

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЙ

IMPROVING THE EFFICIENCY AND COMPETITIVENESS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES ON THE BASIS OF SYSTEM ANALYSIS TECHNOLOGIES

*V. Kuznetsov
I. Alenin*

Annotation

The article considers the problem of competitiveness of domestic industrial enterprises on the example of engineering. The issues related to the modernization of technological equipment and reengineering manufacturing processes, based on tools of system analysis.

Keywords: competitiveness, engineering, innovation, reengineering, modernization, optimization of technological processes.

*Кузнецов Владимир Анатольевич
Д.т.н., профессор, Московский
политехнический университет
Аленин Илья Александрович
Московский
политехнический университет*

Аннотация

В статье рассмотрена проблема конкурентоспособности отечественных промышленных предприятий на примере машиностроения. Затронуты вопросы, связанные с проведением модернизации технологического оборудования и реинжиниринга технологических процессов производства, на основе применения инструментов системного анализа.

Ключевые слова:

Конкурентоспособность, машиностроение, новация, реинжиниринг, модернизация, оптимизация технологических процессов.

Актуальное состояние большинства российских промышленных предприятий, оказывающее прямое и непосредственное влияние на национальную экономику, приводит к необходимости кардинального пересмотра процессов проектирования технологических процессов производства и организации управления производственными процессами на стратегически важных предприятиях.

Промышленный потенциал отечественных предприятий, инертно питающих различные сегменты рынка таким высокотехнологичным продуктом как подшипник, ухудшается из года в год вследствие физического и морального устаревания и неэффективности давно отработавшего свой срок технологического оборудования и систем управления.

Такой мировой производитель подшипников как компания NSK, удовлетворяя требованиям первичного рынка, разработала и выпустила шарикоподшипники со увеличенным сроком службы за счет модернизированных тел качения. Их применение увеличивает ресурс, снижает силы трения, массу и габариты а также обеспечивает возможность бесперебойной работы в случае отсутствия смазки. Отечественные производители подобными новациями похвалиться не могут в силу многих причин. Ос-

новными технологическими недостатками отечественных подшипников по сравнению с зарубежными аналогами являются: повышенный уровень вибрации, шума и значительно меньший ресурс. Перечисленные показатели зависят от материала колец и качества обработки дорожек качения, и связаны с классом точности подшипника качения. Для повышения класса точности подшипника требуются современные технологии при его изготовлении, а также модернизация отдельных видов технологического оборудования. При использовании высококачественного металла колец и тел качения, надлежащей модернизации производства и обновлении парка оборудования, а также при наличии современных средств контроля, продукция российских подшипниковых заводов могла бы соответствовать современным требованиям, запросам рынка и критериям конкурентоспособности.

Заметим, что в мировом рейтинге конкурентоспособности стран, ежегодно составляемом Всемирным экономическим форумом, Россия не показывает стабильной положительной динамики. В макроэкономическом плане отсутствие позитивной динамики связывают с состоянием стабильности или стагнации российской экономики.

В связи с этим встает вопрос о поддержании конкурентоспособности промышленных предприятий. Конку-

рентоспособность промышленного предприятия может поддерживаться достаточно долгое время за счет постоянного повышения качества выпускаемой продукции и технико-экономических показателей производства. Это достигается применением инновационных методов организации производства и внедрением технологических новшеств в области применяемого оборудования, приспособлений и обрабатывающего инструмента. Для того чтобы иметь представление, на каком уровне находится технологический потенциал конкурентов применяются специальные методы исследования, которые оценивают организационно-технический уровень предприятия (ОТУП). Для его повышения можно применить инструменты системного анализа и структурно-параметрического синтеза технологических решений (методов изготовления деталей). На первом этапе выявляются наиболее прогрессивные методы изготовления заготовок и деталей, а также методы сборки агрегатов и машины в целом, которые применяются в технологиях производства их продукции. Носителями методов обработки и сборки являются соответствующее оборудование, рабочие и контрольные приспособления, роботизированные комплексы, литейные формы, штамповый и металлорежущий инструмент. Каждый из вышеуказанных объектов является технической системой и имеет своеобразную технологическую структуру, набор подсистем и элементов, выполняемых функций и параметров.

Далее создается информационная модель объекта технологии, которая включает в себя структуру этого объекта, выполняемые им функции и его техническую характеристику, задаваемую набором оценочных параметров.

Такая модель на примере метода обработки поверхности детали рассмотрена в работе [1].

Связь структурных элементов метода обработки задается графом, множество вершин которого изоморфно характеристикам метода обработки, а множество дуг – отношениям, с помощью которых выражается временная упорядоченность действий определенных характеристик. Наряду с временной упорядоченностью структура метода обработки как система характеризуется ступенчатостью, которая распространяется на различную глубину.

Функция метода обработки заключается в преобразовании исходной заготовки в готовую деталь. В этом случае исходное и конечное состояния обрабатываемой детали определяется множеством параметров качества, основными из которых являются точность размера, формы и взаимного расположения поверхности, параметры ее микрогеометрии и физико-механические свойства материала.

