

маловероятны, так как напряжения в них ниже допускаемых. В зонах 1 и 5 напряжения могут превышать допускаемые при роспуске вагонов на сортировочных горках при маневровой работе (I режим). В частности, напряжения в них превышают допускаемые при движении вагонов с малыми скоростями через тормозные замедлители или при трогании вагона заторможенного на замедлителе. Поэтому разрушения рам в них доходят до 70% от всех остальных зон. Соответственно и опасность появления дефектов в зонах 1 и 5 выше, а следовательно, и контроль их должен быть более высокого качества.

Исходя из изложенного следует, что при изготовлении вагонов необходимо ввести неразрушающий контроль по 1, 2, 3 и 5 зонам рам, а при ремонте по рамам ввести обязательное дефектоскопирование зоны 5, а в надрессорных балках – наклонные поверхности под фрикционные клинья, внося изменения в ОСТ 32.183-2001.

ЛИТЕРАТУРА

1 Северинова Т.П., Шудрак С.М. Метод расчета напряженного состояния зоны технологического дефекта.// Вестник ВНИИЖТа, М.: 1996. №1. С.26...32; 2 Попов С.И., Худякова Н.А. Выбор критерия для оценки влияния литых дефектов на циклическую прочность деталей тележек грузовых вагонов. – В кн. Повышение надежности и совершенствование ремонта вагонов. Сб. научн. тр. ЦНИИ МПС, 1982, вып.652, С.115...120; 3 В.И. Сенько, И.Ф. Пастухов, М.И. Пастухов Анализ причин эксплуатационных повреждений литых деталей тележек грузовых вагонов.// Машиностроение. Республиканский межведомственный сборник научных трудов БНТУ, Мн.: 2003, вып.19. С.547...552; 4 В.И. Сенько, И.Ф. Пастухов, М.И. Пастухов Пути предупреждения эксплуатационных повреждений и продления срока службы литых деталей тележек модели 18-100 грузовых вагонов.// Машиностроение. Республиканский межведомственный сборник научных трудов БНТУ, Мн.: 2004. С.238...244; 5 Северинова Т.П. Исследование трещиностойкости сталей литых деталей тележек грузовых вагонов после длительного периода эксплуатации.// Вестник ВНИИЖТа. М.: 1999. №3. С. 35...40.

УДК 621.833.004.12

Г.И. Передкова, Е.И. Федоренко, Р.Ю. Щербаков

РАЗРАБОТКА СИСТЕМНОГО ПОДХОДА И МЕТОДОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ТРАНСМИССИЙ

*Институт механики и надежности машин НАН Беларуси
Минск, Беларусь*

Проблема создания конкурентоспособной техники возникает с возрастанием энергонасыщенности машин и повышением удельной напряженности деталей. В связи с этим появляется необходимость в разработке системного подхода и информационных технологий, позволяющих эффективно использовать результаты фундаментальных научных исследований, отражающих физическую сущность явлений, происходящих в поверхностных слоях высоконапряженных деталей. Эта проблема возникает в связи с тем, что существующие разработки автоматизированных технологий производства зубчатых колес недостаточно

учитывают изменение параметров качества материала в процессе технологического передела, которые существенно влияют на выбор технологии ХТО и долговечность деталей.

Так система управления качеством зубчатых передач, представленная в [1], отражает исключительно влияние точности обработки по всем операциям технологического процесса. Вместе с тем предлагаемый системный подход позволит синтезировать такую модель системы управления качеством, которая учитывает все упомянутые параметры качества и может быть использована при сквозном компьютерном проектировании и изготовлении зубчатых передач.

В предлагаемой работе систему можно определить как совокупность взаимосвязанных элементов, обладающих такими особенностями, когда свойства каждого элемента (подсистемы) и условия их взаимодействия определяют свойства и функционирование системы в целом. Разработка системы базируется на комплексном подходе обеспечения долговечности высоконапряженных зубчатых колес (рисунок 1).

Системный подход, как и любая другая научная методология опирается на эксперимент и ориентирована на выявление закономерностей, непосредственно следующих из наблюдений и экспериментов. В рассматриваемом случае системный подход основывается на гипотезе зарождения и распространения трещин в элементах субмикроструктуры металла, что позволяет с одной стороны связать взаимодействия микро- и субмикроструктуры при наложении внешних нагрузок и сопротивление их разрушению, а с другой - влияние размерных эффектов фазовых составляющих на свойства и особенности получения новых конструкционных дисперсионно твердеющих сталей. Такой подход позволит создавать новые высокопрочные материалы, а также добиваться улучшения свойств и показателей надежности и прочности используемых сталей в процессе технологического передела.

