

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Беларусь*

*Борисовский государственный политехнический колледж*

*Борисов, Беларусь*

### **Введение**

Постиндустриальная эпоха для устойчивого развития человечества предлагает иной подход к прогрессу — ресурсосберегающий, ставящей во главу угла не производительность труда, а увеличение продуктивности используемых ресурсов [5]. Новый символ прогресса и соответствующий ему образ рационального мышления позволяет наращивать благосостояние людей без увеличения товарного и энергетического потребления. В связи с этим политика ресурсосбережения во многих странах признана актуальной, в том числе и в Республике Беларусь и стала с той или иной степенью эффективности целенаправленно проводиться на всех уровнях хозяйственного управления: государственном, отраслевом, территориальном и на конкретных предприятиях.

Ресурсосбережение — это одно из форм реализации резервов предприятия, связанная с максимальной экономией в производстве материальных ресурсов [10].

Основными факторами активизации ресурсосбережения являются:

- научно-технический прогресс;
- стимулирование хозяйственного механизма.

В целом ресурсосбережение можно охарактеризовать как деятельность (научная, техническая, практическая и т.д.) направленная на рациональное использование и экономное расходование ресурсов сопровождающая все стадии жизненного цикла изделия. Различают энергосбережение и материалосбережение.

В настоящее время в Республике Беларусь принята концепция устойчивого развития и одной из важнейших составляющих, если не определяющих, является ресурсосбережение.

**1. Повышение эффективности технологической подготовки производства за счет введения энергосберегающего показателя технологичности изделия.**

В современной рыночной экономике основным конкурентным преимуществом любого предприятия становится качество. Но в тоже время производство продукции с минимально-необходимым количеством энергоресурсов в настоящее время приобретает актуальный характер, что и подтверждается практикой. [3]

Энергосбережение складывается из различного числа составляющих, но не маловажную роль в этом играет технологический фактор при производстве изделий машиностроения. [4, 7]

Следует отметить, что на этапе технологической подготовки производства и должны прорабатываться вопросы внедрения энергосберегающих технологий, но в тоже время определенной методологии и критериев оценки данного направления в настоящее время нет.

Нами предпринята попытка конкретизировать данное предположение и разработана структурная схема экономии энергоресурсов на технологическом уровне (рис. 1).

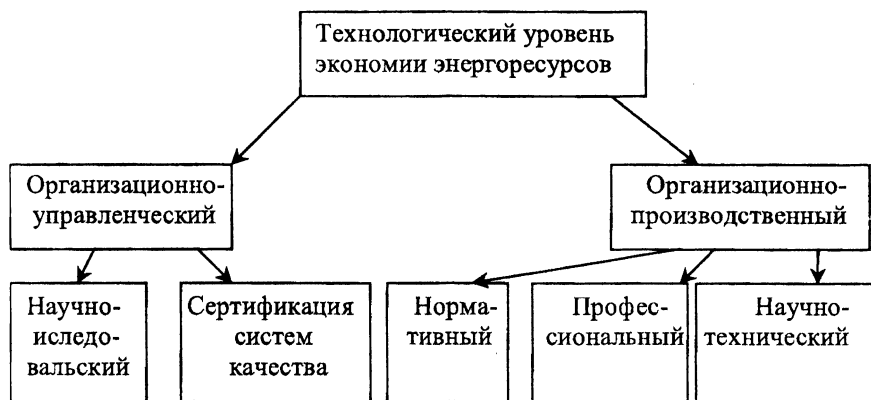


Рис. 1. Структурная схема технологического фактора экономии энергоресурсов при технологической подготовке производства

Исходными данными при разработке технологического процесса служат описание исходного и конечного состояний объекта производства.

Начальное состояние определяется набором параметров, характеризующих свойства заготовки: форма и размеры заготовки, марка материала, состояние поверхностного слоя и его физико-механические свойства [8, 9].

Конечное состояние соответствует характеристикам детали в конечном или промежуточном состоянии: конструкция детали, размеры и точность от-

дельных поверхностей, физико-механические свойства и шероховатость поверхностей, технические требования, оговаривающие расположение поверхностей и особые условия.

Принятие решений при проектировании технологического процесса осуществляется либо поиском, либо синтезом вариантов построения процессов обработки.

Поиск проводится среди существующих технологических процессов на данном производстве, к которым относят и унифицированные ( типовые и групповые процессы).

1) Первый метод проектирования основан на применении готовых решений на всех его уровнях, с использованием имеющихся технологических процессов на оригинальные детали. На этом этапе необходимо отыскать для данного изделия деталь-аналог. После этого необходимо найти процесс обработки детали-аналога.

