

УДК 630.3:531.6

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ
ПРИ ЛЕСОЗАГОТОВКАХ**

С.И. Кожурин, Г.К. Букалов, Н.С. Кузнецова, И.М. Шапкина

В статье описан способ и принципиальные схемы использования энергии падающего дерева, реализация которых позволит снизить энергопотребление на лесозаготовках, а также открывает новые возможности уменьшения антропогенных воздействий на окружающую среду.

В процессе заготовки леса (отделения дерева от его корневой части, обрубки сучьев, раскряжевки и т.д.) широко используется энергия двигателей внутреннего сгорания. При работе двигателей подобного типа используются дорогостоящие нефтепродукты, в результате сжигания которых в атмосферу выбрасываются токсичные продукты.

Вместе с тем известно, что растущее дерево обладает механической потенциальной энергией. Разница энергии дерева после падения $E_{\text{кон}}$, Дж и энергии дерева до падения $E_{\text{нач}}$, Дж соответствует величине работы, совершаемой деревом при падении,

$$A = E_{\text{кон}} - E_{\text{нач}}. \quad (1)$$

Ниже приводятся расчеты по одной из доминирующих пород южнотаежных лесов – сосне первого разряда высот. Используя значения линейных и объемных размеров деревьев в зависимости от толщины, известные методы расчета механической энергии с учетом (1), можно рассчитать величину работы, совершаемой деревьями в процессе валки леса. В целях практического использования её необходимо сравнить с величиной работы, затрачиваемой в процессе лесозаготовок для первичной обработки ствола дерева – спиливания, удаления сучьев, раскряжевки. Рассмотрим первую операцию процесса валки леса – отделение ствола от корневой системы посредством спиливания.

Работу, необходимую на спиливание дерева, можно вычислить, используя расчеты мощности, необходимой для пиления, которая определяется по формуле [1, 2]

$$N_p = \frac{1}{\eta} kbHU(1 + l_0\mu_{nc}), \quad (2)$$

где N_p – мощность резания, Вт;

k – удельная работа резания, Дж/м³, численно равная удельному сопротивлению резания;

b – ширина пропила, м;

H – средняя высота пропила, м;

U – скорость подачи, м/с;

l_0 – коэффициент, зависящий от усилия отжима;

μ_{nc} – коэффициент трения пильной цепи о шину, $\mu_{nc} = 0,2$;

η – КПД двигателя пилы, $\eta = 0,85$.

Удельная работа резания определяется по формуле

$$k = k_0 a_n a_w a_p a_v a_t, \quad (3)$$

где k_0 – основное значение удельной работы резания при пилении воздушно-сухой древесины острой пильной цепью, Дж/м³;

a_n – коэффициент, учитывающий породу древесины (для сосны $a_n = 1$);

a_w – коэффициент, учитывающий влияние влажности древесины при пилении, имеет следующие значения:

Влажность абс., %	8–10	15–20	35–50	100–150	150 и более
a_w	0,9	1,0	1,05	1,1	0,85

a_p – коэффициент, учитывающий затупление пильной цепи;

$$a_p = 1 + 0,25 T_0, \quad (4)$$

где T_0 – время работы цепи после заточки, обычно в пределах 4 ч;

a_v – коэффициент, учитывающий скорость резания; при скоростях резания $V \leq 60$ м/с $a_v = 1$;

a_t – коэффициент, учитывающий температуру воздуха, в летнее время $a_t = 1$; в зимний период величина a_t определится по формуле

$$a_t = 1 + 0,1 \sqrt[3]{T}, \quad (5)$$

где T – абсолютное значение отрицательной температуры, °С.

Величина k_0 зависит от ширины пропила и подачи на зуб и определяется по формуле

$$k_0 = \frac{2,65 \cdot 10^5}{(U_z b)^{0,33}}, \quad (6)$$

где U_z – подача на зуб, м;

b – ширина пропила, м.

Коэффициент l_0 определяется по формуле

$$l_0 = 0,2 a_p^2. \quad (7)$$

Произведение ширины пропила на среднюю высоту пропила и среднюю скорость подачи есть объем стружки, снимаемой за 1 с,

$$q = b H U. \quad (8)$$

Если в формулу (2) подставить объем стружки, получаемой за один рез, то получим не что иное, как работу, необходимую на спиливание,

$$A = \frac{1}{\eta} kq(1 + l_0\mu_{nc}), \quad (9)$$

где q – объем стружки, образовавшейся за один пропил, м³. Его можно определить по формуле

$$q = S b, \quad (10)$$

где S – площадь сечения дерева в месте пропила, м²;

$$S = \frac{1}{4} \pi d^2, \quad (11)$$

где d – диаметр в месте пропила (в комле), м.

