На правах рукописи

Арзыбаев Алмазбек Момунович

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОДУЛЕЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Специальность: 05.02.08 – Технология машиностроения

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2012

2

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

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Базров Борис Мухтарбекович

Официальные оппоненты: Вороненко Владимир Павлович, доктор технических наук, профессор, МГТУ «Станкин», профессор кафедры «Технологий машиностроения».

Моргунов Юрий Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУВПО МГМУ «МАМИ», доцент кафедры «Технологий машиностроения».

Ведущее предприятие: ФГБО ВПО «МГИУ»

Защита состоится «30» мая 2012 г. в 14 ч.
на заседании диссертационного совета Д 212.141.06 в Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана по адресу: 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д.5

Ваш отзыв на автореферат в 1 экземпляре, заверенный печатью, просим направлять по указанному адресу на имя секретаря диссертационного совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана

Телефон для справок: (499) 267-09-63

Автореферат разослан «20» апреля 2012 г.

НТБ МГТУ им.Н.Э.Баумана
1997132
Арзыбаев А.М.Разработка ме

Ученый секретарь
диссертационного совета
д.т.н., доцент В.П. Михайлов

133

2481

ОНЛ УПК

Актуальность работы. Значительную долю трудоемкости в машиностроительном производстве составляет трудоемкость изготовления деталей на станках. Эффективность механообработки деталей во многом определяется уровнем элементной базы средств технологического обеспечения (ЭБТО), включающая кроме средств технологического оснащения еще и элементы технологического процесса, которая определяет качество и производительность технологических процессов изготовления деталей. Средства технологического обеспечения (технологические процессы, станки, оснастка) отличаются огромным разнообразием. На каждом машиностроительном предприятии имеется своя локальная ЭБТО, которая, как правило, представляется перечнем методов и способов обработки, типовых технологических операций, ведомостей средств технологического оснащения, стандартов, различного рода альбомов, справочно-нормативной литературы, технической литературы и методических разработок. Все они, к сожалению, слабо связаны между собой и охватывают лишь незначительную часть разработанных средств технологического обеспечения.

Поэтому совершенствование ЭБТО является важной задачей и должно начинаться с совершенствования первой ее части - элементной базы технологических процессов (ЭБТП). Существующая элементная база технологических процессов содержит методы, способы обработки, типовые технологические переходы, незначительную часть типовых операций и процессы. Широкое использование элементов низшего уровня приводит к росту трудоемкости и продолжительности проектирования технологических процессов, к избыточности их разнообразия и накоплению ошибок.

Поэтому замена в ЭБТП элементов низшего уровня на более крупные - технологические блоки из технологических и вспомогательных переходов под изготовление элементов деталей позволит существенно сократить трудоёмкость и продолжительность проектирования технологических процессов, повысить их качество. Для этого необходимо в качестве предмета производства принять элементы детали ограниченного разнообразия, не зависящие от конструкции детали и из которых можно построить любую деталь.

Таким элементом является модуль поверхностей (МП) детали, представляющий собой совокупность поверхностей, с помощью которых деталь выполняет соответствующую функцию. Это позволяет в качестве наименьшего элемента ЭБТП принять модуль (блок) технологического процесса обработки (МТО) для получения МП, а технологический процесс детали проектировать методом компоновки из МТО.

В этом случае эффективность технологических процессов деталей будет во многом определяться качеством МТО.

В связи с этим разработка метода проектирования МТО является актуальной задачей.

Проблема разработки МТО заключается в неограниченном разнообразии элементов средств технологического обеспечения, среди которых требуется находить наилучшие и отсутствие научно-обоснованной методики

проектирования технологических переходов, определяющих качество и производительность технологического процесса.

Эффективность технологического перехода зависит от совокупности основных его элементов: метода обработки, инструмента, инструментального материала и способа установки инструмента (СЭТП).

Цель работы. Повышение качества и снижение трудоемкости разработки технологических процессов изготовления деталей.

Для достижения поставленной цели в работе потребовалось решить следующие основные задачи:

- установить связи между исходными данными проектирования технологического перехода и его элементами;
- разработать методику поиска совокупности основных элементов технологического перехода изготовления поверхности детали;
- определить области применения методов обработки, инструмента, инструментального материала и способов установки инструмента;
- разработать методику проектирования технологических процессов изготовления модулей поверхностей.

Методы исследования. Исследования, выполненные в работе, базируются на научных основах технологии машиностроения, методах проектирования технологических процессов, теории резания металлов и основных положениях модульной технологии.

Научная новизна работы заключается в разработке системного подхода в установлении связей между характеристиками изготавливаемой поверхности, материала заготовки и методами обработки, обрабатывающими инструментами, материалом рабочей части инструмента, способами его установки, позволяющих обоснованно выбирать эффективные СЭТП при проектировании технологических переходов.

