

1566 806

На правах рукописи
УДК 658.512. 621.785.52

РЫЖОВ Дмитрий Николаевич

РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ
ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Специальности: 08.00.28 – организация производства;
05.02.01 – материаловедение в машиностроении

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Д. Р.

Москва - 2000

Работа выполнена в Московском государственном техническом университете
им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель:

кандидат технических наук,
профессор
К.А. Грачева

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
профессор В.С. Акопов

кандидат технических наук,
доцент А.В. Супов

Ведущее предприятие:

ФНПЦ ММП «Салют»

Защита состоится «29» июня 2000 г. в 11 час. на заседании
специализированного совета Д 053.15.14 при МГТУ им. Н.Э. Баумана по
адресу: 107005, Москва, 2-ая Бауманская ул., д.5.

Ваш отзыв на автореферат в одном экземпляре, заверенный печатью,

библиотеке МГТУ им. Н.Э.

2000 г.

Силаева Л.А

1566806

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1566806

Рыков Д.Н. Разработка орга

0 п.л. Тираж 100 экз.

фия МГТУ им. Н.Э. Баумана

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Развитие машиностроительного производства требует использования высокоэффективных технологий и внедрения новых форм организации производства. Это требование особенно актуально для заготовительного производства; важным звеном которого является термическое производство. Для термических цехов серийного производства самым узким местом являются участки химико-термической обработки и, прежде всего участки газовой цементации, где проходят поверхностное упрочнение наиболее нагруженные детали машин. Основным на этих участках является процесс газовой цементации в шахтных печах. Этот процесс длителен (10-14 ч), не отвечает современным требованиям по экономичности и качеству упрочняемых деталей.

Основные задачи в области организации процессов химико-термической обработки (ХТО), снижения трудоемкости и повышения качества обработки наиболее эффективно могут быть решены путем применения новых процессов — ионной цементации и нитроцементации. Эти процессы в полной мере отвечают требованиям интенсивной, гибкой и энергосберегающей технологии. Высокая эффективность организации новых процессов подтверждена их промышленным применением во многих зарубежных странах, в которых освоен выпуск специальных автоматизированных установок. Благодаря высокой производительности, экологической чистоте, высокому и стабильному качеству обработки установки ионной цементации организационно встраивают в линии механической обработки.

Вместе с тем эти инновационные технологии российской машиностроительной промышленностью не востребованы. Не налажен выпуск технологических установок. Отечественный рынок не осознал возможности новых технологий, что в значительной степени обусловлено отсутствием оценки их эффективности. По этой причине научную и практическую важность приобретает выполнение исследований, раскрывающих организационно-технологические и экономические преимущества инновационных технологий. Особую актуальность имеет определение стратегических подходов к организации производства отечественных установок на основе анализа организационной структуры и параметров функционирования термических цехов, оснащенных инновационным оборудованием, оценка отечественного и зарубежного рынка технологий и оборудования для ионной ХТО, разработка инвестиционного проекта организации производства такого оборудования.

Цель работы: повышение эффективности термического производства серийных машиностроительных предприятий на основе разработки организационно-технологических форм промышленного применения инновационных процессов химико-термической обработки, ионно-плазменного оборудования и рациональной структуры термических участков.

Для достижения этой цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Проанализировать организационно-технологический уровень современного термического производства.
2. Разработать критерии оценки и выполнить анализ организационно-технологической и экономической эффективности существующих газовых и ионно-плазменных процессов химико-термической обработки.
3. Провести оценку соответствия ионной химико-термической обработки новым формам организации инновационных процессов.
4. Выполнить анализ производства оборудования для ионной химико-термической обработки и провести оценку его технических характеристик.
5. Разработать стратегические подходы к организации производства отечественных установок ионной цементации и способов повышения их конкурентоспособности.
6. Решить задачи технологической подготовки ионной цементации деталей на автоматизированных установках.
7. Разработать производственную структуру гибкого автоматизированного участка ионной химико-термической обработки и оценить показатели эффективности его функционирования.
8. Выполнить экономическое обоснование инвестиционного проекта организации производства отечественного оборудования для ионной химико-термической обработки.

Научная новизна.

