

Министерство образования Российской Федерации

Алтайский государственный технический
университет им.И.И.Ползунова

НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО СТУДЕНТОВ И СОТРУДНИКОВ

61-я научно-техническая конференция студентов,
аспирантов и профессорско-преподавательского
состава

**Часть 10.
МЕХАНИКО–ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Барнаул – 2003

ББК 784.584(2 Рос 537)638.1

61-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава. Часть 10. Механико–технологический Факультет. / Алт.гос.техн.ун-т им.И.И.Ползунова. – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2003. – 39 с.

В сборнике представлены работы научно-технической конференции студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава Алтайского государственного технического университета, проходившей в апреле 2003 г.

Ответственный редактор к.ф.–м.н., доцент Н.В.Бразовская

© Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова

СЕКЦИЯ «МАШИНЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ КАЧЕСТВА ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Патудин М.В. – студент гр. ЛП-82
Козленков М.В. – студент гр. ЛП-81
Иванова Г.А. – студентка гр. ЛП-92
Красичков В.А. – научный руководитель

В настоящее время широко распространены следующие программные продукты: ОРИЕНТСОФТ (Г. МИНСК) – IDEF0/EMTOOL И COMPUTER ASSOCIATES – BPWIN.

Программный продукт компании ОриентСофт (г. Минск) – IDEF0/EMTool

Наши российские предприятия наконец-то начинают понимать необходимость не только автоматизации технологий с помощью программных средств, но и важность предварительной оценки стратегических перспектив и ценности бизнеса для всех заинтересованных лиц (клиентов, владельцев, сотрудников, поставщиков). Анализ и оценка существующих бизнес-процессов предприятия должна проводиться постоянно в режиме реального времени. Это возможно при условии функционирования на предприятии процессной системы управления. Для выполнения подобных работ требуются особые технологии, методики и программные средства. И, конечно же, подготовленные специалисты, способные поддерживать и развивать процессную систему управления, а также управлять изменениями в условиях повышенной нестабильности внешней среды.

Программный продукт IDEF0/EMTool является инструментом для моделирования бизнес-процессов предприятий и организаций в стандарте IDEF0.

Вторая часть названия - EMTool – сокращение от Enterprise Modeling Tool. Разработчиком русскоязычной версии программного продукта является компания «ОРИЕНТСОФТ» (г. Минск), основанная в 1994 году и реорганизованная в 2001 году в иностранное предприятие канадской компании ВуКонцепт, Inc. Поставляется продукт на CD-диске с программным ключом. Комплект поставки состоит из экземпляра системы, руководства пользователя, пустой базы данных и базами данных примеров, лицензионного соглашения и регистрационного талона. В Москве дилером программного продукта IDEF0/EMTool является российская консалтинговая компания «ВИП Анатех». Специалисты компании проводят также 3-х дневное обучение по основам моделирования в стандарте IDEF0 и реализации методологии в IDEF0/EMTool.

Успех в бизнесе часто зависит от того, насколько хорошо организованы бизнес - процессы, отвечающие стратегическим целям предприятия. IDEF0/EMTool - это мощное средство моделирования, которое позволяет описывать, анализировать и совершенствовать сложные бизнес-процессы. Оно помогает выявить и устранить лишние или неэффективные операции, снизить затраты, повысить производительность. IDEF0-модель позволит четко выявить факторы, оказывающие влияние на бизнес: какие операции являются наиболее критичными, как повысить их эффективность, какие ресурсы требуются для этого. Все это позволит получить целостное представление о том, как работает предприятие, начиная от структурного подразделения и заканчивая предприятием в целом. Если компания занимается системной интеграцией или поставкой готовых решений в области информационных технологий, модель бизнес-процессов - это наилучшее средство обосновать, как повлияют инвестиции в информационные технологии на эффективность деятельности предприятия.

Необходимость создания на предприятии полноценной системы управления качеством (QM-системы) определяется требованиями рынка, а, в некоторых случаях, и требованиями государственных органов. В тоже время, система управления качеством является важной составной частью системы управления предприятием, влияющей на качество продукции или услуги и конкурентоспособность. Для российских предприятий сертификация по ИСО 9000 –

это еще и пропуск на международный рынок, а также действенное средство для эффективного улучшения работы всего предприятия. Следует отметить, что с 2001 года стандарт IDEF0 рекомендован для описания бизнес-процессов для целей сертификации.

Для ускорения внедрения новой редакции стандартов ИСО 9000:2000, основанной на процессной модели, необходимо применять программные инструментальные средства. По мнению большинства экспертов по системам качества наиболее приемлемым способом описания процессов в соответствии со стандартами ИСО 9000:2000 является графическое представление процессов в нотации IDEF0. Авторы предлагают использовать для целей сертификации программный продукт IDEF0/EMTool, который представляет собой эффективный инструмент для разработки системы управления качеством (QMS – Quality Management System), ее функционирования, поддержания в актуальном состоянии и совершенствования, а также осуществления автоматизированного перехода к реализации на предприятии концепции TQM (Total Quality Management).

Процессная система управления включает в себя, как правило, и процессную систему управленческого учета затрат по методам ABC/ABM (Activity Based Costing/Activity Based Management) и расчета себестоимости продукции или услуг, а также системы бюджетирования по методу ABB (Activity Based Budget). IDEF0/EMTool обеспечивает возможность определения атрибутов, характеризующих отдельные операции и модель в целом, что позволяет проводить вычисления на модели – функционально-стоимостной анализ (ABC) и временной анализ бизнес-процессов.

В IDEF0/EMTool атрибуты могут описывать не только количественные, но и качественные показатели модели. Это дает возможность анализировать модель с помощью качественных показателей эффективности. Например, выявлять в составе бизнес-процессов операции не добавляющие стоимость, вспомогательные операции и др. Такого рода операции являются "узкими" местами, т.к. они порождают затраты, но не создают потребительской стоимости.

К основным функциям программной среды IDEF0/EMTool можно отнести следующие:

- 1) построение IDEF0-моделей;
- 2) навигация по диаграммам;
- 3) определение атрибутов и графических стилей для элементов модели;
- 4) поддержка ABC-анализа (функционально-стоимостного анализа);
- 5) генерация отчетов;
- 6) экспорт и импорт IDEF0-моделей в формате IDL.

Для реализации дополнительных возможностей по использованию IDEF0-моделей бизнес-процессов консалтинговой компанией «ВИП Анатех» разработаны специальные компоненты IDEF0/Документы, с помощью которых можно подготовить следующие документы:

- 1) Табель документов;
- 2) Схемы документооборота;
- 3) Должностные инструкции;
- 4) Состав автоматизированных рабочих мест (АРМ);
- 5) Функционально-информационные спецификации АРМ;
- 6) Состав прикладных задач бизнес-процессов.

Программные компоненты IDEF0/Документы обрабатывают отчеты по IDEF0-модели в MS Excel, а результаты помещаются в файлы MS Word. Описание IDEF0/Документы авторы планируют дать в следующей публикации.

Программный продукт компании Computer Associates - BPWin

Компания LogicWorks, разработчик BPwin, сейчас входящий в Computer Associates, работает на рынке технологий моделирования уже более 10 лет, предлагая пользователям самые современные инструменты моделирования. При помощи инструментов CA/LogicWorks может быть автоматизирован весь цикл производства программного обеспечения, начиная с изучения и анализа бизнес-процессов предприятия и заканчивая генерацией структуры данных и объектов пользовательского интерфейса. Все средства разработки интегрированы друг с другом и позволяют создать основу для разработки следующего этапа.

BPwin является мощным средством моделирования и документирования бизнес-процессов. Этот продукт использует технологию моделирования IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling) - наиболее распространенный стандарт, который принят для моделирования бизнес-процессов. Этот стандарт был разработан в лаборатории военно-воздушных сил США в 1981 году и успешно использовался для разработки систем противовоздушной обороны.

Диаграммы IDEF0 наглядны и просты для понимания, в то же время они формализуют представление о работе компании, помогая с легкостью находить общий язык между разработчиком и будущим пользователем приложения.

Кроме стандарта IDEF0, BPwin поддерживает также методологии моделирования DFD (data flow diagram) и IDEF3 (workflow). Методология DFD служит для описания потоков данных, которые возникают в результате деятельности компании. Методология IDEF3 служит для графического описания потока процессов (работ), взаимодействия процессов и объектов, которые изменяются этими процессами.

В зависимости от корпоративного стандарта по проведению системного анализа бизнес-процессов на начальном этапе проектирования системы, могут использоваться различные типы или комбинации этих методологий моделирования. Выбор конкретного типа модели для описания бизнес-процессов предприятия является предметом отдельного разговора, и не будет обсуждаться в рамках данной статьи.

Последняя версия продукта BPwin 4.1 (сегодня называется AllFusion Process Modeler) была выпущена в начале 2002 года и намного превзошла предыдущие версии как по функциональности, так и по удобству пользовательского интерфейса.

Функциональность BPwin заключается не только в рисовании диаграмм, но и в проверке целостности и согласованности модели. BPwin обеспечивает логическую четкость в определении и описании элементов диаграмм, а также проверку целостности связей между диаграммами. Инструмент обеспечивает коррекцию наиболее часто встречающихся ошибок при моделировании, таких, как "зависание" связей при переходе от диаграммы к диаграмме, нарушение ассоциации связей в различных диаграммах модели и т.п. Кроме того, BPwin поддерживает пользовательские свойства, которые применяются к элементам диаграммы для описания специфических свойств, присущих данному элементу.

BPwin имеет широкие возможности по представлению диаграмм. Графическое представление модели может быть изображено при помощи различных цветов, шрифтов и прочих параметров представления, которые выделяют важные или, наоборот, тушируют незначительные аспекты модели. Эта незначительная на первый взгляд возможность является ключевой во время представления и обсуждения модели с заказчиком или экспертами предметной области, т.к. правильно подобранное графическое представление позволяет им быстрее сориентироваться в модели.

Одним из важнейших средств BPwin является генератор отчетов. На деле, генератор отчетов RPTwin представляет собой автономный продукт, который поставляется с некоторыми продуктами CA/Logic Works, и позволяет генерировать подробные и многогранные отчеты по модели. Вместе с BPwin устанавливается набор стандартных отчетов, которые позволяют осветить модель с различных сторон. Отчеты обычно сопровождают окончательный вариант модели бизнес-процессов, созданной при помощи BPwin, и содержат информацию, размещение которой на модели сделало бы ее трудной для восприятия. Например, отчет может содержать подробное описание каждого элемента диаграммы, что помогает отчетливо представить себе назначение данного элемента без дополнительных разъяснений со стороны системного аналитика, создававшего диаграмму. Кроме того, существуют отчеты, которые предназначены для самого системного аналитика, например, отчет по целостности модели.

Что касается пользовательского интерфейса, то основное внимание было уделено развитию средств навигации по модели в сравнении с предыдущими версиями. Теперь BPwin имеет удобный проводник, который представляет иерархическую структуру модели в удобном и простом для понимания виде.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА.

Патудин М.В. – студент гр. ЛП-82

Курица В.В. – студент гр. ЛП-91

Красичков В.А. – научный руководитель

1. *Методология обеспечения качества продукции* формализована международными стандартами ISO 9000:2000 – Система менеджмента качества.

Концептуальные и организационные основы административного управления качеством продукции в системе определены в восьми базовых принципах, которые декларированы в стандартах ISO 9000:2000 и ISO 15504:1-9:1998 (последний для программных средств).

Принцип 1. Ориентация предприятия-разработчика на потребителя-заказчика. Предприятия зависят от своих потребителей и, таким образом, должны понимать текущие и будущие потребности потребителей-заказчиков, удовлетворять их требования и стремиться превзойти их ожидания.

Принцип 2. Лидерство-руководство. Лидеры обеспечивают единство назначения и направления деятельности предприятия. Они должны создавать и поддерживать внутреннюю окружающую среду, в которой специалисты могут в полной мере участвовать в достижении стратегических целей предприятия.

Принцип 3. Вовлечение персонала. Люди составляют сущность предприятия на всех уровнях, и их полноценное участие в деятельности способствует применению их способностей на благо целей предприятия.

Принцип 4. Процессный подход. Желаемый результат достигается более эффективно, когда требуемые ресурсы и деятельность специалистов предприятия управляются как единый связанный процесс.

Принцип 5. Системный подход к административному управлению. Выявление и понимание задач и административное управление системой взаимосвязанных процессов для заданной стратегической цели повышает эффективность и результативность предприятия.

Принцип 6. Постоянное усовершенствование. Непрерывное усовершенствование процессов и повышение качества продукции должны быть постоянной стратегической целью предприятия и его специалистов.

Принцип 7. Подход к принятию решений, основанный на фактах. Эффективные решения должны базироваться на анализе только реальных данных и достоверной информации.

Принцип 8. Взаимовыгодные отношения с поставщиками. Предприятие-пользователь и его поставщики-разработчики взаимозависимы, и взаимовыгодные отношения между ними повышают способность обоих производить качественную продукцию. В стандартах каждый из приведенных принципов прокомментирован комплексом действий, необходимых для их реализации в проектах. Выполнение этих принципов способствует повышению управленческой культуры, проникновению системы административного управления качеством во все виды деятельности предприятий и, как следствие, обеспечению высокого качества и конкурентоспособности создаваемой продукции, проектов и систем. Рекомендуется каждый из этих принципов применять при:

- формулировке политики и стратегии обеспечения всего ЖЦ продукта;
- выборе целей и типичных характеристик качества, непосредственно связанных с потребностями и ожиданиями заказчиков и потребителей;
- управлении операциями в процессе реализации проекта и для удовлетворения требований заказчика и потребителей;
- управлении людскими ресурсами предприятия для обеспечения ЖЦ продукта и его качества.

Качество процессов зависит от технологической среды, в которой они выполняются. Зрелость процессов – это степень их управляемости, возможность поэтапной количественной

оценки качества, контролируемость и эффективность результатов. Модель зрелости предприятия представляет собой методический материал, определяющий правила создания и функционирования системы управления ЖЦ, методы постепенного повышения культуры и качества производства, сопровождения и оценивания качества компонентов и продукта в целом. Реальное использование процессов предполагает их ориентирование и поэтапный контроль характеристик качества ПС. На предприятиях, достигших высокого уровня зрелости, процессы ЖЦ должны принимать статус стандарта, фиксироваться в организационных структурах и определять производственную тактику и стратегию корпоративной культуры производства и системы обеспечения качества продукции.

Стандарты *ISO 9000:2000* применяют процессный подход в административном управлении системами качества предприятий, а также рассматривают способы быстрого выявления и реализации возможностей для их улучшения. Процессная модель подчеркивает тот факт, что заказчики и другие заинтересованные стороны играют значительную роль в процессе установления исходных требований. По отношению ко всем процессам, необходимым для создания требуемой продукции, применяется управление процессом и проводится проверка «выходов». Измерение степени удовлетворенности заказчика и других заинтересованных сторон используется в качестве обратной связи для оценки и признания того, что требования заказчика были выполнены полностью.