Если обработка осуществляется в несколько этапов, функцию метода обработки можно описать последовательным графом. Оценочные функции, с помощью кото-

рых можно определить эффективность того или иного метода, являются технической характеристикой метода обработки, состоящей из некоторого множества параметров.

В качестве оценочных функций принимают производительность обработки, стойкость инструмента, энергоемкость процесса и т.д. Комплексным критерием оценки эффективности метода обработки может быть принята себестоимость изготовления деталей, прибыль или приведенные затраты.

Таким образом, информационная модель метода обработки для осуществления технологических новаций описывается рядом соотношений, определяющих функцию, техническую характеристику и структуру системы на всех уровнях расчленения.

Данная модель позволяет при внедрении технологических новаций определить, в какой из подсистем проведено усовершенствование, на какие функции системы это повлияло и какие технические характеристики объекта при этом изменились.

Кроме этого, важно, чтобы модернизация имела конкретные цели. В этом случае, поиск тех или иных конкретных новаций будет более эффективным.

Это связано с тем, что создание или совершенствование технологического объекта предполагает следующую последовательность: постановка цели – определение действия для достижения цели – подбор или создание конкретных технологических средств для реализации данного действия.

Рассматриваемые выше функция и техническая характеристика метода обработки также состоят из определенного числа целей, которые необходимо достигнуть при реализации процесса обработки детали. Следовательно, вопрос выявления всего объема технологических целей, и анализ их взаимосвязей с элементами и подсистемами методов обработки является важным.

На рис. 1 показано граф-дерево технологических целей, достигаемых при реализации методов обработки [1].

Технологические цели разбиты на четыре большие группы: образование поверхности детали, технологическое обеспечение, управление и развитие. Цели, достигаемые при образовании поверхности детали также разделены на три группы, характеризующие обеспечение заданного качества при максимальной производительности труда и минимальных затратах на изготовление.

Цели технологического обеспечения определяют функции, которые необходимо учитывать при выборе и



Рисунок 1. Структура технологических целей: 1 - min затрат; 2 - max производительности; 3 - заданного качества детали; А - статистические; В - динамические; С - инструмента; D - кинематические; E - способа воздействия.

расчете требуемых для изготовления детали способов воздействия на обрабатываемый материал, обрабатывающего инструмента, кинематических, динамических и статических характеристик метода обработки.

Цели управления указывают на осуществление управляющих воздействий вышеприведенными характеристиками метода обработки. Группа целей развития перекликается в определенной мере с целями при образовании поверхности детали и включает в себя цели, которые характеризуют улучшение качества обработанных деталей, а также повышение других технико-экономических показателей технологических процессов и операций. При разработке граф-дерева технологических целей был осуществлен процесс квантификации целей, что означает нахождение на висячих вершинах графа количественно определенных целей.

Так как рассмотренные выше цели и структурные элементы технологических объектов (в том числе методов обработки) имеют тесные взаимосвязи между собой, образуется четко ограниченная предметная область совершенствования технологических объектов.

Проанализировав цели, достигаемые при реализации метода обработки, можно сделать вывод, что за критерий оптимальности (целевую функцию) целесообразно выбрать энергоемкость процесса обработки, т.к. именно этот показатель влияет на большинство технико-экономических показателей (стойкость инструмента, металлоемкости и сложности конструкции оборудования и оснастки, технологическая себестоимость, производительность и т.д.). В качестве системы ограничений могут служить модели связей параметров качества с характеристиками метода обработки (МО).



Рисунок 2. Алгоритм оптимизации способа воздействия на обрабатываемый материал.

Энергоемкость целесообразно выразить через мощность процесса деформирования, которая известными методами определяется при произвольном числе этапов деформации. Данный критерий характеризует не только энергию, необходимую для проведения процесса, но и скорость осуществления воздействия, чего не учитывает другие оптимизационные критерии. Кроме этого, необходимая мощность процессов может быть определена для всех технологических переделов производства продукции (металлургия, литейное производство, обработка металлов давлением и резанием, термическая обработка, аддитивные технологии). Для примера можно привести

алгоритм оптимизации способа воздействия на обрабатываемый материал применительно к механической обработке (рис. 2).

Применение инструментария системного анализа на всех этапах жизненного цикла изделий позволяет оптимизировать производство. В результате предприятия значительно улучшают основные характеристики выпускаемой продукции, повышая ее качество, в разы уменьшается количество брака, достигается оптимальное соотношение энергоэффективности, производительности труда и себестоимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов В.А. Синтез и исследование технологических структур методов механической обработки поверхностей деталей машин. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук./Москва, 2000 г.
2. Аленина Е.Э., Катанаев Н.Т., Фазлулина М.Э. Методы оценки конкурентоспособности предприятий тракторной промышленности. Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ). Москва, 2012.
3. Аленина Е.Э., Тришкин А.Г. Применение инновационных методов управления предприятиями промышленности с целью повышения их конкурентоспособности. Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 5. № 1 (15). С. 237–242.
4. Аленина Е.Э., Кузнецов В.А., Пасхина А.В. Эффективность мер государственной поддержки автомобильной промышленности Российской Федерации. Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2012. Т. 3. № 2. С. 67–71.

© В.А. Кузнецов, И.А. Аленин, (e-alenina@mail.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»,



Московский политехнический университет