

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированное оборудование
машиностроительного производства

**РАСШИРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТАНКОВ
И СТАНОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ
для студентов направления 15.03.05

«Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств» (профиль «Металлообрабатывающие станки и комплексы»)
всех форм обучения

Воронеж 2021

УДК 621.01 (07)
ББК 34.5я7

Составитель М. В. Кондратьев

Расширение технологических возможностей станков и станочных комплексов: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль «Металлообрабатывающие станки и комплексы») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: М. В. Кондратьев. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 26 с.

Содержат варианты тринадцати лабораторных работ, связанных с проектированием технологической оснастки к универсальным станкам, позволяющей расширить их технологические возможности и использовать нетрадиционные методы обработки деталей, осуществить малую механизацию и автоматизацию этих станков.

Предназначены для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль «Металлообрабатывающие станки и комплексы») всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле РТВСиСК_ЛР.doc.

Табл. 10. Библиогр.: 4 назв.

**УДК 621.01 (07)
ББК 34.5я7**

Рецензент – С. Ю. Жачкин, д-р техн. наук, проф. кафедры автоматизированного оборудования машиностроительного производства ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания разработаны для тринадцати лабораторных работ, связанных с проектированием технологической оснастки к универсальным станкам, позволяющей использовать нетрадиционные для данного оборудования методы обработки деталей или осуществить малую механизацию и автоматизацию этих станков.

Цель работ: закрепление теоретических знаний по курсу "Расширение технологических возможностей станков и станочных комплексов" и приобретение практических навыков в разработке конструкций оснастки, позволяющей расширить технологические возможности станка.

Все лабораторные работы рассчитаны на выполнение каждым студентом индивидуальных заданий, выдаваемых преподавателем.

Время выполнения одной работы - 4 часа

Не позднее, чем за две недели до проведения лабораторной работы, студент должен знать номер той работы, которую он должен выполнять на следующем занятии. За это время студент знакомится с описанием лабораторной работы, изучает теоретические вопросы, продумывает возможные варианты выполнения работы.

Отчет по лабораторным работам оформляется в отдельной тетради. Он должен отвечать требованиям, изложенным в п 4. описания каждой работы.

Отчет проводится в виде защиты проекта с обоснованием выданной схемы обработки. Студент защищает проект в присутствии всех студентов подгруппы. Каждый присутствовавший может задавать вопросы и высказывать свое мнение по поводу проекта.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ФОРМИРОВАНИЕ РЕГУЛЯРНОГО МИКРОРЕЛЬЕФА

Цель работы - обучение студентов практическим навыкам разработки технологических наладок и конструктивных схем формирования регулярного микрорельефа. Студент должен получить конструкторскую практику проектирования реальных устройств накатывания регулярного микрорельефа на рабочие поверхности деталей машин и возможность аналитического анализа разработанных конструкций.

Теоретическая часть

Анализ структуры станочного парка малых предприятий, работающих в области металлообработки, показывает, что самым распространенным видом оборудования являются токарные станки, менее распространены фрезерные и сверлильные, и совсем редко встречается оборудование для отделочных видов обработки, в частности, шлифовальные станки. Вместе с тем, современный уровень техники предъявляет высокие требования к рабочим поверхностям деталей машин, которые в классическом варианте обрабатываются именно шлифованием. Вместе с тем, метод абразивной обработки имеет ряд существенных недостатков:

– высокая степень неоднородности (нерегулярность) образующихся микрорельефов в отношении формы, размеров и взаиморасположения неровностей (повидимому, именно это предопределило термин "шероховатость поверхности");

– в большинстве случаев, неблагоприятная форма образующихся неровностей шероховатых поверхностей: заостренные выступы и впадины с малыми значениями радиусов впадин и относительно большой величиной угла наклона, их образующих;

– относительно малая несущая способность поверхностей, обусловленная заостренной формой неровностей, и, соответственно, малая опорная поверхность при начальных сближениях контактирующих поверхностей в процессе их приработки и большой приработочный износ;

– чрезмерно большая фактическая площадь высокоточных поверхностей и малая их маслосъемкость;

– ограниченные возможности управления образованием поверхностей с различным соотношением высоты, формы и расположении неровностей поверхности.

Перечисленные недостатки большинства способов финишной обработки резанием и давлением затрудняют, а в ряде случаев делают невозможным решение важных, связанных с обеспечением требуемого качества машин и приборов.

Важность и актуальность этих задач определяют поиск и выполнение широкого фронта работ по совершенствованию способов финишной обработки деталей машин и приборов во всех передовых промышленных странах, создание принципиально новых отделочно-упрочняющих операций, образующих поверхности с микрогеометрией, свободной от перечисленных недостатков.

Этим условиям удовлетворяет метод нанесения регулярного микрорельефа на рабочие поверхности деталей машин. Метод экономичен, так как реализуется, в основном, на токарных станках, что исключительно удобно для малых предприятий. Он не предъявляет высоких требований к исходной шероховатости, которая может быть грубее требуемой по чертежу в 2-15 раз. Оснастка, которая необходима для его реализации, проста конструктивно, недорога в изготовлении. В то же время, метод имеет много достоинств: повышение качества и надежности машин, аппаратов и приборов; повышение ресурса безотказной работы техники; снижение потерь на трение; повышение плавности хода и легкости сдвига деталей в парах трения; исключение образования натиров, задиров, заедания и схватывания; улучшение прирабатываемости пар трения и сокращение ее длительности, исключение приработки пар трения; повышение контактной жесткости, прочности неподвижных соединений, размерной стабильности тонкостенных деталей и зазоров прецизионных соединений за счет уменьшения пластичности и ползучести металла деталей, усталостной прочности, коррозионной стойкости и прочности, гидро- и пневмоплотности, сохранение эксплуатационных свойств соединений при длительном хранении и транспортировании; уменьшение затрат энергии при осуществлении различных процессов.

