

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Республика Беларусь относится к числу государств, которые имеют ограниченные запасы топливно-энергетических ресурсов, в связи с чем из-за рубежа приходится импортировать около 90% всех потребляемых энергоносителей. Это создает особые условия функционирования экономики государства, делает ее уязвимой и зависимой от предложения энергетических ресурсов на мировом рынке.

В то же время по показателю энергоемкости валового внутреннего продукта (по данным экспертов) республика в три-четыре раза превышает аналогичные показатели в промышленно развитых странах западной Европы. Это во многом ухудшает конкурентоспособность промышленной продукции идущей на экспорт, требует дополнительных валютных ресурсов для закупки энергоносителей, затрудняет привлечение иностранных и отечественных инвестиций, оказывает негативное влияние на состояние окружающей среды. Определяющей является роль энергетики и в создании парникового эффекта, что сказывается на климате планеты. Не меньшую тревогу вызывает и огромное потребление кислорода энергетическими и другими технологическими установками.

В связи с этим в рамках государства должна быть разработана и реализована политика, направленная на всестороннее изучение проблем энерго- и ресурсосбережения. Решение этих актуальнейших задач может осуществляться за счет:

- модернизации топливно-энергетического комплекса Республики Беларусь, внедрения новых современных технологий;
- расширения использования местных топливных ресурсов;
- снижения энергоемкости всех видов продукции;
- использования потенциала возобновляемых источников энергии;
- проведения эффективной финансово-кредитной и налоговой политики и создания соответствующей экономической среды.

Особое место в этой группе проблем занимает задача уменьшения энергопотребления в машиностроительном комплексе республики, который потребляет большую долю энергетических и материальных ресурсов, производит значительную часть валового внутреннего продукта и обладает высоким интеллектуальным и экспортным потенциалом.

Большинство изделий (около 87%) на машиностроительных предприятиях республики получают при использовании технологических машин, обеспечивающих обработку за счет снятия припуска с заготовки. Как правило, это металлорежущие станки, обработка на которых производится лезвийным или абразивным инструментом. В общем случае для осуществления технологического процесса необходимо взаимодействие следующих основных его составляющих (рис. 1):

- человека, управляющего технологической машиной и контролирующего технологический процесс;
- технологического оборудования;
- материалов, приспособлений и инструмента;
- энергии различных видов.

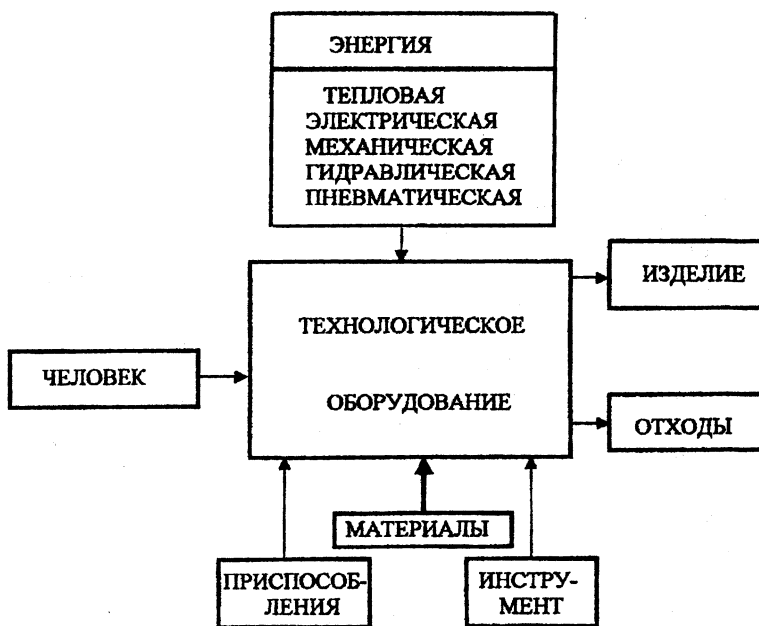


Рис.1. Составляющие технологического процесса изготовления изделий в машиностроительном производстве

Сравнительная эффективность того или иного технологического процесса оценивалась раньше главным образом техническими показателями, такими как производительность, точность, качество обработанной поверхности, гибкость, степень авто-

матизации и др. Важнейшим экономическим показателям, таким как себестоимость, удельная материалоемкость, энергоёмкость, фондоотдача, рентабельность, срок окупаемости и т.д. в условиях административно-плановой экономики не всегда уделялось должное внимание. В условиях развития в Республике Беларусь элементов рыночной экономики и необходимости роста конкурентоспособности продукции машиностроительного комплекса, увеличения экспортного потенциала, перечисленные выше технико-экономические показатели приобретают первостепенное значение.