Исходя из сказанного, конструктивная модель системы в применении к обозначенной задаче исследования, можно представить в виде (рисунок 2).

Здесь *входная подсистема* - это металл для изготовления зубчатых колес, *выходная* - зубчатое колесо. Входная и выходная подсистемы могут становиться системами, т.к. взаимосвязаны общими требованиями обеспечения долговечности и надежности, которые обусловлены функционированием подсистем.

Рассмотрим взаимодействие подсистем в конструктивной модели.

Так управляющей подсистемой является конструкция зубчатого колеса. В пределах этой подсистемы решаются как внутренние, так и внешние управляющие задачи.

Подсистема "конструкция зубчатого колеса" содержит конструкторские и технологические решения, обеспечивающие повышение несущей способности зубчатых колес и снижение виброакустических характеристик. Элементы подсистемы включают:

- разработку рациональных конструкций зубчатых колес коробок передач с высокой несущей способностью и пониженной виброактивностью;
- геометрический синтез в обобщающих параметрах эвольвентного зацепления и расчет геометрических параметров зубчатых колес коробок передач, удовлетворяющих качественным показателям и снижению шумообразующих факторов;
- требования к выбору металла и его исходным параметрам качества, которые в процессе технологического передела обеспечивают оптимальные сроки службы зубчатых колес разработанной конструкции.

Входная подсистема - "металл" - это ресурс с параметрами качества на входе и измененными параметрами качества на выходе в результате технологического передела в зубчатое колесо.

Возможности изменения параметров качества металла в этом случае предполагают как использование традиционных цементуемых сталей, так и создание новых высокопрочных сталей, обладающих повышенным сопротивлением к разупрочнению при температурах до 400 °С. Таким образом, в подсистеме "металл" сосредоточено решение следующий задач:

- накопление ресурса обеспечения качества зубчатых колес в процессе технологического передела за счет работы подсистем, преобразования, транспорта и аккумулятора ресурсов с созданием баз данных;



Рисунок 1

- разработка современных методов химико-термического упрочнения, которые закрепляют результаты, полученные при накоплении ресурсов качества в результате технологического передела;

- разработка новых дисперсионно-твердеющих сталей.

В процессе решения задач по накоплению ресурса качества металла в результате технологического передела определяются следующие параметры:

- химический состав, качество поверхностного слоя, макро- и микроструктура, величина зерна, прокаливаемость, усталостная прочность;

- расположение волокон металла штампованных заготовок и его влияние на прочностные характеристики

- изменение качественных параметров металла заготовок после предварительной термической обработки;

- исследование качества зубчатых колес после механической обработки (явление наклепа) с целью минимизации деформации при проведении ХТО.



Рисунок 2.

Проведение комплекса этих исследований позволит разработать комплексные процессы химико-термического упрочнения, а также обосновать необходимость создания новых конструкционных сталей.

Как видно из рисунка 2 накопление ресурса должно быть оформлено в виде баз данных, что является элементом отдельного рассмотрения.

Разработанный ИМИНМАШ технологический процесс содержит технические требования к качеству исходного металла, технологии изготовления заготовок, предварительной термической обработке и механической обработке, которые исходными данными для разработки технологии химико-термического упрочнения.

Формирование последовательности технологических операций осуществляется с учетом факторов технологической наследственности, что способствует сохранению и улучшению качества исходного металла.

Выходная подсистема - "химико-термическое упрочнение" включает разработку современных технологических процессов химико-термического упрочнения и базируется на исследованиях, определяющих закономерности формирования структуры диффузионных слоев, которые для нагруженных зубчатых колес планетарных передач автотракторной техники обеспечивают технические требования по нормативным документам ИМИНМАШ НАНБ (таблица 1), а также высокие характеристики изгибной и контактной усталости цементованных слоев.

Разработанный подход и методики управления процессами ХТО позволят создать автоматизированные процессы упрочнения на базе компьютерных технологий.

Анализ систем управления качеством представлен в таблице 2.

В настоящее время все перечисленные системы качества претерпевают изменения в связи с быстроменяющимися типами производства от массового до бережливого и активного.