Серия стандартов *ISO 9000:2000* разработана, чтобы помочь предприятиям всех типов и размеров внедрить и использовать эффективные системы менеджмента (административного управления) качества. Совместно они образуют комплект согласованных стандартов управления системами качества: ISO 9000 представляет введение в системы управления качеством продукции и услуг и словарь качества;

- ISO 9001 устанавливает детальные требования для систем управления качеством, достаточные в случае необходимости продемонстрировать способность предприятия, обеспечить соответствие продукции и услуг требованиям заказчика;

- ISO 9004 содержит руководство по внедрению и применению широко развитой системы управления качеством для достижения постоянного улучшения деловой деятельности и результатов предприятия;

- ISO 10011 обеспечивает руководство по управлению и проведению внутреннего и внешнего аудитов системы управления качеством. В стандарте ISO 9004 руководящие указания и рекомендации по применению изложены в том же порядке, что и требования в ISO 9001. Оба стандарта ссылаются на ISO 9000, который объясняет используемую терминологию и определения. Структура основных требований и рекомендаций в этих стандартах сведена к четырем объединенным крупным процессам:

Стандарты серии *ISO 9000:2000* рекомендуется применять в деятельности предприятия, начиная от идентификации требований заказчика, и охватывать все процессы системы управления качеством вплоть до достижения соответствия требованиям. Применение сокращенного, адаптированного варианта требований не освобождает предприятие от ответственности предоставлять продукцию, которая удовлетворяет всем требованиям заказчика. Система качества должна быть внедрена, поддерживаться в рабочем состоянии и подвергаться улучшениям со стороны специалистов предприятия. Масштаб и глубина процедур должна определяться такими факторами, как размер и тип предприятия, сложность и взаимосвязь процессов, применяемые методы, а также квалификация и степень подготовки персонала, участвующего в выполнении работ. Они должны включать:

- общесистемные процедуры, которые описывают деятельность, необходимую для внедрения и применения системы качества;

- процедуры, предписывающие последовательность и внутреннее содержание процессов, необходимых для обеспечения уверенности в соответствии продукции установленным требованиям;

- инструкции по операционной деятельности и управлению процессами.

При подготовке системы качества предприятия целесообразно учитывать и использовать совокупность рекомендаций ряда стандартов, поддерживающих базовые стандарты серии ISO 9000, в которую входят ISO 10005, ISO 10006, ISO 10007, ISO 10013, ISO 10011. Общие принципы управления качеством различных по содержанию проектов регламентированы стандартом ISO 10006:1997 — Руководство по качеству при управлении проектом.

Изложены рекомендации по административному *управлению качеством процесса проектирования* сложных объектов. Приводятся определения процесса, продукции и плана управления проектом, а также общие характеристики организации и фазы проектирования. Обеспечение качества управления проектом представлено группой процессов, для каждого из которых даются рекомендации по их реализации и контролю качества выполнения. Они включают:

- инициализацию и разработку плана управления, определение характеристик и воздействий внешней среды, условия завершения отдельных процессов проектирования;
- создание концепции разработки проекта, сферы его применения и методов контроля процессов управления;
- планирование последовательности и длительности процессов, составление расписаний и графиков работ, контроль выполнения их очередности;
- оценивание трудоемкости и стоимости проекта, его этапов и компонентов, контроль реализации ограничений бюджета;
- планирование использования всех видов ресурсов и контроль их реальных ограничений для проекта;
- организацию коллектива специалистов, формирование команды разработчиков, распределение ассигнований на них и на проект в целом;
- планирование и управление потоками информации, контроль интерфейсов и коммуникации в системе;
- идентификацию рисков, оценки их угроз и разработку контрмер для снижения их влияния;
- планирование и контроль закупок компонентов, документирование и развитие требований для субконтрактов и подрядчиков.

Рекомендации по подготовке конкретного Руководства по качеству, адаптированного к определенным потребностям предприятия и пользователей представлены в стандарте ISO 10013:1995 – Руководящие указания по разработке руководств по качеству и должно отражать документированные процедуры системы качества конкретного предприятия или проекта в соответствии с общими требованиями стандартов серии ISO 9000. В этом документе должны быть изложены: цели конкретной системы качества проекта или предприятия; документированные процедуры этой системы; организация процессов утверждения, изменения и применения данного Руководства.

В стандарте предложена подробная типовая структура и рекомендуемое содержание разделов такого документа. Руководства по качеству должны быть разработаны и использованы предприятиями в следующих целях:

- изложение политики, процедур и требований организации в области качества;
- описание и внедрение эффективной системы качества;
- совершенствование управления, установившегося практикой, и облегчение деятельности по обеспечению качества;
- обеспечение документированной основы для проведения проверок и сертификации системы качества;
- подготовка персонала, занятого разработкой требований к системе качества, и методов оценки ее соответствия стандартам;
- представление системы качества для внешних целей, таких как демонстрация, соответствия требованиям конкретных стандартов;
- демонстрация соответствия системы качества требованиям заказчика к качеству в контрактных ситуациях.

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ КАЧЕСТВА ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА, НА ПРИМЕРЕ ЦЕХА ТОЧНОГО ЛИТЬЯ ОАО «АЛТАЙДИЗЕЛЬ»

Патудин М.В. – студент гр. ЛП-82
 Козленков М.В. – студент гр. ЛП-81
 Красичков В.А. – научный руководитель

На основании анализа существующих программных пакетов по созданию и управлению системой качества предприятий для разработки модели управления качеством литейного производства нами выбран BPWin, как наиболее универсальный и имеющий наиболее широкие возможности, а также в следствие того, что для данного программного продукта имеется больше литературы.

В качестве объекта моделирования нами был выбран цех точного литья ОАО «Алтайдизель».

Разработанная модель состоит из 22 диаграмм и отражает технологический процесс изготовления отливки детали 6Т22126-1А для дизеля А41. Модель управления системой качества ЦТЛ ОАО «Алтайдизель» в стандарте IDEF0 представлена на рисунке 1.

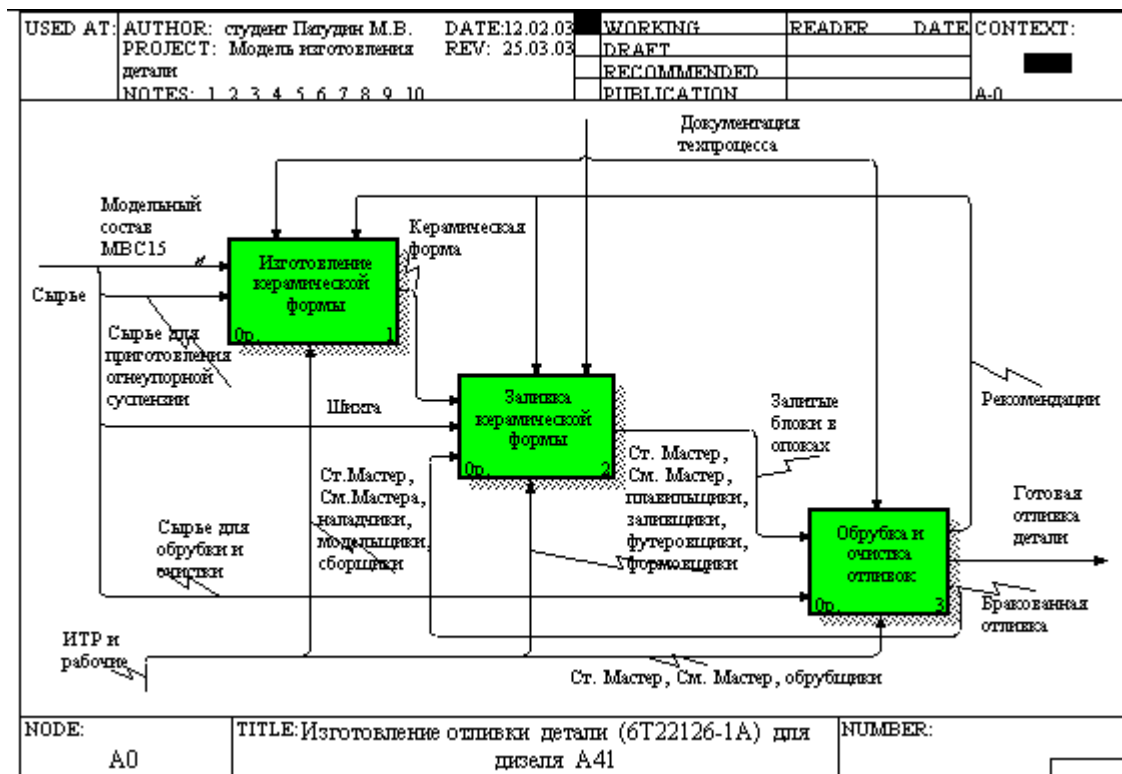


Рис.1. Модель управления системой качества цеха точного литья ОАО «Алтайдизель»

МОДЕЛЬ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОТЛИВОК ДЛЯ ЦТЛ ОАО «АЛТАЙДИЗЕЛЬ», РАЗРАБОТАННЫХ С ПОМОЩЬЮ BPWIN.

Патудин М.В. – студент гр. ЛП-82
 Козленков М.В. – студент гр. ЛП-81
 Красичков В.А. – научный руководитель

Для достижения требуемых высоких характеристик при создании и использовании продукции необходимо управление ее качеством в течение всего жизненного цикла. Такое управление предполагает высокую дисциплину и проектировочную культуру коллектива специалистов, использование им методик, стандартов, типовых нормативных документов и

средств автоматизации разработки. Кроме того, управление качеством включает формализацию технологии и сертификацию системы качества их разработки, а также выделение в специальный процесс поэтапное измерение и анализ текущих характеристик создаваемых и применяемых компонентов.

В условиях литейного производства немаловажным фактором является контроль качества готовой продукции – отливок. На рисунке 1 представлена модель контроля качества отливок для цеха точного литья ОАО «Алтайдизель», разработанная в BpWin.

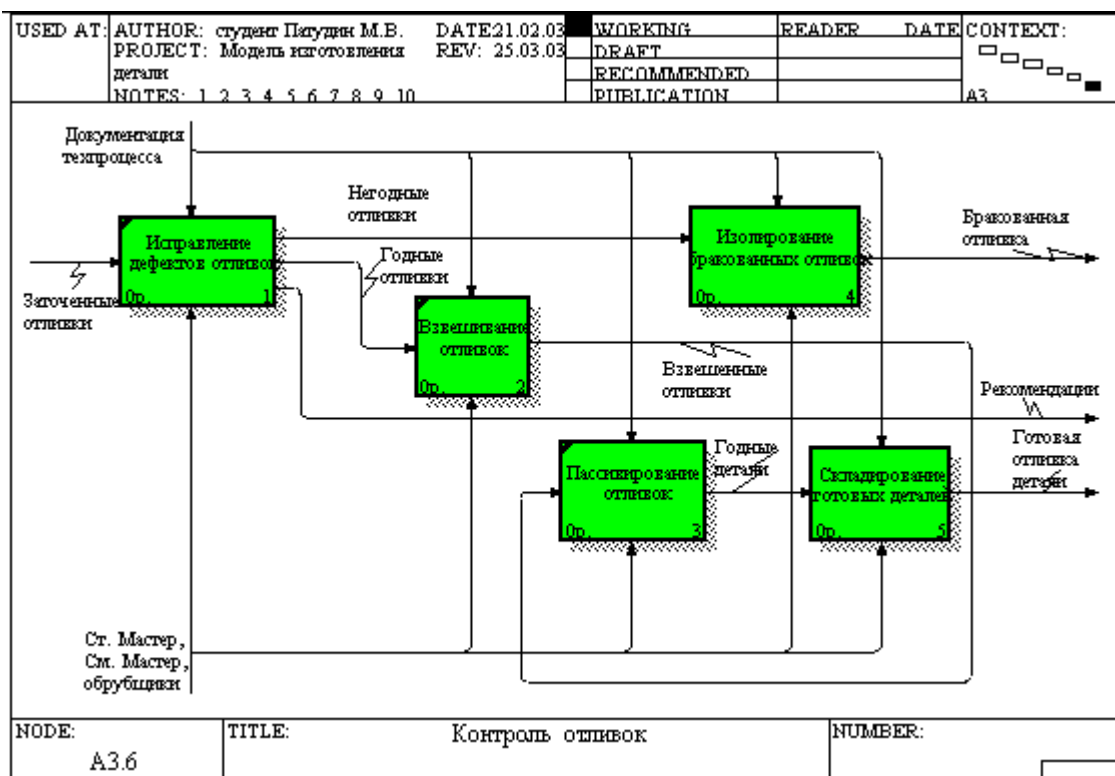


Рис.1. Модель контроля качества отливок для цеха точного литья ОАО «Алтайдизель»

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ РУКОВОДСТВА ПО КАЧЕСТВУ

Патудин М.В. – студент гр. ЛП-82
 Козленков М.В. – студент гр. ЛП-81
 Красичков В.А. – научный руководитель

Рекомендации по подготовке конкретного Руководства по качеству, адаптированного к определенным потребностям предприятия и пользователей представлены в стандарте ISO 10013:1995 — Руководящие указания по разработке руководств по качеству.

Созданное Руководство должно отражать документированные процедуры системы качества конкретного предприятия или проекта в соответствии с общими требованиями стандартов серии ISO 9000. В этом документе должны быть изложены: цели конкретной системы качества проекта или предприятия; документированные процедуры этой системы; организация процессов утверждения, изменения и применения данного Руководства.

В стандарте предложена подробная типовая структура и рекомендуемое содержание разделов такого документа. Руководства по качеству должны быть разработаны и использованы предприятиями в следующих целях:

- изложение политики, процедур и требований организации в области качества;
- описание и внедрение эффективной системы качества;

- совершенствование управления, установившегося практикой, и облегчение деятельности по обеспечению качества;
- обеспечение документированной основы для проведения проверок и сертификации системы качества;
- подготовка персонала, занятого разработкой требований к системе качества, и методов оценки ее соответствия стандартам;
- представление системы качества для внешних целей, таких как демонстрация соответствия требованиям конкретных стандартов;
- демонстрация соответствия системы качества требованиям заказчика к качеству в контрактных ситуациях.

В ситуациях, когда предприятие считает необходимым разграничить содержание или использование руководств, очень важно, чтобы руководства, описывающие одну и ту же систему качества, не противоречили друг другу. В любом Руководстве по качеству должны быть определены функции администрации, документально описаны компоненты системы качества и процедуры или даны на них ссылки, а также сжато изложены все применяемые требования на систему качества.

Система качества и Руководство уникальны для каждого предприятия. Настоящий международный стандарт не предназначен устанавливать форму, содержание или метод представления для описания элементов системы качества, которые могли бы быть применимы ко всем видам продукции. Руководство по качеству должно состоять из документированных процедур системы качества, предназначенных для организации, общего планирования и управления деятельностью, влияющей на качество, в рамках данного предприятия, или оно должно ссылаться на такие процедуры. Руководство должно охватывать все применяемые элементы стандартов на систему качества, необходимые для данной организации. В нем должны быть описаны с соответствующими подробностями те же аспекты управления, которые упомянуты в стандартах. Однако необходима некоторая адаптация, с тем чтобы гарантировать, что выбраны только необходимые документированные процедуры для конкретных целей разрабатываемого Руководства.