Повышается надежность и ресурс работы технологической оснастки (вытяжных матриц, пуансонов, колонок; скалок, штанг, штампов и кондукторов, притиров, сверл, измерительных калибров, аэродинамических опор), улучшаются магнитные и электрические свойства деталей микроэлектромашин, эстетические свойства поверхностей.

Приведенный далеко не полный перечень решаемых задач свидетельствует об их большом разнообразии. Метод регуляции микрогеометрии поверхно-

стей и упрочнения поверхностного слоя материалов деталей уже нашел достаточно широкое применение во многих отраслях промышленности.

Порядок выполнения работы

В процессе выполнения задания студент должен:

- 2.1. Получить индивидуальное задание.
- 2.2. Эскизно показать взаимосвязь между станком, инструментом, деталью и приспособлением (технологическую наладку). Обратить особое внимание на схему базирования. Дать ее обоснование.
- 2.3. Разработать вариант эскизного проекта оснастки с привязкой его к станку. Эскизный проект должен содержать достаточное количество проекций, сечений и разрезов, позволяющих представить конструкцию и ее работу.
- 2.4. Описать конструкцию и принцип работы разрабатываемого устройства.
- 2.5. Выбрать из имеющихся приспособлений для нанесения РМР устройство наиболее близко реализующее индивидуальное задание.
- 2.6. Проанализировать спроектированные согласно заданию конструкции с классической конструкцией, имеющейся в наличии.
- 2.7. Задать параметры РМР.
- 2.8. Нанести на заданную поверхность регулярный микрорельеф согласно заданных параметров.
- 2.9. Замерить параметры РМР и сравнить их с заданными.

Индивидуальное задание

Таблица 1

№	ЗАДАНО		№ варианта
1	Инструментальный материал	Твердый сплав	1, 6
		Быстрорежущая сталь	2, 7
		Закаленная сталь	3, 8
		Алмаз	4, 9
		Композит	5, 0
2	Вид зажимного устройства установочного приспособления	Винтовое	1
		Рычажное	2, 3
		Гидравлическое	4
		Пневматическое	5
		Пневмогидравлическое	6, 7, 8, 9
		Электромеханическое	0
3	Назначение регулирующего элемента разрабатываемого устройства	Изменение глубины канавки	1
		Изменение ширины канавки	2
		Изменение амплитуды	3, 4, 5, 6
		Изменение шага между канавками	7, 8, 9, 0

ТРЕБУЕТСЯ РАЗРАБОТАТЬ		
1	Устройство для нанесения РМР на наружную цилиндрическую поверхность	0, 1, 3, 5
2	Устройство для нанесения РМР на внутреннюю цилиндрическую поверхность	2, 7
3	Устройство для нанесения РМР на плоскость	4, 6, 9
4	Устройство для нанесения РМР на эвольвентную плоскость	8

Примечание. Варианты задания выбираются по номеру паспорта: вариант соответствующий пункту 1 выбирается по последней цифре номера паспорта; вариант пункта 2 – по предпоследней цифре и т.д. Вариант разработки выбирается по четвертой от конца цифре номера паспорта.

Отчет по работе

Представляется технологическая наладка и конструкция в эскизном виде и дается описание её работы. Указываются примеры реальных конструкций, для которых применимо разработанное устройство. Дается анализ разработанной конструкции и не менее трех её возможных вариантов.

В разделе отчета, представляющем экспериментальную часть, дать описание проведенной работы и соответствующий анализ.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ЛЕНТОЧНОЕ ШЛИФОВАНИЕ

Цель работы - обучение студентов практическим навыкам разработки технологических наладок и конструктивных схем формирования ленточного шлифования. Студент должен получить конструкторскую практику проектирования реальных устройств реализации ленточного шлифования для финишной обработки рабочих поверхностей деталей машин и возможность аналитического анализа разработанных конструкций.

Теоретическая часть

Использование абразивной ленты позволяет эффективно обрабатывать значительные по величине поверхности. С ее помощью можно обеспечить требуемое качество поверхности (например, необходимую шероховатость) широкой номенклатуры деталей из углеродистых, легированных сталей и других материалов.

При шлифовании абразивной лентой величина съема металла достигает $600 \text{ см}^3/\text{м}$ и шероховатость поверхности $R_a = 0,1 \text{ мкм}$. Кроме того, при такой обработке потребление энергии будет значительно ниже, а выделение тепла при резании - значительно меньше, чем при использовании абразивного круга. При обработке абразивной лентой заготовок из сталей, чувствительных к прижогам

и концентрациям напряжений, весьма положительным фактором является рассеяние тепла вследствие большой площади режущей поверхности. При работе абразивной лентой отпадает необходимость в балансировании инструмента, а ее замена осуществляется достаточно быстро. Возможность изменения условий шлифования в широких пределах позволяет обрабатывать материалы с различными свойствами.

Оборудование, оснащаемое абразивной лентой, значительно проще по конструкции, дешевле, и занимает меньшую площадь, а условия работы на нем достаточно безопасны. Благодаря простоте конструкции ленточно-шлифовальные устройства можно применять на универсальных станках.

Устройство для ленточного шлифования деталей с прижимом контактным роликом может использоваться в качестве приспособления к токарным станкам при обработке деталей типа тел вращения. Как правило конструктивно такое устройство состоит из привода, лентопротяжного устройства и системы нагружения. При обработке цилиндрические детали закрепляются в патроне или центрах. Приводом ленты служит асинхронный двигатель, установленный на специальном кронштейне, который прикреплен к поперечному суппорту станка. Лентопротяжный механизм состоит из рамы и роликов, на которые надевается абразивная лента. Сменный приводной ролик, закрепленный на валу электродвигателя, передает ленте необходимую частоту вращения. Натяжение ленты осуществляется с помощью натяжного ролика и пружинного натяжного устройства. Направляющие ролики предназначены для того, чтобы предотвратить влияние усилия натяжения ленты в процессе обработки на нормальное усилие прижима контактного ролика к детали. Необходимое усилие прижима обеспечивается путем подбора веса груза.

