}$ ;  $t_2 = 120 \text{ с}$ ;  $b = 0,65 \text{ м}$ ;  $h = 0,4 \text{ м}$ ;  $u = 0,2 \text{ м/с}$ ;  $K_{\text{о}} = 0,57$ ;  $K_{\text{п}} = 0,72$ ;  $K_{\text{р}} = 0,75$  и произведя расчеты по формулам (1) и (2), получим производительность форвардера на подвозке древесного сырья  $50,0 \text{ м}^3/\text{см}$ , производительность рубильной машины на измельчении низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок на верхнем складе  $100,0 \text{ м}^3/\text{см}$ .

При пятидневной рабочей неделе число рабочих дней в году равно 250 согласно нормам технологического проектирования. Тогда число машино-смен работы машины в год составит:

$$T = D_{\text{р}} \cdot K_{\text{см}} \cdot K_{\text{т.г}} \cdot 1 / K_{\text{н}}, \quad (3)$$

где  $D_{\text{р}}$  – число рабочих дней в году, дней;  $K_{\text{см}}$  – число смен работы машины в сутки, смен;  $K_{\text{т.г}}$  – коэффициент технической готовности машины;  $K_{\text{н}}$  – коэффициент неравномерности работы машины в течение года.

Приняв  $D_{\text{р}} = 250$  дней,  $K_{\text{см}} = 1,5$  смены;  $K_{\text{т.г}} = 0,85$ ;  $K_{\text{н}} = 1,1$ , получим, что

$$T = 250 \cdot 1,5 \cdot 0,85 \cdot 1 / 1,1 = 290 \text{ машино-смен.}$$

Тогда годовая производительность форвардера на подвозке дров, низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок составит в среднем:

$$\Pi_{\text{год}} = T \cdot \Pi_{\text{см}} = 290 \cdot 50,0 = 14\,500 \text{ м}^3$$

и в зависимости от конкретных природно-производственных условий может изменяться от  $12\,500 \text{ м}^3$  до  $16\,000 \text{ м}^3$ .

Производительность рубильной машины на измельчении этого древесного сырья на топливную щепу составит в среднем

$$\Pi_{\text{год}} = 290 \cdot 100,0 = 29\,000 \text{ м}^3$$

и в зависимости от конкретных природно-производственных условий может изменяться от  $26\,000 \text{ м}^3$  до  $32\,000 \text{ м}^3$ .

**Заключение.** 1. Разработана технология, выбраны и технико-экономически обоснованы машины для производства топливной щепы из дров, низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок на верхних лесных складах.

2. Предложены формулы для расчета производительности форвардера на подвозке древесного сырья с лесосеки на верхний склад и рубильной машины на измельчении древесного сырья на щепу на верхнем складе.

## Литература

1. Матвейко А. П. Технология и машины лесосечных работ. Минск: БГТУ, 2008. 118 с.

Поступила 27.02.2014