

УДК 621.8

DOI: 10.12737/article_595256f1b41d16.38352795

А.Г. Суслов, д.т.н.

(Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
г. Москва, 115409, Каширское шоссе, 31)

E-mail: mootechmash@mail.ru

Конструкторско-технологическое обеспечение качества и конкурентоспособности изделий машиностроения

Изложено решение проблемы обеспечения конкурентоспособности и качества изделий машиностроения при их проектировании и изготовлении. Приведена зависимость для определения комплексного коэффициента конкурентоспособности изделия машиностроения. Дано понятие оптимальной долговечности. Приведены структурные схемы решения задачи конструктора и технолога по обеспечению качества изделий машиностроения.

Ключевые слова: конкурентоспособность; качество; оптимальная долговечность; проектирование; изготовление; изделие машиностроения.

A.G. Syslov, D. Eng.

(National Research Nuclear University "MIFI", 31, Kashirskoye Shosse, 115409, Moscow)

Design-technological support of quality and competitive ability of engineering products

The solution of the problem of the assurance of competitive ability and quality of engineering products during their design and manufacturing is stated. The dependence for the definition of a complex factor of engineering product competitive ability is shown. The concept of life optimum is given. The structural procedures for the solution of problems of a designer and technologist for the assurance of engineering product quality are shown.

Keywords: competitive ability; quality; optimum life; designing; manufacturing; engineering product.

Конкурентоспособность любых машин определяется комплексным показателем K [1]:

$$K = O.P. / (Ц + Э.З.), \quad (1)$$

где O.P. – объем работ, который выполняет машина за срок ее морального старения (5 лет), руб.; Ц – цена изделия, руб.; Э.З. – эксплуатационные затраты на обслуживание и ремонт этой машины за этот же срок (5 лет), руб.

Чем больше значение этого коэффициента, тем выше конкурентоспособность машины. Следует отметить, что технология является основой для проектирования конкурентоспособных машин. Если машина проектируется под реализацию устаревшей технологии (например, строительства автомобильных и железных дорог, их обслуживания и ремонта), то она никогда не будет конкурентоспособной. Все современные машины являются мехатронными сис-

темами: исполнительные звенья – механические, звенья управления – электронные.

Конкурентоспособность изделий машиностроения в значительной мере определяется их качеством. Под качеством понимается совокупность свойств изделия удовлетворять потребности потребителя в соответствии с его функциональным назначением.

Одним из основных свойств качества машин является их надежность [2]. Надежность электронных систем управления определяется надежностью каждого отдельного элемента системы и повышается за счет улучшения их качества и дублирования.

Надежность – это комплексное понятие, включающее в себя безотказность и долговечность. Под безотказностью изделия понимается сохранение работоспособного состояния изделия до первого отказа. Долговечность – это свойство изделия сохранять свое работоспо-

собное состояние до полного разрушения. Для одних изделий, в частности ракет, основным является безотказность, для остальных (почти всех) изделий основным показателем является долговечность.

Причем долговечность проектируемых деталей должна быть оптимальной, т.е. это период времени, в течение которого на нее приходится минимальные совокупные годовые затраты:

$$\frac{\sum_{i=1}^{T_{opt}} C_{з.д.i}}{T_{opt}} \rightarrow \min,$$

где $C_{з.д.i}$ – совокупные затраты, приходящиеся на деталь в i -м году эксплуатации изделия; T_{opt} – оптимальная долговечность детали.

Оптимальная долговечность деталей не всегда совпадает с оптимальной долговечностью машины, которую желательно приравнять к моральному сроку ее старения.

При этом могут быть несколько вариантов:

1. Долговечность детали меньше межремонтного срока машины. В этом случае необходимо повышать долговечность детали до межремонтного срока, т.е. $T_{opt.д} = T_{м.р}$.

2. Долговечность детали больше межремонтного срока, но меньше оптимального срока использования машины. В этом случае необходимо повышать долговечность детали до оптимальной долговечности машины: $T_{opt.д} = T_{opt.м}$.

3. $1,5T_{opt.м} > T_{д} > T_{opt.м}$. В этом случае необходимо снижать долговечность детали, а следовательно, и себестоимость ее изготовления: $T_{opt.д} = T_{opt.м}$.

4. $2T_{opt.м} > T_{д} > 1,5T_{opt.м}$. Необходимо повышать долговечность детали с целью ее использования в новой машине: $T_{opt.д} = 2T_{opt.м}$.

5. Долговечность детали больше двух оптимальных сроков машины. В этом случае необходимо снижать долговечность детали, а следовательно, и себестоимость ее изготовления: $T_{opt.д} = 2T_{opt.м}$.