Порядок выполнения работы

В процессе выполнения задания студент должен:

- 2.1. Получить индивидуальное задание.
- 2.2. Эскизно показать взаимосвязь между станком, инструментом, деталью и приспособлением (технологическую наладку). Обратить особое внимание на схему базирования. Дать ее обоснование.
- 2.3. Разработать вариант эскизного проекта оснастки с привязкой его к станку. Эскизный проект должен содержать достаточное количество проекций, сечений и разрезов, позволяющих представить конструкцию и ее работу.
- 2.4. Описать конструкцию и принцип работы разрабатываемого устройства.
- 2.5. Выбрать из имеющихся приспособлений для ленточного шлифования устройство наиболее близко реализующее индивидуальное задание.
- 2.6. Проанализировать спроектированные согласно заданию конструкции с классической конструкцией, имеющейся в наличии.
- 2.7. Задать параметры ленточного шлифования.
- 2.8. Обработать заданную поверхность согласно заданных параметров.
- 2.9. Замерить результаты обработки и сравнить их с заданными.

Индивидуальное задание

Таблица 2

№	ЗАДАНО		№ варианта
1	Вид привода	Автономный	0, 1, 2, 3, 4
		От двигателя оборудования	5, 6, 7, 8, 9
2	Способ регулирования скорости движения ленты	Клиноременная передача	1, 2, 3
		Плоскоременная передача	4, 5, 6
		Приводной двигатель	7, 8
		Вариатор	0, 9
3	Способ регулирования натяжного ремня	Пружина	1
		Электромагнит	2
		Пневматика	3, 4, 5, 6
		Гидравлика	7, 8, 9, 0
ТРЕБУЕТСЯ РАЗРАБОТАТЬ			
1	Устройство для ленточного шлифования цилиндрической поверхности		0, 1, 3, 4, 5
2	Устройство для ленточного шлифования конической поверхности		2, 7
3	Устройство для ленточного шлифования плоскости		6, 8, 9

Примечание. Варианты выбираются по аналогии с лабораторной работой № 1.

Отчет по работе

Представляется технологическая наладка и конструкция в эскизном виде и дается описание её работы. Указываются примеры реальных конструкций, для которых применимо разработанное устройство. Дается анализ разработанной конструкции и не менее трех её возможных вариантов.

В разделе отчета, представляющем экспериментальную часть, дать описание проведенной работы и соответствующий анализ.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ОДНОВРЕМЕННАЯ ОБРАБОТКА ГРУППЫ ОТВЕРСТИЙ (ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИТУАЦИЯ)

Цель работы - обучение студентов практическим навыкам разработки технологических наладок, конструктивных схем и реальных конструкций многошпиндельных сверлильных головок. Студент должен получить конструкторскую практику проектирования и возможность аналитического анализа разработанных конструкций.

Теоретическая часть

Сверление как способ обработки требует для своей реализации широкую номенклатуру технологической оснастки. Ее можно разделить на следующие виды:

- установочные приспособления;
- обрабатывающий инструмент;
- приспособления для обеспечения взаимного расположения обрабатываемых поверхностей (кондукторы);
- приспособления для осуществления многоинструментальной обработки;
- устройства для расширения технических характеристик оборудования;
- приспособления для крепления инструмента.

Все принципиальные конструкции устройств, реализующих сверление, зенкерование, развертывание и другие методы обработки, выполняемые на сверлильном станке, могут быть усовершенствованы с целью повышения их способности к переналадке. Часть из них автоматизируется или способна к автоматизации. Существенное повышение производительности труда при сверлении можно обеспечить применением переналаживаемых многошпиндельных сверлильных головок. Многошпиндельная головка в своем классическом варианте состоит из корпуса, в котором размещена коробка шестерен с центральной ведущей шестерней, сцепленной через паразитные зубчатые колеса с рабочими шестернями. Валы шестерен через шарнирные муфты и телескопические валики соединены со шпинделем, смонтированным на салазках, установленных в клинообразных направляющих поворотной шпиндельной плиты, прикрепленной к корпусу. К корпусу прикреплен также привод изменения радиального положения шпинделей, состоящий из центрального клина, закрепленного на штоке пневмо- или гидроцилиндра и снабженного расположенными под углом к его оси Т-образными пазами, которыми клин связан с толкателями салазок шпиндельных узлов. Количество пазов равно количеству шпиндельных салазок. В клин встроены шток, второй конец которого снабжен резьбовым упором с втулкой, скользящей по направляющей втулке кронштейна, закрепленного на шпиндельной плите. На упор установлена сменная разрезная втулка, высота которой в каждом конкретном случае соответствует заданному перемещению шпинделей. Ходом штока цилиндра вниз шпиндели разводятся на максимальные расстояния в радиальном направлении. На втулку упора надевается сменная втулка заданной высоты. Цилиндр ре-

версируется и при ходе штока вверх сменная втулка зажимается между торцом направляющей втулки и упором, чем точно обеспечивается заданное радиальное расположение шпинделей. Перемещением передвижного упора по резьбе штока регулируют крайнее положение шпинделей в радиальном направлении.

Порядок выполнения работы

В процессе выполнения задания студент должен:

2.1. Получить индивидуальное задание.

2.2. Эскизно показать взаимосвязь между станком, инструментом, деталью и приспособлением (технологическую наладку). Обратить особое внимание на схему базирования. Дать ее обоснование.