На защиту выносятся следующие положения:

–схема формирования СЭТП изготовления поверхности детали;

–связи между характеристиками изготавливаемой поверхности, материалом детали и методами обработки, обрабатывающими инструментами, материалами рабочей части инструмента, способами его установки;

–схема поиска СЭТП изготовления поверхности детали;

–методика определения областей значений характеристик исходных данных достигаемых применением каждого элемента СЭТП;

–методика выбора СЭТП изготовления поверхности детали, с учетом возможностей средств технологического оснащения и заданной производительности;

–методика выбора сочетания СЭТП изготовления поверхностей модуля.

Практическая ценность работы включает:

–алгоритм выбора СЭТП изготовления поверхности детали;

–методику проектирования технологического перехода изготовления поверхности детали;

–методику проектирования технологического процесса изготовления модуля поверхностей;

–области применения методов изготовления цилиндрического отверстия (сверление, рассверливание, высверливание, зенкерование, растачивание, развертывание), торца, шпоночного паза, реализующих их обрабатывающих инструментов, материала рабочей части инструмента и способов установки инструмента,

-программу поиска СЭТП изготовления поверхности детали.

Апробация работы. Результаты диссертационной работы обсуждались и докладывались на Международной инновационно-ориентированной конференции молодых ученых и студентов по современным проблемам машиноведения, 2008-2011г.г. (г. Москва); на Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов «Будущее машиностроения России (МГТУ им.Баумана)», 2009-2011 г.г. (г. Москва); на научно-техническом семинаре «Прогрессивные технологии и оборудование механосборочного производства» (МГТУ «МАМИ»), 2009 г. (г. Москва); на Всероссийской межвузовской научной конференции «Зворыкинские чтения. Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России», 2010-2011г.г. (г. Муром); на Международном симпозиуме «Общество массовых коммуникаций: человек, технологии, культура», 2009 г. (г. Москва); на Международной научно-технической конференции ААИ «Автомобиле – и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров», посвященная 145-летию МГТУ «МАМИ», МГТУ «МАМИ», 2010 г. (г. Москва); на Международной научно-технической конференции на тему «Прикладная математика и механика: проблемы и перспективы», посвященная дню науки Кыргызстана, КГТУ им. И. Раззакова, 2010 г. (г. Бишкек Кыргызстан); на Международной научно-практической конференции «Актуальные достижения европейской науки – 2011», 17-25 июль 2011,(г. София, Болгария); на Международной научно-технической конференции «Энергобезопасность и энергоэффективность», 2011 г. (г. Бишкек, Кыргызстан); на Международной научно-практической конференции «Перспективные разработки науки и техники – 2011», 2011 г. (Польша).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 24 научных работ, в том числе 2 статьи в журналах по перечню ВАК.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из списка сокращений и обозначений, введения, четырех глав, библиографического списка использованной литературы, включающего 105 наименование. Содержание работы изложено на 153 страницах машинописного текста, и содержит 92 рисунков, 57 таблиц и 3 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность работы по повышению эффективности изготовления деталей на станках посредством создания элементной базы технологических процессов на модульном уровне.

В первой главе проведен анализ состояния элементной базы средств технологического обеспечения изготовления деталей. Большой вклад в создание и развитие основ технологии машиностроения, автоматизации проектирования технологических процессов внесли ученые: Б.М. Базров, Б.С. Балакшин, А.С. Василев, А.М. Дальский, Н.М. Капустин, В.М. Кован, А.И. Кондаков, В.С. Корсаков, А.А. Маталин, С.П. Митрофанов, В.Г. Митрофанов, А.П. Соколовский, А.Г. Суслов, А. Г. Схиртладзе, В.Д. Цветков и др. Однако, созданию элементной базы средств технологического обеспечения до сих пор не уделялось достаточного внимания; элементная база не оформлена в виде подсистемы технологической подготовки производства. Традиционно проектирование технологического процесса изготовления детали зависит в основном от опыта и квалификации технолога, его знания элементной базы. В то же время уровень ЭБТО во многом определяет качество технологических процессов и трудоемкость их разработки.

Поэтому, создание ЭБТО является важной задачей в повышении эффективности механообрабатывающего производства. Ее создание должно начинаться с ее первой части – ЭБТП.

В основе построения высокоэффективной элементной базы технологических процессов должны лежать прямые связи между предметом производства и элементами технологического процесса. Это позволяет существенно сократить разнообразие технологических процессов и снизить трудоемкость их проектирования.

С другой стороны ЭБТП нельзя рассматривать в отрыве от методики проектирования технологических процессов. Поэтому создание элементной базы надо начинать с совершенствования методики проектирования технологических процессов.

В работе проф. Б.М. Базрова предложен новый вид технологии – модульная технология (МТ), которая является новым методом организации производства изделий, базирующаяся на сквозном применении модульного принципа вдоль производственной цепочки: изделие – технологический процесс – технологическая система – рабочее место, где каждое звено представляется совокупностью соответствующих модулей.

Согласно изложенному, если в качестве изделия выступает деталь, то она представляется совокупностью модулей поверхностей (МП), под которым понимается сочетание поверхностей, выполняющее соответствующую функцию. Далее каждому МП соответствует модуль технологического процесса изготовления МП, а обоим соответствует модуль технологической системы и модуль рабочего места.