Разработана комплексная модель оценки и организации инновационных процессов химико-термической обработки, включающая систему показателей новизны и эффективности технологии, применяемого ионно-плазменного оборудования, производственной структуры гибких автоматизированных термических участков. Составляющими комплексной модели являются:

1. Система частных и обобщающих критериев оценки способов ХТО, на основе которых обосновано соответствие процессов ионной цементации и нитроцементации инновационным технологическим процессам, применение которых приводит к крупным качественным изменениям организации термического производства.

2. Техничко-экономический анализ выпускаемых за рубежом установок ионной цементации, на основе которого определен предпочтительный тип ионно-плазменного оборудования для серийных отечественных предприятий.

3. Концепция совершенствования оборудования и организации процессов ионной ХТО, включающая применение разработанного способа автоматизированного управления и расчетный метод определения рациональных режимов обработки.

4. Стратегические подходы к организации производства отечественного оборудования для ионной ХТО, включающие рекомендацию освоения выпуска на первом этапе однокамерных установок, способных заменить цементационные шахтные печи.

5. Конструкторско-технологическая классификация обрабатываемых деталей авиационного предприятия, на основе которой создана база данных технологической подготовки ионной химико-термической обработки.

6. Модели организационно-технологической структуры гибкого автоматизированного участка для трех типов ионно-плазменного оборудования.

7. Имитационные модели функционирования участка ионной ХТО, составляющие основу для разработки системы управления работой автоматизированного участка.

8. Финансово-экономическое обоснование целесообразности организации производства отечественных установок ионной ХТО, включающее инвестиционный проект и группу показателей, оценивающих его организационной уровень, эффективность и риск инвестиционных вложений.

Практическая ценность работы состоит:

1. В разработке рекомендаций машиностроительной промышленности

- по использованию процессов ионной химико-термической обработки, обеспечивающих прорыв в область высоких технологий,

- по выбору типа установок ионной цементации, которые в наибольшей степени сочетают умеренную стоимость с технологической гибкостью и технологической преемственностью выполнения операций химико-термической обработки;

- по совершенствованию установок и процессов ионной ХТО путем использования новых технических решений в виде оригинальной системы управления процессом цементации и метода расчета технологических режимов обработки;

- по выбору производственной структуры гибкого автоматизированного участка ионной ХТО, дающей возможность снизить трудоемкость и

себестоимость изготовления деталей, повысить качество обработки и производственную мощность участка;

- по организации производства отечественных установок в виде экономически обоснованного инвестиционного проекта, оценивающего объем привлекаемых инвестиций, срок их окупаемости и степень финансового риска.

2. В разработке принятой для практического использования базы данных в виде системы технологической подготовки обработки деталей на установках ионной ХТО.

Апробация работы. Результаты работы доложены и обсуждены: на Всероссийской научно-практической конференции «Современный менеджмент в условиях становления рыночной экономики в России» (Москва, 1998 г.), на II-ом конгрессе Международной федерации термообработки и технологии поверхностного упрочнения «IV Европейская конференция по термообработке и технологии упрочнения поверхности» (Флоренция, 1998г.); на 4-ом собрании металловедов России (Пенза, 1998 г.), на Международной научной конференции «Проблемы технологии, управления и экономики» (Краматорск, 1999).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, общих выводов, рекомендаций и списка литературы из 102 наименований, изложена на 200 страницах машинописного текста, содержит 75 рисунков, 30 таблиц. Общий объем работы – 272 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, показаны ее научная и практическая ценность, перечислены результаты, являющиеся объектом защиты.

В первой главе выполнен анализ организационно-технологического уровня современного термического производства.

Показано, что термическая обработка является ключевым звеном заготовительного производства. В термический цех поступают заготовки и детали практически из всех цехов предприятия серийного производства. Поэтому термический цех представляет собой открытую систему массового обслуживания. От качества выполнения операций термической обработки во многом зависят конечные свойства деталей. Наиболее высокие требования предъявляют к химико-термической обработке и прежде всего к ее основным процессам - цементации и нитроцементации.