2.3. Разработать вариант эскизного проекта оснастки с привязкой его к станку. Эскизный проект должен содержать достаточное количество проекций, сечений и разрезов, позволяющих представить конструкцию и ее работу.

2.4. Описать конструкцию и принцип работы разрабатываемого устройства.

Индивидуальное задание

Таблица 3

№	ЗАДАНО		№ вариантов
1	Характер расположения отверстий	Равномерно по окружности	0, 1
		Неравномерно по окружности	2, 3
		В ряд	4, 5
		Хаотично	6, 7
		С минимальным расположением осей	8, 9
2	По способу переналадки	Вручную	0, 1, 2
		Автоматически	3, 4, 5, 6, 7
		Непереналаживаемая	8, 9
3	Количество отверстий	Четыре	0,1,2,3,4
		Шесть	5, 6
		Восемь	7
		Двадцать	
ТРЕБУЕТСЯ РАЗРАБОТАТЬ			
1	Многошпиндельная сверлильная головка		все варианты

Примечание. Варианты выбираются по аналогии с лабораторной работой № 1.

Отчет по работе

Представляется конструкция в эскизном виде и дается описание её работы. Указываются примеры реальных конструкций, для которых применимо разработанное устройство. Дается анализ разработанной конструкции и не менее трех её возможных вариантов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ПРИМЕНЕНИЕ РЕВОЛЬВЕРНЫХ СВЕРЛИЛЬНЫХ ГОЛОВОК (ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИТУАЦИЯ)

Цель работы - обучение студентов практическим навыкам разработки технологических наладок, конструктивных схем и реальных конструкций револьверных сверлильных головок. Студент должен получить конструкторскую практику проектирования и возможность аналитического анализа разработанных конструкций.

Теоретическая часть

Револьверные сверлильные головки применяются на сверлильных станках, когда необходимо обрабатывать отверстия в заготовке последовательно несколькими инструментами. Чаще всего головки имеют две, три, четыре или шесть позиций. Обычно в головке устанавливаются сменные шпиндели, которые располагают в технологическом порядке, т.е. в соответствии с очередностью выполнения перехода в данной операции. Это дает возможность без остановки и переналадки станка производить сверление ступенчатых отверстий, подрезку торцов, снятие фасок, зенкерование, развертывание и т.п.

Такие головки получили широкое распространение в мелкосерийном производстве. Повышение производительности обработки происходит за счет сокращения вспомогательного времени на смену инструмента и на управление станком. Позиционные головки работают в комплекте с кондуктором. Проектируют головки с автоматическим или ручным поворотом шпинделя в следующую позицию.

Револьверная сверлильная головка в своем классическом варианте центрируется базовой поверхностью и закрепляется клеммным зажимом на пиноли вертикально-сверлильного станка. Вращение сменному шпинделю, находящемуся в рабочей позиции, передается от шпинделя станка через передник, валик и муфту с торцовыми шлицами. Поворот головки и установление следующего шпинделя в рабочее положение осуществляется следующим образом: при подъеме головки регулировочный болт упирается в торец шпиндельной бабки и начинает перемещать вниз стержень, который, нажимает на рычаг. Рычаг, поднимая муфту и рабочий шпиндель, перестает вращаться. Затем стержень нажимает на рычаг, который, поворачиваясь, выводит фиксатор из втулки. При дальнейшем подъеме регулировочный болт упирается в торец шпиндель-

ной бабки и опускает стержень с зубчатой рейкой. Рейка вращает зубчатое колесо, которое через пару конических зубчатых колес и храповой механизм, в свою очередь, поворачивает зубчатое колесо и находящееся с ним в зацеплении зубчатое колесо; последнее поворачивает корпус с соответствующим шпинделем в вертикальное рабочее положение. Шариковый фиксатор предварительно фиксирует положение головки. При перемещении вниз механизм головки работает в обратной последовательности и фиксатор под действием пружины фиксирует точное положение поворотной части головки и шпинделя с инструментом.

Порядок выполнения работы

В процессе выполнения задания студент должен:

2.1. Получить индивидуальное задание.

2.2. Эскизно показать взаимосвязь между станком, инструментом, деталью и приспособлением (технологическую наладку). Обратит особое внимание на схему базирования. Дать ее обоснование.

2.3. Разработать вариант эскизного проекта оснастки с привязкой его к станку. Эскизный проект должен содержать достаточное количество проекций, сечений и разрезов, позволяющих представить конструкцию и ее работу.

2.4. Описать конструкцию и принцип работы разрабатываемого устройства.

Индивидуальное задание

Таблица 4

№	ЗАДАНО		№ вариантов
1	Характер расположения отверстий	Равномерно по окружности	0, 1
		Неравномерно по окружности	2, 3, 4, 5
		В ряд	6, 7
		Хаотично	8, 9
2	По способу переналадки	Вручную	0, 1, 2
		Автоматически	3, 4, 5, 6, 7
		Непереналаживаемая	8, 9
3	Количество позиций	Две	0, 1
		Три	2, 3, 4
		Четыре	5, 6, 7
		Пять	8, 9
ТРЕБУЕТСЯ РАЗРАБОТАТЬ			
1	Револьверная сверлильная головка и специальное установочное приспособление		все варианты

Примечание. Варианты выбираются по аналогии с лабораторной работой № 1.

Отчет по работе

Представляются конструкции револьверной сверлильной головки и установочного приспособления в эскизном виде, и дается описание их работы. Указываются примеры реальных конструкций, для которых применимы разработанные устройства.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

БАЗИРОВАНИЕ ДЕТАЛИ ПРИ ОБРАБОТКЕ НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ (ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИТУАЦИЯ)

Цель работы - обучение студентов практическим навыкам разработки технологических наладок, конструктивных схем и реальных конструкций установочных приспособлений. Студент должен получить конструкторскую практику проектирования и возможность аналитического анализа разработанных конструкций.