Фактическая работа по написанию Руководства должна осуществляться и управляться уполномоченным компетентным органом или отдельными функциональными подразделениями. Перед тем как издать Руководство, его следует проанализировать ответственными лицами, чтобы обеспечить четкость, точность, пригодность и соответствующую структуру. Предполагаемые пользователи также должны иметь возможность оценить документ и дать замечания по поводу его применимости. Выпуск нового Руководства по качеству должен быть утвержден администрацией, ответственной за его внедрение.

Следует обеспечить обоснование, разработку, анализ, контроль и внесение изменений в Руководство. Такая задача должна быть предписана соответствующему подразделению по управлению документацией. Издание документа и управление изменениями должны гарантировать, что содержание Руководства должным образом санкционировано. Чтобы гарантировать актуальность каждого Руководства, необходимо иметь метод, обеспечивающий получение всех изменений каждым его держателем и внесение этих изменений в каждый экземпляр Руководства.

Конкретные рекомендации по структуре и содержанию разделов в Программе обеспечения качества продукции в соответствии с базовыми требованиями стандарта ISO 9001, а также примеры документального оформления таких Программ приводятся в стандарте ISO 10005:1995 – Административное управление качеством. Руководящие указания по Программе качества.

Для эффективного применения его следует адаптировать к характеристикам объектов и среды применения конкретного предприятия или проекта. Прежде всего необходимо оставить в версии этого стандарта разделы и положения, которые целесообразно непосредственно использовать для обеспечения качества конкретных изделий. Адаптация стандарта для конкретных предприятий или проектов может выполняться путем сокращения и конкретизации

некоторых положений. После этого Программа качества должна быть сформирована и оформлена как самостоятельный регламентирующий документ, согласована с заказчиком, утверждена руководством предприятия и доведена до сведения всех участников проекта для практического применения. При сертификации системы качества предприятия должно проверяться наличие и практическое использование всех положений утвержденной версии Программы качества.

В Программе качества следует указать непосредственно или с помощью ссылок на соответствующие документированные процедуры или другие документы, каким образом должна осуществляться необходимая деятельность по обеспечению качества ПС. Форма представления и степень подробностей в Программе должны быть совместимы с согласованными требованиями потребителя, методом работы поставщика и сложностью осуществляемой деятельности. Программа качества должна показывать, как общие документированные процедуры поставщика привязаны и применимы к дополнительным процедурам, относящимся к определенной продукции или проекту, для достижения поставленных целей в области качества. Уполномоченная группа, в которую должны входить представители всех заинтересованных служб предприятия поставщика, должна проанализировать Программу качества на предмет ее адекватности и официально утвердить ее. Поставщик должен пересматривать Программу, если это необходимо, чтобы отразить изменения, внесенные в продукцию или проект, изменения в технологии проектирования, изменения в практике обеспечения качества. Изменения в Программе качества должны быть проанализированы на предмет их воздействия и адекватности той же самой уполномоченной группой, которая проводила анализ первоначальной программы.

В Программе качества следует идентифицировать отдельных лиц в организации поставщика, которые несут ответственность за то, чтобы: обеспечивать планирование, выполнение, управление работами, необходимыми согласно системе

качества или контракту, а также контроль за их развитием;

- доводить до сведения всех заинтересованных ведомств, субподрядчиков и заказчиков требования, относящиеся к конкретной продукции, проекту или контракту, и решать задачи, возникающие при взаимодействии этих групп;

- анализировать результаты каждой проведенной проверки;
- разрешать подавать заявку об изъятии элементов системы качества;
- управлять корректирующими действиями.

В Программе следует указать, когда, как и кем должны быть проанализированы требования, установленные для продукции, проекта или контракта. В ней также целесообразно определить, как должны быть зафиксированы результаты этого анализа и каким образом должны быть разрешены противоречия и двусмысленности в требованиях. В Программе рекомендуется указывать:

- когда, как и кем должен осуществляться, управляться и документироваться процесс проектирования;

- мероприятия по анализу, проверке и утверждению соответствия проектных выходных данных требованиям к проектным входным данным;

- степень участия потребителя в проектировании (там, где это уместно, например, в анализе и проверке проекта);

- документы и данные применительно к продукции, проекту или контракту;
- как и от кого можно получить эти документы и данные;
- как и кем эти документы и данные анализируются и одобряются.

В Программе следует отметить характер и границы выполняемых проверок качества, а также каким образом надо использовать полученные результаты, чтобы исправить и предотвратить повторение несоответствий, влияющих на продукцию, проект или контракт. Если обслуживание является установленным требованием, в программе следует показать, каким образом поставщик намерен обеспечить соответствие требованиям.

ПОСТРОЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНФИГУРАЦИЕЙ

Патудин М.В. – студент гр. ЛП-82
Козленков М.В. – студент гр. ЛП-81
Красичков В.А. – научный руководитель

Обзор и детальные рекомендации по построению компонентов системы управления конфигурацией на протяжении всего ЖЦ продукции или проекта содержит стандарт ISO 10007:1995 – Административное управление качеством. Руководящие указания при управлении конфигурацией.

Цель этих Руководящих указаний:

- поддержка организаций, применяющих управление конфигурацией;
- совершенствование их деятельности;
- регламентирование подходов к рассматриваемой задаче во всех отраслях промышленности.

Основной задачей управления конфигурацией по требованиям этого стандарта является документальное оформление и обеспечение полной наглядности текущей конфигурации продукции и состояния реализации требований к ее физическим и функциональным характеристикам. Другая задача заключается в том, чтобы все лица, работающие над проектом, в любой момент его ЖЦ использовали достоверную и точную информацию. Все необходимые характеристики объектов конфигурации, включая сопряжения, изменения, разрешения на отклонения, должны содержаться в четко идентифицированных документах.

В стандарте описаны процедуры, которые составляют эффективную систему управления конфигурацией. Объекты конфигурации выбираются с помощью процесса разложения. Этот процесс, идущий сверху вниз, разделяет общую структуру продукции на логически связанные между собой и соподчиненные комплексы аппаратного оборудования, программного обеспечения или их сочетаний, выбираемых для управления конфигурацией.

Основным критерием является выбор таких объектов, эксплуатационными параметрами и физическими характеристиками которых можно управлять отдельно, чтобы достичь общих окончательных характеристик объекта.

Следует разработать правила нумерации и применять их для идентификации объектов конфигурации, документов по конфигурации и изменений, а также компонентов.

Идентификационные номера должны быть уникальными. Правила нумерации или другие системы управления информацией должны позволять управлять:

- иерархическими отношениями или отношениями подчинения между объектами конфигурации в рамках структуры продукции;
- иерархическими отношениями или отношениями подчинения между компонентами в каждом объекте конфигурации;
- отношениями между объектами и документами;
- отношениями между документами и изменениями.

Руководитель проекта может учредить совет по конфигурации, который будет иметь полномочия анализировать и утверждать или не утверждать Программу и процедуры управления конфигурацией, выбор объектов конфигурации, конфигурационные базы и изменения к этим базам. Функции совета по конфигурации заключаются в подтверждении того, что: «он имеет соответствующие полномочия относительно установления конфигурационной базы;

- изменение необходимо;
- последствия изменений приемлемы;
- изменение должным образом документировано и классифицировано;
- план внесения изменения в документы, обеспечение является удовлетворительным.

Изменение может быть инициировано изнутри или со стороны заказчика, субподрядчика или поставщика. Рекомендуется предложению об изменении присваивать уникальный идентификационный номер на самой ранней стадии, чтобы облегчить прослеживаемость и идентификацию. Следует фиксировать статус прохождения изменения и связанных с этим реше-

ний и распоряжений. Необходимо выполнять и документировать следующие типичные оценки предложенного изменения с точки зрения:

- его технических достоинств;
- влияния на взаимозаменяемость, средства сопряжения, а также необходимости повторной идентификации;
- влияния на контракт, график работы и расходы;
- влияния на методы производства, испытания и контроля;
- влияния на закупки и запасы;
- влияния на техническое обслуживание, справочники для потребителя и руководства.

После подготовки изменения уполномоченное лицо или группа лиц должны проанализировать документированные оценки и решить вопрос об утверждении или не утверждении изменения. Внесение и проверка утвержденного изменения обычно включает следующие шаги:

- официальное утверждение изменения идентификации конфигурации;
- инициирование необходимых последующих действий соответствующими руководителями;
- проверка соответствия (проекта, испытаний, производства и т. д.) техническим требованиям.

Предпосылкой правильного ведения отчетности о статусе конфигурации является корректная идентификация и управление изменениями. В системе отчетности о статусе конфигурации записывается и представляется информация для руководства процессом управления конфигурацией и связанной с ним деятельностью. В отчетах о статусе конфигурации регистрируются выбранные данные в ходе процессов идентификации и управления конфигурацией. Это обеспечивает наглядность и прослеживаемость в целях эффективного управления развивающейся конфигурацией. Программа обеспечивает для каждого проекта процедуры управления конфигурацией, которые должны применяться, и устанавливает, кто и когда должен их выполнять. Заказчик должен также подготовить компоненты Программы, которые описывают его участие в деятельности главного подрядчика по управлению конфигурацией.

Основные *требования к процессам и специалистам* по оценке систем качества предприятия на соответствие стандартам серии ISO 9000 определяет группа стандартов *ISO 10011:1-3:1990* — Руководящие положения по проверке систем качества. В них изложены основные принципы, критерии и методики, а также руководящие положения для разработки, планирования и ведения документации при проверке систем качества предприятия. Определены обязанности и ответственность независимых инспекторов по проверке системы качества, требования к ним, порядок и критерии оценки и выбора инспекторов, их аттестации и условия выдачи свидетельств для допуска к инспектированию.

Для независимой и объективной оценки системы качества предприятия или проекта должен проводиться специальный отбор испытателей – инспекторов по сертификации. В соответствии со стандартом ISO 10011-2 *кандидаты в инспекторы по проверке систем качества* должны продемонстрировать способность четко и быстро выражать концепции и идеи в устной и письменной форме. Они должны пройти 1 обучение, дающее им знания и квалификацию, позволяющие им проводить испытания и управления проверками систем качества. Особо необходимым считается обучение в следующих областях:

- знание и понимание стандартов, в соответствии с которыми проверяются системы качества;
- методы оценки при обследовании, опросе, оценке и составлении отчетов по испытаниям;
- дополнительные навыки, требующиеся для управления проверками, такие как умение планировать, осуществлять организацию, взаимосвязь и руководство.

Кандидаты в инспекторы (эксперты) системы качества должны иметь опыт соответствующей практической работы в данной проблемно-ориентированной сфере и в области обеспечения качества соответствующей продукции или технологии. Перед тем как кандидат возьмет на себя ответственность за проведение проверок в качестве инспектора, он должен получить опыт проведения полного процесса испытаний в соответствии с рекомендациями, данными в стандарте ISO 10011-1. Этот опыт должен быть получен в результате участия в

нескольких проверках. Кандидат в инспекторы должен быть непредубежденным и выдержанным; обладать здравым смыслом; иметь аналитический склад ума и твердость воли; обладать способностью реально оценивать ситуацию; оценивать сложные действия с точки зрения их дальнейшей перспективы и понимать значение отдельных позиций в рамках общей организационной структуры. Инспектор должен уметь использовать все эти качества для того, чтобы:

- получать и справедливо оценивать объективные данные испытаний; «оставаться объективным для безбоязненного и незаинтересованного проведения проверок;
- постоянно оценивать результаты наблюдений и личностных взаимоотношений во время проверок;
- относиться к персоналу, вовлеченному в испытания, таким образом, чтобы получить наилучшие результаты проверки;
- выполнять действия по проверке, не отклоняясь от поставленной цели из-за отвлекающих внимание факторов;
- поступать должным образом в стрессовых ситуациях;
- приходить к приемлемым в общем виде выводам, основанным на наблюдениях в процессе проверок;
- оставаться верным своим заключениям, несмотря на давление, имеющее целью внести изменения, которые не обоснованы объективными данными.

Кандидаты в инспекторы с помощью подходящих средств должны продемонстрировать необходимые навыки управления и способность их применения, требуемые для осуществления проверки в соответствии с рекомендациями стандарта ISO 10011-1. Инспекторы должны поддерживать уровень своей компетентности следующим образом:

- делать все возможное для того, чтобы их знания в области стандартов и требований, относящихся к системам качества, были на современном уровне;
- делать все возможное для того, чтобы их знания в области методов и методик проверок были на современном уровне;
- при необходимости участвовать в обучении, направленном на обновление знаний;
- проходить аттестацию оценочной комиссией.

Наличие компетенции в этих вопросах должно быть продемонстрировано с помощью устных или письменных экзаменов или других приемлемых средств. Описанные меры должны обеспечить постоянное соответствие инспекторов всем требованиям, представленным в стандарте ISO 10011.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ПО ЛИТЕЙНОМУ ПРОИЗВОДСТВУ

Козленков М.В. – студент гр. ЛП-81
Патудин М.В. – студент гр. ЛП-82
Скорбачева А.В. – студентка гр. ЛП-92
Красичков В.А. – научный руководитель

Одним из главных приоритетов государственной политики всех развитых стран мира в настоящее время является постоянное совершенствование системы образования с учетом последних достижений в области информационных технологий. В российских условиях дистанционное обучение должно послужить не только явной альтернативой заочной и вечерней формам образования, но и конструктивной основой переподготовки и повышения квалификации, ранее подготовленных кадров без отрыва их от производства. Кроме того, необходимо решить и целый ряд важнейших задач общенационального характера:

- обеспечение потенциальной доступности системы образования для максимально широких слоев населения вне зависимости от регионов проживания;

- создание единой системы, интегрирующей лучший опыт преподавания отдельных дисциплин в различных учебных заведениях в соответствии с государственными стандартами;
- фундаментальную поддержку деятельности учебных заведений в условиях ограниченного государственного финансирования.

В основу данной статьи легли работы И.М. Макарова, В.М. Лохина, С.В. Манько и др. по созданию аппаратно-программных комплексов по робототехнике и механотронике.

Принципы построения программного обеспечения системы дистанционного обучения, реализуемого в виде интегрированной среды, наглядно иллюстрируются иерархической структурой, включающей три уровня (рис. 1):

- общесистемный;
- дисциплинарно-тематический;
- предметно-элементарный.

Каждый уровень иерархии определяет глубину погружения в изучаемую проблемную область. В свою очередь, конкретизация проблемной области обуславливается выбором одной из альтернатив, предоставляемых пользователю на каждом конкретном уровне.

Ядром системы является иерархия виртуальных моделей учебной лаборатории, лабораторных стендов и их внутреннего устройства с требуемым комплектом программно-методического обеспечения.

Верхний общесистемный уровень позволяет обеспечить проведение обзорной экскурсии по виртуальной учебной лаборатории, ознакомиться с моделью подготовки специалиста соответствующего профиля, перечнем изучаемых дисциплин и последовательностью прохождения лабораторного практикума.