Как безотказность, так и долговечность изделий определяется рядом эксплуатационных свойств деталей и их соединений: износостойкостью, статической и усталостной прочностью, коррозионной стойкостью, герметичностью соединений, прочностью посадок и др. [3]. Все эти эксплуатационные свойства зависят от материала, точности размеров, качества рабочих поверхностей и условий эксплуатации.

Общая структурная схема решения задачи конструктора в обеспечении качества выпускаемых изделий приведена на рис. 1.

Основной задачей технолога в обеспечении

оптимальной долговечности деталей машин является разработка технологического процесса, обеспечивающего требуемую точность размеров и качество рабочих поверхностей с наименьшей технологической себестоимостью. Структурная схема алгоритма решения задачи технолога по обеспечению требуемого качества деталей с наименьшей технологической себестоимостью приведена на рис. 2.

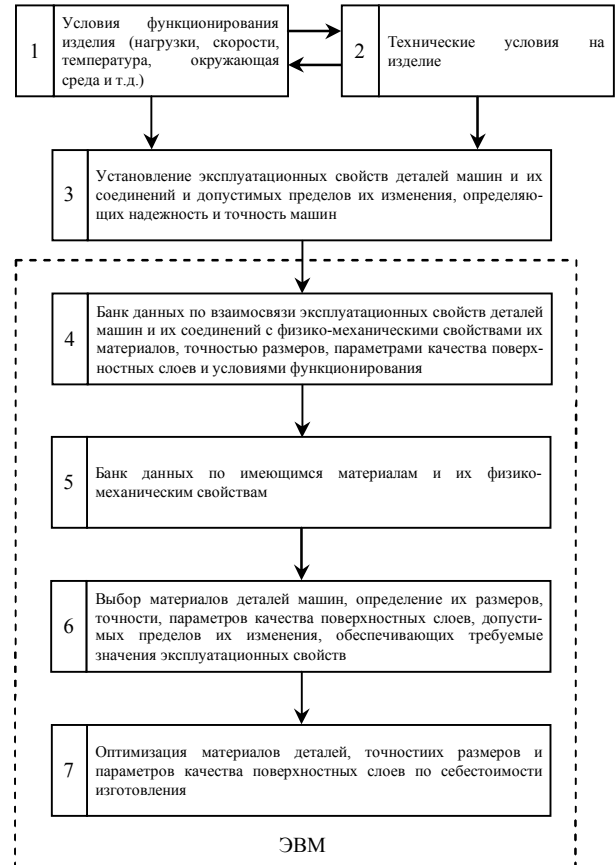


Рис. 1. Структурная схема алгоритма решения задачи конструктора

Выбор предшествующих методов и режимов обработки (блок 7) осуществляется из условия, что каждый последующий метод обработки позволяет повысить точность размеров на 1 – 2 качества и уменьшить высотные параметры шероховатости в 3 – 4 раза. При этом оптимизация выбора методов и режимов осуществляется по технологической себестоимости (аналогично блоку 5).

Анализ структурных схем алгоритмов решения задачи конструктора (см. рис. 1) и технолога (см. рис. 2) показывает на возможность и целесообразность их объединения, а именно возможность непосредственного технологического обеспечения эксплуатационных свойств деталей машин (рис. 3) [3].



Рис. 2. Структурная схема алгоритма решения задачи технолога

Но для этого необходимо иметь справочные данные по технологическому обеспечению непосредственно эксплуатационных свойств. Эти данные могут быть получены теоретически и экспериментально. Теоретически – на основе рассмотрения единства процесса обработки и эксплуатации деталей, в частности с применением энергетической теории. Экспериментально – применением эмпирических уравнений взаимосвязи эксплуатационных свойств с режимами обработки.

Для ускорения накопления такого справочного материала необходимо использовать результаты, получаемые в различных научных школах. Для этого они должны выполняться по единой методике. С этой целью разработаны нормализованные методы экспериментальных исследований различных эксплуатационных свойств [4, 5].

Создание автоматизированной системы проведения и обработки результатов таких исследований (АСНИ) позволило получить эмпирические зависимости эксплуатационных свойств от режимов обработки рабочих поверхностей.

Как было сказано, для выпуска конкурентоспособных изделий зачастую возникает необходимость повышения долговечности отдельных деталей до ее оптимального значения. С этой целью используются различные технологические методы обработки рабочих поверхностей и нанесения износостойких и коррозионно-стойких покрытий.



Рис. 3. Структурная схема одноступенчатого решения конструкторско-технологической задачи обеспечения качества проектируемой машины

В частности, для повышения долговечности деталей при обработке наиболее широкое применение в промышленности получили отделочно-упрочняющие методы поверхностно-пластического деформирования. Результаты исследований по повышению долговечности деталей машин при различных статических и динамических методах отделочно-упрочняющей обработки ППД приведены в справочниках [6].