Теоретическая часть

Роль станочных приспособлений в осуществлении технологических процессов механической обработки велика. Применение их помогает повышать производительность и облегчить условия труда, достигать высокого качества обработки, уменьшать себестоимость изготовления деталей. Современное машиностроительное производство требует создания приспособлений рациональной конструкции, снижения их металлоемкости и стоимости. Чтобы осуществить обработку заготовки на станке, ее необходимо закрепить на нем, предварительно выбрав базы. Под базированием понимают придание заготовке требуемого положения относительно станка и инструмента. От правильности базирования зависит точность обработки и производительность процесса. Вид приспособления зависит от конструкции детали, вида оборудования, типа специализации приспособления, вида зажимного устройства.

Порядок выполнения работы

В процессе выполнения задания студент должен:

- 2.1. Получить индивидуальное задание.
- 2.2. Эскизно показать взаимосвязь между станком, инструментом, деталью и приспособлением (технологическую наладку). Обратит особое внимание на схему базирования. Дать ее обоснование.
- 2.3. Разработать вариант эскизного проекта оснастки с привязкой его к станку. Эскизный проект должен содержать достаточное количество проекций, сечений и разрезов, позволяющих представить конструкцию и ее работу.
- 2.4. Описать конструкцию и принцип работы разрабатываемого устройства.

№	ЗАДАНО		№ вариантов
1	Метод обработки	Точение	0,1,2,3
		Шлифование	4,5,6
		Фрезерование	7, 8, 9
2	Вид зажимного устройства установочного приспособления	Винтовое	0,1,2
		Рычажное	3
		Гидравлическое	4, 5
		Пневматическое	6, 7,
		Пневмогидравлическое	8
		Электромеханическое	9
	ТРЕБУЕТСЯ РАЗРАБОТАТЬ УСТАНОВОЧНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ		
1	Универсальное		0,1
2	Специальное		2,3
3	Автоматическое групповое		4,5, 6
4	Автоматизированное групповое		7,8,9

Примечание. Варианты выбираются по аналогии с лабораторной работой № 1.

Отчет по работе

Представляются схема обработки и конструкция установочного приспособления в эскизном виде, дается описание их работы. Указываются примеры реальных конструкций, для которых применимы разработанные устройства.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ЗАГРУЗКА ДЕТАЛЕЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ (ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИТУАЦИЯ)

Цель работы - обучение студентов практическим навыкам разработки технологических наладок, конструктивных схем и реальных конструкций специализированных приспособлений и устройств для загрузки деталей. Студент должен получить конструкторскую практику проектирования и возможность аналитического анализа разработанных конструкций.

Теоретическая часть

Одним из важнейших элементов вспомогательного времени является время на установку и снятие деталей. Задача минимизации данного элемента

значима в индивидуальном и мелкосерийном производстве, однако наиболее существенно его влияние в гибком серийном производстве. Конструкция загрузочного устройства предопределяется конструкцией детали, видом станка, типом производства, степенью автоматизации. Студент должен не только разработать конструкцию, оптимальную с точки зрения удобства работы, но и обеспечить соответствие данной конструкции всем вышеперечисленным требованиям.

Порядок выполнения работы

В процессе выполнения задания студент должен:

2.1. Получить индивидуальное задание.

2.2. Эскизно показать взаимосвязь между станком, инструментом, деталью, приспособлением и загрузочным устройством (технологическую наладку).

2.3. Разработать вариант эскизного проекта оснастки с привязкой его к станку. Эскизный проект должен содержать достаточное количество проекций, сечений и разрезов, позволяющих представить конструкцию и ее работу.

2.4. Описать конструкцию и принцип работы разрабатываемого устройства.

Индивидуальное задание

Таблица 6

№	ЗАДАНО		№ вариантов
1	Метод обработки	Точение	4,5,6
		Шлифование	7, 8, 9
		Фрезерование	0,1,2,3
2	Вид подающего элемента приспособления	Винтовое	7,8
		Рычажное	9
		Гидравлическое	0,1,2
		Пневматическое	3
		Пневмогидравлическое	4, 5
		Электромеханическое	6
3	Автоматическое		0,1,2,3,4
4	Автоматизированное		5, 6,7,8,9

Примечание. Варианты выбираются по аналогии с лабораторной работой № 1.

Отчет по работе

Представляется технологическая наладка и конструкция в эскизном виде и дается описание её работы. Указываются примеры реальных конструкций, для которых применимо разработанное устройство. Дается анализ разработанной конструкции и не менее трех её возможных вариантов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ

Цель работы - обучение студентов практическим навыкам разработки технологических наладок, конструктивных схем и реальных конструкций контрольных приспособлений и устройств. Студент должен получить конструкторскую практику проектирования и возможность аналитического анализа разработанных конструкций, а также получить практические навыки работы с контрольными инструментами и приборами.

Теоретическая часть

Контроль детали как в процессе ее обработки, так и после выполнения технологического перехода, является ответственной частью технологического процесса с точки зрения его качественного обеспечения. Вместе с тем он является одним из важнейших элементов вспомогательного времени. Задача минимизации данного элемента существенно значима во всех видах производства. Конструкция контрольных инструментов или устройств предопределяется конструкцией детали, видом станка, типом производства, степенью автоматизации. Студент должен не только разработать конструкцию, оптимальную с точки зрения удобства работы, но и обеспечить соответствие данной конструкции всем вышеперечисленным требованиям.

Порядок выполнения работы

В процессе выполнения задания студент должен:

- 2.1. Получить индивидуальное задание.
- 2.2. Эскизно показать взаимосвязь между станком, инструментом, деталью, установочным и контрольным приспособлениями (технологическую наладку).
- 2.3. Разработать вариант эскизного проекта контрольной оснастки с привязкой его к станку. Эскизный проект должен содержать достаточное количество проекций, сечений и разрезов, позволяющих представить конструкцию и ее работу.
- 2.4. Описать конструкцию и принцип работы разрабатываемого устройства.
- 2.5. Из имеющегося набора контрольных инструментов и устройств найти аналог и провести контрольные измерения детали.