Средний дисциплинарно-тематический уровень объединяет в своем составе мультимедийные компьютерные учебники по всем разделам специальной подготовки кадров в области литейного производства, а также комплекс программно-методического обеспечения для выполнения лабораторных работ и контроля полученных знаний.

Общая идеология построения этого уровня предусматривает проведение лабораторного практикума с использованием виртуальных моделей лабораторных стендов.

Нижний предметно-элементарный уровень предназначен для углубленного изучения принципов построения функционирования и эксплуатации оборудования для литейного производства.

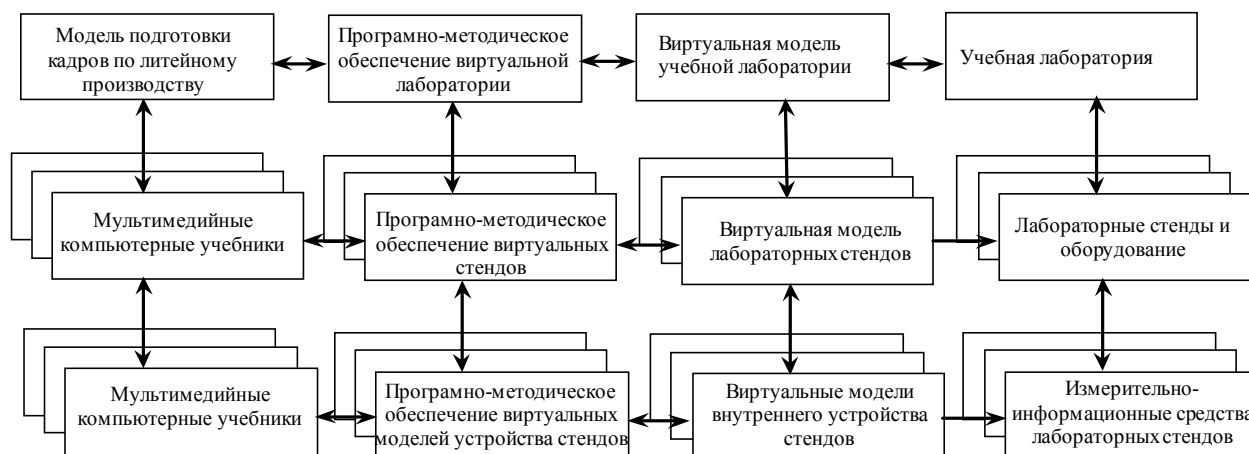


Рис.1. Обобщенная организационная структура системы дистанционного обучения по литейному производству

СЕКЦИЯ «ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОРРОЗИОННО-СТОЙКИХ СТАЛЕЙ 12Х18Н10Т И 08Х22Н6Т, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИИ

Жуков А.А., Логинов Д.В. – студенты гр. СП-82
Иванайский Е.А., Кровяков К.С. – научные руководители

В настоящее время в энергомашиностроении широкое применение находят высоколегированные стали аустенитного и аустенито-ферритного классов. Наиболее часто конструкции, работающие в агрессивной среде, изготавливают из сталей типа Х18Н10Т, обладающих удовлетворительной свариваемостью и высокой сопротивляемостью межкристаллитной коррозии. Однако, в связи с высокой стоимостью металла, были разработаны стали-заменители – 08Х22Н6Т, 12Х21Н5Т, 08Х18Г8Н2Т. Целью данной работы является оценка возможности использования стали 08Х22Н6Т вместо ранее применявшейся стали 12Х18Н10Т.

Механические свойства основного металла оценивали в соответствии с ГОСТ 1497-73. Установлено, что прокат стали 08Х22Н6Т как по прочностным, так и по пластическим свойствам превосходит сталь 12Х18Н10Т (см. таблицу).

Марка стали	Временное сопротивление разрыву, МПа, не менее	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %
12Х18Н10Т (по результатам испытаний)	631 (530)	319 (235)	46,4 (38)	62,4
08Х22Н6Т (по результатам испытаний)	640 (590)	448 (235)	31,9 (18)	61,0

В скобках указаны минимальные требования в соответствии с ГОСТ 7350-77

В результате проведения металлографических исследований было установлено, что исследуемые стали имеют структуру, характерную для горячекатаного проката. Мелкодисперсная карбидная фаза распределена как по телу зерна, так и по его границам. Микроструктура стали приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Микроструктура проката стали 12Х18Н10Т (×500)

В процессе сварки использовали присадочные материалы, аналогичные по химическому составу основному металлу.

Известно, что в сталях, не претерпевающих полиморфных превращений под воздействием термического цикла сварки, происходит увеличение размера зерна, что значительно снижает пластичность и прочность сварного соединения.

Величину зерна определяли по ГОСТ 5639-82 на различных участках шлифа. Установлено, что размер зерна основного металла исследуемых сталей соответствует 8-9 баллу. В зоне термического влияния размер зерна соответствует 3-4 баллу. Металл шва имеет 6 балл. Участки с аномально большим зерном выявлены не были.

По данным работ ряда авторов к межкристаллитной коррозии склонны стали, стабилизированные титаном, ванадием или ниобием. Межкристаллитная коррозия является одним из самых опасных видов разрушения и возникает в результате проникновения агрессивной среды в металл, взаимодействия с металлом пограничных зон, что нарушает связь между зернами и приводит к разрушению сварного соединения. Чаще всего коррозия возникает в металле шва, околошовной зоне, примыкающей к сварному шву и нагреваемой до температуры выше 1250° С, и участке, нагревавшемся до температуры 650-800° С. Межкристаллитная коррозия возникает из-за выпадения избыточных фаз непосредственно после сварки или в процессе эксплуатации.

Испытания на межкристаллитную коррозию образцов из стали 08Х22Н6Т и 12Х18Н10Т производили по методу АМУ в соответствии с ГОСТ 6032-75. Продолжительность испытаний составила 8 часов при температуре кипения водного раствора меди серноокислой и серной кислоты. Для обнаружения межкристаллитной коррозии образцы изгибали на угол 90°. При проведении испытаний было изготовлено 4 образца.

Контрольные образцы изгибали на угол 90° и испытанию не подвергали. Осмотр образцов после испытания проводили при помощи луп с восьми и двенадцатикратным увеличением. Трещин, свидетельствующих о склонности образцов к межкристаллитной коррозии, обнаружено не было. Дополнительно склонность образцов к межкристаллитной коррозии оценивали металлографическим способом. Для этого были изготовлены шлифы из не загнутых участков образцов. Исследования проводили при 200...500-кратном увеличении. Химическое травление проводили в растворе, содержащем 47,5% азотной кислоты и 7,5% фтористого аммония. Разрушения границ зерен на поверхности образцов обнаружено не было.

Проведенные исследования показали, что сталь 08Х22Н6Т аустенитно-ферритного класса не склонна к росту зерна в околошовной зоне, устойчива к межкристаллитной коррозии и обеспечивает большой запас прочности конструкции при одинаковой со сталью 12Х18Н10Т толщине металлопроката.

Следует отметить, что данные стали относятся к ограниченно свариваемым материалам, поэтому получение высокого комплекса свойств сварных соединений можно обеспечить только при тщательном соблюдении технологии сварки. В том числе, необходимо тщательно контролировать состав сварочных материалов, так как не правильно подобранный химический состав шва может резко изменить структуру, а следовательно и физико-химические свойства сварного соединения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАКУУМНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО ПЕРЕПЛАВА ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ КОЛЬЦЕВЫХ КАНАВОК ПОРШНЕЙ ДИЗЕЛЕЙ

Колиденко А.П., Плотников И.Б. – студенты гр. СП-81
Кровяков К.С., Иванайский Е.А. – научные руководители

Одной из основных проблем двигателестроения является обеспечение надежной работы поршней. Ресурс работы поршня в целом определяется ресурсом работы его слабых мест, и в первую очередь зон кольцевых канавок под компрессионные кольца. Поршень форсированного дизеля изготавливается из алюминий-кремниевый сплава (силумина), износостой-

кости которого с повышением уровня форсирования дизеля оказывается недостаточно, что приводит к интенсификации износа канавок и последующему их разрушению.

Поршневое кольцо совершает вместе с поршнем возвратно-поступательные перемещения, причем попеременно прижимается то к верхней, то к нижней стенке канавки. При переходе кольца от верхней поверхности канавки к нижней, кольцо оказывает ударное воздействие на канавку. Несмотря на то, что энергия ударного воздействия сравнительно мала, происходит пластическое деформирование канавки вследствие накопления микродеформаций. Многократные радиальные перемещения кольца в сочетании с ударным действием вызывают объемную деформацию у грани канавки и течение тонких слоев металла в сторону боковой поверхности. На механический износ еще накладывается температурное воздействие и коррозионный износ. Температура в районе первой кольцевой канавки не должна превышать 240-250 °С, т.к. при более высокой температуре наблюдается коксование масла и увеличивается опасность потери подвижности кольца в канавке и связанного с этим усиленного прорыва газов и подгорания колец. Под действием высокой температуры не только разрушается масляная пленка между кольцом и канавкой, но и снижается твердость материала поршня, что уменьшает его износостойкость в зоне первой канавки. Что касается коррозионного износа, то склонные к коррозии и абразивному износу компоненты, например, твердые, но хрупкие кристаллы кремния, способствуют повышению общего износа, так как они при износе основного металла выступают над поверхностью и нормальной силой поршневого кольца срезаются, а затем попадают между поверхностями кольца и канавки и растираются, что способствует абразивному износу кольца и поверхностей канавки.

На основании вышесказанного можно сделать выводы, что основными причинами изнашивания кольцевых канавок поршней являются: абразивный износ и пластическая деформация поверхностных слоев.

На сегодняшний день предложены различные способы решения этой проблемы: заливка в тело поршня кольцедержателей, нанесение поверхностных покрытий, использование композиционных материалов, а также более простые способы, заключающиеся в переплаве (с легированием или без него) участка будущих кольцевых канавок (см. рисунок).

В настоящей работе предлагается использовать для упрочнения кольцевых канавок поршней электронно-лучевой переплав в вакууме, который может проводиться в двух вариантах – без легирования или с дополнительным легированием расплавленного металла присадочной проволокой. Сущность переплава без легирования заключается в локальном переплаве участка будущей канавки потоком низкоэнергетических электронов. После упрочнения в переплавленном металле протачивается канавка заданных размеров.

Сущность технологического процесса с дополнительным легированием заключается в локальном расплавлении алюминиевого сплава в зоне будущей кольцевой канавки с одновременной подачей в зону действия электронного луча присадочной проволоки. Процесс переплава проводится в вакууме, что позволяет исключить воздействие атмосферы на расплавленный поршневой сплав. Кроме того, вакуумная защита способствует дегазации расплавленного металла, что благоприятно сказывается на механических свойствах переплавленного металла.

В качестве легирующих элементов использованы нихром и медь. Выбор системы легирования основан на том, чтобы при введении в металл данных элементов добиться пересыщения его тугоплавкими алюминидами, обладающими высокой твердостью. С повышением процентного содержания легирующих элементов происходит возрастание механических свойств переплавленного металла, в частности твердости и износостойкости.

Главным фактором упрочнения металла, обработанного с использованием данной технологии, являются структурные изменения. Электронно-лучевой переплав позволяет добиться измельчения структурных составляющих исходного поршневого сплава в 8...10 раз. Технология переплава была разработана применительно к алюминиево-кремниевым поршневым

сплавам (силуминам) заэвтектического состава, на примере высококремнистого жаропрочного сплава АК21М2,5Н2,5.



Исходная микроструктура сплава представляет собой эвтектику сложного состава, в которой неравномерно распределены интерметаллидные включения и эвтектические выделения кремния. Кремний также содержится в сплаве в виде первичных крупных кристаллов размером 30...60 мкм. После переплава микроструктура имеет достаточно гомогенное строение со средним размером структурных составляющих 3...10 мкм.

Механические свойства переплавленного поршневого сплава возрастают в несколько раз. Так, если исходная твердость сплава составляет 950 МПа по Бринеллю, то максимальная твердость переплавленного металла (с дополнительным легированием) 2000 МПа.

Износостойкость полученной структуры также повышается. При испытании на лабораторной машине трения переплавленный металл обладает в 3...7,5 раза большей износостойкостью (с зависимости от содержания легирующего элемента и условий трения) по сравнению с исходным состоянием.

Технология электронно-лучевого переплава прошла апробацию на НПФ «ЭЛИОМ» (г. Барнаул).

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ, СОЗДАННЫХ МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВОЙ ОБРАБОТКИ, НА ОСНОВЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ СПЛАВОВ

Карыткин Е.А., Остренков А.В. – студенты гр. СП-82
Шевцов Ю.О. – научный руководитель

Решение проблемы создания деталей машин и инструмента с рабочими поверхностями, обладающими высокими эксплуатационными показателями: твердостью, износостойкостью, коррозионной стойкостью, и изучение теплофизических и физико-механических свойств защитных покрытий и упрочняющих слоев, выполненных с использованием электронных пучков в вакууме, и технологических процессов, разработанных на этой базе, имеет большое значение в условиях рыночной экономики.

Несмотря на все большее распространение электроннолучевой технологии в промышленности, одной из наиболее актуальных задач остается теоретический расчет режимов создания защитных покрытий с помощью электроннолучевой обработки (ЭЛО) (оплавлением напыленных слоев, т.е. плакированием и наплавкой). Это позволяет прогнозировать результаты – геометрические параметры зоны оплавления, наплавленных слоев, зоны термического влияния, распределение температуры в этих зонах по времени, а, следовательно, и структуру обработанного или наплавленного металла и его физико-механические свойства.

Основные структурные характеристики сплава при заданном химическом составе и некоторых постоянных условиях (обработка в вакууме, присутствие жидкой металлической ванны и др.), в наибольшей степени зависят от скорости охлаждения в процессе кристаллизации и от времени пребывания металла в жидком состоянии.

Задачей исследования являлись теоретический расчет (с использованием персональной ЭВМ и разработанного программного обеспечения) термический цикл нагрева и охлаждения сплавов в процессе их электроннолучевой обработки и наплавки сканирующим пучком и на основании этого определение зависимостей:

- скорости охлаждения металла в интервале температур кристаллизации $V_{\text{охл}}$;
- времени пребывания металла в жидком состоянии τ_L ;
- глубины проплавления основного металла $h_{\text{пр}}$ от основных параметров режима электроннолучевой обработки;
- мощности электронного пучка P ;
- амплитуды сканирования луча A ;
- частота сканирования луча f ;
- скорости перемещения луча V .

Расчетные зависимости получены при следующих допущениях:

- нагреваемое тело имеет достаточно большие размеры;
- учитывается пилообразная траектория движения источника по поверхности изделия;
- тепловая мощность источника тепла не изменяется во времени;
- рассматривается установившееся тепловое состояние;
- теплофизические характеристики материала приняты неизменными;
- начальная температура изделия равна температуре среды, теплообмен с которой происходит по закону Ньютона-Рихмана.

