

УДК 630.233

Маг. К.Ю. Чукреева
Рук. Е.А. Газеева
УГЛТУ, Екатеринбург

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ТОПЛИВНОЕ ЧИСЛО

Технологическое топливное число (ТТЧ) – это сквозные затраты, или затраты всех видов энергии во всех предшествующих переделах технологического процесса, пересчитанных на необходимое для их получения топливо (в кг условного топлива, кг у.т. на единицу продукции), за вычетом тепловых, топливных, материальных и других вторичных энергоресурсов. ТТЧ отражает энергетические затраты технологического процесса, является показателем полной энергоемкости готовой продукции [1].

Также существует определение по ГОСТ 51387–99 [2], полная энергоемкость продукции – это величина расхода энергии и (или) топлива на изготовление продукции, включая расход на добычу, транспортирование, переработку полезных ископаемых и производство сырья, материалов, деталей с учетом коэффициента использования сырья и материалов.

Для удобства сравнения технологические топливные числа представляются в единицах условного топлива.

Существенный вклад в разработку метода расчета технологического топливного числа был внесен работой уральской школы УГТУ-УПИ под руководством В.Г. Лисиенко для технологических процессов в черной металлургии.

Первичная энергия \mathcal{E}_1 представляет собой химическую энергию древесины на момент ее созревания или на момент проведения рубок главного пользования с учетом суммарных затрат энергии на проведение комплекса работ, связанных с уходом в процессе роста дерева.

$$\mathcal{E}_1 = \sum_n TТЧ_{р\delta} \varphi_{р\delta}, \quad (1)$$

$$TТЧ_{р\delta} = Q_{био} + \sum_m TТЧ_{лх}, \quad (2)$$

где $TТЧ_{р\delta}$ – технологическое топливное число одного из n – растущих деревьев, кг у.т./м³;

$TТЧ_{лх}$ – технологическое топливное число каждого из m – приемов лесохозяйственных мероприятий на этапе формирования древостоев, кг у.т./м³;

$Q_{био}$ – энергия биомассы древесины, кг у.т./м³;

$\varphi_{р\delta}$ – удельное содержание биомассы в растущем дереве.

Древесную биомассу в том виде, в котором она поступает в топку, называют рабочим топливом. Состав древесной массы, т.е. содержание в ней отдельных элементов, характеризуется следующим уравнением:

$$C + H + O + N + A + W = 100 \%, \quad (3)$$

где C, H, O, N – содержание в древесной массе соответственно углерода, водорода, кислорода и азота, %;

A, W – содержание в топливе соответственно золы и влаги.

Основной из примечательных особенностей стволовой древесины является стабильность ее элементарного состава горючей массы для всех пород, являющихся обобщением большого количества реальных замеров.

К лесохозяйственным работам как элементу первичной энергии относятся следующие виды работ: отвод лесосек, проведение рубок ухода всех видов, рубка и расчистка квартальных просек, установка и ремонт межевых знаков, очистка леса от захламленности, лесозащитные работы, лесовосстановительные работы, мероприятия по охране леса от пожаров, работы по защитному лесоразведению. Энергозатраты на выполнение лесохозяйственных работ подсчитываются суммарно по фактическим данным или нормативным.

Произведенная энергия \mathcal{E}_2 представляет собой энергетические затраты по выполнению технологического процесса лесосечных работ. Она формируется из энергозатрат, связанных с работой энергетических установок систем машин, механизмов, оборудования, механизированных инструментов и определяется по формуле.

$$\mathcal{E}_2 = \sum_k TТЧ_i \varphi_i, \quad (4)$$

где $TТЧ_i$ – технологическое топливное число i -ой из k -операций технологического процесса, кг у.т./м³;

φ_i – удельное производство продукции при выполнении i -ой операции.

Скрытая энергия \mathcal{E}_3 – это затраты человеческого труда на выполнение основного технологического процесса, подготовительных, вспомогательных работ, ремонта и обслуживания техники. Энергозатраты также подсчитываются суммарно по фактическим данным или нормативным.

Оценка человеческого труда в энергетических единицах предложена С.А. Подолинским. Обобщенный энергетический эквивалент человеческого труда в промышленности представляет собой величину, равную 1,9 кг у.т./чел.ч.

Энергия вторичных ресурсов \mathcal{E}_4 представляет собой энергию, которую можно рекуперировать в технологический процесс лесосечных работ за счет использования вторичных энергоресурсов, например, порубочных остатков. Энергетический запас, которым характеризуются порубочные

остатки, может быть направлен на воспроизводство и возмещение потерь питательных веществ в результате лесосечных работ.

$$\mathcal{E}_4 = \mathcal{E}_{мен} = \mathcal{E}_{хим}, \quad (5)$$

где $\mathcal{E}_{мен}$ и $\mathcal{E}_{хим}$ – соответственно тепловая и химическая энергии, которые могут быть получены из вторичных ресурсов.

По определению технологическое топливное число выражается

$$ТТЧ = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_4. \quad (6)$$

Определение и расчет всех составляющих технологического топливного числа осуществляется приведением всех видов энергии к единому показателю - условному топливу. Для этого используются энергетические коэффициенты, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Переводные теоретические коэффициенты энергии

Вид энергии	Эквивалент перевода в			
	электро- энергию, кВт·ч	тепловую энергию, ккал	тепловую энергию, ГДж	условное топливо, кг
Электроэнергия, кВт·ч	1	860	$3,6 \cdot 10^{-3}$	0,123
Тепловая энергия, ккал	$1,163 \cdot 10^{-3}$	1	$4,19 \cdot 10^{-6}$	$143 \cdot 10^{-6}$
Тепловая энергия, ГДж	$0,278 \cdot 10^3$	$0,239 \cdot 10^6$	1	34
Условное топливо, кг	8,141	7000	$29,33 \cdot 10^{-3}$	1

Библиографический список

1. Лисиенко В.Г., Розин С.Е., Щелоков Я.М. Методика расчета и использования технологических топливных чисел // Черная металлургия. 1987. № 2. (Изв. высш. учеб. заведений).
2. ГОСТ 51387-99. Энергосбережение. Нормативно-методические обеспечение. Основные положения.