Модульная технология предполагает построение технологического процесса методом компоновки из модулей технологического процесса изготовления МП.

Проектирование технологических процессов с использованием процессов изготовления конструктивно-технологических элементов (КТЭ) широко применяется в САПР технологических процессов.

В качестве КТЭ выступают различного рода сочетания, комплексы, агрегаты поверхностей. К их общим недостаткам относятся, во-первых, технологический подход в их формировании, что приводит к неоднозначному описанию детали, во-вторых, отсутствуют классификации КТЭ и, в третьих, связанные функционально поверхности детали могут попасть в разные КТЭ.

Предлагаемый проф. Б. М. Базровым в качестве КТЭ модуль поверхностей (МП) позволяет исключить отмеченные недостатки.

Поэтому было решено при построении ЭБТП в качестве предмета производства принять модуль поверхностей.

Как показал анализ статистических данных о распределении МП в деталях различного назначения модуль поверхностей Б311 (рис.1) по классификации проф. Б. М. Базрова и конструктивно подобные ему модули Р121 и С121 составляют значительную долю. Кроме того модуль Б311 отличается по сравнению с другими более сложной конструкцией и высокими требованиями к качеству. В связи с этим было решено проводить исследование на примере модуля Б311.

Заканчивается глава целью работы и задачами исследования.

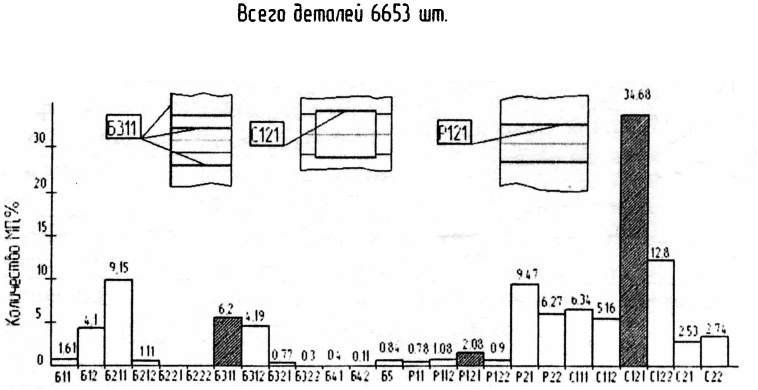


Рис.1. Гистограмма МП деталей автомобиля, турбодетандера и центробежных насосов (по данным проф. Б.М. Базрова)

Вторая глава посвящена разработке методики поиска СЭТП изготовления поверхности детали, составляющего основу технологического перехода.

В основе технологического процесса изготовления МП лежат технологические переходы изготовления его поверхностей и во многом определяют его качество.

Анализ литературы показал отсутствие научно-обоснованной методики проектирования технологических переходов, что снижает их качество. Учитывая важную роль технологического перехода в достижении

эффективности технологических процессов, была поставлена задача разработки методики его проектирования.

Как уже отмечалось под совокупностью основных элементов технологического перехода понимается совокупность метода обработки, обрабатывающего инструмента, инструментального материала и способа установки инструмента. В диссертации показано их влияние на качество и производительность обработки поверхности. От того, насколько правильно выбраны указанные элементы технологического перехода зависит его эффективность. Технология изготовления поверхности детали отличается большим разнообразием методов, способов обработки, инструмента, инструментального материала, способов установки инструмента. Поэтому СЭТП отличается многовариантностью и требует разработки методики их поиска и выбора лучшего. Согласно процессу проектирования технологического перехода, выбор элементов СЭТП осуществляется в следующей последовательности: выбор метода обработки - выбор обрабатывающего инструмента, реализующего метод обработки – выбор материала рабочей части инструмента - выбор способа установки инструмента.

Каждый из перечисленных элементов имеет значительное множество. Отсюда, формирование СЭТП заключается в выборе каждого элемента технологического перехода из их множеств в приведенной последовательности, что может быть представлена в виде схемы, приведенной на рис.2 и ее код.

Используя разработанную методику, были получены схемы формирования СЭТП изготовления поверхностей модуля Б311: цилиндрического отверстия, торца и шпоночного паза.

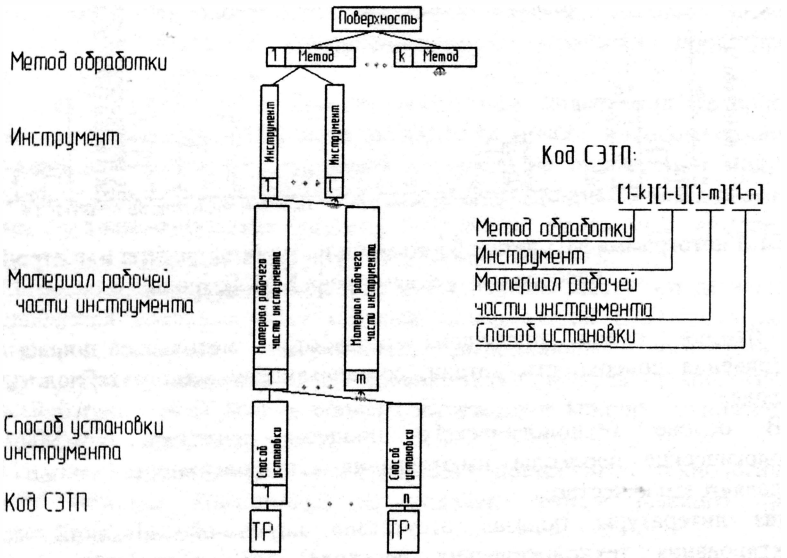


Рис.2.Схема формирования СЭТП изготовления поверхности детали

Для разработки методики поиска СЭТП сначала надо установить связи между исходными данными и элементами технологического перехода, что позволит выбирать каждый элемент из его множества.