Теоретический анализ теплового состояния сплавов в процессе электроннолучевой обработки в вакууме позволил сформулировать следующие выводы.

Для оплавления:

1. Используемая тепловая модель адекватно отражает реальные теплофизические процессы, происходящие в расплаве в процессе электроннолучевой обработки и после кристаллизации расплава, и позволяет установить в рамках поставленных задач закономерности изменения характеристик расплава и закристаллизованного металла от основных параметров процесса ЭЛО.

2. Влияние амплитуды сканирования электронного пучка на время пребывания металла в жидком состоянии (а, следовательно, и на процесс удаления неметаллических включений) и скорость охлаждения расплава незначительно, и в практике использования электронных пучков для упрочнения поверхности им можно пренебречь во всем диапазоне исследуемых параметров.

3. Увеличение мощности электронного пучка (при его постоянном диаметре в фокальной плоскости) приводит к линейному увеличению, как глубины проплавления, так и времени пребывания металла в жидком состоянии. Причем параметр τ_L не является определяющим для процесса рафинирования и дегазации расплава, т.к. даже при его минимальных значениях ($P = 1$ кВт) величина $\tau_L > 0,5$ с, что вполне достаточно для активного удаления неметаллических включений типа Al_2O_3 и др.

4. Мощность электронного пучка $P = 1 \dots 5$ кВт является величиной, при которой получаемая скорость охлаждения расплава $V_{охл} = 10^4 \dots 10^5$ °C/с) достаточна для образования мелкодисперсных структурных составляющих.

5. Скорость перемещения электронного пучка $V = 2$ мм/с является необходимой для создания условий, при которых скорость охлаждения расплава становится достаточной для образования мелкодисперсной структуры закристаллизованного металла, а также активного удаления неметаллических включений.

Для наплавки:

1. Во всем рассматриваемом диапазоне скоростей движения электронного луча ($1 \dots 5$ мм/с) создаются условия для активного удаления неметаллических включений. Как и в случае с оплавлением, скорости выше 2 мм/с являются необходимыми для создания условий, при которых скорости охлаждения расплава достаточны для образования мелкозернистой структуры в наплавленном металле.

2. Частота и амплитуда сканирования электронного луча незначительно влияют на время пребывания металла в жидком состоянии и скорость охлаждения расплава.

3. При увеличении мощности электронного пучка линейно увеличивается время пребывания металла в жидком состоянии и высота наплавленного валика. В диапазоне мощностей от 2 до 4 кВт скорость охлаждения расплава достаточна для образования мелкозернистой структуры наплавленного металла. При мощности пучка свыше 5 кВт происходит значительный перегрев металла подложки и наплавленного металла, возможно их существенное перемешивание, растворение упрочняющей карбидной фазы в аустенитной матрице и потеря требуемых характеристик, которые может обеспечить исходный фазовый состав наплаваемого порошка.

Полученные в результате расчетов количественные закономерности влияния основных технологических параметров плакирования и наплавки на проходящие в расплавах теплофизические процессы позволяют снизить количество экспериментов по определению зависимостей физико-механических свойств защитных и упрочняющих покрытий от структуры и режимов плакирования и электроннолучевой наплавки в вакууме. Учет полученных закономерностей формирования наплавленного слоя позволит целенаправленно определять основные режимы при разработке реальных технологических процессов создания покрытий на конкретных деталях и инструменте.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И КАЧЕСТВА РЕЗОВ МАШИННОЙ ПЛАЗМЕННО-ДУГОВОЙ РЕЗКИ

Сапачев Е.В., Шаметкина О.В. – студенты гр. СП-82
Шабалин В.Н. – научный руководитель

В настоящее время финансово-экономическая обстановка в стране, обусловившая рост стоимости электроэнергии и специальных комплектующих, сдерживает применение плазменно-дуговой резки, особенно углеродистых сталей, где простая аппаратура и низкая потребность в электроэнергии в меньшей мере влияют на стоимость автогенной резки.

Целью данной работы является изучение вопросов возможности повышения производительности плазменной резки, качества реза и ресурсосбережение машинной плазменно-дуговой резки.

Режущими факторами плазменной дуги служат активное (анодное) пятно, передающее теплоту в металл (до 60-80%) в пределах участка, определяемого условиями резки, а выше и ниже его – столб и факел дуги, передающие теплоту излучением и конвективным переносом (20-40%). Особенностью плазменной резки является различная интенсивность теплопередачи от режущих факторов дуги в соответствии с её расположением в полости реза при постоянной по толщине металла скорости резки. Такая неравномерность теплопередачи вызывает появление ряда негативных факторов, к которым относятся: неравномерность ширины реза, а следовательно непараллельность его поверхностей, несимметричность реза и явление "отставания" реза. Все вышеперечисленные факторы вызывают искажение формы вырезаемой детали, а также наличие на поверхности реза закристаллизовавшегося жидкого металла. Устранение их возможно путём применения жёстко стабилизированной дуги и ограничения скорости резки на участках с малыми радиусами кривизны. Было установлено, что применение жёстко стабилизированной дуги в плазматроне с соплом возможно малого диаметра способствует ограничению появления газовых и шлаковых включений на поверхности реза, уменьшению литого участка ЗТВ резки, а, следовательно, шероховатости реза.

Анализ термического КПД плазменно-дуговой резки показал, что эффективное использование энергии дуги возможно за счёт максимального сокращения ширины реза, применяя плазматроны с соплами минимального диаметра и жёсткую стабилизацию режущей дуги.

Таким образом, для устранения ряда качественных недостатков плазменно-дуговой резки и сокращения расхода электроэнергии необходимо применять жёстко стабилизированную дугу возможно малого диаметра. Кроме того, при резке углеродистых сталей целесообразно применение кислородсодержащей плазмы, дополняющей энергию дуги теплотой экзотермической реакции окисления железа. В данном случае в качестве плазмообразующего газа рассматривались азотно-кислородные смеси. Было установлено, что при постоянной толщине металла и токе скорость резки возрастает до максимального значения при содержании кислорода в плазмообразующем газе 65-70%. Это явление объясняется нитрооксидным эффектом окисления. Азот вступает в реакцию с кислородом, образуя оксид азота. При плазменно-дуговой резке эффективны столкновения с частицами железа не столько кислорода, сколько оксида азота, так как он по отношению к металлам является активным окислителем, более сильным, чем чистый кислород.

Результаты исследований показали, что наряду с повышением скоростей резки в плазме 70% кислорода и 30% азота такая сверхвоздушно-плазменная технология обеспечивает сбережение электроэнергии, стоимостные преимущества, более параллельные поверхности реза и меньшую глубину ЗТВ резки и её литого участка (рисунок 1). Это уменьшает шероховатость поверхности реза и способствует уменьшению содержания азота на кромках разрезаемого металла.

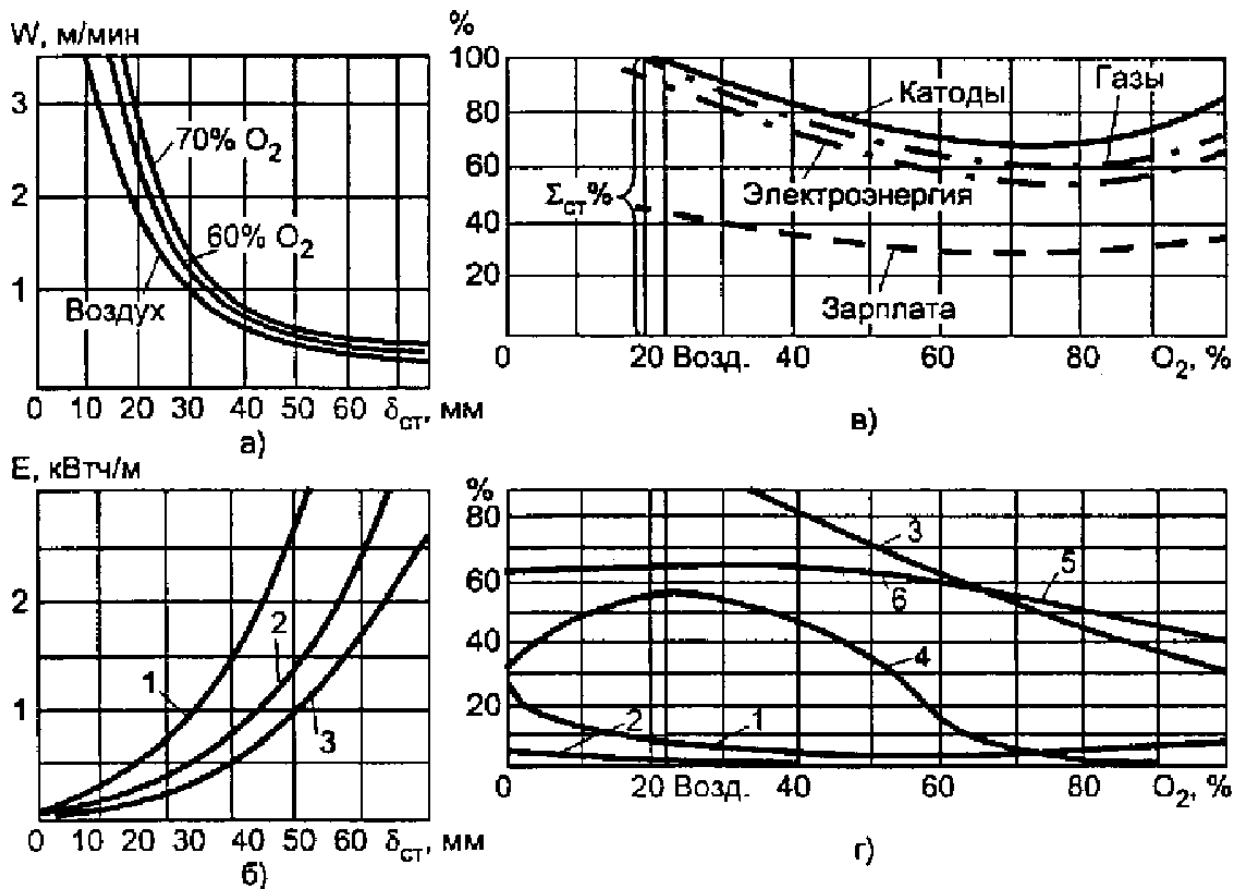


Рисунок 1 – Показатели процесса резки стали плазмой разного состава:
 а – скорость резки углеродистой стали толщиной 10-100 мм;
 б – расход электроэнергии при использовании плазмы азота (1), сжатого воздуха (2) и оптимальной смеси (70 % O₂ + 30 % N₂) (3) при резке стали Ст3;
 в – зависимость условной стоимости 1 м реза от содержания кислорода по сравнению с воздушно-плазменной резкой стали Ст3 толщиной 20 мм;
 г – зависимость показателей качества вырезанных заготовок от содержания кислорода в смеси (1, 2 – ЗТВ и ее литой участок; 3 – содержание азота у кромки реза; 4 – пористость; 5 – неперпендикулярность швов)

СЕКЦИЯ «МАШИН И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ»

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАБОТУ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ.

Околович А.Г. – студент гр.ОМД-21
Меркулов А.Н. – научный руководитель

Во многих случаях и, прежде всего в двигателях внутреннего сгорания, но также и в паровых машинах перегретого пара, компрессорах и т. д. кольца работают в среде, имеющей высокую температуру, а потому, если поршни не охлаждаются, сами кольца, а также окружающие их части поршней подвержены довольно высокому нагреву.

Эти температуры оказывают влияние на работу колец: они определяют состояние смазки, сказываются на форме, упругости и распределении радиального давления кольца, так как вызывают тепловые деформации и термические напряжения; изменяют прочность и упругие свойства материала колец.

Температура колец в эксплуатации. Температура, достигаемая кольцами в работе, помимо типа, конструкции и нагрузки машины, зависит также от материала поршня, его конструкции и охлаждения, затем от температуры стенок цилиндра, а также от его конструкции и охлаждения.

Какие температуры можно считать с эксплуатационной точки зрения допустимыми, определяется в первую очередь требованием, чтобы смазка колец оставалась эффективной, т. е. чтобы масло и на самом верхнем кольце сохраняло свою смазывающую способность, пока оно не будет заменено свежим; масло не должно коксоваться в канавках. Допускаемая температура колец определяется, таким образом, наряду с качеством масла, а в отдельных случаях также и качеством применяемого топлива, тем количеством масла, которое попадает в цилиндр и достигает гребенчатой части поршня. Если канавка обильно промывается маслом, так что образующие смолы или коксующиеся остатки вымываются из нее, то можно допустить более высокую температуру в гребенчатой части поршня; если же снабжение маслом ограниченное, то нельзя допускать повышения этой температуры.

Непосредственные изменения температур колец поршневых машин во время работы проводились весьма редко из-за чрезвычайных трудностей, связанных с выполнением такого опыта.

В табл. 12 приведены температуры колец различных малых двигателей, определявшиеся с помощью установки плавких пробок в поршневые кольца в первом гребне.

Таблица 12

Температура колец малых двигателей

Тип двигателя	Число тактов	Полезный объем цилиндра, л	Охлаждающая среда	p_e , кг/см ²	Число оборотов в минуту	Мощность одного цилиндра, л. с.	Температура первого гребня, °С
Бензиновый стационарный	4	0,75	Вода	4,64	1100	5,6	300
	4	2,50	Вода	5,70	1000	6,2	250-290
Дизель стационарный	4	0,50	Вода	5,06	1100	6,7	320
Бензиновый автотомобильный	2	0,35	Вода	4,36	3000	28,7	250-300
	4	0,32	Вода	2,88	2500	8,1	160
Бензиновый авиационный	4	3,00	Воздух	11,95	2500	32,6	340-350

ИЗНОС ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ ВИДЫ ИЗНОСА, ПРИЧИНЫ И ХАРАКТЕР ЕГО ПРОЯВЛЕНИЯ

Околович А.Г. – студент гр.ОМД-21
Меркулов А.Н. – научный руководитель

По современным воззрениям при изучении износа поршневых колец можно рассматривать следующие виды нежелательной потери материала, которые, в различной степени и по-разному участвуя в этом процессе, суммарным своим действием вызывают общий износ.

1. Собственно процессы износа:

- а) механическое снятие поверхностных частиц – износ от механического трения;
- б) износ в результате действия на поверхностные частицы межмолекулярных сил;
- в) износ вследствие местного сваривания поверхностных частиц (износ при разрыве соединений);
- г) износ от явлений поверхностной усталости (разрушение структуры):
 - α) под действием механических сил,
 - β) от температурных воздействий;
- д) износ, вызываемый действием посторонних частиц, попадающих между поверхностями (пыль, песок и т. д., а также частицы износа).

2. Усиление износа процессами коррозии: химической или электрохимической.

Не всегда можно указать, какой из перечисленных видов износа возникает или преобладает при данных эксплуатационных условиях; обычно всегда действуют одновременно несколько из указанных процессов. Поэтому изучение износа поршневых колец в лабораторных условиях на специальных устройствах – дело чрезвычайно трудное, так как даже приблизительно воспроизвести реальные условия работы в двигателе практически невозможно. Все же такие опыты не бесполезны, так как они позволяют выяснить поведение материалов при действии определенных факторов, вызывающих износ, и, исследуя сложный процесс износа в реальном двигателе, разложить его по отдельным причинам. Само собой разумеется, что, в конце концов, решающим остается опыт, проведенный на двигателе и выясняющий картину износа колец в эксплуатационных условиях.