В данной работе предлагается рассмотреть технологические основы энергосбережения и повышения эффективности использования энергетических ресурсов при изготовлении деталей на технологическом оборудовании (преимущественно металлообрабатывающем) в машиностроительном производстве.

Рассмотрим более детально, на что затрачивается энергия при осуществлении технологического процесса, связанного с обработкой деталей на металлорежущих станках в машиностроительном производстве.

Подводимая к технологической машине энергия в самом общем виде расходуется на:

- осуществление собственно технологического процесса;
- перемещение узлов и механизмов технологической машины при осуществлении технологического процесса;
- осуществление холостых перемещений рабочих органов технологической машины;
- сбор и транспортировку отходов.

Кроме указанных технологических энергозатрат, различного рода энергия расходуется на транспортировку заготовок, готовых изделий, отходов производства, функционирования технических, бытовых и вспомогательных служб, поддержание в производственных помещениях заданных параметров окружающей среды (освещение, отопление, вентиляция) и т.д. Все эти составляющие общих производственных энергетических затрат (E_0) условно можно разделить на:

- технологические – E_T ;
- вспомогательные – E_B ;
- коммунальные – E_K .

Тогда суммарные общезаводские затраты энергии (E_0), необходимые на производство продукции, можно определить как сумму трех этих составляющих:

$$E_0 = SE_{OTI} + SE_{OBI} + SE_{OKI}, \quad (1)$$

где SE_{OTI} – суммарные общепроизводственные технологические затраты энергии во всех структурных подразделениях (цехах) предприятия;

$\Sigma E_{\text{ОВи}}$ – суммарные общепроизводственные вспомогательные затраты энергии во всех структурных подразделениях (цехах) предприятия;

$\Sigma E_{\text{ОКи}}$ – суммарные общепроизводственные коммунальные затраты энергии во всех структурных подразделениях (цехах) предприятия.

Важно отметить, что все указанные выше составляющие общих энергетических затрат могут рассматриваться в рамках участка ($E_{\text{ОУ}}$), цеха ($E_{\text{ОЦ}}$) и завода в целом ($E_{\text{О}}$). Их значение может быть также определено как сумма трех основных составляющих ($E_{\text{Т}}$, $E_{\text{В}}$, $E_{\text{К}}$) затрат энергии на участке ($E_{\text{ОУ}}$), в цеху ($E_{\text{ОЦ}}$) и на производстве в целом ($E_{\text{О}}$).

$$E_{\text{ОУ}} = \Sigma E_{\text{Ти}} + \Sigma E_{\text{Ви}} + \Sigma E_{\text{Ки}}, \quad (2)$$

где $\Sigma E_{\text{Ти}}$; $\Sigma E_{\text{Ви}}$; $\Sigma E_{\text{Ки}}$ – суммарные затраты энергии на технологические, вспомогательные и коммунальные нужды соответственно;

$$E_{\text{ОЦ}} = \Sigma E_{\text{ОВи}} = \Sigma E_{\text{ТВи}} + \Sigma E_{\text{ВВи}} + \Sigma E_{\text{КВи}}, \quad (3)$$

где $\Sigma E_{\text{ТВи}}$; $\Sigma E_{\text{ВВи}}$; $\Sigma E_{\text{КВи}}$ – суммарные затраты энергии на технологические, вспомогательные и коммунальные нужды соответственно на различных участках одного цеха;

$$E_{\text{О}} = \Sigma E_{\text{ОЦи}} = \Sigma E_{\text{ТЦи}} + \Sigma E_{\text{ВЦи}} + \Sigma E_{\text{КЦи}}, \quad (4)$$

где $\Sigma E_{\text{ТЦи}}$; $\Sigma E_{\text{ВЦи}}$; $\Sigma E_{\text{КЦи}}$ – суммарные затраты энергии на технологические, вспомогательные и коммунальные нужды соответственно в различных цехах предприятия.

Такая дифференциация энергетических затрат позволит, на наш взгляд, более детально проанализировать структуру энергопотребления на конкретном производстве и наметить пути по организации рационального использования энергетических ресурсов на машиностроительном предприятии.