В качестве исходных данных при проектировании технологического перехода выступают изготавливаемая поверхность, требования к ее качеству, материал заготовки, снимаемый припуск.

В свою очередь они описываются соответствующими характеристиками: изготавливаемая поверхность - формой и размерами, точностью и шероховатостью; материал заготовки – твердостью, пластичностью, качеством поверхностного слоя, снимаемый припуск – величиной.

На основании анализа участия каждого элемента в процессе обработки и получаемых результатов было установлено, какие из перечисленных характеристик достигаются применением соответствующего элемента технологического перехода. Полученные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Связи между характеристиками исходных данных и элементами технологического перехода

Элемент технологического перехода	Характеристики исходных данных
Метод обработки	Геометрическая форма изготавливаемой поверхности, размеры, точность и шероховатость поверхности, величина припуска
Обрабатывающий инструмент	Размеры, соотношение размеров, точность и шероховатость изготавливаемой поверхности
Материал рабочей части инструмента	Твердость и пластичность материала заготовки, условия обработки, величина припуска
Способ установки инструмента	Соотношение размеров, точность и шероховатость изготавливаемой поверхности.

На основе выше установленных связей предложена методика поиска СЭТП, которая отражена в виде схемы поиска, приведенной на рис.3.

Выбор метода обработки осуществляется путем отбора из множества известных методов обработки тех, которые обеспечивают получение заданной геометрической формы изготавливаемой поверхности, её размеров, снятие заданной величины припуска, достижение требований к точности обработки (IT) и шероховатости (Ra) поверхности.

Выбор обрабатывающего инструмента по каждому из отобранных методов обработки определяется возможностью получения заданных размеров поверхности, точности и шероховатости.

Выбор материала рабочей части инструмента. Проверяется каждый из известных инструментальных материалов рабочей части инструмента на

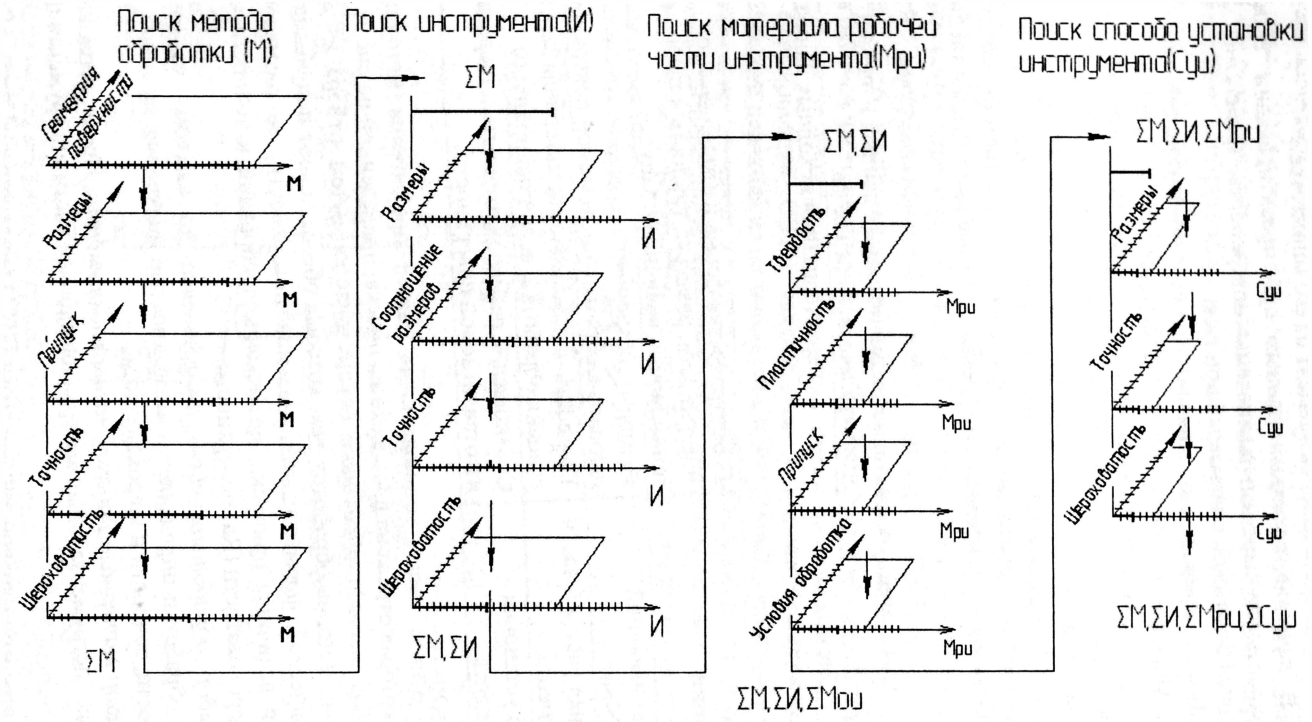


Рис.3. Схема поиска элементов технологического перехода изготовления поверхности детали

возможность обработки материала заготовки по параметрам твердости, пластичности, условиям обработки и величины припуска.