ПОТЕРЯ УПРУГОСТИ У САМОПРУЖИНЯЩИХ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ

Околович А.Г. – студент гр.ОМД-21
Околович Г.А. – научный руководитель

Поршневые кольца, сжатые до своего номинального диаметра, под воздействием повышенных температур теряют упругость, их сила нажатия снижается.

Величина этого снижения упругости при статическом нагружении на изгиб зависит от:

- температуры кольца;
- величины напряжения изгиба при монтаже;
- свойств материала;
- способа придания кольцу упругости.

Кроме того, в эксплуатационных условиях на потерю упругости оказывают влияние: процессы износа рабочей поверхности; механические сотрясения и колебания колец; снижение собственной упругости материала и повышение напряжения изгиба вследствие разности температур внутри кольца. Косвенное влияние оказывают все процессы, изменяющие температуру, как-то: пропуск газов, нагрев рабочей поверхности от трения и т. д.

Потеря упругости колец часто не учитывается при оценке качества кольца и эффективности его работы. В то же время нередко наблюдаются случаи, когда эта потеря после длительной эксплуатации доходит до 50% и выше, что в значительной мере ухудшает уплотнение и регулировку расхода масла.

Тепловая нагрузка и механические сотрясения вызывают уменьшение раствора замка и пропорциональное снижение упругости; этому соответствует еще снижение упругости, вызываемое износом кольца по рабочей поверхности; радиальное давление, пропорциональное кубу толщины кольца, с уменьшением последней чрезвычайно быстро снижается: так, например, уменьшение радиальной толщины кольца с 3 до 2,9 мм уже дает снижение упругости на 10%. Исключения представляют только кольца, которым упругость была придана с помощью наклепа внутренней их поверхности в холодном состоянии.

Если при сжатии до номинального диаметра кольцо получит напряжения, превышающие предел упругости, то оно подвергается остаточным пластическим деформациям, уменьшающим раствор замка, т. е. снижаются его упругость и радиальное давление. Если напряжения изгиба в кольце превышают предел упругости при комнатной температуре, то уже при этой температуре происходит потеря упругости, например при сжатии кольца вручную. С повышением температуры происходит снижение предела упругости; если напряжения изгиба при монтаже кольца превышают этот сниженный предел упругости, то эти напряжения будут снижаться до тех пор, пока они не достигнут величины, равной пределу упругости.

Таким образом, в кольцах, которые должны хорошо сохранять упругость, стремятся получить следующие свойства: возможно более мелкое зерно; низкое содержание графита в виде возможно более мелких зерен при равномерном и неориентированном распределении графита; высокое содержание $C_{связ}$; легирование элементами, способствующими устойчивости карбидов и повышающими предел текучести основной массы.

Способ придания кольцу упругости также влияет на потерю упругости вследствие температурных воздействий. Между термофиксированным кольцом и кольцом, обточенным по копиру, при прочих равных условиях, нет очень существенного различия, но все же последнее явно лучше сохраняет упругость.

Очень велико влияние обработки: если заготовки выполнены очень точно с минимальным припуском на обработку по внутренней поверхности, то это существенно способствует сохранению упругости.

Как у термофиксированных колец, так и у колец, обточенных по копиру, можно иногда наблюдать, что упругость кольца в течение первых часов работы двигателя не снижается, а, напротив, возрастает. Это можно объяснить освобождением внутренних напряжений, вызванных в глубине кольца при его обработке деформациями поверхностных слоев в холодном состоянии.

Кольца, упругость которых создана насечкой, ведут себя не так, как названные выше. При статическом нагружении и температуре, не превышающей 250–260°C, они сначала не показывают заметного снижения упругости, однако при температуре 250–260°C внезапно происходит очень резкое снижение, и оставшаяся упругость оказывается ниже, чем у термофиксированных колец из того же материала, проходящих испытание при тех же условиях.

При испытании в двигателе насеченные кольца показывают, даже при низких температурах, хотя небольшое, но непрерывное увеличение упругости, которое не прекращается иногда даже после длительного времени работы.

Хорошо сохраняют упругость также кольца, надлежащим образом легированные и прошедшие межфазовое улучшение, если их структура была полностью стабилизирована.

Для того, чтобы судить о качестве поршневых колец, в настоящее время их часто испытывают на сохранение упругости, и некоторые заводы, изготовляющие поршни и двигатели, требуют, чтобы у колец высокого качества после часовой выдержки при температуре 300°C в сжатом состоянии (в условиях статической нагрузки) упругость снижалась не более чем на 3–5%.

Правда, по исследованиям эта зависимость как будто не имеет места, так как потеря упругости, как видно на рис.52, при длительном воздействии температуры в 300°C почти независимо от величины напряжений изгиба составляет, а примерно 11% для колец термофиксированных и обточенных по копиру, и от 14 до 18% для насеченных колец, однако исследова-

тели не приводят подробных данных относительно химического состава и структуры материала колец.

Все же, как показывают подробные исследования, снижение упругости только от воздействия температуры явно зависит от величины предела текучести материала в нагретом состоянии или от предела длительной прочности (ползучесть); эта связь была установлена для различных материалов, применяющихся для поршневых колец, при испытании их на чистое растяжение.

Поскольку в отдельных сечениях кольца, стянутого до монтажного зазора, напряжения изгиба неодинаковы, – они постепенно возрастают от нуля на концах до максимального значения на его спинке, то можно было бы предположить, что под влиянием нагрева в большей или меньшей степени меняется и характеристика радиального давления кольца.

Вообще говоря, термофиксированные кольца несколько менее склонны к изменению характеристики радиального давления, чем кольца, обточенные по копиру; насеченные же кольца при высокой тепловой нагрузке имеют большую склонность к изменению распределения давления, чем обточенные по копиру. В течение длительного периода времени при условии нормальной работы колец и поршней в интервале допустимых температур первоначальная неравномерность эпюры давлений все более сглаживается.

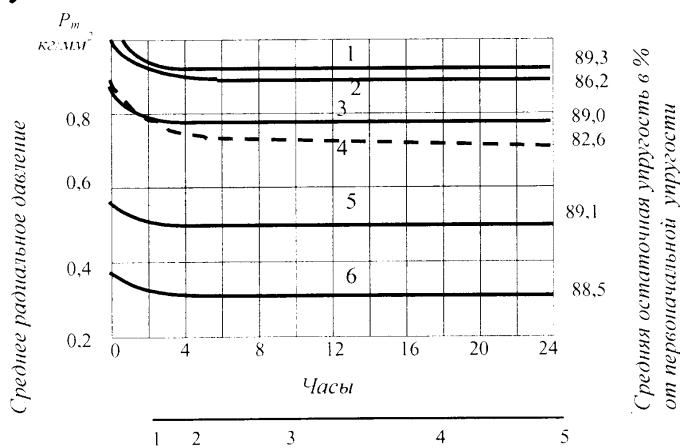


Рис.52 Потеря упругости у колец, нагреваемых в гильзах с номинальным диаметром в условиях качественной тепловой нагрузки, после повторного нагрева до температуры испытания

При этом радиальное давление непрерывно снижается, особенно у концов кольца, поэтому кольца с положительной овальностью приобретают постепенно в большей или меньшей степени характеристику круглых колец, и после длительного периода работы, так же как и после менее продолжительного периода работы у первоначально круглых колец, концы овальных колец начинают западать внутрь.

ПРОЦЕССЫ ИЗНОСА ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ.

Околович А.Г. – студент гр.ОМД-21
Околович Г.А. – научный руководитель

Износ от трения. Как известно, на поверхностях скольжения деталей трущейся пары, работающей под нагрузкой, износ практически не наблюдается, когда между ними имеется масляная пленка, дающая достаточный гидродинамический эффект. Для этого, помимо соответствующего взаимного расположения и формы поверхностей или их передних кромок (в направлении движения), требуется определенная относительная скорость скольжения. Однако вблизи мертвых точек всегда имеет место полужидкостное или граничное трение, поскольку скорость движения колец относительно поверхности цилиндра в этих положениях падает до нуля и, таким образом, происходит разрыв масляной пленки, что было подтвер-

ждено многочисленными экспериментами; при этом участок разрыва масляной пленки будет составлять тем большую часть общего хода поршня, чем ниже число оборотов машины и выше давление газов за кольцом. Поэтому наиболее интенсивный износ от механического отрыва частиц металла происходит на кольцах вблизи верхней мертвой точки, куда к тому же попадает мало масла; кроме того, в этом месте смазочная пленка больше ослабляется из-за высоких температур; имеются здесь также и другие причины, способствующие износу. В соответствии с этим износ верхних колец, как правило, происходит интенсивнее, чем колец, расположенных ниже.

Действие межмолекулярных сил. Силы, действующие между атомами и молекулами твердого тела и обуславливающие сцепление частиц, являются внутренними и компенсируются внутри самого тела; однако у частиц, лежащих на поверхностях, имеются свободные остаточные силы, направленные наружу, которые в молекулярном масштабе чрезвычайно эффективны на малых расстояниях и стремятся уравновеситься. Если две практически гладкие поверхности, которые, как известно, в молекулярном масштабе состоят из значительных выступов и впадин, прижимаются друг к другу, то они сначала будут соприкасаться по сравнительно немногочисленным выступам; так, например, действительная поверхность контакта даже у тщательно обработанных поверхностей стальных деталей перед началом периода приработки составляет менее 0,01% общей площади, и притом эта величина очень мало зависит от степени шероховатости поверхности и при одинаковой общей нагрузке также мало зависит от площади соприкасающихся поверхностей. Однако, в этих единичных точках контакта частицы поверхностей двух деталей из одного и того же металла, если они зачищены до металлического блеска и не разделены другими промежуточными слоями, связываются атомными силами такой величины, которая примерно соответствует прочности материала. При соприкосновении различных материалов сила сцепления зависит от свойств этих материалов.

При взаимном смещении обоих тел нужно преодолевать эти силы сцепления; вполне возможно, что при этом происходит отрыв частичек вдоль некоторых внутренних зон, где сцепление ниже, чем силы, действующие в точках контакта.

Образование сварных мостиков. Если соприкасающиеся поверхности скольжения находятся под нагрузкой, то вершины выступов, которые первыми приходят в контакт друг с другом, в результате концентрации нагрузки испытывают очень высокие напряжения смятия; эти большие удельные давления сперва вызывают пластические деформации, если материал это позволяет, причем эта деформация происходит до тех пор, пока площадь контакта не увеличится настолько, что имеющаяся нагрузка может восприниматься, не вызывая течения материала. В результате повышения температуры вследствие работы пластической деформации, на небольших участках температура поверхности может в отдельных местах возрасти настолько, что наступает размягчение и плавление материала и, в конечном счете, сваривание в местах контакта; наличие таких точечных мест сварки было установлено многократно; они возникают не только при скольжении несмазанных поверхностей, но контакт металла с металлом с такими последствиями может происходить и на смазанных поверхностях сквозь масляную пленку. С помощью радиоактивных колец было, например, установлено, что во время приработки частицы материала колец переносятся на рабочую поверхность цилиндров, причем количественное распределение следов примерно соответствует обычному профилю износа. Этот перенос металла наблюдался также в двигателе, работавшем от внешнего привода, когда высокие давления вспышки не влияют на радиальное давление колец.

Из описанных видов износа точечное сваривание поверхностей может оказывать наиболее разрушающее действие, если разрыв сварных соединений делает поверхность шероховатой; при этом ухудшается возможность образования масляной пленки и одновременно повышается интенсивность местного выделения тепла; такой износ приводит сначала к умеренной шероховатости и, наконец, к заеданию.

Поверхностная усталость. а) Воздействие внешних сил. В поверхностных слоях деталей, скользящих друг по другу, появляются напряжения значительной величины. Источни-

ком которых служат передаваемые давления и силы трения, а также межмолекулярные силы, причем эти напряжения часто сосредоточены на небольших участках и могут чрезвычайно быстро изменяться от нуля до максимальных значений или даже от положительных к отрицательным значениям. Их длительное воздействие и переменный характер могут вызывать усталость материала, охватывающую поверхностный слой некоторой толщины.

Если напряжения, действующие на поверхности, не в состоянии вызвать пластическое течение в материале, кроме самых внешних (наружных) слоев, то при скольжении деталей под нагрузкой и при всяком превышении усталостной прочности и способности материала деформироваться в холодном состоянии наступает поверхностная усталость; она легко может появляться в отдельных точках, а при достаточно частом изменении нагрузки даже относительно низкие напряжения приводят, в конце концов, к отрыву мельчайших частиц поверхности. Появляющиеся на шероховатых поверхностях быстрые изменения давления в масляной пленке в отдельных точках могут достигать значительной величины и могут вызывать поверхностную усталость; таким образом, это явление может возникать даже при совершенно неповрежденной масляной пленке. Следует полагать, что значительная часть нормального износа поршневых колец, т.е. износа их при достаточной смазке, благоприятных температурных условиях и отсутствии абразивных примесей, происходит от поверхностной усталости.

б) Температурные воздействия. Помимо быстрого изменения величины и направления действующих сил поверхностный слой кольца подвергается также быстрым изменениям температуры. Величина колебаний температуры при повышенной нагрузке для поверхностного слоя верхнего кольца составляет при каждом ходе поршня примерно $\pm 30^{\circ}\text{C}$, а иногда даже $\pm 50^{\circ}\text{C}$ вокруг установившегося среднего его значения и резко снижается от поверхности в глубь кольца. До сих пор еще мало исследовано влияние вызываемых таким образом быстро меняющихся термических напряжений на разрыхление поверхностного слоя и на процесс износа.

Износ, вызываемый абразивными частицами. Износ, вызываемый посторонними частицами, попадающими между поверхностями скольжения (к ним могут быть причислены и частицы износа самого кольца) в принципе сводится к тем же процессам и явлениям, что и износ от непосредственного механического трения; в качестве дополнительных факторов, влияющих на величину и скорость изнашивания, следует указать еще на количество, величину и форму, на механические, а косвенно и на химические свойства абразивных частиц. Они часто бывают весьма твердыми, так что способность материалов трущихся деталей допускать внедрение частиц приобретает немаловажное значение. При этом в эксплуатации поршневых машин часто наблюдается, что посторонние частицы внедряются в более мягкую вязкую деталь и предохраняют ее от износа, а более твердую, наоборот, изнашивают.

Большое число факторов, действующих при этом, несколько ограничивает наши знания о влиянии размера и концентрации посторонних частиц. Все же кажется несомненным, что с увеличением размера частиц и их концентрации износ также увеличивается. С другой стороны, представляется вероятным, что частички, размеры которых не превышают одного микрона, оказывают лишь незначительное влияние, так как они не прорывают масляной пленки. В то же время они ослабляют эту пленку и способствуют старению масла. Они становятся определенно вредными, если присутствуют в больших количествах или накапливаются в масле.

