

**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 рекомендации**  
по организации и выполнению самостоятельной работы по дисциплине  
**«ПРОГРЕССИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА»**

для магистров направления подготовки:  
15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств

Составитель:  
профессор кафедры ТМС Гусев В. Г,

Владимир 2016

Содержатся рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Прогрессивные конструкции абразивного инструмента»: 15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств. ВлГУ.

Методические указания составлены на основе требований ФГОС ВО и ОПОП направления: 15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, рабочей программы дисциплины «Прогрессивные конструкции абразивного инструмента».

Использованы учебные пособия автора с грифом УМО Министерства образования и науки России.

Рассмотрены и одобрены на заседании кафедры  
«Технология машиностроения».  
Протокол № 9/1 от 21.04.2016 г.  
**Методический фонд кафедры ТМС**

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

Введение.....	4
1. Общие рекомендации по изучению дисциплины.....	5
2. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы по разделу №1	
2.1. Вопросы для самопроверки освоения учебно-образовательного раздела №1.....	6
2.2. Литература, рекомендованная для изучения учебного материала раздела №1.....	6
3. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы по разделу №2	
3.1. Вопросы для самопроверки освоения учебно-образовательного раздела №2.....	7
3.2. Литература, рекомендованная для изучения учебного материала раздела №2.....	8
4. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы по модулю №3	
4.1. Вопросы для самопроверки освоения учебно-образовательного раздела №3.....	10
4.2. Литература, рекомендованная для изучения учебного материала раздела №3.....	10
5. Материально-техническое обеспечение самостоятельной работы студентов.....	11

## Введение

Самостоятельная работа магистранта заключается в подготовке к практическим занятиям, в изучении лекционного материала, написании рефератов, а также подготовке к сдаче экзамена. Она включает в себя изучение теоретического материала дисциплины, подготовку к практическим занятиям и к рейтингу-контролю.

Успешное освоение дисциплины гарантировано при условии ответственного отношения магистранта и соответствующем уровне его стартовой подготовки. При изучении теоретического курса дисциплины необходимы базовые знания в объеме университетских программ по высшей математике, основам технологии машиностроения, металлорежущим станкам, резанию металлов, технологии машиностроения, теплофизике процесса резания, качеству обработанного поверхностного слоя деталей после механической обработки.

Стимулом для серьезного изучения этой дисциплины является дефицит технологов и конструкторов отечественного машиностроения, способных с помощью компьютерных технологий выполнять процедуры проектирования современного дискретного шлифовального инструмента, обеспечивающего высокое качество и производительность процессов шлифования ответственных изделий машиностроения.

Таблица 1 – Распределение самостоятельная работы по видам.

Вид самостоятельной работы	Распределение времени, час.	Форма контроля
1. Изучение теоретического материала в т. ч. лекционного.	36	Рейтинговые тесты, устные опросы. Защита практических работ, групповых презентаций.
2. Подготовка к практическим занятиям.	36	
3. Проработка тем для самостоятельного изучения.	72	
4. Подготовка и сдача экзамена	36	
Итого	180	

### 1. Общие рекомендации по изучению дисциплины

В целях рационального распределения учебного времени, при изучении дисциплины «Прогрессивные конструкции абразивного инструмента» необходимо ознакомиться с ее содержанием и планом изучения курса. Учебно-методический комплекс дисциплины расположен на сайте центра дистанционного образования ВлГУ:

<http://www.cs.vlsu.ru:81/>. Доступ к курсу осуществляется с помощью индивидуального логина и пароля магистранта.

Работа на сайте организована в диалоговом режиме: предоставлена возможность прикреплять выполненные работы на предварительную проверку, видеть отзыв преподавателя, работать над устранением замечаний, получать индивидуальные консультации.

## **2. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы по разделу №1**

При изучении раздела №1 следует освоить основы теории шлифования материалов стандартными абразивными кругами, поскольку для понимания процессов дискретного абразивного резания и дискретных инструментов необходимы базовые знания в области сплошного абразивного резания.

Рекомендуется твердо уяснить следующие понятия: марка абразивного материала, зернистость шлифовального инструмента, твердость шлифовального круга, его структура, точность изготовления самого инструмента, класс неуравновешенности. Следует знать основные абразивные материалы, применяемые для шлифования распространенных в машиностроении материалов, а также их свойства и области применения. Без этих понятий невозможно правильно оценивать процессы дискретного резания, протекающие при снятии материала.

Необходимо уяснить причину появления высокопористых шлифовальных инструментов, дискретных и других шлифовальных кругов, а также устройств для центробежного способа подачи смазочно-охлаждающей жидкости в зону очага непосредственного образования тепла.

Формирование правильного понимания терминов: скорость резания при шлифовании, продольная, поперечная, радиальная, вертикальная, круговая подачи заготовки и глубина резания и на какие выходные параметры процессов сплошного шлифования влияют эти элементы режима резания.