Рассмотрена организационная структура термического цеха и участка газовой цементации авиационного предприятия. Выполнен анализ

цементуемых деталей авиационных двигателей и технологический маршрут их изготовления. Отмечено, что номенклатура цементуемых деталей авиадвигателей практически сводится к одному типу - зубчатым колесам, наиболее сложным в технологическом отношении деталям. Особенность их конструкции в сочетании с жесткими требованиями к эксплуатационной надежности обуславливают необходимость применения высокоэффективных технологий, оборудования и организационных форм их использования, способных обеспечить высокое качество изготовления. Между тем современный уровень технологии, основанной на способе газовой цементации в шахтных печах, в полной мере не отвечает этим требованиям. Вопрос о том, какой из современных способов цементации следует считать наиболее рациональным для серийного машиностроения не получил научного обоснования. Отсутствует и методика такого обоснования.

Рассмотрены особенности технологии, технологического оборудования и организации производства для пяти существующих способов газовой цементации (нитроцементации). Отмечены их преимущества и недостатки. Установлено, что ни один из применяемых в настоящее время в условиях серийного производства способов газовой цементации, не отвечает современным требованиям. Присущие им недостатки проявляются в отсутствии технологического обеспечения качества обработки и большой длительности производственного цикла.

Исходя из результатов выполненного анализа, определены цель работы и направления исследований.

Во второй главе изложена методология оценки эффективности способов цементации. Задача обоснования инновационного способа цементации рассмотрена как оптимизационная многофакторная задача, за основу решения которой принят технико-экономический анализ критериев и показателей. Разработана система частных и обобщающих критериев оценки. Система критериев сформирована с учетом взаимосвязи способов цементации по объединяющим их признакам (критериям подобия) - технологической атмосфере, технологическому оборудованию и организационным формам их использования. Насыщающую атмосферу и технологическое оборудование каждого способа цементации рассматривали в качестве групповых критериев оценки. Отмечена важная роль технологической атмосферы, определяющая во многом скорость, качество и стабильность результатов обработки. Рассмотрены основные закономерности процесса науглероживания, в соответствии с которыми сформулированы требования к технологической атмосфере и определены критерии ее оценки. К числу главных критериев отнесены: высокий и регулируемый углеродный потенциал, скорость массопереноса и коэффициент использования углерода.

Все эти критерии имеют численные выражения и рассчитаны для всех способов цементации по единой методике.

Сформулированы требования к организационно-технологическому уровню термического оборудования и определены частные критерии его оценки. Третью группу образуют критерии, оценивающие качество и экономичность обработки. К ним, в частности, отнесены показатели точности обеспечения характеристик цементованного слоя, скорости роста слоя, длительность процесса, себестоимость обработки.

На основе экспертной оценки 20 критериев определены их весовые коэффициенты. Для количественной оценки качественных критериев использована обобщенная функция желательности – функция Харрингтона. Использование этой функции дало возможность перекодировать все критерии оценки в безразмерные параметры, привести их к единой области определения.

За эффективный способ цементации предложено считать тот, который имеет наиболее высокие обобщающие показатели, превосходит другие по экономичности и качеству обработки.

Система показателей оценки способов цементации является частью модели комплексной оценки инновационного процесса ХТО (рис. 1).

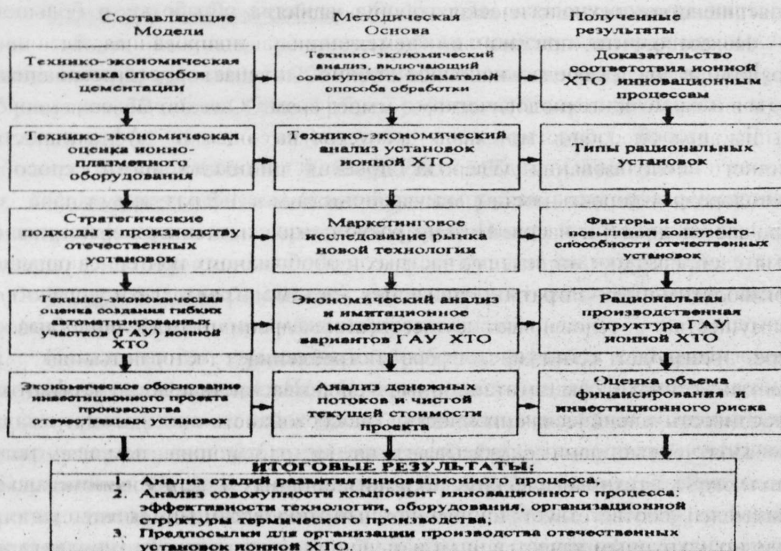


Рис. 1. Модель комплексной оценки технико-экономической эффективности инновационных процессов ХТО

Модель состоит из пяти взаимосвязанных частей, характеризующих различные этапы развития инновационного процесса.