2) При втором методе используют унифицированные технологические процессы, которые создают для наиболее часто встречающихся и, как правило, несложных деталей изделий. Для изготовления таких деталей используют прогрессивное технологическое оборудование и оснастку, а также передовые формы организации производства.

При принятии аналитических технологических решений считают, что на любой технологический объект воздействует вектор входных переменных  $X(t)$ , отражающий параметры качества исходных заготовок и полуфабрикатов, характеристики технологического оборудования, конструктивно-технологические параметры режущего инструмента, а также вектор условий  $Z(t)$ , учитывающий не только задаваемые условия функционирования технологического объекта (например, режимы обработки), но и действие факторов (например, элементарных погрешностей), дестабилизирующих его функционирование.

Оценка работоспособности технологических объектов предусматривает возможность принятия следующих аналитических технологических решений:

1. Оценка надежности технологических объектов по параметрам качества изготавливаемой продукции, выполняемая на основе методов прикладной статистики.

2. Оценка работоспособности объектов по результатам анализа их математических моделей.

3. Оценка работоспособности объектов, полученная на основе логико-эвристической модели (эта модель представляет собой совокупность взаимосвязанных эвристических правил).

Для определения состояния, сравнения или классификации объектов, необходимо оценить их по какому-либо признаку, критерию.

В качестве критерия может быть выбран практически любой признак объекта — масса, стоимость, надежность, эффективность, комфортабельность, удобство в работе и другие, нами предлагается ввести энергосберегающий критерий.

Целесообразность изменения конструкции детали можно также установить с помощью относительных показателей технологичности конструкции детали [11], например, трудоемкости, себестоимости, коэффициента точности, коэффициента унификации и т. д.

Анализ технологичности детали по приведенным показателям позволяет разрабатывать более экономически выгодные процессы изготовления изделия. В такое время величина энергозатрат в производстве продукции, которая составляет в общей себестоимости изготовления более 5%, (по данным завода «БАТЭ», «АГУ») не позволяет исключать данный фактор из анализа изделия на технологичность, поэтому целесообразно ввести понятие коэффициента концентрации операций, переходов.

На наш взгляд это позволяет рассматривать вопрос с точки зрения экономии энергоресурсов при проектировании технологических процессов механической обработки. Данное предложение можно выразить следующей зависимостью — для технологического процесса:

$$K_o = \frac{\sum O_{np}}{\sum O_{баз}}$$

где  $\sum O_{np}$  — сумма энергопотребляющих операций предлагаемого варианта;  $\sum O_{баз}$  — сумма энергопотребляющих операций базового варианта;  $K_o$  — коэффициент концентрации переходов для многоинструментальной обработки.

Для технологической операции:

$$K_n = \frac{\sum П_{np}}{\sum П_{баз}}$$

где  $K_n$  — коэффициент концентрации переходов;  $\sum П_{np}$  — сумма энергопотребляющих переходов предлагаемого варианта;  $\sum П_{баз}$  — сумма энергопотребляющих переходов базового варианта.

Величина коэффициента  $K_o$ ,  $K_n$  находится в пределах  $0 < K_o < 1$ ;  $0 < K_n < 1$ ;

Анализ технологичности процесса изготовления детали по предложенной методике позволяет, например, уменьшить энергопотребление существующего процесса изготовления вала 2111.3708211 на 12%.

Данные предложения требуют экспериментальных исследований и условиях производства.

## **2. Методология проектирования энергосберегающих технологий**

В настоящее время при разработке методологии обучения проектированию разработки энергосберегающих технологических процессов можно выделить два направления [2].

Первый, будем его называть традиционным, заключается в том, что процесс проектирования определяется объектом проектирования. Традиционный подход позволяет ознакомиться с существующими технологическими решениями, как в области общего машиностроения, так и в специализированной части своей будущей профессии, а также изучить традиционные методы проектирования технологических процессов изготовления типовых деталей.

Однако, при таком обучении молодой специалист будет сталкиваться с трудностями, если перед ним поставить задачу разработки технологического процесса механической обработки или техпроцесса обработки давлением не относящего к его специальности. Такая задача воспринимается как незнакомая и требует освоения методики ее решения с «нуля», так как предыдущий опыт связан с конкретными объектами, а не с общей методологией решения энергосберегающих задач.

Другой подход подразумевает, что процесс проектирования любых объектов является инновационным, т.е. существуют определенные этапы и методы проектирования объектов различающихся функциями, конструкциями или в целом различными технологическими системами. Такой подход называется системным, а как способ обучения является универсальным для решения различных технологических задач и принятия технологических решений.

Можно разделить два важных преимущества системного подхода по отношению к традиционному. Во-первых, знание алгоритма и овладение методами системного проектирования позволяет решить различные задачи. Во-вторых, целью проектирования является не просто создание технологической системы, значительно более эффективнее базовой, а рассмотрение и анализ множества различных вариантов решений и выбор оптимального в зависимости от конкретных, четко сформулированных показателей качества. Приобретаются важное качество рассматривать не одно решение а множество возможных вариантов с анализом их недостатков в целях аргументированного выбора оптимального для конкретных условий изготовления и эксплуатации.

Следует отметить, что внедрение методологии системного проектирования энергосберегающих технологий весьма проблематично, т. к. отсутствуют какие — либо рекомендации, учебники, методические пособия, но в тоже время можно рекомендовать следующее:

1. Учебные планы обучения учащихся техническим специальностям должны преследовать цель подготовки специалистов, способных решить задачи по разработке энергосберегающих технологических систем.

2. Обучение проектированию с позицией системного подхода является одной из актуальных и первостепенных задач при подготовке специалиста.

3. Формирование проектного мышления у специалистов должно осуществляться через сквозную технологическую подготовку на протяжении всего периода обучения.

4. Целью решения проектированных и технологических задач при курсовом и дипломном проектировании должна быть задача поиска оптимального варианта из множества допустимых.

Реализация данной методологии позволит молодым специалистам чувствовать себя увереннее, легче адаптировать к изменяющимся внешним условиям жизни [6].

При этом стремимся реализовать принцип единство фундаментальности и профессиональной практичности отвечающей основному предназначению обучения — подготовке высокообразованного профессионала, способного практически решать стоящие перед ним задачи на уровне мировых достижений с реализацией следующих направлений:

- фундаментальности;
- профессионализации;
- единства теории и практики;
- практичности.

Важной составляющей при проектировании, например, энергосберегающих технологий является умение принятия технологического решения или технического решения (ТР), которые будут направлены на улучшение функциональных или эксплуатационных характеристик изделия. Примерами ТР могут быть: решение о замене обопрудования или инструмента в действующем технологическом процессе (ТП); конструкции нового станочного приспособления; математическая модель технологической операции и т.д. ТР реализуется в конструкторско-технологической документации [11].

Решение может быть получено в результате выполнения некоторой задачи.

Например, построение графика использования оборудования по мощности с использованием многошпиндельного токорного полуавтомата

1Б240П-6 не представляет трудностей, так как это методически описано [1], а построение графика в отдельности по позициям данного токарного полуавтомата ранее не рассматривалась и методически не описана и представляет определенные трудности, хотя с позиции разработки энергосберегающих технологий этот фактор весьма важен, а анализ загрузки по позициям по мощности не проводился.

Исходя из вышеизложенного, предлагается структурная схема для принятия аналитического решения (рис. 2).

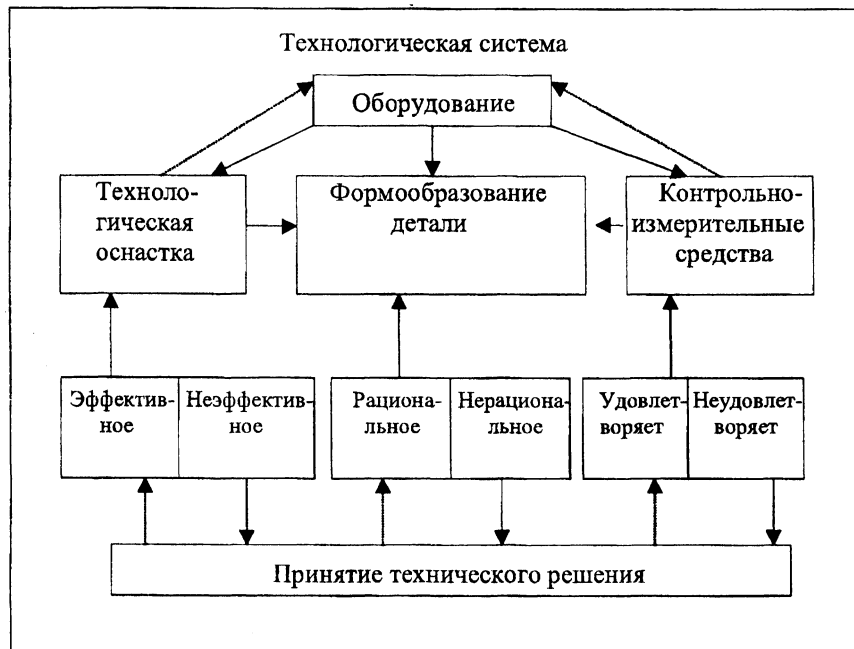


Рис. 2. Структурная схема принятия аналитического решения

Рассматривая структурную схему анализа техпроцесса, учащийся исследует признаки стоимостного инжиниринга, как экономического метода проектирования. Целесообразно из общего выделить технологический инжиниринг, который можно характеризовать следующими признаками:

- 1) объектом исследования является техпроцесс, операция;
- 2) с помощью функционального анализа технологической системы выявляются резервы, недостатки и отыскиваются новые технические решения;

3) проектируемый техпроцесс рационализируется путем применения нестандартных технических решений;

4) принятые решения технико-экономически обосновываются по существующим методикам.