В последние годы большое внимание уделя-

ется разработке наукоемких и функционально-ориентированных технологий [7]. К наукоемким технологиям относятся технологии, базирующиеся на последних достижениях науки и техники. Функционально-ориентированные технологии – это технологии, разрабатываемые с учетом функционального назначения рабочих поверхностей деталей машин.

Качество выпускаемых изделий в значительной мере зависит от реализации технологических процессов на производстве. Для России это особенно актуально, так как иногда на промышленных предприятиях наблюдается нарушение технологической дисциплины. Для строжайшего ее соблюдения целесообразно вводить повременную оплату труда и осуществлять автоматизацию производства. В организационном плане для соблюдения технологической дисциплины необходимо ритмично обеспечивать снабжение рабочих мест режущим инструментом.

Как видно из формулы (1), конкурентоспособность выпускаемых изделий в значительной мере зависит от их цены, которая в основном определяется технологической себестоимостью изготовления. В свою очередь, технологическая себестоимость зависит от производительности. Производительность же, в большей мере, определяется используемым технологическим оборудованием и профессионализмом технических работников предприятия. Кроме того, эти предприятия должны кооперироваться с другими конкурентоспособными предприятиями, поставляющими им комплектующие изделия. Этим, как правило, обладают предприятия серийного, крупносерийного и массового производства.

Таки образом, можно сделать вывод, что для выпуска в России конкурентоспособных и высококачественных изделий машиностроения необходимо технологическое переоснащение существующих и создание новых промышленных предприятий, оснащенных современным конкурентоспособным технологическим оборудованием. Для этого в современных условиях требуется срочное создание собственных станко-инструментальных предприятий, т.е. возрождение станко-инструментальной промышленности, выпускающей самообучающиеся станки с адаптивным управлением качеством изделий и установки по «выращиванию» заготовок, легко встраивающихся в компьютеризированные производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Качество** машин: справочник: в 2 т. Т. 2. / А.Г. Суслов, Ю.В. Гуляев, А.М. Дальский и др. – М.: Машиностроение, 1995. – 430 с.
2. **Качество** машин: справочник: в 2 т. Т. 1. / А.Г. Суслов, Э.Д. Браун, Н.А. Виткевич и др. – М.: Машиностроение, 1995. – 256 с.
3. **Технологическое** обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей и их соединений / Суслов А.Г., Фёдоров В.П., Горленко О.А. и др. /под общ. ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2006. – 448 с.
4. **Инженерия** поверхности деталей / Колл. авт.; под ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2008. – 320 с.
5. **Суслов А.Г., Дальский А.М.** Научные основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 2002. – 684 с.
6. **Технология** и инструменты отделочно-упрочняющей обработки деталей поверхностным пластическим деформированием: справочник. В 2-х т. Т1. / под общ. ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2014. – 480 с.
7. **Научно-технические** технологии в машиностроении / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный и др.; под ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2012. – 528 с.

REFERENCES

1. *Machine Quality: Reference Book: in 2 Vol. Vol. 2.* / A.G. Syslov, Yu.V. Gulyaev, A.M. Dalsky et al. – M.: Mechanical Engineering, 1995. – pp. 430.
2. *Machine Quality: Reference Book: in 2 Vol. Vol. 1.* / A.G. Suslov, E.D. Brown, N.A. Vitkevich et al. – M.: Mechanical Engineering, 1995. – pp. 256.
3. *Technological Support and Operation Properties Increase in Parts and Their Joints* / Suslov A.G., Fyodorov V.P., Gorlenko O.A. et al. /under the general editorship of A.G. Suslov. – M.: Mechanical Engineering, 2006. – pp. 448.
4. *Parts Surface Engineering* / Author group; under the editorship of A.G. Suslov. – M.: Mechanical Engineering, 2008. – pp. 320.
5. Suslov A.G., Dalsky A.M. *Scientific Fundamentals of Engineering Techniques.* – M.: Mechanical Engineering, 2002. – pp. 684.
6. *Technology and Tools of Finish-strengthening of Parts with Surface Plastic Deformation: Reference Book. In 2 Vol., Vol. 1.* / Under the general editorship of A.G. Suslov. M.: Mechanical Engineering, 2014. pp. 480.
7. *Science Intensive Technologies in Mechanical Engineering* / A.G. Suslov, B.M. Bazrov, V.F. Beziyazychny et al.; under the editorship of A.G. Suslov. – M.: Mechanical Engineering, 2012. – pp. 528.

Рецензент д.т.н. О.Н. Федонин