В третьей главе выполнен сравнительный анализ способов цементации и оценена новизна и потенциальные возможности организации процессов ионной цементации. Проведенный анализ указывает на существенное различие в показателях технологической атмосферы, которые разделены на два типа: 1) атмосферы с контролируемым углеродным потенциалом, 2) атмосферы с контролируемым расходом технологических газов. Показано, что способы цементации, использующие атмосферы 1-го типа обеспечивают высокое качество диффузионного слоя и высокую воспроизводимость результатов обработки, но низкую производительность. Способы цементации, использующие атмосферы 2-го типа, наоборот, могут обеспечить повышенную скорость науглероживания, но низкую стабильность результатов обработки. Главный недостаток атмосфер 2-го типа состоит в том, что результат науглероживания зависит от площади поверхности обрабатываемых деталей, точное определение которой затруднено.

Наиболее низкие оценочные показатели имеет способ цементации в шахтных печах. Недостатки атмосферы 2-го типа в нем усилены несовершенством технологического оборудования.

Показано, что при ионной цементации активированная глеющим разрядом газовая среда наиболее полно отвечает требованиям, предъявляемым к технологическим атмосферам. Она обладает высокой насыщающей способностью, характеризуется высоким (75%) показателем полезного использования углерода, требует ничтожно малого расхода углеводорода. Скорость роста слоя увеличивается в 4-5 раз, время процесса сокращается до 2-4-х часов. Низкий расход газов и электроэнергии, малое время обработки определяют высокую экономичность процесса. Производственные затраты снижаются в 4-5 раз. Технологические преимущества обуславливают существенные преимущества не только в сфере производства, но и в сфере потребления; достигаются высокие качество слоя и эксплуатационные свойства деталей — контактная выносливость, циклическая прочность, износостойкость.

Полученные данные указывают на то, что ионная цементация по комплексу технологических, организационных и экономических показателей соответствует инновационным процессам. Ее использование приводит к крупным качественным изменениям в организации термического производства, обуславливает его переход к новому состоянию. По

интенсивности инновационных изменений ионная цементация может занять ведущее место в термическом производстве серийных предприятий.

В четвертой главе рассмотрены предпосылки использования ионной цементации в промышленности. Отмечено, что их главная составляющая — отказ от закупки дорогостоящего импортного оборудования, производство отечественных ионно-плазменных установок. Определены стратегические подходы для организации их производства (2-я и 3-я части комплексной модели). Они включают оценку состояния в сфере производства зарубежного оборудования, определение рациональных типов установок, пригодных для отечественных предприятий, поиск путей повышения конкурентоспособности отечественных установок в случае организации их производства.

На основе маркетингового исследования рынка зарубежного ионно-плазменного оборудования установлено, что выпускаемые иностранными фирмами установки полностью автоматизированы, работают в режиме «холодного старта», обладают высокой технологической гибкостью. Среди множества конструктивных форм преобладают установки четырех основных типов: однокамерные без системы охлаждения науглероженных деталей; однокамерные вертикальные и горизонтальные с системой закалки в газовом потоке под давлением; двухкамерные горизонтальные с системой закалки в масляном баке или в газовом потоке; трехкамерные с двумя возможными системами охлаждения. Стоимость установок составляет 0,5...1,5 млн. долларов. Выполнен анализ их технического и организационно-экономического уровня. Из результатов анализа следует, что для серийных отечественных предприятий предпочтительны однокамерные или двухкамерные установки с системой закалки в газовом потоке. Они отвечают большинству требований обеспечения качественной обработки при наименьших единовременных капитальных затратах. Определение типа рациональных установок составляло содержание 2-ой части комплексной модели оценки инновационного процесса (см. рис. 1).

