

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

**Методические указания**  
к выполнению самостоятельной работы по дисциплине  
**«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ»**

для магистров направления подготовки 15.04.05 «Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств»

Составитель:  
профессор кафедры ТМС Гусев В.Г.

Владимир, 2016

Методические указания содержат рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Современные проблемы инструментального обеспечения машиностроительных производств» для магистров ВлГУ направления подготовки: 15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Методические рекомендации составлены на основе требований ФГОС ВО и ООП направления подготовки: 15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, рабочей программы дисциплины «Современные проблемы инструментального обеспечения машиностроительных производств».

При разработке рекомендаций по организации эффективной работы студентов использованы методические пособия ведущих вузов России

Рассмотрены и одобрены на заседании  
кафедры Технология машиностроения.

Протокол № 9/1 от 21.04.2016г.

**Рукописный фонд кафедры ТМС ВлГУ**

## Оглавление

Введение.....	4
1.Рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы.....	5
2.Задание и методические указания к выполнению раздела 1.....	10
3.Задание и методические указания к выполнению раздела 2.....	10
4.Задание и методические указания к выполнению раздела 3.....	11
5. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	11
Список рекомендованной литературы.....	12

## Введение

Самостоятельная работа магистров включает в себя изучение теоретического материала дисциплины, подготовку к практическим занятиям и к итоговому тестированию в виде зачета по всему материалу дисциплины.

Настоящие рекомендации направлены на оказание методической помощи в освоении основных положений дисциплины «Современные проблемы инструментального обеспечения машиностроительных производств».

В настоящих рекомендациях рассмотрены методические аспекты изучения теоретического материала дифференцировано по каждой теме дисциплины, освоение которого повысит уровень практической, но и теоретической подготовки.

Успешное освоение дисциплины гарантировано при условии ответственного отношения магистра и соответствующем уровне его стартовой подготовки.

При изучении теоретического курса дисциплины «Современные проблемы инструментального обеспечения машиностроительных производств». необходимы базовые знания в объеме университетских программ по высшей математике, основам технологии машиностроения, металлорежущим станкам, режущему инструменту, технологии машиностроения и компьютерным программам твердотельного моделирования и др.

Достаточность уровня подготовки оценивает преподаватель при проведении практических работ, а при обнаружении недостаточной подготовки по какой-либо изучаемой теме преподавателем будет акцентирована необходимость в дополнительной проработке студентом конкретного материала.

Стимулом для серьезного изучения дисциплины «Современные проблемы инструментального обеспечения машиностроительных производств». является дефицит в грамотных специалистах, способных проектировать эффективный режущий инструмент взамен дорогостоящего высокоточного и производительного импортного инструмента.

## 1. Рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы

При изучении тем: введение, роль инструментального обеспечения в повышении эффективности машиностроительного производства, современные тенденции развития и требования к режущему инструменту рекомендуется акцентировать внимание на тенденции развития современного режущего и вспомогательного инструмента, в том числе инструмента, применяемого для металлорежущих станков с числовым программным управлением (ЧПУ).

В результате анализа эксплуатации станков с ЧПУ выявлены современные тенденции повышения производительности механической обработки путем сокращения основного и вспомогательного времени вследствие применения комбинированных режущих инструментов, осевого мерного инструмента (развертки, зенкеры); использования сложных траекторий перемещения сравнительно простых инструментов; обработки элементарных поверхностей несколькими режущими элементами; широкого использования заготовок, полученных методами точного литья иковки.

При самостоятельном изучении дисциплины большое внимание следует уделять вопросу выбора номенклатуры инструмента, который основан на общих принципах обработки основных и дополнительных поверхностей заготовок (последовательность переходов, траектории перемещения инструмента, режимов и т. д.). К основным поверхностям при токарной обработке относят такие, которые могут быть сформированы резцом с главным углом в плане  $\varphi = 93^\circ$  и с вспомогательным углом  $\varphi = 32^\circ$ . Поверхности, для образования которых необходим другой инструмент, считаются дополнительными. Номенклатуру режущего инструмента определяют на основе анализа форм, размеров, требуемой точности и шероховатости основных и дополнительных поверхностей деталей с учетом вида выбранной заготовки.