Формулы (2)–(11) справедливы для всех видов резания со снятием стружки, изменяется лишь удельная работа резания k , определяемая опытным путем с учетом всех сопротивлений.

Ниже приводятся расчеты удельной работы резания в соответствии с выражением (4), при следующих типичных условиях ведения лесозаготовок:

- валка леса производится цепными бензиномоторными пилами, обеспечивающими ширину пропила 8 мм; при подаче на зуб 0,3 мм удельная работа резания k_0 составляет 20,6 МДж/м³;
- заготовка древесины ведется в сосновых насаждениях, $a_n = 1$;

- абсолютная влажность древесины составляет 35–50%, $a_w = 1,05$;
- время работы после заточки цепи составляет 2 ч, значение $a_p = 1,5$;
- спиливание производится наиболее широко распространенными отечественными пилами МП-5 «Урал-2», имеющими скорость резания 11,0 м/с; т.е. при скоростях резания $V \leq 60$ м/с величина $a_v = 1$;
- температура воздуха в зимнее, наиболее приемлемое для лесозаготовок время принимается минимальная, -15°C , тогда в соответствии с (5) величина $a_t = 1,25$.

Имея значения удельной работы резания и определив из выражений (10), (11) объем стружки, образующейся за один пропил при валке одного дерева, рассчитывается работа, необходимая для спиливания деревьев.

Результаты сравнения величин механической энергии, необходимой для спиливания дерева, и потенциальной энергии, которой обладает растущее дерево, представлены на рис. 1.

Из рисунка видно, что потенциальная энергия растущих деревьев в 2–3 раза превышает энергию, затрачиваемую на отделение дерева от корневой системы.

Расчеты показывают, что запас потенциальной энергии растущего дерева может быть реально использован в промышленных целях. Для достижения этого потенциальная энергия растущего дерева должна преобразоваться в энергию, приводящую в действие рабочие органы лесозаготовительной техники – пильный механизм, сучкорезное устройство, манипулятор и т.д.

Принципиальная схема осуществления данного способа может быть, к примеру, представлена следующими гидравлическими системами (рис. 2).

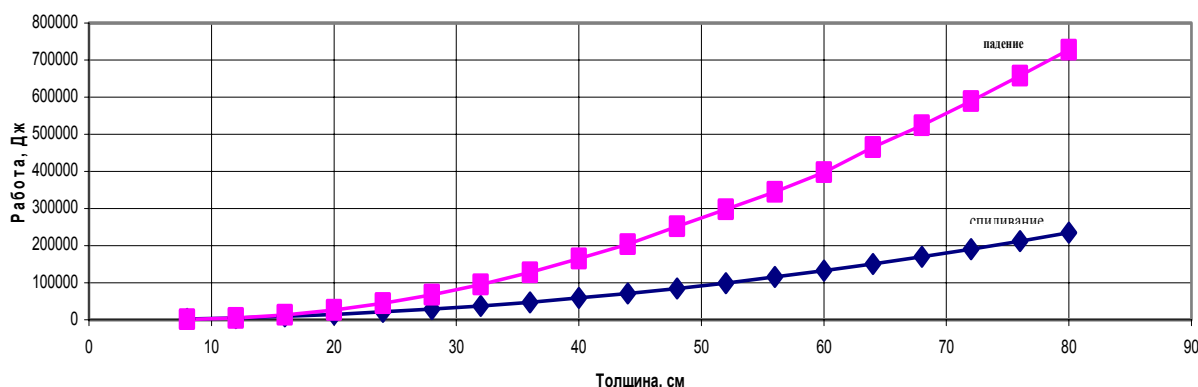


Рис. 1. Зависимость работы, затрачиваемой на спиливание и совершаемой при падении дерева, от его толщины