Таблица 7

№	ЗАДАНО		№ вариантов
1	Метод обработки	Точение	4,5,6
		Шлифование	7, 8, 9
		Фрезерование	0,1,2,3
2	Вид обрабатываемой поверхности	Наружная цилиндрическая поверхность	3,4,5,6
		Отверстие	0,1,2
		Плоскость	7,8,9
ТРЕБУЕТСЯ РАЗРАБОТАТЬ КОНТРОЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО			
1	Механическое		0,1,2
2	Пневматическое		5, 6,7
3	Электрическое		3,4,8,9

Примечание. Варианты выбираются по аналогии с лабораторной работой № 1.

Отчет по работе

Представляется технологическая наладка и конструкция в эскизном виде и дается описание её работы. Указываются примеры реальных конструкций, для которых применимо разработанное устройство. Дается анализ разработанной конструкции и не менее трех её возможных вариантов. Описывается методика измерения и результаты контрольных замеров.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ № 8 – 11

БАЗИРОВАНИЕ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ (ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СИТУАЦИИ)

Цель работы - обучение студентов практическим навыкам разработки технологических наладок, конструктивных схем и реальных конструкций установочных приспособлений, предназначенных для базирования корпусных деталей в зависимости от типа производства и формы организации работ. Студент должен получить конструкторскую практику проектирования и возможность аналитического анализа разработанных конструкций.

Теоретическая часть

Базой называют совокупность поверхностей, линий или точек детали, по отношению к которым ориентируются другие детали изделия или по отноше-

нию к которым ориентируются поверхности детали, обрабатываемые на данной операции.

При обработке деталей для их ориентировки могут быть использованы базы, состоящие из одной, двух или трех базирующих поверхностей и несущие в общей сложности три, четыре, пять или шесть опорных точек.

Чем проще установочная база, тем меньше в нее входит базирующих поверхностей и меньше содержится опорных точек, тем проще и дешевле приспособление для закрепления детали на станке. Поэтому при выборе базы для обработки детали необходимо стремиться использовать наименьшее число базирующих поверхностей с наименьшим числом опорных точек.

Схемы базирования зависят от формы поверхностей обрабатываемых заготовок, большинство которых, как правило, ограничено плоскими, цилиндрическими или коническими поверхностями, используемыми в качестве опорных баз.

Основными схемами базирования являются:

1. Базирование призматических деталей
2. Базирование длинных цилиндрических деталей
3. Базирование коротких цилиндрических деталей

Схема базирования призматических деталей. Эта схема предусматривает базирование заготовок деталей типа плит, крышек др. Каждая обрабатываемая заготовка призматической формы, если её рассматривать в системе трех взаимно перпендикулярных осей, имеет шесть степеней свободы: три перемещения вдоль осей Ox , Oy , Oz и три перемещения при повороте относительно этих осей. Положение заготовки в пространстве определяется шестью координатами.

Три степени свободы, т.е. возможность перемещения в направлении оси Oz и вращение вокруг осей Ox и Oy , ограничивается тремя координатами, определяющими положение заготовки относительно плоскости xOy .

Две степени свободы, т.е. возможность перемещаться в направлении оси Ox и вращаться вокруг оси Oz , ограничиваются двумя координатами, определяющими положение заготовки относительно плоскости yOz .

Шестая координата, определяющая положение заготовки относительно плоскости xOz , ограничивает её возможность перемещения в направлении оси Oy , т.е. лишает её шестой – последней степени свободы.

Этот порядок установки заготовок призматической формы называется «правилом шести точек». Это правило распространяется не только на заготовки призматической формы, базируемые по их наружному контуру, но и на заготовки другой формы, при использовании для их установки любых поверхностей, выбранных для базирования.

Увеличение опорных точек сверх шести не только не улучшает, но и ухудшает условия установки, так как обрабатываемая заготовка, как правило, имеет отклонения от правильной геометрической формы, местные неровности поверхности, что может приводить к самопроизвольной установке заготовки в приспособлении.

Порядок выполнения работы

В процессе выполнения задания студент должен:

2.1. Получить индивидуальное задание.

2.2. Дать схему базирования в соответствии с «правилом шести точек».

2.3. Эскизно показать взаимосвязь между станком, инструментом, деталью и установочным приспособлением (технологическую наладку), обратив особое внимание на соблюдение принципов базирования и их иллюстративность.

2.4. Разработать вариант эскизного проекта контрольной оснастки с привязкой его к станку. Эскизный проект должен содержать достаточное количество проекций, сечений и разрезов, позволяющих представить конструкцию и ее работу.

2.5. Описать конструкцию и принцип работы разрабатываемого устройства.

Индивидуальное задание

Таблица 8

№	ЗАДАНО		№ варианта
1	Вид базирования	По трем плоскостям	1, 6,
		По плоскости и двум отверстиям	2, 4, 5, 7, 9
		По плоскости и трем отверстиям	0, 3, 8,
2	Вид зажимного устройства установочного приспособления	Винтовое	4
		Рычажное	2, 8,
		Гидравлическое	1
		Пневматическое	0
		Пнеumoгидравлическое	6, 7, 3, 9
		Электромеханическое	5
3	Тип станка	Токарный	1
		Фрезерный	2
		Сверлильный	3, 4, 5, 6
		Расточной	7, 8, 9, 0
ТРЕБУЕТСЯ РАЗРАБОТАТЬ			
8	Установочное приспособление для обработки детали в индивидуальном производстве		все варианты
9	Установочное групповое приспособление для обработки детали в мелкосерийном производстве		все варианты
10	Установочное групповое приспособление для обработки детали в серийном производстве с автоматизированным устройством переналадки		все варианты
11	Установочное групповое приспособление для обработки детали в серийном производстве с автоматическим устройством переналадки		все варианты

Примечание. Варианты выбираются по аналогии с лабораторной работой № 1.

