

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

На протяжении многих лет используемые методики проектирования технологических машин в качестве основных критериев оценки технического уровня конструкции, во главу угла ставили производительность, надёжность, долговечность, ремонтпригодность, металлоёмкость, жёсткость конструкции и т.п. При этом вопросам, связанным с энергопотреблением технологической машины в процессе ее работы должного внимания не уделялось.

Известно, что энергоёмкость валового внутреннего продукта (ВВП) Республики Беларусь в 2-3 раза выше аналогичного показателя экономически развитых стран Западной Европы. В последние годы эффективности использования энергетических ресурсов на промышленных предприятиях, потребляющих около 50% энергоносителей, уделяется все более пристальное внимание.

Сегодня, в условиях сложившихся высоких цен на энергоносители, когда в себестоимости некоторых видов машиностроительной продукции достигает 20-25% [1], эффективность использования энергетических ресурсов приобретает первостепенное значение. В связи с этим в настоящее время, одним из важнейших критериев работоспособности производимого технологического оборудования является степень его энергоэффективности, т.е. количества энергии затрачиваемой на осуществление той или иной операции или всего технологического процесса обработки.

Аналогичная ситуация складывается и с оценкой эффективности собственно технологических процессов обработки деталей. В настоящий момент основным требованием, предъявляемым технологом при назначении режимов обработки, является максимальная производительность, в сочетании с требуемым качеством обработки. Однако зачастую может оказаться экономически выгодным минимизация энергозатрат, даже при незначительном снижении производительности процесса обработки.

На основании высказанного можно утверждать, что методики, применяемые как при проектировании технологического оборудования, так и при назначении режимов резания неизбежно должны корректироваться с учётом энергопотребления как при конструировании отдельно взятого станка или системы станков, так и при назначении режимов обработки деталей.

В данной работе предлагаются рассмотреть возможные пути решения проблемы энергоэффективности технологических процессов и конструкций машин на основе упрощенной модели.

В качестве примера рассмотрим обработку детали на токарно-винторезном станке (рис.1):

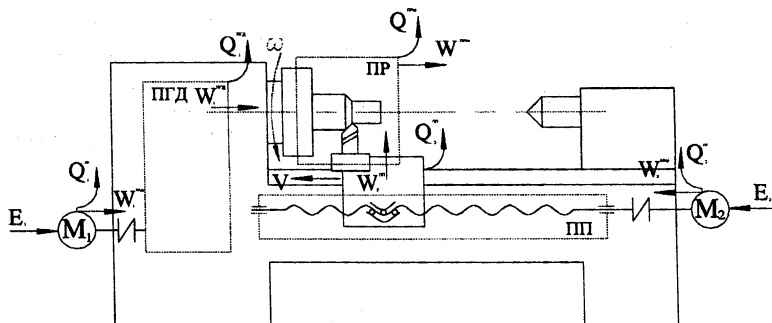


Рис.1. Принципиальная схема потоков энергии и ее преобразования при обработке на металлорежущих станках

где E_1, E_2 – количество энергии потребляемой двигателями привода главного движения и привода подач соответственно;

$W_1^{Мвр}, W_2^{Мвр}$ – механическая энергия переданная электродвигателями приводу главного движения и приводу подач соответственно;

$Q_1^{дв}, Q_2^{дв}$ – внутренние потери в электродвигателях привода главного движения и подачи соответственно (включают в себя электрические и механические потери);

$W_1^{шд}$ – механическая энергия передаваемая от коробки скоростей обрабатываемой детали;

$W_2^{шп}$ – механическая энергия передаваемая приводом подач суппорту (режущему инструменту);

$Q_1^{шд}, Q_2^{шп}$ – соответственно потери в приводах главного движения и приводе подач;

$W^{През}$ – энергия затрачиваемая непосредственно на разрушение материала обрабатываемой детали;

$Q^{През}$ – тепловые (энергетические) потери самого процесса резания.

Из представленной схемы видно, что электрическая энергия поступающая в электродвигатель частично теряется непосредственно в самом двигателе на преобразование электрической энергии в механическую. Оставшаяся часть расходуется на

одоление сил сопротивления в механической части приводов главного движения и подач и непосредственно на осуществление процесса резания. Если потери в самом двигателе снизить не просто, ввиду физической сущности протекания процесса преобразования электрической энергии в механическую, то потери в приводных механизмах или отдельно взятых узлах станка можно уменьшить, за счёт оптимизации конструкции привода или алгоритмов управления приводными электродвигателями.

Если рассмотреть идеальный станок, т.е. такой в приводах которого полностью отсутствуют потери энергии на преодоление сил трения, то в этом случае вся энергия, потребляемая двигателем, расходуется только на осуществления процесса резания, другими словами:

$$E_1 = W_1^{плд} \text{ или } E / W_1^{плд} = 1. \quad (1)$$

В действительности соотношение (1) имеет вид:

$$E / W_1^{плд} \ll 1. \quad (2)$$

Причём, чем больше это соотношение, тем менее эффективен станок с точки зрения энергопотребления. Для более детальной оценки узлов или механизмов проектируемого станка удобно пользоваться коэффициентами, которые характеризуют конкретный отдельно взятый узел или весь привод, например, для коробки скоростей это соотношение примет вид:

$$E_1 / W_1^{плд} = K_э, \quad K_э \ll 1. \quad (3)$$

где $K_э$ – коэффициент энергетической эффективности, который характеризует величину потерь.

В зависимости от конкретного технологического назначения станка, типа привода, режима работы можно определить значения коэффициента энергетической эффективности и использовать эти значения в качестве справочной информации. Эта информация позволит конструктору оценить уровень энергоэффективности привода, как в целом, так и отдельно взятых частей, и в дальнейшем найти оптимального решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Похабов В.И., Клевзович В.И., Ворфоломеев В.В. Энергетический менеджмент на промышленных предприятиях. Технопринт, Мн., 2002 г. 174 с.