Под условиями обработки понимается характер обрабатываемой поверхности, наличие «корки» и т.д.

Выбор способа установки инструмента. На данном этапе принимается во внимание, что инструмент влияет на качество поверхности через жесткость своей конструкции. Жесткость инструмента влияет на точность изготавливаемой поверхности, ее шероховатость.

В свою очередь жесткость инструмента зависит от его материала и размеров, а последние от размеров изготавливаемой охватывающей поверхности.

В соответствие с разработанной методикой поиска СЭТП были получены схемы поиска СЭТП изготовления поверхностей модуля Б311. Для автоматизации поиска СЭТП по разработанной методике были разработаны алгоритм и программа.

Третья глава посвящена определению областей значений характеристик исходных данных, достигаемых применением каждого элемента технологического перехода, что необходимо для реализации предложенной методики поиска СЭТП поверхности детали.

Области применения элементов технологического перехода имеют границы, обусловленные действием соответствующих факторов.

Задача состояла в определении границ значений каждой характеристики исходных данных, обеспечиваемых соответствующим элементом технологического перехода. Определение указанных областей экспериментальным путем не представляется возможным из-за огромного объема работ, обусловленного практически неограниченным разнообразием, как исходных данных, так и условий процессов обработки.

Поэтому определение границ областей применения элементов технологического перехода было решено проводить на основе анализа и систематизации данных, приводимых в литературных источниках.

Граничные значения характеристик исходных данных, достигаемых применением каждого элемента технологического перехода, определялись последовательно в соответствие со схемой поиска СЭТП.

В различных литературных источниках, как правило, приводятся разные диапазоны значений характеристик исходных данных, по каждому элементу технологического перехода. В связи с этим сначала определяли диапазоны значений характеристики, по данным каждого из литературных источников, затем определяли общий диапазон. Полученная информация отражалась в виде таблиц. В качестве примера представлена таблица 2, в которой показаны приведенные в восьми литературных источниках диапазоны точности отверстия, достигаемые при обработке сверлением.

Из таблицы 2 видно, что общая область точности отверстия достигаемой сверлением ограничена 8-13 квалитетами. Разница диапазонов объясняется разными условиями, способами, приемами обработки, например, специальной

Таблица 2.

Области достигаемой точности отверстия методом сверления

Метод обработки	Квалитет точности (IT)							Число источников
	7	8	9	10	11	12	13	
Сверление								1
							+	2
								1
								1
								1
								1
					+	+	+	1
Области применения								-

геометрией сверла, уровнем качества оборудования и др. В связи с этим потребовалось определение наиболее вероятной области значений характеристики, которую можно рекомендовать в большинстве случаев при выборе конкретного элемента технологического перехода. Эту область назвали рекомендуемой, показанную в таблице 2 черным цветом.

Учитывая небольшое число литературных источников, в которых приводятся диапазоны значений характеристик, рекомендуемая область определялась с помощью теории вероятностей и математической статистики методом малых выборок.

По каждой характеристике строилась кривая рассеяния, где по вертикали располагались значения характеристики, а по горизонтали – количество диапазонов (литературных источников).

Далее определялся закон рассеяния и доверительный интервал, ограничивающий рекомендуемую область.

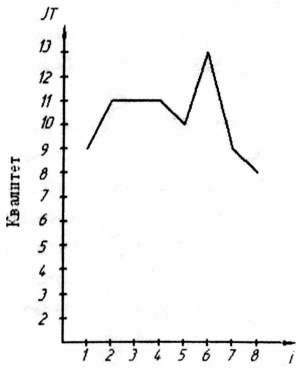


Рис.4. .Кривая рассеяния величины A^B

В качестве примера ниже излагается определение рекомендуемой области достижения точности отверстия получаемого методом сверления.

Была построена диаграмма выборки величин верхних пределов квалитета точности A^B, диаметрального размера, нижнюю часть пределов принимаем A^H=13 (см таб.2). Как указывалось выше, была сделана выборка из восьми литературных источников, присвоив им номера i в порядке возрастания величины K^B, получим следующую кривую рассеяния (рис.4.).

При включении в расчетную модель диапазонов характеристик в величины диапазонов в ряде случаев вносились поправки.

Например, при определении рекомендуемой области значений точности достигаемых сверлением диапазон 2 (см. таблицу 2) был расширен включением квалитета 13, а диапазон 7 был расширен включением квалитетов 11, 12, 13 (расширение диапазонов в таблице 2 отмечены знаком +).
Это было сделано исходя из того, что если сверлением возможно достигнуть 8 квалитета – диапазон 2 и 9 квалитета – диапазон 7 во втором случае, то не вызовет затруднений достижение более низкой точности.

Таким образом, методика определения рекомендуемой области значений характеристики исходных данных достигаемых элементом технологического перехода включает следующие этапы: определение по литературным источникам диапазонов значений характеристики достигаемых применением рассматриваемого элемента технологического перехода; определение общего диапазона; определение методом вероятностного расчета рекомендуемой области.

Далее определялись области применения всех элементов технологических переходов изготовления цилиндрического отверстия, торца и шпоночного паза.

Используя предложенную методику были определены области применения каждого метода обработки, инструмента, материала рабочей части инструмента, способа установки в соответсткие с приведенной схемой поиска (рис. 3).

В качестве примера были определены области применения методов обработки используемые при изготовлении цилиндрического отверстия.

Полученные области применения сверления, рассверливания, высверливания, зенкерования, развертывания и растачивания при изготовлении цилиндрического отверстия приведены в таблице 3.

Данные приведенные в таблице 3 включаются в схему поиска методов обработки в виде диаграмм, как это показано на рис.5.

С помощью полученных диаграмм выбираются методы обработки обеспечивающие заданные величины диаметра отверстия, снимаемого припуска, точность отверстия и шероховатость.
Проиллюстрируем изложенное на примере выбора метода обработки цилиндрического отверстия для получения d=40 мм, при величине снимаемого припуска z= 2.5 мм, точности 12 квалитета и шероховатости Ra= 20 мкм.

Для этого на диаграммах (рис. 5 а, б, в, г) проводятся горизонтальные линии на уровне заданных значений d, z, IT и Ra.

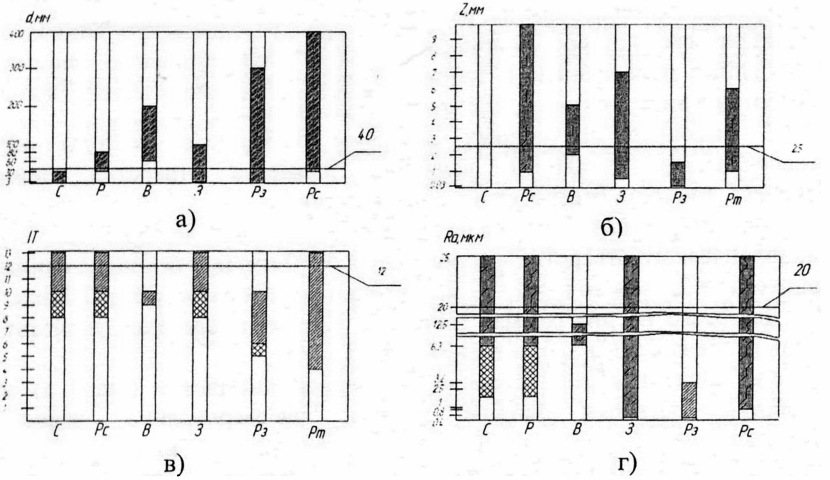
Как следует из приведенных на первой диаграмме (рис.5 а) методов обработки остаются четыре метода: рассверливание, зенкерование, развертывание и растачивание. Далее каждый из них проверяется на возможность снятия припуска z=2.5 мм, достижения 12 квалитета точности и шероховатости Ra= 20 мкм (рис.5 б, в, г). Остаются три метода обработки: рассверливание, зенкерование, растачивание. Метод развертывания исключается из рассмотрения, т.к. для этого метода рекомендуемая величина припуска не должна превышать десятых долей миллиметров.

Аналогично определялись одласти применения методов изготовления

Таблица 3.

Области применения методов обработки цилиндрического отверстия

Метод обработки	Области возможного применения				Области рекомендуемого применения			
	Диаметр отверстия (мм)	Припуск(мм)	Квалитет точности	Шероховатость поверхности	Диаметр отверстия (мм)	Припуск (мм)	Квалитет точности	Шероховатость поверхности (Ra,мкм)
Сверление	0,1-30	-	8-13	2,0-80	0,1-30	-	11-13	6,3-80
Рассверливание	30-80	до 6,5	8-13	2,0-80	30-80	до12,5	11-13	6,3-80
Высверливание	60-200	2-5	9-10	6.3-12.5	60-200	2-5	9-10	6.3-12.5
Зенкерование	3-100	0,44-6,94	8-13	0,04-25	3-100	0,44-6,94	9-13	2,5-25
Развертывание	1-300	0,03-1,6	5-11	0,1-12,5	1-300	0,03-1,6	7-10	0,32-12,5
Растачивание	30-400	1,1-6	5-13	0,4-100	30-400	1,1-6	6-13	0,8-100



С - сверление, Р - рассверливание, В - высверливание, З - зенкерование, Рз - развертывание, Рс - растачивание.

Рис.5. Диаграммы областей применения методов обработки цилиндрического отверстия в зависимости от: а - величины диаметра отверстия, б – величины снимаемого припуска, в - квалитета точности, г - шероховатости поверхности – Ra

торца и шпоночного паза.

Далее определялись области применения обрабатывающих инструментов в зависимости от соответствующих характеристик исходных данных.

С этой целью были установлены характеристики обрабатываемых материалов, влияющие на выбор материала рабочей части инструмента, приведенные в таблице 4.

Таблица 4.

Характеристики, влияющие на выбор материала рабочей части инструмента

Группа материалов по ИСО	**Твердость НВ**
H	До 60
N	60-75
P	75-180
M	75-180
K	180-250
S	250-350
Пластичность обрабатываемого материала	**Величина остаточного удлинения (δ,%)**
Пластичная (П)	$\delta \geq 10$ %
Малопластичная (М)	5 % < δ < 10 %
Хрупкая (Хр)	$\delta \leq 5$ %
Вид обработки	**Припуск (мм)**
Чистовая	0,08-0,5
Получистовая	0,5-1,5
Черновая	1,5-10
Условия обработки	**Характеристика обрабатываемой поверхности**
Хорошие (Х)	Непрерывная поверхность, предварительно обработанная поверхность с небольшой коркой
Нормальные (Н)	Отливка и поковка
Тяжелые (Т)	Прерывистое резание. Грубая или толстая корка на литье.
Группа материалов по ИСО	**Твердость НВ**
H	До 60
N	60-75
P	75-180
M	75-180
K	180-250
S	250-350

В таблице 5 в качестве примера приведены данные по выбору марки быстрорежущей стали. Аналогичные таблицы были построены для марок твердого сплава, керамики и сверхтвердых материалов.

Затем определялись области применения способов установки инструмента в зависимости от размеров изготавливаемой поверхности, требований к точности и шероховатости. В таблице 6 на основе анализа литературных источников в качестве примера приведены области применения способов установки инструментов для изготовления цилиндрического отверстия.

Таблица 5.

Области применения марок быстрорежущей стали

Марка быстрорежущей стали	Характеристики исходных данных			
	Твердость (HB)	Пластичность	Припуск, мм	Условия обработки
Р9	75-180	П	1,5-10	Т
Р18	75-180	П	1,5-10	Т
Р6М5	75-180	П	1,5-10	Т
11Р3АМ3Ф2	75-180	П	1,5-10	Т
Р6М5Ф3	75-180	Хр	0.08-1.5	Х,Н
Р12Ф3	75-350	Хр	0.08-1.5	Х,Н
Р18К5Ф2	75-180	М	0.5-10	Н,Т
Р9К5	60-350	М	0.5-10	Н,Т
Р6М5К5	75-180	М	0.5-10	Н,Т
Р9М4К8	60-350	М	0.5-10	Н,Т

Таблица 6.

Области применения способов установки инструмента

Способ установки инструмента	Характеристики исходных данных		
	Отношение *l/d*	Квалитет точности (IT)	Шероховатость Ra
консольное	до 5	12-13	6,3-80
с одним передним направлением	до 10	8-10	2,5-6,3
с одним задним направлением	до 10	8-10	2,5-6,3
с шарнирным креплением	до 5	8-10	0,32-0,8
с двумя направлениями	до 10	7-11	6,3-25
Расточная борштанга с двумя направлениями	до 10	10-11	6,3-25

Используя предложенную методику, были определены рекомендуемые области применения элементов технологического перехода изготовления поверхностей МПБ311.

Включив в схему поиска СЭТП полученные области применения элементов технологических переходов, получим диаграммы для их поиска.

Четвертая глава посвящена разработке методики проектирования модулей технологического процесса (МТО) изготовления МП, под которым понимается законченная часть технологического процесса детали по изготовлению МП.

МТО представляет собой перечень определенной последовательности технологических и вспомогательных переходов по изготовлению всех поверхностей МП, осуществляемых на одном рабочем месте с указанием метода обработки, значений элементов режима обработки, обрабатывающего инструмента, материала рабочей части инструмента, способа установки инструмента и затрат времени.

В зависимости от вида и размеров заготовки, требований к точности и шероховатости поверхности детали поверхность может быть получена за один или несколько рабочих ходов. Чтобы обеспечить однозначность определения МТО принято, что каждая поверхность МП получается за один рабочий ход. Тогда в качестве заготовки МП выступает заготовительный модуль поверхностей (МПз), получающийся в результате прибавления припусков на каждой поверхности МП.

Под изготовление одного МП должна быть разработана группа МТО, учитывающих материал детали и схему обработки: последовательную обработку поверхностей МП; последовательно-параллельную обработку; параллельную обработку.

Разработка МТО может проводиться для двух условий:

– без ограничения по станкам (предполагается создание станка под МТО);
– под существующее станочное оборудование.

В диссертационной работе рассматривается решение задачи под существующее станочное оборудование, как наиболее распространенный случай.

Исходными данными для разработки МТО являются чертеж МП, его размерные и качественные характеристики, материал заготовки, чертеж МПз, величины припуска снимаемого с каждой поверхности МП, серийность производства.