Заготовки для серийного производства отличаются высоким качеством и стабильностью размеров, приближенность формы и размеров заготовки к форме и размерам детали. Наиболее часто используют литье или штампованные заготовки, что увеличивает число черновых проходов. Штампованные заготовки имеют корку и уклоны, поэтому вводят дополнительные инструментальные наладки.

Следует иметь в виду, что номенклатура режущего инструмента включает в себя унифицированный и специальный инструмент. К унифицированным инструментам относят центровочные сверла, спиральные сверла из быстрорежущей стали и сверла с пластинами твердого сплава, перовые сверла, зенкеры, развертки; резцы для черновой и

чистой обработки основных и дополнительных наружных и внутренних поверхностей деталей. Инструмент, предназначенный для обработки только одной отдельной поверхности детали, считают специальным. Сюда относят комбинированный, фасонный и другой инструмент.

Комбинированный инструмент образуют из унифицированных резцовых вставок и сменных режущих пластин (СРП), закрепляемых в специальных многорезцовых державках (далее "державках"). Комбинированный инструмент может состоять только из резцовых вставок, только из СРП, закрепленных в державке, или объединять вставки и СРП.

На токарных станках державку устанавливают в револьверную головку станка или в стандартный резцедержатель. Резцовые вставки и СРП компонуют в соответствии с геометрией обрабатываемых поверхностей. СРП, в свою очередь, подразделяются на сменные многогранные пластины (СМП), которые не перетачиваются, и на сменные перетачиваемые пластины (СПП).

Конструкция резцовых вставок и державок должна обеспечивать возможность регулирования и предварительной настройки резцовых вставок на размер вне станка, быструю и точную установку комбинированного инструмента в рабочую позицию на суппорте или в револьверной головке, формирование и отвод стружки в условиях автоматической работы станка с ЧПУ.

Одновременная подрезка двух близлежащих торцов может быть целесообразна, если во внутренних углах заготовки имеются большие припуски металла. При одновременной подрезке торцов уменьшается время резания и время холостых перемещений инструмента.

При работе по схеме комбинирования различных резцовых вставок, работающих последовательно по разным осям координат, в одной державке экономится время на смену инструмента. Применение комбинированного инструмента в этом случае приводит к сокращению времени резания и холостых перемещений.

Следует учитывать, что двухступенчатые сверла, применяемые для сверления ступенчатых отверстий, могут быть с режущими лезвиями, расположенными на одной спирали. Такие сверла, получают перешлифовкой из обычных спиральных сверл и применяют только при малом перепаде ступеней диаметров. Более эффективны специальные ступенчатые сверла с чередующимися режущими лезвиями.

Ступенчатые развертки изготавливают цельными (диаметром до 32 мм) и сборными (диаметром до 50 мм). Для одновременного развертывания ступени разверток проектируют таким образом, чтобы они начинали работать в отверстиях одновременно.

Комбинированные зенкеры изготавливают цельными и сборными. Зенкеры малого диаметра изготавливают цельными с затылованными зубьями.

Зенкеры используют в основном для получения отверстий 11 и 12 квалитета точности. Для отверстий больших размеров используют насадные зенкеры, в том числе для одновременной подрезки торца и зенкерования углублений, выточек, снятия фасок.

Комбинированные зенкеры со сверлами применяют для одновременного сверления и зенкерования отверстий в сплошном металле.

Многоинструментные наладки, предназначенные для использования на многооперационных станках с ЧПУ, представляют собой хвостовые оправки, несущие на себе режущие элементы. Оправки выполняются цельными или сборными.

Многоинструментная наладка состоит из переходной втулки с конусом 7:24 и сменного корпуса для установки и закрепления резцовых вставок. В качестве режущих элементов используют СМЦ закрепленные в резцовых вставках. Используют резцовые вставки, оснащенные СМП квадратной, ромбической и треугольной формы.