Для снижения тепловой напряженности процессов сплошного шлифования стандартными кругами разработаны высоко пористые круги, при изучении этого раздела необходимо уяснить какими путями достигается этот результат и какие последствия за этим следуют.

Следует владеть методикой выбора шлифовального абразивного круга со сплошной и высоко пористой режущей поверхностями при обработки конкретного материала.

## **2.1. Вопросы для самопроверки освоения учебно-образовательного раздела №1**

1. Что представляет собой стандартный шлифовальный круг и каково его назначение?

2. Какие абразивные материалы используются для производства шлифовальных кругов? Охарактеризуйте процесс изготовления шлифовального круга со сплошной режущей поверхностью.

3. Что такое характеристика шлифовального круга? Назовите и охарактеризуйте наиболее распространенные марки абразивных материалов.

4. Что такое зернистость шлифовального круга, опишите её обозначение и области использования.

5. Что понимают под твердостью и структурой шлифовального круга? Какие степени структуры и твердости используют для шлифования машиностроительных материалов?

6. Охарактеризуйте влияние зернистости, твердости и структуры шлифовального инструмента на выходные показатели процесса шлифования.

7. Назовите элементы режима резания при шлифовании, приведите формулы для определения скорости резания, глубины резания и скорости круговой подачи заготовки.

8. Какие шлифовальные круги называют высокопористыми? Что такое пора?

9. Какой главный эффект обеспечивает высокопористый шлифовальный круг?

10. Как получают шлифовальный инструмент с высокопористой режущей поверхностью?

11. Охарактеризуйте механическую прочность высокопористого абразивного инструмента в сравнении с инструментом со сплошной режущей поверхностью.

12. Сравните процессы сплошного шлифования и шлифования высокопористыми кругами по показателям качества обработанного поверхностного слоя и производительности технологических операций.

## **2.2. Литература, рекомендованная для изучения учебного материала раздела №1**

1. Маслов, Е. Н. Теория шлифования материалов. М., «Машиностроение», 1974, 320 с.
2. Старков В.К. Шлифование высокопористыми кругами. М.: Машиностроение, 2007. – 688 с.

### **3.Рекомендации по выполнению самостоятельной работы по разделу №2**

При изучении модуля №2 подлежат изучению конструкции сборных шлифовальных кругов для круглого внутреннего, круглого наружного, бесцентрового, плоского периферийного и торцового шлифования. Основное внимание следует обратить на конструктивное оформление дискретной режущей поверхности шлифовального инструмента, конструктивные элементы инструмента, обеспечивающие доставку смазочно-охлаждающей жидкости в зону контакта абразивного инструмента с обрабатываемым материалом заготовки. Рекомендуется акцентировать внимание на достоинства и недостатки той или иной конструкции дискретных шлифовальных кругов.

Для обеспечения максимального эффекта по снижению тепловой напряженности процесса дискретного шлифования необходимо использовать устройства для центробежного способа подачи СОЖ в плоскость резания, поэтому следует разобраться, каким образом осуществляется подача СОЖ внутрь вращающегося инструмента, а из него – в плоскость резания.

Необходимо уяснить, какие технические и технологические эффекты обеспечивают дискретные шлифовальные круги сборной конструкции, а также как изменяется режим шлифования при использовании дискретных кругов и устройств для подачи СОЖ. Необходимо обратить внимание на экономическую сторону применения дискретных шлифовальных инструментов.

Особое внимание следует уделить методике разработки конструкций дискретных шлифовальных инструментов и расчета абразивных сегментов на разрыв, изгиб, смятие и срез, а также инструмента в сборе на виброустойчивость.

#### **3.1.Вопросы для самопроверки освоения раздела №2**

- 1.Как образуется дискретная режущая поверхность в шлифовальных инструментах сборной конструкции?
- 2.Каким образом удерживаются абразивные сегменты в металлическом корпусе?
- 3.Какие поверхности абразивных сегментов используются для закрепления в металлическом корпусе при различной высоте режущих сегментов?
- 4.Какие каналы используются для транспортировки СОЖ в зону дискретного плоского периферийного и торцового шлифования?

- 5.Обоснуйте преимущества дискретных шлифовальных кругов по сравнению со сплошными стандартными кругами.
- 6.Как и для чего подводят в процессе дискретного шлифования две разнородные жидкости в зону резания?
- 7.Как выполняется расчет дискретного шлифовального круга на виброустойчивость?
- 8.Как рассчитывают абразивные сегменты на разрыв?
- 9.Как рассчитывают абразивные сегменты на изгиб?
- 10.Как рассчитывают абразивные сегменты на смятие?
- 11.Как рассчитывают абразивные сегменты на срез?
12. Как выполняется расчет дискретного шлифовального круга на отсутствие раскрытия стыка между базовыми поверхностями сегментов и корпуса круга?

### **3.2. Литература, рекомендованная для изучения учебного материала раздела №2**

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. Гусев В. Г., Морозов, А. В. Плоское периферийное шлифование дискретными кругами: монография. Йошкар-Ола: Коллоквиум, 2012. – 222 с. – ISBN 978-5-905371-38-7.