Предложена концепция организации производства отечественных установок. Она учитывает принципы технологической преемственности. На первом этапе предлагается освоить выпуск однокамерных установок, которые более адаптированы к применяемому на предприятиях технологическому процессу. На втором этапе целесообразно производить более совершенные и более дорогие двух- и трехкамерные установки, пригодные для условий крупносерийного и массового производства.

Определены факторы совершенствования отечественных установок при организации их производства. Они связаны с устранением недостатка, свойственного зарубежным установкам. Он состоит в отсутствии

рациональной системы контроля за процессом диффузионного насыщения. Для устранения этого недостатка разработана автоматизированная система контроля и управления процессом цементации (нитроцементации). Эта система использует принцип спектральной диагностики процессов массопереноса углерода в ионизированной атмосфере. Система управления обеспечивает заданную насыщенность диффузионного слоя и наиболее полно реализует технологические возможности ионной химико-термической обработки.

Дополнительным фактором повышения конкурентоспособности отечественных установок может служить созданный ранее компьютерный метод расчета режимов обработки, основанный на математических моделях процессов. Расчетный метод позволяет сократить затраты на поиск оптимальных технологических решений и технологическую подготовку проведения ионной химико-термической обработки.

Рассчитана себестоимость однокамерных установок и их рыночная цена, которая оказалась примерно в 2,5 раза ниже стоимости аналогичных зарубежных установок. Совокупность отмеченных факторов, а также большая емкость Российского рынка указывают на то, что производство отечественных установок — принципиально выгодная сфера производственной деятельности, сфера эффективного вложения капитала.

В пятой главе изложена разработанная модель гибкого автоматизированного участка ионной химико-термической обработки, как организационная форма повышения его эффективности.

Отмечено, что совершенствование термического производства требует изменения производственной базы и применения новых форм организации производства. Комплекс технологических и экономических характеристик инновационного оборудования открывает возможность создание гибкой производственной системы. За ее организационную структуру для серийного производства принят гибкий автоматизированный участок (ГАУ) ионной ХТО. Основу ГАУ составляет тип ионно-плазменных установок. В соответствии с возможными типами установок разработано несколько вариантов моделей производственной структуры участка (4-я часть комплексной модели).

Разработка моделей выполнена применительно к термическому производству ММП «Салют», которое планирует создание в 2000 г. участка ионной цементации. Модели представляют собой проект модернизации участка газовой цементации этого предприятия.

Формирование организационно-технологической структуры ГАУ выполнено в несколько этапов (рис. 2). Первый этап направлен на решение задач технологической подготовки производства (ТПП). При разработке ТПП

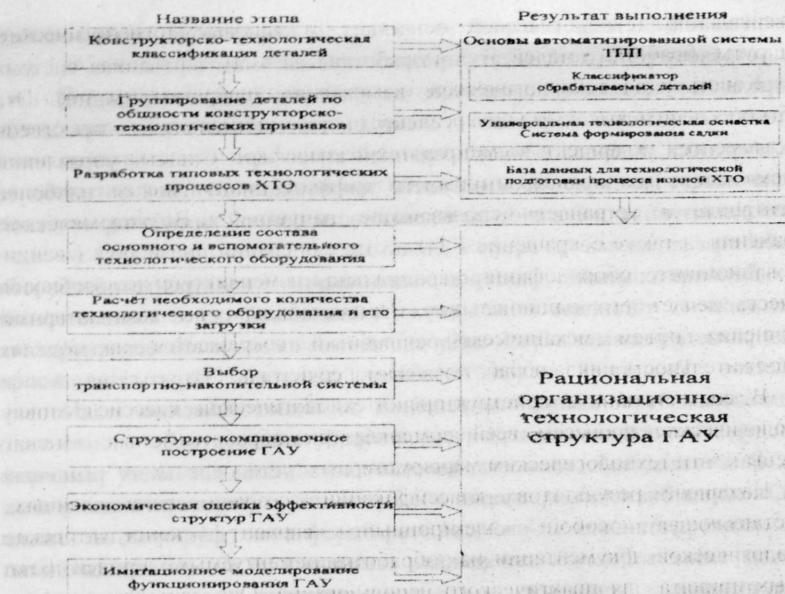


Рис. 2. Этапы формирования организационно-технологической структуры гибкого автоматизированного участка ионной ХТО

использовали принципы унифицированного (группового) производства. Реализация этих принципов включала:

- 1) конструкторско-технологическую классификацию обрабатываемых деталей и определение на ее основе групп деталей по общности комплектования садки и выполнения технологического процесса;
- 2) разработку унифицированной технологической оснастки;
- 3) разработку типовых технологических маршрутов ионной ХТО.

