

духа в камере производилось за счет открывания дверей (за 1 неделю сушки пиломатериала 2 раза на период до получаса).

По данным другого предприятия, где также размещены сушильные камеры на сжиженном газе при сушке пиломатериалов существуют те же проблемы: нет регулирования параметров сушки по ступеням, то есть задается одна температура, которая регулируется выключением и включением вентилятора, открыванием дверей в период сушки.

В результате реконструкции камеры оснастили газовым котлом КОФ и топкой для сжигания отходов. Топку разместили в одной из помещений, в которой не производится процесс сушки. Однако и на сегодняшний день процесс сушки остается не отрегулирован. Требуется оснастить камеры автоматическим регулированием параметров среды и обеспечить работу приточно-вытяжных каналов.

В результате перехода на природный газ и древесные отходы для сушки пиломатериалов на предприятии стали применять мягкие режимы сушки, где температура теплоносителя не превышает 60⁰С. Тем самым это позволит исключить брак при сушке: коробление и растрескивание, то есть повысить качество сушки пиломатериалов.

Газеева Е.А. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) saz-elena@yandex.ru

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ *ENERGETIC APPROACH FOR PROCESSING PERFORMANCE ASSESSMENT*

В связи с постоянным ростом цен на энергетические ресурсы, дефицитом топлива и необходимостью выбора вариантов его замены существенное значение приобретает один из основных показателей любого технологического процесса – энергоемкость, т.е. удельная величина потребления энергии на основные и вспомогательные процессы.

Затраты всех видов энергии технологического процесса аккумулируются и пересчитываются на необходимое для их получения топливо. Для удобства и наглядности технологические топливные числа представляются в единицах условного топлива, что позволяет достаточно объективно проводить энергетический анализ эффективности использования энергии в технологическом процессе [1].

Методика суммарного расчета энергоемкости технологического продукта была предложена в 80-х годах XX века для народного хозяйства и названа методикой расчета технологических топливных чисел. Существенный вклад в разработку метода расчета технологического топливного числа был внесен в работах уральской школы УГТУ-УПИ под руководством В.Г. Лисиенко для технологических процессов в черной металлургии.

Сквозной энергетический анализ впервые применен для технологических процессов лесосечных работ. Основным показателем сквозного энергетического анализа является технологическое топливное число (ТТЧ) – затраты всех видов энергии в технологическом процессе, пересчитанных на необходимое для их получения условное топливо за вычетом вторичных энергоресурсов на единицу продукции. ТТЧ отражает

объективные энергетические затраты технологического процесса, является показателем энергоемкости продукции лесосечных работ.

Структура ТТЧ процесса лесопользования представлена на рис.1.

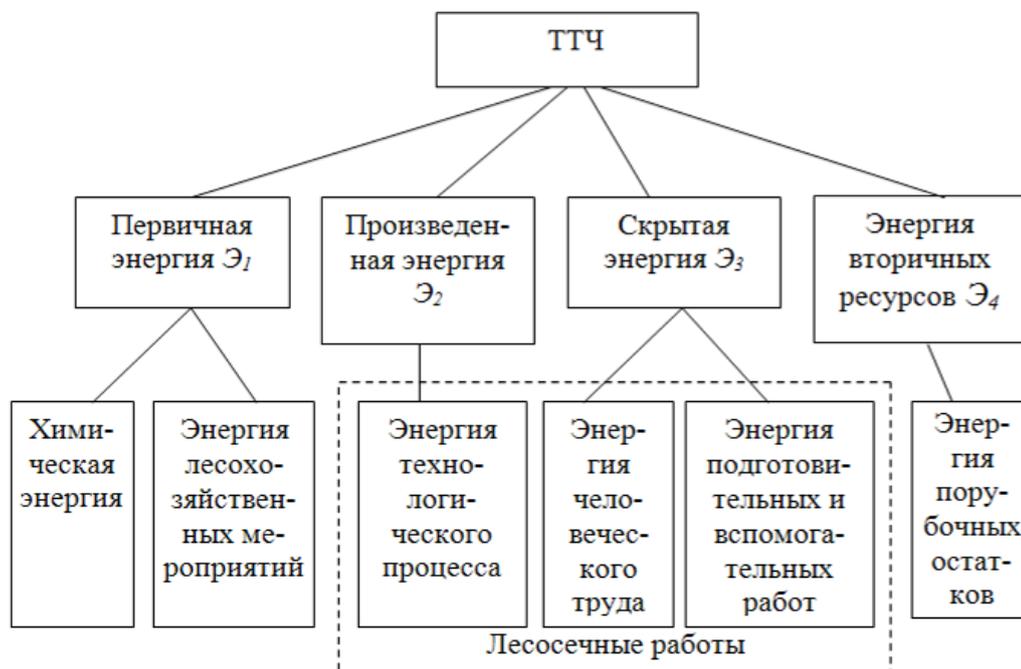


Рисунок 1 – Структура технологического топливного числа

Методика расчета технологических топливных чисел имеет ряд существенных особенностей, позволяющих достаточно точно и объективно проводить энергетический анализ эффективности использования энергии в технологическом процессе.

Основные из этих особенностей: введение технологического топливного числа как основной энергетической характеристики технологического процесса; последовательное сквозное применение ТТЧ; учет энергии вторичных ресурсов; использование в качестве средства анализа разработки на основе общей методологии индивидуальных методик расчета ТТЧ.

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.

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

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

где $\text{ТТЧ}_{р\delta}$ - технологическое топливное число одного из n - растущих деревьев, кг у.т./куб.м;

$\text{ТТЧ}_{лх}$ - технологическое топливное число каждого из m - приемов лесохозяйственных мероприятий на этапе формирования древостоев, кг у.т./куб.м;

$Q_{\text{био}}$ - энергия биомассы древесины, кг у.т./куб.м;

$\varphi_{\text{рд}}$ - удельное содержание биомассы в растущем дереве.

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

$$\mathcal{E}_2 = \sum_k \text{ТТЧ}_i \varphi_i, \quad (3)$$

где ТТЧ_i - технологическое топливное число i -ой из k - операций технологического процесса, кг у.т./куб.м;

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.

$$\mathcal{E}_4 = \mathcal{E}_{\text{теп}} = \mathcal{E}_{\text{хим}}, \quad (4)$$

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

По определению технологическое топливное число выражается

$$\text{ТТЧ} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_4. \quad (5)$$

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

В соответствии с вышеизложенной методикой сквозного энергетического анализа произведен расчет ТТЧ систем лесосечных машин. Рассмотрен технологический процесс лесосечных работ с годовым объемом заготовки 100 тыс. куб.м. Готовой продукцией являются деревья, хлысты и сортименты, отгружаемые с нижнего лесного склада. Приняты системы лесосечных машин в соответствии с классификацией, предложенной Ю.А. Ширниным [2].

1. В индексе системы: 01 – деревья, 02 – хлысты, 03 – сортименты.
2. Системы машин: МХ - механизированная, К - комбинированная, М - машинная.
3. Например, в системе машин 01.01.03.МХ обозначается трелевка деревьев (01), вывозка деревьев (01), погрузка сортиментов (03), система машин механизированная (МХ).

Результаты расчета представлены в виде диаграммы на рис. 2.

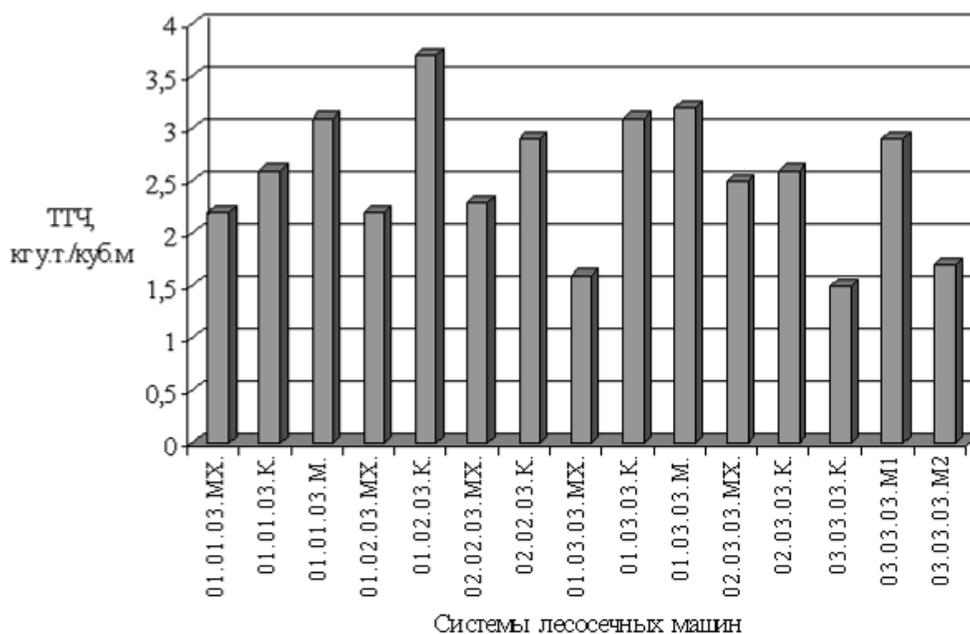


Рисунок 2 – Технологические топливные числа систем лесосечных машин для различных технологий лесосечных работ

Эффективными по ТТЧ являются системы лесосечных машин: система машин 01.01.03.MX - для заготовки деревьев; системы машин 01.02.03.MX, 02.02.03.MX - для заготовки хлыстов; системы машин 01.03.03.MX, 03.03.03.K, 03.03.03.M2 - для заготовки сортиментов.

Библиографический список

1. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Розин С.Е., Дружинина О.Г. Методология и информационное обеспечение сквозного энергетического анализа. Екатеринбург: УГТУ, 2001. – 98 с.
2. Ширнин Ю.А., Пошарников Ф.В. Технология и оборудование малообъемных заготовок и лесовосстановление: Учебное пособие. – Йошкар – Ола: МарГТУ, 2001. - 398 с.

Гарифуллин Д.Ш., Балакин В.М. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)
balakin_v.m@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ *MANUFACTURING FIRE-RETARDANT PROTECTION FOR WOOD*

Благодаря широкому диапазону физико-механических свойств полиуретаны (ПУ) находят широкое применение в промышленности и народном хозяйстве. На их основе можно получить практически все технически ценные полимерные материалы – каучуки и резины, клеи, герметики, жесткие и эластичные синтетические волокна, заливочные компаунды, пенопласты [1]. С увеличением производства и потребления полиуретановых материалов, возникает проблема утилизации отходов. В настоящее время выделяют три основных способа утилизации полиуретанов:

- термический способ, заключающийся в сжигании отходов с целью получения энергии [2];

- механический способ, заключающийся в измельчении отходов с последующим использованием полученной крошки в качестве наполнителя в составе различных композиционных материалов [3]

- химические методы утилизации полиуретанов, с помощью которых можно ожидать получения химических соединений, близких по структуре к мономерам. Поскольку стоимость мономера составляет значительную часть от общей стоимости производства полиуретанов, то химические методы утилизации в настоящее время можно рассматривать как наиболее целесообразные [4].

Цель исследования – разработка технологии химической утилизации полиуретановых отходов с получением огнезащитных составов для древесины на основе продуктов деструкции.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования служили полиуретаны на основе простых и сложных полиэфиров и изоцианатов различной природы. В качестве аминов были ис-