Расточные инструменты, оснащенные резцовыми вставками, применяют для получения отверстия с точностью Н9-Н11. поверхности деталей, значительно отличающиеся по диаметру, совместно обрабатывать не следует, так как для обработки таких поверхностей оптимизировать скорости резания трудно из-за отсутствия общей области частот вращения шпинделя.

Не следует комбинировать в одной державке резцовые вставки с режущей частью из различных инструментальных материалов, например, из быстрорежущей стали и твердого сплава; при наличии в державке более четырех режущих элементов требуется проверить возможность применения этого инструмента по мощности резания и усилию подачи, допускаемых станком.

Последовательность переходов токарной обработки деталей комбинированными инструментами в основном та же, что и в мелкосерийном производстве.

Траекторию перемещения инструмента для черновой обработки основных поверхностей выбирают из условия минимизации времени рабочих и холостых перемещений. Обычно припуск на черновую обработку у штамповок удаляют за один проход, кроме отдельных напусков, которые устраняют за большее число проходов.

Траектория перемещения инструмента для чистовой обработки основных поверхностей соответствует контуру обрабатываемой поверхности.

Обработку комбинированным инструментом можно выполнять за один проход (параллельно), при этом различные поверхности обрабатывают одновременно соответствующими резцовыми вставками и за несколько проходов, когда обработка различных поверхностей ведется последовательно.

Номенклатуру и размеры стандартных и унифицированных режущих инструментов, необходимых для выполнения обработки группы деталей, следует выбирать в соответствии с назначенными ранее технологическими схемами обработки элементарных поверхностей. Разделение на элементарные поверхности должно

охватывать все типы деталей, предусмотренных для обработки, учитывать конструктивно-технологическую общность отдельных форм и возможность их образования при одинаковых технологических решениях, набором инструмента. Из полученного набора составляют комплекты инструментов за счет исключения идентичных и повторяющихся.

Особое внимание следует обратить на возможность унификации инструмента для обработки конструктивных элементов близких размеров, например, крепежных отверстий. Фасонный инструмент заменяется более простым, но перемещающимся по сложной траектории.

Для составления групп поверхностей деталей определяются технологические переходы и последовательность их выполнения, схемы перемещения инструментов при обработке в зависимости от размеров, точности, шероховатости и т.д.

Определяется номенклатура "общих" и "частных" инструментов. "Общие" инструменты предназначены для обработки всех деталей группы. Эти инструменты определяют производительность и надежность обработки, и поэтому должны обладать высокой режущей способностью, стабильностью свойств и надежностью, быть широкоуниверсальными.

"Частные" инструменты предназначены для обработки отдельных элементарных поверхностей одной или некоторых деталей группы. Основным требованием, предъявляемым к "частным" инструментам, является их надежность. Разработаны комплекты инструментов для токарных многооперационных станков.

Следует особо отнестись к достоинству использования СРП с нулевыми задними углами, поскольку такие пластины имеют ресурс работы, в два раза превышающий ресурс пластин с задними углами, не равными нулю.

Для использования пластин с нулевыми задними углами необходимо наклонять гнезда для размещения СРП.

Магистрантам следует уяснить требования к гнездам в отношении точности, твердости и расположению в пространстве, используемых в резцах и других инструментах для станков с ЧПУ.

Рекомендуется изучить три исполнения резцов: полномерные; резцы-вставки; укороченные с регулировочными элементами.

Необходимо изучить схему обозначений цельных расточных оправок согласно ISO, конструктивное оформление инструмента для станков с ЧПУ, обеспечивающего подвод СОЖ под давлением в зону резания.

Существует проблема обеспечения достаточной механической прочности и быстрой сменяемости и надежности закрепления СРП для канавочных резцов.

При проектировании режущего инструмента необходимо предусмотреть



применение опорных пластин, изучить требования к ним, их формы и размеры, а также разработку комбинированных инструментов для токарных станков с ЧПУ, обеспечивающих размещение стружки в процессе обработки.