Конструкторско-технологическая классификация выполнена для основной номенклатуры цементуемых деталей, типовыми представителями которых являются зубчатые колеса, различающиеся по конструктивным и технологическим признакам

За общий признак комплектации садки и типизации технологического процесса принят модуль зубчатого колеса. С учетом результатов конструкторско-технологического анализа разработаны: 1) два типа

универсальной технологической оснастки; 2) типовые технологические маршруты обработки деталей.

Конструкция технологической оснастки выполнена таким образом, чтобы обеспечить высокую универсальность при минимальном количестве в ней элементов. Комплект элементов технологической оснастки дополняет система защитных экранов, которыми закрывают участки, не подлежащие цементации, и устраняет использование напусков. Возможность их устранения, а также сокращение ХТО до трех операций при использовании инновационного оборудования кардинально изменяет технологический процесс, делает его рациональным. При стабильно высоком качестве упрочнения объем механической обработки сокращается на 30 %, продолжительность цикла обработки – не менее чем на 50 %.

В соответствии с конструкторско-технологической классификацией технологические процессы всей номенклатуры обрабатываемых деталей сведены к 6-ти технологическим маршрутам.

На основе результатов классификации создана базы данных, представляющая собой электронный вариант конструкторско-технологической документации на обработку цементуемых деталей. База данных принята для практического использования. Она дает возможность сократить сроки промышленного освоения инновационного процесса, снизить трудоемкость и затраты на стадии технологической подготовки производства.

Определены основные функциональные элементы гибкого автоматизированного участка ионной ХТО в виде трех взаимосвязанных систем: системы технологического оборудования, транспортно-накопительной системы и системы контроля и управления технологическим процессом. Расчетом единиц потребного технологического ионно-плазменного оборудования установлено, что для выполнения годовой программы обработки зубчатых колес достаточно иметь на участке две установки, время цикла цементации на которых определяет ритм работы всего участка.

Разработаны модели трех вариантов организационной структуры участка ХТО на основе использования трех типов многофункционального автоматизированного технологического оборудования. За основу построения гибкого автоматизированного участка ХТО принят тип ионно-плазменных установок. При каждом типе установок обеспечивается одинаково высокое качество упрочнения. Функциональные различия, присущие этим установкам, оказывает влияние на показатели технической и экономической эффективности, а также на технологическую гибкость участка.

На основе технико-экономического анализа участков гибкого термического производства установлено, что более высокие показатели организации и экономической эффективности присущи структуре, имеющей однокамерные установки с охлаждением деталей в газовом потоке.

Использование в ГАУ одно- и двухкамерных установок приводят к почти двукратному снижению потребной производственной площади. Это создает возможность для размещения на высвобожденной площади подготовительного отделения, отделения механической обработки и отделения контроля качества обработки. Размещение на ГАУ отделения механической обработки делает его предметно замкнутым.

Установлено, что несмотря на необходимость значительных капитальных затрат на приобретение инновационного оборудования, совокупная величина экономии на содержание производственной площади, заработную плату производственным рабочим, расходы на электроэнергию, вспомогательные материалы и полное отсутствие брака обуславливает снижение себестоимости обработки и окупаемость капиталовложений. По экономическим показателям наиболее рационально оснащение ГАУ двумя однокамерными установками. При его функционировании за счет снижения себестоимости химико-термической обработки вложенные в техническое переоснащения участка средства окупаются менее, чем за два года.

Использование импортных трехкамерных установок на серийном предприятии оказывается нерентабельным из-за высоких капиталовложений и большого срока их окупаемости. Такие установки ввиду их высокой производительности и технологической гибкости целесообразно использовать на предприятиях крупносерийного и массового производства.

Выполненный технико-экономический анализ показывает, что производство более дешевого отечественного оборудования способно создать условия для функционирования высокорентабельного термического производства. Меньшая стоимость отечественных установок делает возможным применение в условиях серийного производства и универсальных трехкамерных установок, что служит дополнительным аргументом в пользу целесообразности организации производства отечественного ионно-плазменного оборудования.