Разработка МТО начинается с поиска СЭТП изготовления каждой поверхности МП, обеспечивающей заданную геометрическую форму, размеры, точность, шероховатость поверхности.

Согласно методике поиска СЭТП изготовления поверхности детали, в общем случае возможно получение группы СЭТП, обеспечивающих изготовление поверхности с заданными требованиями. Отсюда возникает задача выбора наилучшего варианта СЭТП из возможных.

Выбор СЭТП из группы для изготовления поверхности осуществляется по следующей методике.

Сначала устанавливаются ограничения по выбору методов обработки, в качестве которых выступает имеющиеся средства технологического оснащения.

Эти ограничения принимаются во внимание после выбора группы методов обработки, обеспечивающих заданные исходные данные. Каждый из этих методов обработки проверяется на наличие требуемых станков. В случае отсутствия таких станков эти методы обработки исключаются из дальнейшего рассмотрения.

Аналогичные процедуры осуществляются после выбора обрабатывающих инструментов, материалов их рабочей части и способов установки инструмента.

После указанных процедур из оставшейся группы СЭТП выбирается вариант сначала по критерию максимальной производительности и затем по критерию минимальной технологической себестоимости.

Далее проводится поиск сочетания СЭТП изготовления всех поверхностей МП в следующей последовательности.

После определения сочетания СЭТП по каждой поверхности МП требуется проверка их на совместимость, т.е. возможность их осуществления на одном станке.

Если такой станок отсутствует, то необходимо вернуться к исключенным СЭТП поверхностей и формировать другие сочетания СЭТП.

Исходными данными для выбора сочетания СЭТП всех поверхностей МП является таблица 7, в которой по вертикали располагаются ряды СЭТП каждой поверхности МП по их предпочтительности, а по горизонтали - сочетания СЭТП. Согласно таблице 7 поиск сочетания СЭТП осуществляется в следующей последовательности. Сначала проверяется на совместимость сочетание СЭТП - 1.1.1. Если проверка на совместимость дала отрицательный результат, то переходят к рассмотрению сочетания СЭТП-2.1.1. Если и в этом случае сочетание СЭТП несовместимо, то переходят к рассмотрению сочетания СЭТП-1.2.1 и такая процедура повторяется до тех пор пока не получим положительный результат. В заключении заполняется технологическая карта МТО изготовления МП.

Таблица 7.

Исходные данные для выбора сочетания СЭТП

Поверхность 1	Поверхность 2	Поверхность 3	Сочетание МП
1 СЭТП	1 СЭТП	1 СЭТП	1.1.1
2 СЭТП	2 СЭТП	2 СЭТП	2.2.2
3 СЭТП	3 СЭТП	3 СЭТП	3.3.3
. . .	. . .	. . .	. . .

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Разработан метод проектирования технологии изготовления модулей поверхностей, базирующийся на поиске сочетания СЭТП изготовления всех поверхностей модуля и выбора наилучшего варианта.

2. Установлены связи между характеристиками исходных данных изготавливаемой поверхности (геометрическая форма, размеры, точность, шероховатость поверхности, материал заготовки, величина снимаемого припуска), обеспечиваемые соответствующими элементами технологического перехода (метод обработки, инструмент, инструментальный материал, способ установки инструмента).

3. Показано, что эффективность технологического перехода изготовления поверхности детали определяется главным образом совокупностью метода обработки, обрабатывающего инструмента, материалом рабочей части инструмента и способом его установки.

4. Разработанная методика поиска СЭТП реализует системный подход при выборе методов обработки, обрабатывающего инструмента, инструментального материала и способ установки инструмента.

5. Выбор в качестве предмета производства модуля поверхностей детали ограничивает множество поверхностей, что совместно с системным подходом в формировании СЭТП позволяет осуществить систематизацию данных о средствах технологического обеспечения относительно поверхностей деталей и тем самым обеспечивает снижение трудоемкости проектирования технологических процессов и повышение их качества.

6. Применительно к поверхностям модуля Б311: цилиндрического отверстия, торца, шпоночного паза осуществлена систематизация методов обработки, обрабатывающих инструментов, материала рабочей части инструмента и способов установки инструмента, областей их применения, что позволяет существенно сократить затраты времени на их поиск.

1997132

Основное содержание диссертации отражено в следующих **опубликованных работах:**

1. Базров Б.М., Арзыбаев А.М. Выбор технологических решений при изготовлении деталей // Вестник машиностроения. 2010. №9. С.54-56.
2. Арзыбаев А.М., Сахаров А.В. Методика поиска технологического решения по изготовлению поверхности детали // Инженерный справочник. 2012. №3. С.3-6.
3. Арзыбаев А.М. Разработка банка технологических процессов // Известия Кыргызского государственного технического университета. 2009. №9. С.112-114.
4. Автоматизированное проектирование технологии и формирование групп оборудования на основе интеграции САПР ТП и MES на принципах модульной технологии /А.М.Арзыбаев [и др.]. //Станочный парк. 2011. №9. С. 66-73.