Инструментальное обеспечение фрезерных станков с ЧПУ: различные фрезы, стандартные и специальные приспособления для работ в особых, грудных условиях. Следует изучить торцовые и дисковые фрезы, их конструктивное оформление; фасонные фрезы для выполнения сложно профильной обработки с большим количеством СРП. Рекомендуется уяснить их достоинства и применение.

Необходимо уяснить условия применения сверл с цилиндрическим и коническим хвостовиком; ступенчатых и перовых сверл, сборных ступенчатых сверл; зенкеров, зенковок, разверток, метчиков для станков с ЧПУ; расточного инструмента, расточных оправок с многогранными пластинами и микрометрическими вставками.

Следует ознакомиться с инструментальным обеспечением обрабатывающих центров: режущий инструмент, применяемый для современных обрабатывающих центров с ЧПУ, комбинированные расточные инструменты, система модульного расточного инструмента, расточные план-суппорты с программным управлением, а также сложно профильный режущий инструмент для обрабатывающих центров.

Необходимо рассмотреть также вспомогательный инструмент для токарных, фрезерных, станков с ЧПУ и обрабатывающих центров, функциональное назначение вспомогательного инструмента для станков с ЧПУ, классификация вспомогательного инструмента, а также системы вспомогательного инструмента для токарных станков с ЧПУ и требования, предъявляемые к системе вспомогательного инструмента.

Важно уяснить конструкции вспомогательного инструмента, схемы базирования режущего инструмента с помощью вспомогательного инструмента, наладки режущего инструмента вне станка с ЧПУ, вспомогательный инструмент, необходимый для такой наладки; схемы наладки режущего инструмента с использованием регулировочных элементов, гнезд в суппорте, положения вершины резцов относительно базовой точки с помощью зубчатых резцедержателей.

Важно рассмотреть ручной и автоматической смены режущего инструмента, системы вспомогательного инструмента для фрезерных станков с ЧПУ и обрабатывающих центров, системы с ручной сменой инструмента, гибкой модульной системы вспомогательного инструмента, а также схема автоматической замены модульного режущего инструмента с помощью промышленного робота.

Следует уяснить причины повышения износостойкости режущего инструмента, качества обработанных поверхностей деталей путем нанесения пленочных покрытий па

режущую часть инструментов, одно- и многослойных износостойких покрытий на режущие лезвия твердосплавного и быстрорежущего инструмента, а также применения инструмента с конструктивными элементами, обеспечивающими подвод СОЖ под высоким давлением непосредственно в зону резания.

## 2. Задание и методические указания к выполнению раздела 1

Составить опорный конспект теоретического материала по разделу «Система инструментального обеспечения токарных станков с ЧПУ».

**Цель работы:** закрепление знаний, полученных самостоятельно, развитие практических умений проработки материалов теоретического характера и соответствующей литературы для использования полученных результатов при подготовке к рубежному контролю, подготовке и выполнению практических работ, и написанию отчетов.

Рекомендуется составить опорный конспект по темам: Принципы построения инструментального обеспечения машиностроительных производств. Современные тенденции развития и требования к режущему инструменту (РИ) для токарных станков с ЧПУ. Конструкции резцов со сменными режущими пластинами для токарных станков.

Объем опорного конспекта не менее 12 страниц компьютерного текста 14 кеглем при одинарном интервале, использование схем и рисунков обязательно.

Выполненный отчет в электронном виде прикрепить на образовательный сервер ВлГУ в соответствующий раздел дисциплины: <http://www.cs.vlsu.ru:81>.

## 3. Задание и методические указания к выполнению раздела 2

Подготовить реферат-конспект по заданной теме теоретического раздела курса: Роль инструментального обеспечения в повышении эффективности машиностроительного производства. Конструкции и система построения обозначений резцовых оправок и сменных режущих пластин. Способы крепления СРП.

Объем опорного конспекта не менее 10 страниц компьютерного текста 14 кеглем при одинарном интервале, использование схем и рисунков обязательно.