Выполнен анализ функционирования ГАУ на основе имитационного моделирования с использованием сетей Петри. Технологический процесс представлен как дискретная динамическая система в виде трех взаимосвязанных моделей, отражающих структуру ГАУ, последовательно выполняемые технологические операции и связи между ними. Отражая алгоритм функционирования ГАУ, модели составляют основу для разработки программы управления работой участка

На основе комплексного анализа показано, что создание ГАУ с использованием инновационного оборудования и технологии гарантирует высокое качество обрабатываемых деталей, дает возможность увеличить производительность труда, обеспечить высокий организационно-технологический уровень термического производства.

В шестой главе приведено экономическое обоснование целесообразности создания специализированного предприятия по производству отечественных установок ионной ХТО, основой которого может служить незагруженное машиностроительное предприятие с необходимой производственной инфраструктурой (5-я часть комплексной модели). Показана необходимость разработки инвестиционного проекта, отражающего привлекательность вложения денежных средств в создание отечественного предприятия по производству ионно-плазменного оборудования. На основе анализа российского рынка выполнен прогноз объема продаж установок на трехлетний период деятельности предприятия.

Выполнена оценка бюджета инвестиционного проекта, включающая сумму требуемых инвестиций в создание предприятия, источники финансирования и прогноз движения денежных средств при реализации проекта.

Показано, что инвестиционный проект, оценивающий объем инвестиций для создания специализированного предприятия по производству установок ионной ХТО в 1 300 тыс. долл. США, окупится за 3 года.

Финансово-экономическая эффективность инвестиционного проекта подтверждена расчетом группы показателей, включающей чистую текущую стоимость, период возврата инвестиций, норму безубыточности и коэффициент рентабельности. Определенный уровень этих показателей свидетельствует о привлекательности инвестиционного проекта.

Разработана классификация инвестиционных рисков, включающая комплекс внешних и внутренних факторов, затрудняющих реализацию проекта. Предложена формула для определения обобщенного коэффициента риска R_i :

$$R_i = \frac{U \sum_{k=1}^n m_k}{Q},$$

где U - вероятные потери; m_k - весовой коэффициент факторов риска; Q - прогнозируемый объем продаж.

Определенный по этой формуле коэффициент R_i , подтвердил относительную безопасность инвестиционных вложений.

ОБЩИЕ ВЫВООЫ

Разработаны организационно-технологические основы промышленного применения инновационных процессов химико-термической обработки, раскрывающие потенциал новой технологии, ионно-плазменного оборудования и организационных форм их реализации, что дало возможность решить важную научно-техническую задачу, направленную на повышение эффективности организации термического производства. При достижении поставленной цели решены следующие научно-прикладные задачи.

1. Разработана система показателей для оценки способов цементации, включающая совокупность критериев технологической атмосферы, оборудования, качества обработки и экономичности процесса, на основе которой осуществлена оценка технологических процессов ХТО. Установлено, что ионная цементация по эффективности превосходит все существующие способы газовой цементации, обеспечивает возможность значительного повышения качества и снижения себестоимости обработки деталей. По уровню организационно-технологических показателей и степени изменений в термическом производстве ионная цементация в полной мере соответствует инновационному процессу.

2. На основе маркетингового исследования рынка зарубежного оборудования выполнена оценка основных типов зарубежных ионно-плазменных установок, показавшая, что для серийного производства более предпочтительны однокамерные и двухкамерные установки с системой закалки деталей в газовом потоке.

3. Показано, что приобретение для отечественных предприятий зарубежных установок ограничено их высокой стоимостью, а также отсутствием системы контроля и управления насыщающей способностью ионизированной атмосферы.

4. Разработаны организационно-технологические методы совершенствования установок и процессов ионной химико-термической обработки. Создана оригинальная система активного контроля и автоматизированного управления процессом цементации, а также предложено использование расчетного метода определения рациональных режимов обработки, что в совокупности обеспечивает высокое качество деталей и повышение эффективности новых процессов.

5. Рассчитана себестоимость однокамерных ионно-плазменных установок и их рыночная цена, которая оказалась в 2,5 раза ниже стоимости аналогичных зарубежных установок. Соотношение цены и качества отечественных установок за счет применения оригинальной системы

управления делает данное оборудование при условии его производства конкурентоспособным на международном рынке.

6. Разработаны стратегические подходы к производству отечественных установок ионной ХТО, учитывающие соблюдение принципа технологической преемственности. Для технического переоснащения термических производств на первом этапе рекомендовано освоение выпуска однокамерных установок для замены шахтных печей. Второй этап предполагает освоение выпуска двухкамерных и трехкамерных установок, пригодных для применения в крупносерийном и массовом производстве.

7. Показано, что наиболее рациональной организационной формой термического производства следует считать гибкий автоматизированный участок, оснащенный ионно-плазменным оборудованием. Для создания условий функционирования ГАУ ионной ХТО разработана система технологической подготовки производства. Она реализует принцип группового производства и включает результаты выполненной конструкторско-технологической классификации обрабатываемых деталей, типизацию технологического процесса, условия формирования садки, тип разработанной универсальной технологической оснастки. Технологическая подготовка процесса ионной цементации представлена в виде базы данных и принята ММПШ "Салют" для практического использования. По данным этого предприятия общее снижение трудоемкости за счет унификационных мероприятий составляет 4480 чел-ч., а ожидаемый экономический эффект - 468900 руб.

8. Разработаны модели структур гибких автоматизированных участков ионной ХТО в виде проекта модернизации участка газовой цементации авиационного предприятия. На основе технико-экономического анализа установлено, что использование в ГАУ одно- и двухкамерных установок приводит к почти двукратному снижению потребной производственной площади, что создает возможность для размещения на термическом участке отделения механической обработки и делает его предметно замкнутым.

9. Показано, что при создании ГАУ технологический процесс обработки деталей сведен к шести типовым технологическим маршрутам. Возможность устранения напусков, а также сокращение ХТО до трех операций при использовании инновационного оборудования кардинально изменяет технологический процесс, делает его максимально рациональным. При стабильно высоком качестве упрочнения объем механической обработки сокращается на 30 %, продолжительность цикла обработки - не менее чем на 50 %.

10. Разработан инвестиционный проект по привлечению средств на организацию специализированного предприятия по производству универсальных установок ионной ХТО. Определен объем привлекаемых инвестиций и срок окупаемости проекта. Оценена степень финансового риска, показывающая относительную безопасность вложения денежных средств, что делает проект привлекательным для инвесторов.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Рыжов Д.Н. Преимущества и возможности ионной цементации // Конверсия в машиностроении. - 1998. - №1. - С. 36-42.

2. Грачева К.А., Хейло С.В., Рыжов Д.Н. Потенциальные возможности материальных ресурсов – резерв производственного менеджмента // Современный менеджмент в условиях становления рыночной экономики в России: Тезисы докл. Всерос. науч.-практич. конф. – М.: МГТУ, 1998. - С. 31-32.

3. Ryzhov D.N., Smirnov A. E. Automated monitoring and control system for plasma heat treatment technologies // 11th congress of the international federation for heat treatment and surface engineering. - Florence, 1998. - V. 3. - P. 45-50.

4. Смирнов А.Е., Рыжов Д.Н. Система управления активностью атмосферы при ионной цементации и нитроцементации // 4-е собрание металловедов России: Сб. материалов. – Пенза, 1998. - Ч. 1. - С. 88-89.

5. Рыжов Д.Н., Смирнов А.Е. Основные показатели эффективности процесса ионной цементации // Технология металлов. - 1999. - № 6. - С. 2-6.

6. Рыжов Д.Н., Смирнов А.Е. Управление процессами ионной цементации и нитроцементации и его преимущества // Вестник машиностроения. - 1999. - № 12. - С. 53-56.

7. Грачева К.А., Рыжов Д.Н. Техничко-экономический анализ организационной структуры автоматизированного участка термического производства // Проблемы технологии, управления и экономики: Тезисы докл. междунар. конф. – Краматорск, 1999. - С. 21-23.

8. Рыжов Д.Н. Экономическая эффективность новых технологий // Организация производства на предприятиях в современных условиях: Тезисы докл. научн. конф. – М.: МГТУ, 1999. – С. 69-70.