3. 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.

4. Степанов Ю. С., Гусев В. Г., Афанасьев Б. И. Дискретное внутреннее шлифование / Под ред. д-ра техн. наук, проф. Ю. С. Степанова. - М.: Машиностроение - 1, 2004. – 190 с. ISBN 5-94275-117-X.

### **4.Рекомендации по выполнению самостоятельной работы**

#### **по разделу №3**

При изучении модуля №3 магистрант устанавливает логическую необходимость создания альтернативного класса дискретного шлифовального инструмента, отличающегося от дискретных инструментов меньшими масштабами режущих и прерывающих процесс шлифования участков.



При этом частотные и временные характеристики циклов «резание-отдых» принципиально изменяются, что приводит к варьированию динамических явлений, протекающих в технологической системе «станок – приспособление – инструмент – заготовка», что неизбежно приводит к снижению динамической активности процесса дискретного шлифования и улучшению геометрических характеристик обработанной поверхности при сохранении преимуществ дискретного шлифования сборными абразивными кругами.

Следует обратить внимание на глубину и радиус системы отверстий, при которых обеспечивается достаточно высокая механическая прочность дискретного абразивного инструмента и требуемая микрогеометрия шлифованных поверхностей.

Для повышения механической прочности шлифовальных кругов с дискретной режущей поверхностью, реализованной с использованием лазерного излучения и гидроабразивной струи высокого давления, отверстия в стандартном инструменте необходимо выполнить наклонно к радиусу инструмента.

Рекомендуется изучить конструкции абразивных кругов с дискретизацией режущей поверхности концентрированными потоками энергии и устройство для её реализации, а также режимы резания при шлифовании различных поверхностей деталей машин. Особое внимание следует уделить процессу плоского дискретного периферийного и торцевого шлифования, поскольку достижение высокой эффективности СОЖ при плоском шлифовании невозможно достичь устройствами для подачи СОЖ, используемые при других видах дискретного шлифования.

В этой связи рекомендуется проанализировать возможность создания различных устройств, обеспечивающих повышение функциональных свойств СОЖ при отсутствии поверхностей обрабатываемой заготовки, способствующих направлению движения СОЖ по обработанной поверхности с образованием гидродинамических клиньев жидкости, движущихся примерно со скоростью резания по заготовке.

Решение этого важного вопроса связано с творческой многовариантной проработкой конструкций устройств для подачи смазочно-охлаждающей жидкости в плоскость резания с обеспечением высокого давления и скорости течения относительно заготовки.

В конце изучения раздела №3 следует освоить материал, связанный с режимами резания, правки дискретных инструментов и обеспечением требуемых показателей производительности и качества шлифованных поверхностей деталей.

#### **4.1. Вопросы для самопроверки освоения раздела №3**

1. В чем заключается физический смысл дискретизации режущей поверхности абразивного инструмента малого масштаба с позиций улучшения геометрических характеристик шлифованных поверхностей деталей?
2. Как практически реализовать дискретизацию режущей поверхности с использованием лазерного луча?
3. Как практически реализовать дискретизацию режущей поверхности с использованием гидроабразивной струи высокого давления?
4. Охарактеризуйте режим лазерного прожигания системы радиальных и наклонных отверстий на режущей поверхности сплошного шлифовального круга.
5. Охарактеризуйте режим вырезания радиальных и наклонных отверстий на режущей поверхности сплошного шлифовального круга с использованием гидроабразивной струи высокого давления.
6. Как рассчитывают шлифовальные круги на механическую прочность, режущая поверхность которых подвергнута дискретизации концентрированными потоками энергии?
7. Охарактеризуйте процесс формирования «заборной поверхности» дискретного инструмента в процессе снятия припуска при шлифовании.
8. Объясните механизм увеличения периода стойкости дискретного абразивного инструмента по сравнению со стандартными шлифовальными кругами.
9. Опишите геометрические показатели качества шлифованных поверхностей после дискретного и сплошного шлифования металлов.
10. Охарактеризуйте уровень вибрации технологической системы при шлифовании сплошными абразивными кругами и дискретными кругами сборной конструкции.
11. Охарактеризуйте физико-механические показатели качества поверхностного слоя деталей, подвергнутых сплошному и дискретному шлифованию.
12. Опишите и объясните механизм повышения производительности процессов дискретного шлифования металлов и сплавов в сравнении со сплошным шлифованием стандартными абразивными инструментами.

#### **4.2. Литература, рекомендованная для изучения учебного материала раздела №3**

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. Гусев В. Г., Морозов, А. В. Плоское периферийное шлифование дискретными кругами: монография. Йошкар-Ола: Коллоквиум, 2012. – 222 с. – ISBN 978-5-905371-38-7.

3. 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.

4. Степанов Ю. С., Гусев В. Г., Афанасьев Б. И. