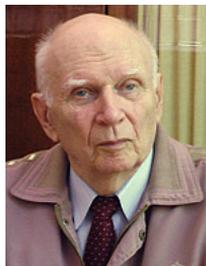


УДК 621.9.01:531.3



В.С. Гусарев,
к.т.н., доцент,
Одесский национальный
политехнический
университет
e-mail: olggu@mail.ru



Ю.В. Яровой,
к.т.н.,
Одесский национальный
политехнический
университет
e-mail: yuraodua@ukr.net

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

В.С. Гусарев, Ю.В. Яровой.
Исследование процессов энергосбережения в технологии машиностроения.
Рассмотрены относительные и абсолютные показатели, которые описывают общие энергетические затраты производства изделия.

V.S. Gusarev, Yu.V. Yarovoy.
Investigation of energy saving processes in technology of mechanical engineering.
Relative and absolute parameters are examined to describe the overall energy expenditure of product manufacturing.

Введение. Общие тенденции развития современного машиностроения позволяют сделать следующие предположения [1, 2].

1. В области конструирования: использование новых конструкционных материалов, на основе легирования металлов; использование полимеров и композитов, которые обеспечивают эквивалентную металлам прочность при минимальных весовых характеристиках; использование материалов с наименьшими весовыми характеристиками.

2. В области технологии: применение технологических решений, которые требуют наименьшие затраты энергии для своей реализации, это в одинаковой мере относится как к обрабатывающим технологиям, так и сборочным.

3. В области эксплуатации: применение оборудования построенного по экономичным модельным принципам; применение оборудования с минимальными затратами энергии, например: устройства имеющие наименьшую установочную мощность и использующие дешевые виды энергообеспечения.

Постоянный рост энергетических затрат на производство изделий связан с указанными особенностями получения материалов, реализацию технологии при производстве и при эксплуатации, поэтому приводит к необходимости изучения энергетического содержания процессов в машиностроении и в соответствующих отраслях. Энергетическое содержание становится наиболее значимым критерием технологии, при выборе альтернативных методов производства изделий. В связи с этим возникает не-

обходимость рассмотреть затраты энергии на изделие производимое в машиностроение.

Цели и результаты исследования. Баланс энергетических затрат технологического процесса представляет собой сумму общих затрат и записывается в виде выражения:

$$E = E_m + E_t + E_o, \quad (1)$$

где E_m – энергетические затраты на исходный материал;

E_t – энергетические затраты на реализацию технологический процесс;

E_o – энергетические затраты на эксплуатацию оборудования, используемого в технологическом процессе.

Рассмотрим составляющие энергетических затрат по каждому из компонентов отдельно.

Энергетические затраты на исходный материал зависят от удельных энергетических затрат (e_m), которые представляют затраты энергии (Дж) отнесенные к единице массы (кг) и собственно массы (m) материала необходимой для создания изделия

$$E_m = e_m \cdot m. \quad (2)$$

Для сопоставления альтернативных вариантов при выборе необходимых материалов по энергетическим затратам воспользуемся представлением их в абсолютных и относительных категориях.

Сравнение по абсолютной величине

$$\Delta E_m = E_{m1} - E_{m2} = e_{m1}m_1 - e_{m2}m_2. \quad (3)$$

Сравнение по относительной величине

$$\omega E_m = E_{m1}/E_{m2} = e_{m1}m_1/e_{m2}m_2. \quad (4)$$

Возможные граничные условия: $e_{m1} = e_{m2}$; $m_1 \neq m_2$. Данное условие часто называют конструктивным. Условие может быть реализовано следующим образом: исходный материал одинаковый и затраты на единицу массы энергии одинаковые, но различия заключаются в некотором размере материала идущего на создание изделия. Так толщина листа (стального оцинкованного по американскому и европейскому стандарту) идущему на кузов автомобиля равна 1,0 мм, а при изготовлении тех же кузовов в китайском варианте равна 0,8 мм без оцинковки. Таким образом

$$\Delta E_m = e_m(m_1 - m_2), \quad \omega E_m = m_1/m_2. \quad (5)$$

Возможно другое граничное условие: $e_{m1} \neq e_{m2}$; $m_1 = m_2$. Такое граничное условие может иметь место, когда на изделие идет одни и тот же расход материала (и даже без изменения марки), но производится материал с существенно различными затратами энергии. Например, упомянутый лист кузовной стали производится в одном металлургическом процессе,

но разными способами (мартеновское прокатное производство и непрерывного конверторно-прокатное производство). Таким образом

$$\Delta E_M = m(e_{m1} - e_{m2}), \quad \omega E_M = e_{m1}/e_{m2}. \quad (6)$$

Энергетические затраты на технологический процесс зависят от удельных энергетических затрат e_T , которые определяют содержание работы – энергии на производство (обработка или монтаж) единицы объема (m^3) и собственно объема преобразуемого материала в данном технологическом процессе,

$$E_T = e_T \cdot V. \quad (7)$$

Сопоставление вариантов технологического процесса при выборе наилучшего варианта по энергосодержанию производим, как и ранее по абсолютным и относительным категориям.

Сравнение по абсолютной величине

$$\Delta E_T = E_{T1} - E_{T2} = e_{T1}V_1 - e_{T2}V_2. \quad (8)$$

Сравнение по относительной величине

$$\omega E_T = E_{T1}/E_{T2} = e_{T1}V_1/e_{T2}V_2. \quad (9)$$

Возможные граничные условия $e_{T1} = e_{T2}$; $V_1 \neq V_2$. Такое условие говорит о том, что технологические процессы сравниваемых вариантов одинаковы, однако припуски на обработки (в обрабатывающем процессе) различны. Поэтому энергозатраты на такой процесс будут различными. В сборочно-монтажных производствах упомянутое условие встречается в процессах покрытия (например: окунация и разбрызгивания). Таким образом

$$\Delta E_T = e_T(V_1 - V_2), \quad \omega E_T = V_1/V_2. \quad (10)$$

Возможные граничные условия $e_{T1} \neq e_{T2}$; $V_1 = V_2$. Данное условие выполняется в случае различных технологических процессов, в которых сохраняются одинаковые обрабатываемые припуски. Например, выполняют чистовую обработку цилиндрических поверхностей процессы тонкого точения и чистового шлифования. Съем пропусков одинаков, но существуют различные процессы по энергосодержанию поэтому абсолютные и относительные величины примут вид

$$\Delta E_T = Ve_T(e_{T1} - e_{T2}), \quad \omega E_T = e_{T1}/e_{T2}. \quad (11)$$

Энергосодержание процесса эксплуатации технологического оборудования зависит от удельных энергозатрат на эксплуатацию и от интенсивности эксплуатации за время нормального срока службы,

$$E_T = e_T \cdot V, \quad E_o = e_o \cdot t. \quad (12)$$

Имея в виду, что размерность e_o Дж/с или иначе равняется мощности Вт, то эксплуатация оборудования и расход на нее энергии зависит от используемой мощности и определенных ее потерь при эксплуатации. Кро-

ме того следует заметить, что при сохранении удельной работы на производство изделия на оборудовании имеющего различную установленную мощность эффективным оборудование будет считаться то, которое имеет меньшую установленную мощность или с меньшей интенсивностью будет эксплуатироваться.

Выбор оборудования целесообразно производить по условиям

$$\Delta E_o = E_{o1} - E_{o2} = e_{o1}t_1 - e_{o2}t_2 \quad (13)$$

Сравнение по относительной величине

$$\omega E_o = E_{o1}/E_{o2} = e_{o1}t_1/e_{o2}t_2. \quad (14)$$

Естественно, когда условие производительности обязательны $e_{o1} \neq e_{o2}; t_1 = t_2$. Получаем следующие величины

$$\Delta E_o = t(e_{o1} - e_{o2}), \quad \omega E_o = e_{o1}/e_{o2}. \quad (15)$$

Затраты энергии пропорциональны установленной мощности, а не являются технологически обоснованной. Так как избыточная мощность на технологическом оборудовании ведет к перерасходу энергии. В тех случаях, когда необходимо получить высокую производительность процесса по сравнению с исходной идут на завышение мощности оборудования, что в свою очередь приводит к повышению затрат энергии $e_{o1} \neq e_{o2}; t_1 \neq t_2$.

Выводы. Использование абсолютных и относительных величин определяемых в условиях технологического проектирования процессов и корректирования конструкторских разработок приводит к экономии энергоресурсов.

Хорошим примером служит выпуск автомобиля фирма Феррари, в котором используют 85 % алюминия вместо стали, который применяют для изготовления кузова и других корпусных деталей. Кроме того используется композитные материалы и полимеры. Все это приводит к экономии энергоресурсов в производстве в 2,5 раза по сравнению с ранее выпускаемыми однотипными автомашинами.

Литература

1. Ермаков, Ю.М. Комплексные способы эффективной обработки резанием: Библиотека технолога. / Ю.М. Ермаков – М.: Машиностроение, 2005. – 272 с.
2. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет К.В. Фролов (пред.) и др. – М.: машиностроение. – Технология изготовления деталей машин. ТПШ-3 / А.М. Дальский, А.Г. Сулов, Ю.Ф. Назаров и др.; Под общ. ред. А.Г. Сулова, 2000. 842с.

Надійшла до редакції 22.01.2015