Учет процессов изменения стал частью основополагающих принципов новой версии стандартов ИСО 9000-2000. Система TQM также постоянно и устойчиво обеспечивает улучшение качества по всем направлениям и включает следующие важнейшие аспекты:

- моделирование взаимосвязей, взаимодействий процессов обеспечения и улучшения качества;
- углубление понятий качества процессов и более четкое описание их особенностей;
- установление функциональных зависимостей между качеством процессов и их результатами;
- анализ и структурирование действий в системе улучшения качества по реализации нововведений.

Таблица 1

Нормативные показатели качества цементованного слоя и сердцевины, рекомендуемые ИМИНМАШ НАН Б для ответственных зубчатых колес

Контролируемые параметры цементованных и нитроцементованных зубчатых колес	Единица измерения показателя	Нормативные документы автотракторной промышленности РТМ 032.005-82 РТМ 37.002.0024-76 ОСТ 23.1.124-84	Данные из нормативных документов и национальных стандартов промышленно развитых стран.	ИМИНМАШ НАН Б Способ контроля по патенту №1169432, ТУ ИНДМАШ, ГОСТ 30572-98 ГОСТ 30634-99
<i>Цементованный слой:</i>				
Поверхностная твердость	HRC_3	58...63	58...62	59...63
Эффективная толщина:				
750 HV _{0,2}	мм	Не контролируется	Не контролируется	(0,08...0,1)т
700 HV _{0,2}	мм	Не контролируется	Не контролируется	(0,12-0,15)т

600 HV _{0,2}	мм	Не контролируется	(0,18...0,27) <i>т</i>	(0,2-0,22) <i>т</i>
550 HV _{0,2}	мм	(0,15...0,2) <i>т</i>	(0,18...0,27) <i>т</i>	Не контролируется
Глубина залегания троостита	мкм	Регламентируется бальной шкалой до глубины 15 мкм	Не допускается	Регламентируется до глубины 15 мкм
Темная составляющая	мкм	Регламентируется до глубины 15 мкм	Не допускается	Допускается в виде от дельных включений на глубину до 15 мкм
Карбидная сетка	балл	Не допускается	Не допускается	Не допускается
Размер карбидов и глубина их залегания	мкм	Регламентируется бальной шкалой не более 8-12 мкм	Мелкие карбиды	Регламентируется бальной шкалой не более 0,8-2 мкм при глубине залегания (0,03-0,05) <i>т</i>
Размер карбонитридов и глубина их залегания	мкм	Регламентируется бальной шкалой до 8-12 мкм	Мелкие карбонитриды	Регламентируется бальной шкалой до 0,5-2 мкм
Содержание бейнита и глубина его залегания	%	Не контролируется	Не контролируется	Регламентируется бальной шкалой до 6-8%
Дисперсность мартенсита (ГОСТ 8233-76)	балл	1-4	Структура мелко-игольчатого мартенсита	1-3
Размер зерна по ГОСТ5639-82	балл	Не регламентируется	Не регламентируется	7-12
Остаточный аустенит	балл	Регламентируется бальной шкалой до 4 балла. При рентгенографическом определении не более 25-30%	Регламентируется бальной шкалой. При рентгенографическом определении не более 15-20%	Регламентируется бальной шкалой до 4 балла. При рентгенографическом определении не более 30-35%
Толщина слоя до переходной зоны 0,4% С	мм	(0,15-0,21) <i>т</i>	(0,18-0,27) <i>т</i>	(0,20-0,25) <i>т</i>
Сердцевина				
Твердость	HRC ₂	29 – 42	30...45	30 – 41
Содержание феррита	балл	Регламентируется бальной шкалой	не допускается	Регламентируется бальной шкалой
Структурные составляющие	-	Троосто – мартенсит	Троосто – мартенсит	Бейнит-троосто-мартенсит
Размер зерна ГОСТ5639-82	балл	Не регламентируется	Не регламентируется	7-10

Анализ систем управления качеством в машиностроении

I. ИСО-9000	II. Евросистемы в рамках законодательства ЕЭС	III. Система ТОМ (Всеобщее управление качеством)	IV. Система QS 9000
1. Проектирование или разработка ТУ, разработка продукции. 2. Материально-техническое снабжение. 3. Подготовка и разработка производственных процессов. 4. Производство 5. Контроль и проведение испытаний. 6. Упаковка и хранение продукции. 7. Реализация. 8. Монтаж и эксплуатация. 9. Техническая помощь и обслуживание. 10. Утилизация после использования. 11. Маркетинг, поиски, изучение рынка.	1. Обеспечение высокого технического уровня; 2. Создание испытательных лабораторий; 3. Тиражирование практических работ испытательных лабораторий; 4. Представление информации по разработке стандартов; 5. Банк данных по сертификации; 6. Соответствие требований к техническому уровню; 7. Разработка законов и процедур по испытаниям и сертификации.	1. Запросы потребителя; 2. Учет взаимосвязей процессов по жизненному циклу изделия; 3. Измерения и принятие решений, базирующихся на статистических методах; 4. Непрерывное улучшение качества; 5. Формирование команды исполнителей; 6. Использование методологии ЕЭС для выбора наилучших образцов, продуктов, услуг.	1. Требования, основанные на ИСО-9000. 2. Отраслевые требования 3. Специфические требования потребителя. 4. Процесс оценки системы качества. 5. Кодекс практики органов по сертификации. 6. Специальные характеристики и символы. 7. Национальные эквиваленты ИСО-9001 -9002.

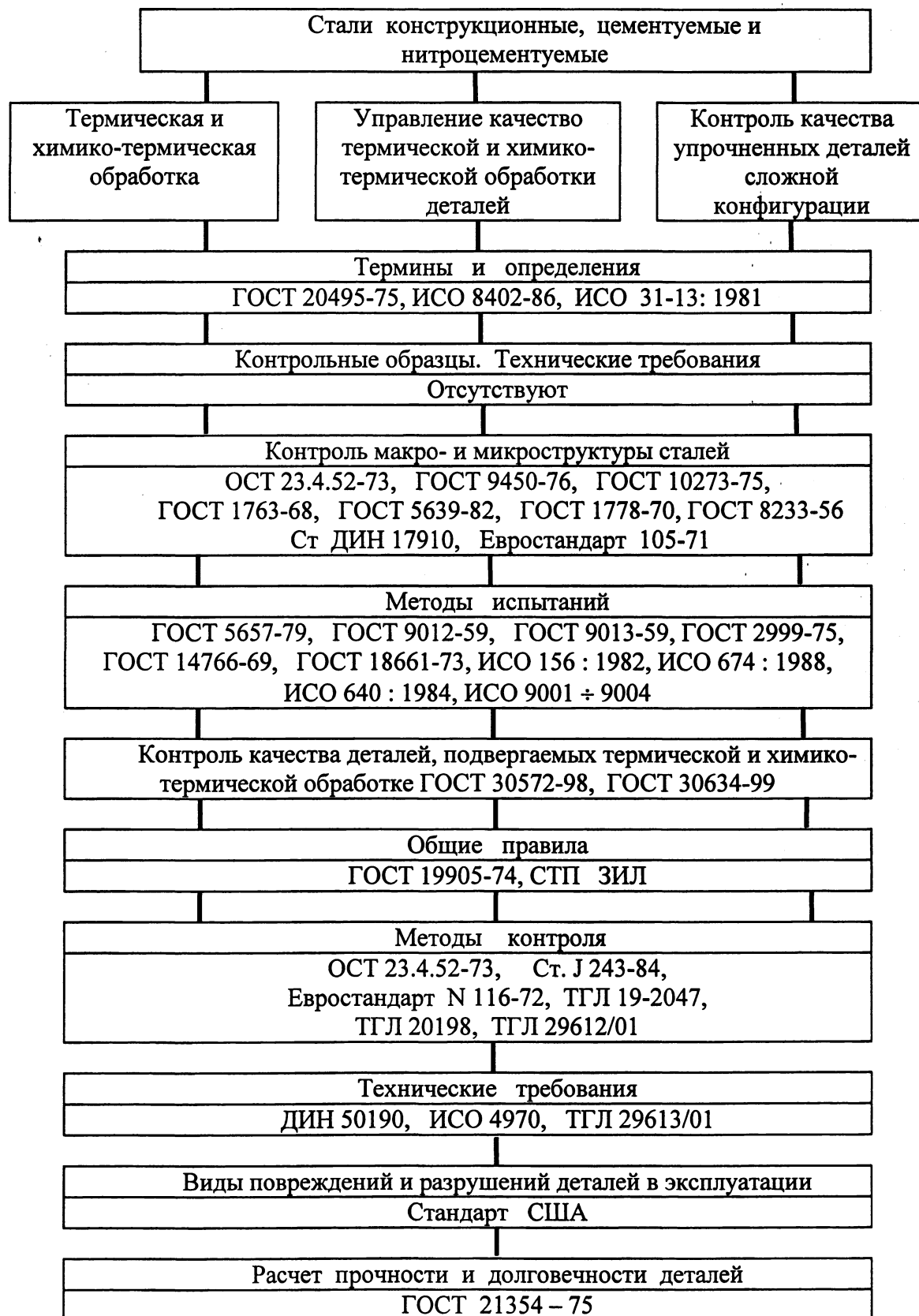
1. Система ИСО-9000 имеет слабость в том, что экономическая эффективность как целевая установка в них выражена слабо.
2. Система ТОМ ориентируется на постоянные улучшения качества, а также минимизацию затрат. Однако эта система носит концептуальный характер, так как не обеспечена таким количеством стандартов как ИСО-9000.
3. Система 08-9000 по существу развивает основную идею стандартов ИСО и строит отношения с поставщиками на основании проверок производства и систем качества, которые должны предотвратить выпуск не качественной продукции.

Таким образом, TQM не только обеспечивает преемственность с ИСО 9000-2000, QS-9000, но имеет существенно важные собственные достижения.

Для разработки систем управления качеством химико-термического упрочнения в таблице 3 представлены действующие нормативные документы.

В целом рассмотренные в настоящем докладе основные принципы разработки систем управления качеством позволяют создать современную методологию

Система стандартов по материаловедению, материалам и контролю качества деталей



управления качеством при изготовлении высоконапряженных зубчатых колес трансмиссий энергонасыщенных машин, элементами которой являются:

- системный подход;
- информационные базы данных по всему циклу изготовления;
- комплекс стандартов и нормативных документов, обеспечивающих контроль параметров качества;
- нормативные документы, рекомендуемые ИМИНМАШ НАНБ;
- требования систем управления качеством ИСО 9000-2000 и TQM.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сусин А.А., Руденко С.П. и др. Технология производства и методы обеспечения качества зубчатых колес и передач". Учеб.пособие// В.Е.Антонюк. Под ред. В.Е.Старжинского и М.М.Кане: Мн. УП "Технопринт", 2003. С.184-235; 2. Гличев А.В. Основы управления качеством продукции, М. 2001. 3. Сусин А.А. Надежность, высокоэффективные конструкционные стали и технологии изготовления деталей – предпосылки внедрения системы управления качеством TQM// Материалы межд. н-т. конф. «55 лет МТЗ». Мн., 2001. С. 87-94.

УДК 621.43.065.004.12

В.Я. Груданов

НОВЫЕ РЯДЫ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ЧИСЕЛ В ТРАКТОРО - И АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

*Могилевский государственный университет продовольствия
Могилев, Беларусь*

В настоящее время расчет, проектирование и конструирование машин и аппаратов в различных областях техники, как правило, осуществляется бессистемно в основном, по частным эмпирическим инженерным методикам с привлечением большого количества поправочных коэффициентов, не имеющих достаточного теоретического обоснования и не отражающих реальные рабочие процессы, что в принципе делает невозможным создание машин и механизмов с высоким техническим уровнем.

Вместе с тем в практике конструирования и создания технических устройств мирового уровня все чаще для достижения технического совершенства применяются так называемые ряды предпочтительных чисел (ПЧ), на основе которых разрабатываются международные стандарты и даже фирменные (наиболее жесткие).

Предпочтительные числа – это тщательно и научно подобранные цифровые величины, которыми рекомендуется пользоваться при конструировании вновь создаваемых технических объектов и устройств.

Эти числа устанавливают взаимосвязь в размерах деталей и узлов, мощность, производительность, грузоподъемность и т.д., при этом теория предпочтительных чисел создавалась на протяжении столетий учеными многих стран мира.

Ряды предпочтительных чисел основаны на принципе геометрической прогрессии. Согласно определению, предпочтительные числа – система параметрических десятичных рядов чисел, построенных по геометрической прогрессии со знаменателем $q = \sqrt[n]{10}$, где $n = 5, 10, 20, 40$ и 80 – номера рядов безграничных как в