Общепроизводственные энергетические затраты на вспомогательные и коммунальные нужды могут быть существенно снижены за счет внедрения на машиностроительных предприятиях малозатратных организационно-экономических методов по рациональному использованию ТЭР, сущность которых достаточно подробно изложена в работе [2].

Затраты энергии на технологические нужды непосредственно связаны с уровнем технологий и оборудования, задействованного в технологическом процессе. Их существенное уменьшение, а значит и снижение энергоемкости промышленной продукции, может быть достигнуто путем внедрения новых, инновационных технологий. Этот путь наиболее радикальный, однако, его реализация возможна только при существенном увеличении внутренних или внешних инвестиций для технического перевооружения промышленных предприятий. По мнению экспертов на эти цели в

ближайшие пять лет необходимо изыскать несколько десятков миллиардов долларов, что является задачей практически невыполнимой.

Сегодня, наиболее реальный способ снижения технологических энергозатрат – это различные способы повышения эффективности использования энергии за счет оптимизации режимов работы технологического оборудования. В качестве примера рассмотрим процесс обработки деталей на металлорежущих станках. В частности, режимы резания при лезвийной обработке [3] назначались с учетом обеспечения заданной производительности, требуемого качества обработанной поверхности или заданной стойкости режущего инструмента. Реальные же затраты энергии на реализацию той или иной технологической операции не учитывались, в лучшем случае вводились ограничения по требуемой мощности с учетом известной мощности приводов технологической машины. Это затрудняло выявление и реальную оценку технологических затрат энергии при реализации на станках различных режимов обработки. Для их оптимизации с целью снижения энергозатрат при обработке деталей резанием в машиностроительном производстве необходимо разработать количественные показатели, предложить методику их определения.

Для количественной оценки энергетических затрат при осуществлении того или иного технологического процесса предлагается ввести комплексный относительный показатель – коэффициент удельных энергетических затрат $K_{уз}$. При обработке деталей на металлорежущих станках его значение можно определить из выражения:

$$K_{уз} = \frac{A}{V} \quad (\text{Дж/мм}^3), \quad (5)$$

где A – затраты энергии на осуществление технологического процесса ($\text{Квт}\cdot\text{ч}$ – для электрической энергии, Дж – для других видов энергии);

V – объем материала, снятого с заготовки (мм^3).

Его численное значение показывает удельный уровень затрат энергии при съеме с обрабатываемой заготовки единицы объема материала при реализации на металлорежущих станках многопроходных технологических процессов.

Для оценки затрат энергии при однопроходных технологических процессах (обработка детали в один проход) значение коэффициента $K_{уз}$ целесообразно определять из выражения:

$$K_{уз} = \frac{A}{N} \quad (\text{Дж/дет}), \quad (6)$$

где A – затраты энергии на осуществление технологического процесса обработки N деталей ($\text{Квт}\cdot\text{ч}$ – для электрической энергии, Дж – для других видов энергии);

N – общее количество обработанных деталей (шт).

На первом этапе крайне важно определить для типовых технологических процессов в машиностроении (заготовительное производство, цеха механической обработки, сборочное производство и т.д.) уровень затрат энергии на осуществление основных и вспомогательных элементов технологического процесса на действующем производстве. Проведение комплекса этих работ включает понятие **технологического энергетического аудита**, который должен проводиться с привлечением целого ряда специалистов - механиков, энергетиков, экономистов и т.д.

После проведения такого комплексного обследования производства, по каждому из направлений должны быть разработаны научно обоснованные рекомендации по снижению удельного энергопотребления на производство единицы продукции по каждому виду производственных и непроизводственных затрат.

Использование указанных показателей особенно важно для оценки эффективности известных и вновь внедряемых современных высокоэффективных технологических процессов таких, например, как лазерного и плазменного упрочнения, электрохимического полирования, магнитоабразивной обработки и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саванович А.А. Технические и экономические аспекты политики энергосбережения в Республике Беларусь. Материалы международного симпозиума «Технологии-оборудование-качество»: Минск., 1998 г. с.181-182. 2. Похабов В.И., Клевзович В.И., Ворфоломеев В.В. Энергетический менеджмент на промышленных предприятиях. Технопринт, Мн., 2002 г. 174 с. 3. Справочник технолога-машиностроителя: в 2т./под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. Т. 2 - 496с.