По предложенному алгоритму проектируются техпроцессы, в которых более эффективно используется технологическое оборудование, а применяя принцип концентрации операции, переходов производим выбор менее энергоемкого оборудования.

Предлагаемая методика системного подхода к проектированию энерго-сберегающих технологий в курсовом и дипломном проектировании способствует уменьшению разрыва между подготовкой специалиста и будущей практической деятельностью.

### **Заключение**

В рассматриваемой комплексной работе отражена ресурсосберегающая политика проводимой в Республике Беларусь, ее актуальность для каждого предприятия, даны пути реализации ее при проектировании энергосберегающих технологий при курсовом и дипломном проектировании по специальности 2-36 0101 «Технология машиностроения».

В работе рассмотрены концептуальные основы, а также даны рекомендации в виде алгоритма, схемы для принятия рациональных и эффективных технических решений.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Горцевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. — Мн.: Выш. школа, 1983. — 255с. 2. Корж Д.Д. Мороз С.Ф. и др. Концептуальные основы обучения студентов активному проектированию // Вестник МЭИ. — 2003. — №5, —С. 40–44; 3. Мрочек Ж.А., Жолотов А.А., Акулович Л.М. Основы технологии автоматизированного производства в машиностроении / — Мн.: УП «Технопринт», 2003. 4. Романькова Т.В. Управление ресурсопотреблением в машиностроении // Машиностроение. Сб. научн. трудов, выпуск 17. Под ред. И.П. Филонова Мн.: УП «Технопринт», 2001. —398 с. 5. Тарек В.А., Богатырев А.В. Ресурсосбережение — новый символ социально –экологического и научно-технического прогресс // Машиностроитель. — 2003. — №12. — С. 18–19. 6. Столярешко А.М. Психология и педагогика. Учеб. пособие для ВУЗов. — Н. ЮНИТИ — ДЛИА, 2001. — 423с. 7. Экономика для технических ВУЗов. Под. ред А.П. Ковалева, М.П. Павлова. — Ростов Н/Д: Феникс, 2001 — 512 с. 8. Ящерицин П.И., Еременко М.Л., Жигалко Н.И. Основы резания материалов и режущий инст-



румент. — Мн., 1975. 9. Ящерицин П.И., Еременко М.Л., Фельдштейн Е.Э. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах. — М., 1990. 10. ГОСТ 30166-95. Ресурсосбережение. Основные положения. 11. Технология машиностроения в 2-х томах. Т.1. Под общей редакцией А.М. Дальского. Т.2. Под общей редакцией Н.Г. Мельникова. — М.: Издательство МГТУ им. М.Э. Баумана, 1998.

УДК 621.9.048

А.В. Сиводед, Ж.А. Мрочек

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ ЭЛЕКТРОДАМИ-ИНСТРУМЕНТАМИ ИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

Выбор того или иного материала электрода-инструмента для электроэрозионной обработки определяется рядом факторов, важнейшими из которых являются: износ, выполняемая операция, вид производства, стоимость изготовления и материала [1].

Материалы для электродов-инструментов, нашедшие наибольшее применение, можно расположить в следующем порядке убывания стойкости: графитированные материалы, вольфрам, медь, латунь, серый чугун, алюминий и его сплавы [2]. Инструментальные стали, как материал для электродов-инструментов представляют значительный интерес, являясь достаточно дешевым и технологичным материалом.

Изучению электроэрозионной обрабатываемости материалов посвящено значительное количество работ, в большинстве из которых рассмотрены вопросы обработки наиболее труднообрабатываемых материалов — твердых сплавов, инструментальных и жаропрочных сталей и др.

Зависимость стойкостных характеристик электродов от многих факторов-теплофизических свойств материалов, параметров импульсов тока, рабочей жидкости и т. д. свидетельствует о невозможности построения единого ряда обрабатываемости материалов.

Учитывая сравнительно хорошую обрабатываемость инструментальных сталей традиционными методами, а также возможность непосредственного применения после электроэрозионной обработки в качестве сопрягаемой