Многие считают также, что, наряду с твердыми посторонними частицами, известное действие оказывают твердые частицы, вырванные из структуры самих трущихся деталей, так, например зерна цементита из серого чугуна и другие твердые карбиды или частички фосфидов, и что поэтому присутствие этих структурных составляющих неблагоприятно влияет на износ. Однако эти частицы так прочно связаны со структурой металла, что, находясь на поверхности трущихся деталей, они изнашиваются постепенно и такими мелкими частичками, что последние, так же как и остальные металлические частицы износа, играют известную роль в процессе износа, но не вызывают особых разрушений. Однако, если структура чугуновых деталей рыхлая, т. е. пронизана микроскопическими усадочными раковинами,

а фосфиды присутствуют в виде крупных кристаллов, то может происходить отрыв твердых крупных частиц, особенно если износ сопровождается интенсивной коррозией.

Износ, обусловленный химическими и электрохимическими явлениями

Влияние слоев окислов. На металлически чистых химически активных поверхностях под влиянием кислорода воздуха образуется оксидная пленка толщиной в несколько молекулярных слоев. Эта пленка не может предохранить от сваривания выступов на поверхностях при их скольжении, даже при небольших давлениях, но все же оказывает сильное влияние на трение и износ; это действие зависит от соотношения твердости оксидной пленки и основного материала, а также от их взаимного сцепления. При повторном скольжении и высокой скорости движения несмазанных металлических поверхностей, частицы окислов, особенно более твердых и хрупких, могут проникать на значительную глубину в поверхностные слои металла, разрыхленные трением, сдвигом, пластической деформацией и образованием сварных валиков. Эти частицы сдерживают рост зерна при местном повышении температуры и таким образом способствуют стабилизации нарушенного поверхностного слоя.

Поверхностное окисление препятствует непосредственному контакту металлических поверхностей; кроме того, частицы окислов, оторванные при скольжении, вместе с другими частицами износа заполняют неровности на поверхностях, снижая, таким образом, нагрузку на них.

Следует особо упомянуть вязкую и прочно связанную с поверхностью пленку окислов на хrome, очень быстро образующуюся и определяющую в числе других факторов его высокую износостойкость.

Химические и электрохимические воздействия. К о р р о з и я. Коррозия вызывается реакцией взаимодействия между металлом и корродирующим компонентом, которая вызывает переход металла в одно из его соединений. Интенсивность и скорость коррозии зависят как от вида химически агрессивного вещества, так и от физических условий, как-то: температуры, концентрации и т. д.

При чисто химической коррозии реакция протекает непосредственно между участвующими в ней компонентами, находящимися в молекулярном состоянии; часто она прекращается при образовании защитного слоя из продуктов этой реакции. Наоборот, при электрохимической реакции металлы реагируют в присутствии воды или других растворителей с одновременным переносом электрических зарядов образующими ионами.

Практически все двигатели внутреннего сгорания работают на топливе, состоящем из органических соединений, содержащих углерод и водород. Поэтому основными продуктами сгорания являются вода и углекислота; при сгорании всегда образуется значительное количество водяного пара; для чистых углеводородов его вес примерно равен весу сгоревшего топлива. При нормальных условиях эксплуатации водяной пар конденсируется только на интенсивно охлаждаемых участках поверхности цилиндра; конденсация может происходить лишь там, где парциальное давление водяного пара выше давления насыщения, т. е. где достигается точка росы. Для продуктов сгорания, не содержащих серы, эта точка при давлении в 2 атм лежит между 50 и 60°C и возрастает с повышением давления (рис.53).

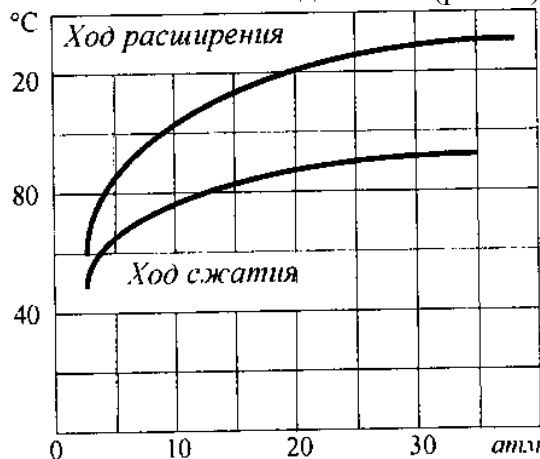


Рис.53 Точка росы (чистой воды) в цилиндре двухтактного двигателя

Снижение температуры продуктов сгорания, находящихся на стенках цилиндра или в поршневых канавках, ниже точки росы оказывает значительное влияние на коррозионный износ указанных деталей, а также колец.

Насколько неблагоприятно отражается на износе колец и цилиндров продолжительная работа двигателя при холодных цилиндрах, указывали многие исследователи (рис.54).

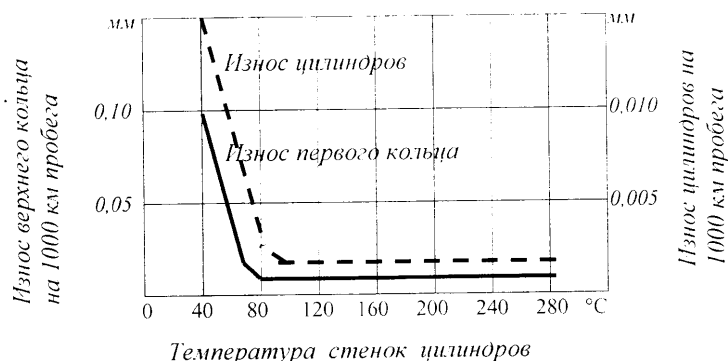


Рис 54 Влияние температуры стенок цилиндров на износ поршневых колец и цилиндров бензинового двигателя

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТОРЦЕВОЙ ОСНАСТКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ТЕЛА МЕЖДУ ДВУМЯ КОЛЬЦАМИ

Рябичев В.В. – студент гр. ОМД-92
Карпов С.В. – научный руководитель

Осадка между двумя кольцами является редко выполняемой операцией, поэтому в известной справочной литературе нет формул для определения необходимых энергосиловых параметров выполнения этой операции.

Решение задачи определения в нашем случае осуществляется по методу баланса работ: При этом очаг деформации разделён на 6 областей. Из которых две, прилегающих к кольцевым отверстиям, считаются находящимися в упругом состоянии. Отличительной особенностью модели является наличие в очаге деформации двух областей с конической боковой поверхностью. Неизвестными параметрами при решении задачи являются высоты областей, находящихся в упругом состоянии, h_0 и h_1 .

Решение задачи осуществляется путём минимизации функционала принципа Лагранжа по неизвестным переменным h_0 и h_1 . Реально минимизации подлежит зависимость (формула) для определения давления осадки

$$P = \frac{\tau_s}{R^2 - r_1^2} \left(\int_{r_1}^R \int_{L-h_1}^L H_1 r dr dz + \int_{\rho(Z)}^R \int_{h_0}^{L-h_1} H_2 r dr dz + \int_{r_0}^R \int_0^{h_0} H_3 r dr dz + \right. \\ \left. + \int_0^{\rho(z)} \int_{h_0}^{L-h_1} H_4 r dr dz + \mu \int_{r_0}^R v_r^{(1)} r dr + \mu \int_{r_1}^R v_r^{(3)} r dr + \int_{r_0}^{r_1} \Delta v_s r dr \right)$$

Реализация мат. модели выполнена на Паскале.

СКОРОСТНАЯ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ

Чахлова А.А. – студентка гр. ОМД-02
Околович Г.А. – научный руководитель

Скоростная электротермическая обработка (СЭТО) стали, как и обычный способ ее упрочнения - печной отпуск, представляет собой последовательное выполнение двух основных операций - закалки и отпуска. Отличие СЭТО от обычного улучшения состоит в методе и скорости нагрева при обработке: и аустенизация, и отпуск производятся электронагревом, контактным или индукционным. Это отличие настолько изменяет структурное состояние обрабатываемой стали и всю технологию термообработки, что СЭТО можно считать особым видом упрочнения. Электрозакалка давно получила широкое распространение в термических цехах машиностроительных заводов.

Электрозакалка является первым этапом электротермической обработки, на котором формируется особое структурное состояние аустенита и мартенсита, обеспечивающее благоприятное сочетание свойств упрочненного изделия. В подавляющем большинстве случаев сталь, наделенная в процессе электрозакалки преимущественными свойствами, подвергается обычному печному отпуску. И если электрозакалка проводилась на поточном автоматизированном закалочном агрегате, то отпуск осуществляется при массовой загрузке мелких деталей в печь, где длительность процесса зависит от условий прогрева всей массы деталей, а не от времени, необходимого для развития эффектов отпуска. Так в одном процессе сочетаются две технологии: прогрессивная и устаревшая.

Для отпуска закаленной стали применили контактный электронагрев и назвали такой процесс электроотпуском. Электроотпуск при нагреве со скоростями до 1000 град/сек позволяет не только создать условия для развития соответствующих структурных превращений, но и получить более выгодное сочетание важнейших механических свойств обработанной стали. Так, отпускная хрупкость конструкционных легированных сталей проявляется тем меньше, чем выше скорость нагрева при электроотпуске. Электроотпуск обеспечивает наиболее высокую ударную вязкость при заданной твердости. При одинаковой пластичности прочность электроотпущенной стали выше, чем отпущенной в печи.

Электроконтактный нагрев применим лишь для упрочнения деталей простейшей формы, с постоянной площадью поперечного сечения. Индукционный нагрев для электроотпуска также связан с техническими трудностями. При индукционном нагреве под закалку глубина аустенизированного слоя определяется главным образом не частотой нагревающего тока, а длительностью процесса, в котором зона активного прогрева последовательно перемещается в глубину детали впереди слоя аустенитной фазы. Таким образом, при одновременном прогреве слоя толщиной в десятые доли миллиметра конечная глубина зоны аустенизации (и закалки) может достигать десятикратной величины (порядка 1 мм и более). Но при индукционном нагреве для электроотпуска зона одновременного прогрева составляет также десятые доли миллиметра, что создает опасность недоотпуска внутренних областей закаленного слоя. Поэтому приходится уменьшать скорость нагрева, что сразу же снижает эффективность электроотпуска и производительность процесса. Для повышения глубины одновременного прогрева можно использовать внешнее подмагничивание, снижающее эффективную магнитную проницаемость стали. Но и этот прием создает нежелательное усложнение технологии, чем и объясняется применение на практике эффекта самоотпуска после электрозакалки.

Весьма надежно электроконтактный нагрев удается осуществить в непрерывном потоке движущейся проволоки. Поэтому наиболее широкие возможности для освоения электроотпуска имеются в метизной промышленности, производящей стальную проволоку, канаты, пружины, арматуру и другие виды метизной продукции. Исследования в области электротермической обработки стальной проволоки были начаты в 1963 г. Институтом металлофизики АН УССР совместно с Одесским сталепроволочно-канатным заводом. Получены важные теоретические и практические результаты. В промышленных масштабах осуществлена электротермическая обработка проволоки в полном комплексе - электрозакалка с последующим

электроотпуском. Но специфика сталепроволочного производства такова, что само по себе упрочнение по методу СЭТО, как правило, еще не является конечной операцией, после него следует холодное волочение, в процессе которого окончательно формируются свойства готовой проволоки. Таким образом, электротермическая обработка в сталепроволочном производстве оказалась органически вплетенной в комплексный технологический процесс. Более того, замена патентирования электротермической обработкой позволяет повысить производительность термообработки проволоки в потоке в несколько раз и прочность заготовки и проволоки, а также применить в канатном производстве такие марки сталей (в том числе малолегируемые), которые не поддаются патентированию, но представляют большой интерес с точки зрения комплекса свойств и экономичности. Поэтому электроотпуск является весьма прогрессивным перспективным способом упрочнения стали.

При большой скорости нагрева и охлаждения в процессе электроотпуска достигается особое структурное состояние, характеризующееся повышенными искажениями II рода, более дисперсной блочной структурой ферритной матрицы и весьма мелкодисперсными карбидами игольчатой или пластинчатой формы. Повышение температуры отпуска или снижение скорости нагрева способствует коагуляции карбидов, при этом сохраняется достаточно высокая дисперсность карбидной фазы. По существу это такое состояние стали, которое при обычном отпуске достигается при помощи легирования ее карбидообразующими элементами.

При электронагреве даже нелегированной стали, несмотря на большую диффузионную подвижность углерода, процессы отпуска не могут развиваться достаточно полно из-за кратковременности обработки. В результате достигается почти то же структурное состояние стали, что и при легировании в сочетании с обычным отпуском.

Литература:

Гриднев В.Н. и др. Физические основы электротермического упрочнения. Киев: Наукова думка, 1973, 335 с.

ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ И К.П.Д. КРИВОШИПНОГО ПРЕССА

Куделько Е.П. – студент гр. ОМД-81
Собачкин В.В. – научный руководитель

Режимы управления кривошипного пресса предоставляют возможность работы оборудования как одиночными, так и непрерывными ходами.

При работе в автоматическом режиме непрерывными ходами ползун пресса совершает любое число двойных ходов. Система управления работает в оптимальном режиме – муфта постоянно включена, холостые движения звеньев привода отсутствуют. В этом случае уменьшается доля маховика в работе деформирования заготовки, т.к. маховик не успевает разогнаться до номинальной частоты вращения. Реализовать этот режим возможно только средствами автоматической подачи заготовки.

Чаще всего пресс работает в режиме одиночных ходов. В этом случае после каждого цикла работы с помощью муфты отключается ведомая часть привода. Ползун останавливается в крайнем исходном положении. Время на смену предмета обработки не ограничено. При этом режиме обеспечивается разгон маховика о номинальной скорости. Снижается нагрузка на электродвигатель при выполнении работы деформирования заготовки, однако постоянное включение муфты и разгон ведомых частей при этом привода приводят к значительным затратам энергии. Вместе с тем происходит нагрев фрикционных элементов муфты и тормоза и быстрый их износ.

Как известно расход энергии на преодоление полезного сопротивления A_0 может быть рассчитан:

$$A_o = \frac{A_{m.u} + A_{унр} + A_n}{\eta_{пер} \cdot \eta_{то}} + \frac{A_m}{\eta_m},$$

где $A_{m.u}$ - идеальная работа технологической энергии на ползуне пресса,

$A_{унр}$ - работа на ползуне, затраченная на деформацию деталей пресса,

A_n - работа пневматической подушки,

A_m - работа включения муфты на её валу,

$\eta_{пер}$ - к.п.д. передач от главного вала до вала электродвигателя,

$\eta_{то}$ - к.п.д. технологической операции,

η_m - к.п.д. передач от муфты до вала электродвигателя.

Расход электроэнергии за время холостого хода A_x определяется:

$$A_x = A_x' + A_{x.m} + A_g,$$

где A_x' - работа холостого хода при автоматической работе пресса за один оборот главного вала,

$A_{x.m}$ - работа холостого вращения маховика,

A_g - работа вспомогательных механизмов, приводимых от главного электродвигателя.