**Цель работы:** развитие навыков в поиске и анализе литературных источников по теоретическому разделу курса для представления конкретных примеров использования в технике и технологиях.

Выявление творческого потенциала заключается в структурировании материала и сопровождение его практическими выводами, подготовке к собственному научному исследованию и участию в научных конференциях.

Обязательно приведение информации в обобщенном виде, рассмотренные методы и результаты должны подтверждаться конкретными примерами их применения в технике и технологии.

Выполненный отчет в электронном виде прикрепить на образовательный сервер ВлГУ в соответствующий раздел дисциплины: <http://www.cs.vlsu.ru:81>.

#### **4. Задание и методические указания к выполнению раздела 3**

Составить презентацию теоретического материала по теме: Режущий инструмент для фрезерных станков с ЧПУ. Система вспомогательного инструмента и его применение.

**ель работы:** закрепление практических умений самостоятельной проработки материалов теоретического характера и соответствующей литературы для использования полученных результатов при подготовке к итоговой аттестации и публичным выступлениям.

Объем презентации не менее 14 слайдов, использование схем и рисунков обязательно.

Выполненный отчет в электронном виде прикрепить на образовательный сервер ВлГУ в соответствующий раздел дисциплины: <http://www.cs.vlsu.ru:81>.

#### **5. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- многофункциональный токарный станок с ЧПУ фирмы ЭМСО модели TURN-155;
- многофункциональный фрезерный станок с ЧПУ фирмы HAAS;
- обрабатывающий центр Qwazer фирмы HEIDENHAIN;
- РС- рабочие места технолога-программиста;
- образцы обработанных деталей и заготовки;
- измерительные инструменты и контрольные устройства;
- мультимедийные средства.

### Список рекомендованной литературы

#### *а) основная литература:*

1. Григорьев С. Н. Инструментальные системы интегрированных машиностроительных производств. – М.: Изд-во ИТО, 2013. – 191 с.
2. Прогрессивные инструменты и технологии шлифования. Коллективная монография / Д.В. Ардашев, Ю.В. Василенко, В.Г. Гусев и др. Раздел 2. Прогрессивные инструменты современного машиностроения / В.Г. Гусев, А.В. Морозов, П.С. Швагирев; Под ред. А.В. Киричека. – М.: Издательский дом «Спектр», 2013. – 320 с.– Раздел 2, С.39. – 110. – ISBN 978-5-4442-0024-7.
3. Схиртладзе, А. Г. Проектирование металлообрабатывающих инструментов. Учебное пособие / А. Г. Схиртладзе, В. А. Гречишников, С. Н. Григорьев и др. – М.: Изд-во «Лань», 2015. – 256 с. – ISBN 978-5-8114-1632-5.

#### *б) дополнительная литература (в т. ч. библиотечная система ВлГУ):*

1. Гусев В. Г., Морозов В. В. Технология плоского дискретного шлифования: учеб. пособие / под ред. д-ра техн. наук, проф. В. Г. Гусева. – Владимир: изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 344 с. – ISBN 978-5-89368-825-2.
2. Григорьев С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник.- М.: Машиностроение, 2011. - 368 с.: ил. - ISBN 978-5-94275-591-  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755911.html>
3. Каталог режущего инструмента фирмы «Сандвик Коромант».

#### *в) периодические издания:*

1. Григорьев С.Н. Повышение использования ресурса инструмента путем управления процессом резания по максимальной температуре / С.Н. Григорьев, М. В. Терешин.- М.: ЗАО Горная книга, вып. № S4-6 / 2011.
2. Боярский В.Г. Новые конструкции металлорежущего инструмента / В.Г. Боярский, М.Р. Сихимбаев, К.Т. Шеров и др.- Междунар. журнал прикладных и фундаментальных исследований, выпуск № 11-5 / 2014.

#### *г) Интернет-ресурс:*

1. [www.Arinstein.com](http://www.Arinstein.com). Свободный доступ.