Отчет по работе

Представляется технологическая наладка и конструкция в эскизном виде и дается описание её работы. Указываются примеры реальных конструкций, для которых применимо разработанное устройство. Дается анализ разработанной конструкции и не менее трех её возможных вариантов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12

ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ РЕЗЬБОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИТУАЦИЯ)

Цель работы - обучение студентов практическим навыкам разработки технологических наладок, конструктивных схем и реальных конструкций инструмента для формирования наружных резьбовых поверхностей в зависимости от типа производства и формы организации работ. Студент должен получить технологическую практику выбора метода формирования резьбообразующей поверхности, конструкторскую практику проектирования инструмента и возможность аналитического анализа разработанных технологических схем и конструкций.

Теоретическая часть

Технологический процесс обработки резьбовых поверхностей зависит от вида резьбы, требований к ее эксплуатации, типа производства. Методы нарезания резьбы настолько разнообразны, что правильный выбор метода и его конкретной реализации в производственных условиях представляет сложную технологическую задачу.

Наружную резьбу нарезают плашками различных конструкций, резьбонарезными головками (с раздвигающимися плашками), резьбовыми резцами, гребенками, дисковыми и групповыми резьбовыми фрезами, одно- и многониточными шлифовальными кругами, а также накатыванием.

Круглыми плашками нарезают резьбы невысокой точности, так как у этих плашек профиль резьбовой нитки не шлифуют.

Круглые плашки используют главным образом для нарезания резьб на заготовках из цветных металлов, а также для нарезания резьб малых диаметров. Их изготавливают разрезными, или регулируемыми по диаметру, и неразрезными.

Нарезание наружной резьбы на сверлильных, револьверных, болторезных станках и автоматах резьбонарезными (винтовыми) головками является более совершенным, производительным и точным способом.

Резьбовые резцы и гребенки применяют при нарезании особо точных наружных резьб, например для резьбовых калибров, особо ответственных резьб в отдельных деталях, а также при чистовом нарезании точных ходовых трапецеидальных и прямоугольных резьб.

Для нарезания наружных резьб применяют резьбовые резцы стержневые, призматические, а также круглые.

Нарезание резьбовыми резцами является малопроизводительной операцией, так как для полного нарезания ниток необходимо сделать большое количество проходов.

Резьбонарезные гребенки представляют собой как бы несколько резьбовых резцов, соединенных вместе в ряд (от 2 до 8). Гребенки имеют режущую, или приемную, часть со срезанными зубьями (обычно $2 \div 3$ зуба) и направляющую часть – остальные зубья. Благодаря наличию нескольких зубьев гребенка не требует большого числа проходов, как резьбовой резец, и, следовательно, дает большую производительность. Гребенки изготавливают плоскими и круглыми.

Эффективным способом, повышающим производительность резьбонарезания, является нарезание резьб вращающимися резцами, так называемое «вихревое» нарезание резьбы.

Шлифование резьбы абразивными кругами на резьбошлифовальных станках применяют для обработки метчиков, резьбовых фрез, резьбовых калибров, накатных роликов и т.п.

Кроме указанных, применяют способ бесцентрового шлифования резьбы на бесцентрово-шлифовальном станке, оснащенном дополнительными специальными устройствами. Здесь также используют многониточный шлифовальный круг.

При нарезании дисковыми резьбовыми фрезами инструмент устанавливается под углом, равным углу подъема нитки нарезаемой резьбы. Резьбы с крупным шагом нарезают коническими профильными фрезами или цилиндрическими концевыми фрезами с поочередной обработкой одной, а затем другой стороны нитки.

Трапецеидальные и прямоугольные резьбы с крупным шагом фрезеруют дисковыми фрезами предварительно, а чистовые проходы делают резьбовым резцом.

Фрезерование гребенчатыми фрезами широко применяют при нарезании резьбы на деталях из вязких и твердых сталей, когда нарезание резьбы плашками или резьбонарезными головками не может обеспечить чистоту поверхности на резьбе или же вызовет быстрое затупление инструмента.

Принцип образования наружной резьбы накатыванием заключается в том, что заготовка прокатывается между двумя параллельно расположенными на определенном расстоянии друг от друга призматическими (плоскими) резьбовыми плашками или между цилиндрическими вращающимися роликами.

Порядок выполнения работы

В процессе выполнения задания студент должен:

2.1. Получить индивидуальное задание.

2.2. Эскизно показать взаимосвязь между станком, инструментом, деталью и установочным приспособлением (технологическую наладку), обратив особое внимание на рабочую зону «инструмент – обрабатываемая поверхность».

№	ЗАДАНО		№ варианта
1	2		3
1	Виды резьб	Треугольная однозаходная	0
		Прямоугольная однозаходная	1
		Трапецеидальная однозаходная	2
		Модульная однозаходная	3
		Треугольная двухзаходная	4
		Прямоугольная двухзаходная	5
		Трапецеидальная двухзаходная	6
		Модульная двухзаходная	7
		Треугольная трехзаходная	8
		Прямоугольная трехзаходная	9
2	Тип производства	Индивидуальное	0, 1
		Мелкосерийное	2, 3
		Гибкое серийное	4, 5, 6, 7
		Массовое	8, 9
3	Обрабатываемый материал	Сталь 45 незакаленная	0,1,2,3,4
		Сталь 65Г закаленная	5,6
		Медные сплавы	7
		Алюминиевые сплавы	8
		Чугун	9
ТРЕБУЕТСЯ ОПРЕДЕЛИТЬ			
1	Оптимальный метод обработки и разработать конструкцию режущего инструмента		все варианты

Примечание. Варианты выбираются по аналогии с лабораторной работой № 1.