Так как все работы приводятся к валу электродвигателя к.п.д. пресса в режиме одиночных и непрерывных ходов должен рассчитываться по следующим зависимостям:

$$\eta_{од} = \frac{A_{m.u.}}{\eta_{пер} (A_o + A_x' + A_{x.m})},$$

$$\eta_{неп} = \frac{A_{m.u.}}{\eta_{пер} (A_o - \frac{A_m}{\eta_m} + A_x')}.$$

ТЕХНОЛОГИЯ ДЕФОРМАЦИОННОГО И ТЕРМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ ИЗ СТАЛИ 65Г

Чахлова А.А. – студентка гр. ОМД – 02

Вражкин А.С. – научный руководитель

Деформационное упрочнение пружинных сталей обеспечивает высокий комплекс механических свойств не только после предварительного патентирования, но и после нормализации. Это объясняется тем, что при охлаждении на воздухе проволоки сравнительно небольшого сечения из стали с повышенным содержанием углерода и особенно низко- или средне-легированной образуется структура тонкопластинчатого сорбита, мало отличающегося от получаемого при патентировании.

Применение нормализации вместо патентирования экономически эффективнее. Метод деформационного упрочнения нормализованной стали 65Г оказывается весьма эффективным для изготовления многих ответственных типов пружин.

Деформация нормализованных сталей резко повышает их прочностные свойства – пределы прочности и пропорциональности. При отпуске заметно повышаются основные харак-

теристики пружинных сталей – предел и модуль упругости, пластичность, а также усталостная прочность.

Важно, что пружины из нормализованной стали 65Г после деформации и отпуска имеют существенно большую усталостную прочность, чем после обычной термической обработки.

Степень деформации (ϵ , %), температура отпуска и его длительность – взаимосвязанные процессы, от которых зависит уровень механических свойств.

1. Так, во избежание растрескивания металла при пластической деформации, снижения нагрузки на инструмент (щадящий режим), и практическая целесообразность рекомендует степень обжатия при волочении 40 – 60% на твердость HRC₃₂ – 40 ед., после которого следует проводить промежуточный рекристаллизационный отжиг.
2. Термофиксация при 550°C требует натяжения ленты на оправку не только для фиксации проволоки по диаметру, но и для усиления эффекта динамического старения во время отпуска, когда предел текучести ($\sigma_{0,2}$) и предел упругости ($\sigma_{0,02}$) возрастают на 100 – 200 МПа по сравнению с обычным отпуском.

Главным достоинством динамического старения (или отпуска под нагрузкой) является то, что структурное и напряжённое состояние оказывается таким, каким оно будет в детали в условиях её эксплуатации. Это определяет большую стабильность свойств и повышение надёжности. Без динамического старения в изделиях под действием нагрузки в условиях эксплуатации будут наблюдаться изменения структурного состояния и свойств, которые заранее очень трудно прогнозировать.

Следует отметить, что термофиксация в кипящем слое повышает эффект динамического старения тонкомерных изделий.

Термостабилизация (550°C, 1 час)

Во время отпуска при термофиксации и термостабилизации происходит процесс полигонизации – упорядочения дислокационной субструктуры с малоугловыми границами.

Известно, что деформационное упрочнение при волочении объясняется увеличением количества дислокаций от 10^4 до 10^{10-12} при степени деформации ϵ 40 – 60% и ростом твердости от HRC₃ 10 – 12 до HRC₃ 32 – 40.

Упрочнение при пластической деформации является результатом роста плотности дислокаций, генерируемых от межфазных поверхностей феррит – цементит и образующих ячеистую субструктуру феррита, стабилизируемого пластинками цементита. При этом разориентация на границах этих ячеек после больших обжатий достигает 1 – 3°, так что эти границы можно рассматривать как большеугловые, а ячейки – как субзёрна. Именно это очень сильное измельчение зёрен при высокой плотности дислокаций и является главной причиной упрочнения.

Помимо этих изменений структуры, под действием пластической деформации происходит частичный распад цементита, поскольку энергия связи атомов углерода с дислокациями больше (0,76 – 0,78 эв/ат), чем их связи с атомами железа в решётке цементита (0,40 – 0,42 эв/ат). Этот эффект, по-видимому, сказывается на росте упрочнения и в то же время уменьшает пластичность. Снижение энергии связи атомов углерода с дислокациями или увеличение энергии связи в решётке карбидов, естественно, улучшает пластичность стали.

Теория дислокаций позволяет объяснить механизм полигонизации. Остаточный изгиб профиля связан с избытком краевых дислокаций одного знака. Соответствующие им неполные вертикальные атомные плоскости, выходящие на верхнюю грань кристалла, действуют как клинья, изгибающие кристалл. При нагреве до 0,25 – 0,3 $T_{\text{плав}}$ дислокации одного знака перераспределяются и выстраиваются одна над другой в стенки. При этом под областью разрежения от одной дислокации и поля упругих напряжений в значительной мере взаимно компенсируются. Стенка из дислокаций не имеет дальнего действующего поля напряжений. Следовательно, образование дислокационных стенок – энергетически выгодный процесс, который должен идти самопроизвольно, однако для его развития необходима термическая активация.

Дислокационные стенки в изогнутом кристалле образуются в результате сочетания процессов скольжения и переползания дислокаций. Нагрев здесь необходим, чтобы активизировать переползание большого числа дислокаций. Стенка из дислокаций одного знака является малоугловой границей, разделяющей соседние субзёрна с небольшой разориентировкой решёток.

Таким образом, во время нагрева до 550°C и выдержки развивается процесс полигонизации – упорядочение дислокационной субструктуры, определяющей структурную стабильность и долговечность в эксплуатации. Кроме того, достигается повышение предела текучести, упругости и выносливости, а также пластичности. Упрочнение происходит в результате закрепления подвижных дислокаций атомами примесей в дислокационных стенках, возникающих при полигонизации деформированного металла.

Однако, при увеличении времени или повышении температуры происходит укрупнение субзёрен и снижение прочности.

РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИОННЫЙ ОТЖИГ

Чахлова А.А. - студентка гр. ОМД-02
Вражкин А.С. – научный руководитель

Такой отжиг применяется в качестве промежуточной обработки для проволоки из высокоуглеродистых сталей на структуру зернистого перлита.

Температура рекристаллизации назначается ниже A_{C1} ($640-730^{\circ}\text{C}$). В связи с пониженной пластичностью металла и склонностью к деформационному старению этот процесс применяется в качестве предварительной обработки проволоки на промежуточных этапах ее производства.

Предлагается совмещать отжиг и волочение в одной технологической линии при электроконтактном нагреве. Напряжение подается через однофазный трансформатор. Постоянство заданной температуры нагрева обеспечивается автоматическим управлением напряжением в зависимости от скорости движения проволоки. Для низкоуглеродистых сталей рекомендован отжиг по режиму: температура нагрева 750°C , скорость нагрева $1000-3000^{\circ}\text{C}/\text{с}$, охлаждение до $450-500^{\circ}\text{C}$ на воздухе, а затем до $50-20^{\circ}\text{C}$ в воде или технологической смазке (мыльной эмульсии). Микроструктура характеризуется более мелким зерном феррита (8-9 вместо 7-8 при печном отжиге), окаймленного строчками перлита. Механические свойства проволоки после отжига равномерны и стабильны во времени. Благодаря этому свойства проволоки после патентирования в кипящем слое не уступают свойствам проволоки, патентированной в соли.

Применение кипящего слоя позволяет отказаться от токсичных свинцовых и взрывоопасных селитровых ванн, сократить длину печей и уменьшить окисление проволоки.

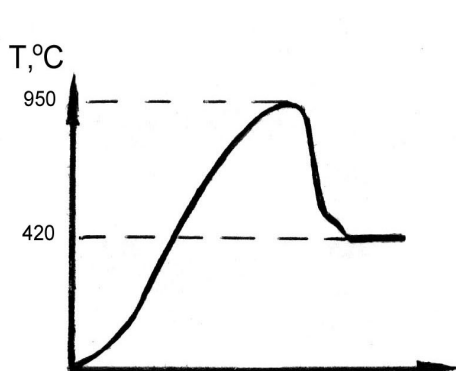


Рис.1. Режим т.о. в кипящем слое. электропатентирования.

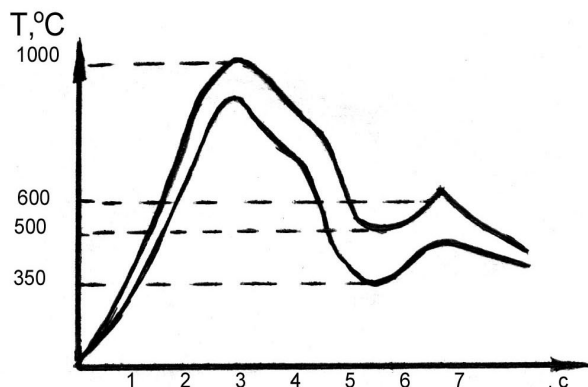


Рис.2. График режима скоростного

ПАТЕНТИРОВАНИЕ ПРИ ЭЛЕКТРОНАГРЕВЕ

Для проволоки в основном используется контактный электронагрев. Трудности, связанные с возможной неоднородностью нагрева, искрением на контактных роликах и можно преодолеть за счет выбора оптимальной конструкции контактов, в частности, используют жидкостные контакты с применением токопроводящих растворов и расплавов.

Предлагается процесс скоростного электропатентирования (СЭП). Проволока нагревается до $950-1050^{\circ}\text{C}$ со скоростью до $1000^{\circ}\text{C}/\text{с}$, выдерживается 1,5-2 секунды для завершения процесса аустенизации, а затем охлаждается водой или маслом до $300-500^{\circ}\text{C}$ (на $100-150^{\circ}\text{C}$ выше температуры начала мартенситного превращения в стали), повторно нагревается до температуры перлитного превращения ($550-650^{\circ}\text{C}$), далее охлаждается на воздухе до комнатной температуры. Нагрев проволоки осуществляется непосредственным пропусканием электрического тока.

После СЭП проволока имеет равномерную структуру сорбита с несколько меньшим межпластинчатым расстоянием, чем после патентирования в соленых ваннах, и свойства, практически не отличающиеся от свойств проволоки после обычного патентирования.

Причины ускорения перлитного превращения при СЭП связывают, как и при ступенчатом патентировании, с увеличением числа зародышей, образовавшихся при глубоком переохлаждении аустенита.

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИИ ПЛОСКИХ ФИГУР МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Черноусов А.А. – студент гр. ОМД-91
Карпов С.В. – научный руководитель

Метод конечных элементов относится к методу дискретного анализа. В отличие от остальных численных методов, основывающихся на математической дискретизации уравнений граничных условий, МКЭ базируется на физической дискретизации рассматриваемой области. Вместо элементов дифференцированно малых размеров, основу всех исследований составляет часть области конечных размеров - конечный элемент. Поэтому основные уравнения, с помощью которых описывается состояние в отдельных элементах, являются обычные алгебраические уравнения вместо дифференциальных или интегральных.

С точки зрения физической модели это означает, что рассматриваемый элемент, как сплошная среда с бесконечным числом степеней свободы, заменяется дискретной моделью связанных между собой конечных элементов с конечным числом степеней свободы.

Разрабатываемая программа позволяет создать для дальнейшего исследования чертеж плоской фигуры любой сложности, как осесимметричной, так более сложной (не сводимой к четырехугольной). Основными понятиями являются:

Элемент – часть фигуры (линия, дуга, окружность);

узел (point) – точка соединения элементов.

Программа предоставляет широкие возможности для переноса чертежей с «бумаги» в память компьютера.

Для переноса чертежа, требуется:

- 1) Разбить чертеж на составляющие его элементы.
- 2) Определить координаты узлов.
- 3) Ввести данные в программу.

Наряду с координатами при вводе данных учитывается вид линии, соединяющий узловые точки. Это может быть прямая, дуга окружности, дуга параболы.

Программа разрабатывается на языке DELPHI.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «Машины и технология литейного производства»

1. Патудин М.В, Козленков М.В, Иванова Г.А., Красичков В.А. Обзор программных пакетов, используемых для создания и управления системой качества литейного производства. 3
2. Патудин М.В, Козленков М.В., Курица В.В., Красичков В.А. Стандартизация качества продукции предприятий литейного производства. 6
3. Патудин М.В., Козленков М.В., Красичков В.А. Создание модели управления системой качества литейного цеха, на примере ЦТЛ ОАО «Алтайдизель». 9
4. Патудин М.В., Козленков М.В., Красичков В.А. Модель контроля качества отливок для ЦТЛ ОАО «Алтайдизель», разработанных с помощью BPWin. 9
5. Патудин М.В., Козленков М.В., Красичков В.А. Рекомендации по разработке руководства по качеству. 10
6. Патудин М.В., Козленков М.В., Красичков В.А. Построение компонентов системы управления конфигурацией. 13
7. Козленков М.В., Патудин М.В., Скорбачева А.В. Красичков В.А. Использование дистанционного образования в подготовке кадров по литейному производству. 15

Секция «Оборудование и технология сварочного производства»

1. Жуков А.А., Логинов Д.В., Иванайский Е.А., Кровяков К.С. Сравнительное исследование свойств коррозионно-стойких сталей 12X18H10T и 08X22H6T, применяемых в энергомашиностроении. 17
2. Колиденко А.П., Плотников И.Б., Кровяков К.С. Иванайский Е.А. Использование вакуумной технологии электронно-лучевого переплава для упрочнения кольцевых каналов поршней дизелей. 18
3. Карыткин Е.А., Остренков А.В., Шевцов Ю.О. Прогнозирование свойств защитных покрытий, созданных методами электроннолучевой обработки, на основе теоретического анализа теплового состояния сплавов. 21
4. Сапачев Е.В., Шаметкина О.В., Шабалин В.Н. Повышение производительности и качества резов машинной плазменно-дуговой резки. 23

Секция «Машин и технологии обработки металлов давлением»

1. Околович А.Г., Меркулов А.Н. Влияние температуры на работу поршневых колец. 25
2. Околович А.Г., Меркулов А.Н. Износ поршневых колец. Виды износа, причины и характер его проявления. 26
3. Околович А.Г., Околович Г.А. Потеря упругости у самопружинающих поршневых колец. 26
4. Околович А.Г., Околович Г.А. Процессы износа поршневых колец. 28
5. Рябичев В.В., Карпов С.В. Математическая модель торцевой оснастки цилиндрического тела между двумя кольцами. 32
6. Чахлова А.А., Околович Г.А. Скоростная электротермическая обработка стали. 33
7. Куделько Е.П., Собачкин В.В. Энергопотребление и КПД кривошипного пресса. 34
8. Чахлова А.А., Вражкин А.С. Технология деформационного и термического упрочнения поршневых колец из стали 65Г. 35
9. Чахлова А.А., Вражкин А.С. Рекристаллизационный отжиг. 37
10. Черноусов А.А., Карпов С.В. Учебная программа моделирования деформации плоских фигур методом конечных элементов. 38