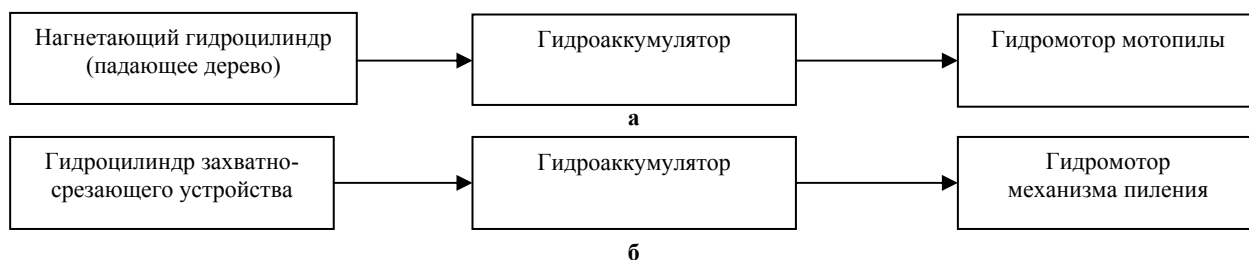


Рис. 2. Схемы использования потенциальной энергии дерева:
а – валка деревьев мотопилой; б – валка валочно-пакетирующей машиной

В процессе валки леса мотопилой (рис. 2а) падающее дерево под силой тяжести воздействует на шток нагнетающего рабочую жидкость гидроцилиндра или непосредственно на шток гидроаккумулятора (в зависимости от его конструкции). Рабочая жидкость передает давление, в результате чего в гидроаккумуляторе происходит накопление энергии. При валке следующего дерева энергия из гидроаккумулятора посредством гидравлической

системы подается на гидромотор ручной цепной мотопилы, с помощью которой осуществляется спиливание дерева.

При валке леса с помощью валочно-пакетирующей машины манипуляторного типа (рис. 2б) энергия аналогичным способом аккумулируется при опускании спиленного дерева и укладке его на почву. При этом возможно использование гидроаккумуляторов, агрегированных в гидросистему ма-

шины. И в том и в другом случае используются серийно выпускаемые элементы гидропривода.

В процессе эксплуатации системы неизбежны потери энергии. Коэффициенты полезного действия имеют следующие средние значения: гидроцилиндры – 0,97, гидроаккумуляторы – 0,85, гидромоторы – 0,87 [3]. В целом, с учетом незначительного сопротивления движению жидкости в гидроприводах, суммарные потери энергии не превысят 30%. Учитывая, что количество потенциальной энергии растущих деревьев в 2–3 раза превышает энергию, затрачиваемую на их спиливание (см. рис. 1), её вполне достаточно для осуществления валки леса.

Продолжая рассматривать применение описанного способа на примере валки, представляется возможным рассчитать объемы экономии топлива на лесосечных работах. В среднем в Костромской области за год заготавливается около 3600 тыс. м³ древесины. На валке леса преимущественно при-

меняются бензиномоторные пилы МП-5 «Урал-2», расход бензина для которых составляет 8,6 кг в смену. В течение года расход бензина на валке составляет 439 200 л, что при стоимости одного литра в пределах 20 руб. соответствует экономическому эффекту в сумме 8784 тыс. руб. в год.

Наряду с экономией топлива, реализация разработанного способа открывает новые возможности по снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду, связанной с сокращением вредных выбросов в атмосферу, образующихся при сжигании нефтепродуктов. Радикально улучшаются условия труда рабочих, занятых на лесозаготовках, в связи с заменой двигателей внутреннего сгорания мотоинструментов на гидравлические (механические) устройства. В результате этого полностью устраняется загазованность рабочих мест, сокращается вредное воздействие на работающих вибрации и шума, генерируемых бензиномоторными механизмами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Залегаллер Б.Г. Механизация и автоматизация работ на лесных складах / Б. Г. Залегаллер, П. В. Ласточкин. – М. : Лесн. пром-сть, 1973. – 408 с.
2. Верхов И. Ф. Машины и механизмы лесозаготовок / И. Ф. Верхов, Г. Ф. Шестаковский, Ю. И. Пучков. – М. : Лесн. пром-сть, 1975. – 320 с.
3. Лебедев Н. И. Объемный гидропривод машин лесной промышленности / Н. И. Лебедев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Лесн. пром-ть, 1986. – 296 с.

S.I. Kozhurin, G.K. Bukalov, N.S. Kuznetsova, I.M. Shapkina
PROSPECTS OF USING OF ENERGY ALTERNATIVE SOURCES DURING LOGGING