Отчет по работе

Представляется технологическая наладка и конструкция в эскизном виде и дается описание её работы. Указываются примеры реальных методов обработки и конструкций, для которых применимо разработанное устройство. Дается анализ разработанной конструкции и не менее трех её возможных вариантов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13

ОБРАБОТКА ВНУТРЕННИХ РЕЗЬБОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИТУАЦИЯ)

Цель работы - обучение студентов практическим навыкам разработки технологических наладок, конструктивных схем и реальных конструкций резьбообразующего инструмента в зависимости от типа производства и формы организации работ. Студент должен получить технологическую практику выбора метода формирования резьбообразующей поверхности, конструкторскую практику проектирования инструмента и возможность аналитического анализа разработанных технологических схем и конструкций.

Теоретическая часть

Внутреннюю резьбу нарезают в основном метчиками. Помимо метчиков используют также резцы, гребенки и резьбовые фрезы. В зависимости от способа нарезания резьбы метчики разделяют на машинные, применяющиеся при нарезании резьбы на станках, и ручные, или слесарные, применяющиеся при нарезании резьбы вручную с помощью клуппов.

При нарезании машинными метчиками резьба нарезается за один проход одним метчиком. На станках резьбу нарезают, как правило, за один проход и лишь в случаях нарезания длинных резьб или в глухих отверстиях применяют два метчика. Точные резьбы после нарезания на станке проходят калибровочным метчиком вручную или на станке.

Фрезерование резьб производят дисковыми и гребенчатым, или групповыми, фрезами.

Короткие наружные и внутренние резьбы с треугольным профилем фрезеруют гребенчатыми, или групповыми, фрезами.

Ручными метчиками резьбу нарезают за два или три прохода в зависимости от размера резьбы, соответственно различными метчиками, входящими в комплект.

Машинными метчиками резьбу нарезают как в сквозных, так и в глухих отверстиях на резьбонарезных, сверлильных, револьверных станках, токарных автоматах и полуавтоматах.

Накатывание внутренних резьб производят метчиками -накатниками конструкция которых похожа на конструкцию обычных метчиков, но геометрия такова, что резьба формируется не срезанием и удалением обрабатываемого материала в виде стружки, а выдавливанием соответствующего профиля.

Порядок выполнения работы

В процессе выполнения задания студент должен:

2.1. Получить индивидуальное задание.

2.2. Эскизно показать взаимосвязь между станком, инструментом, деталью и установочным приспособлением (технологическую наладку), обратив особое внимание на рабочую зону «инструмент – обрабатываемая поверхность».

Индивидуальное задание

Таблица 10

№	ЗАДАНО		№ варианта
1	Виды резьб	Треугольная однозаходная в сквозном отверстии	0,1
		Прямоугольная однозаходная в сквозном отверстии	2
		Трапецеидальная однозаходная в сквозном отверстии	3, 4
		Треугольная двухзаходная в сквозном отверстии	5, 6
		Прямоугольная двухзаходная в сквозном отверстии	7, 8
		Треугольная однозаходная в глухом отверстии	9
2	Тип производства	Индивидуальное	0, 1
		Мелкосерийное	2, 3
		Гибкое серийное	4, 5, 6, 7
		Массовое	8, 9
3	Обрабатываемый материал	Сталь 45 незакаленная	0,1,2,3,4
		Медные сплавы	5
		Алюминиевые сплавы	6
		Чугун	7, 8, 9
ТРЕБУЕТСЯ ОПРЕДЕЛИТЬ			
1	Оптимальный метод обработки и разработать конструкцию режущего инструмента		все варианты

Примечание. Варианты выбираются по аналогии с лабораторной работой № 1.

Отчет по работе

Представляется технологическая наладка и конструкция в эскизном виде и дается описание её работы. Указываются примеры реальных конструкций, для которых применимо разработанное устройство. Дается анализ разработанной конструкции и не менее трех её возможных вариантов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пачевский В. М. Расширение технологических возможностей станков и станочных комплексов: учеб. пособие / В. М. Пачевский. 3-е изд., перераб. и доп. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2009. 182 с.
2. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1975. 654 с.
3. Кузнецов Ю. И. Конструкция приспособлений для станков с ЧПУ. М.: Машиностроение, 1988. 300 с.
4. Металлорежущие инструменты: учебное пособие для вузов./ Г. Н. Сахаров, О. Б. Арбузов, Ю. Л. Боровой и др. М.: Машиностроение, 1989. 328 с.

Оглавление

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1. Формирование регулярного микрорельефа.....	3
Лабораторная работа № 2. Ленточное шлифование.....	6
Лабораторная работа № 3. Одновременная обработка группы отверстий.....	9
Лабораторная работа № 4. Применение револьверных сверлильных головок.....	11
Лабораторная работа № 5. Базирование детали при обработке наружных поверхностей вращения.....	13
Лабораторная работа № 6. Загрузка деталей при обработке наружных поверхностей вращения.....	14
Лабораторная работа № 7. Контроль деталей.....	16
Лабораторные работы № 8 – 11. Базирование корпусных деталей.....	17
Лабораторная работа № 12. Обработка наружных резьбовых поверхностей.....	20
Лабораторная работа № 13. Обработка внутренних резьбовых поверхностей.....	23
Библиографический список.....	25

**РАСШИРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТАНКОВ
И СТАНОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ
для студентов направления 15.03.05

«Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств» (профиль «Металлообрабатывающие станки и комплексы»)
всех форм обучения

Составитель

Кондратьев Михаил Вячеславович

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 14.12.2021.

Уч.-изд. л. 1,6 «С».

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84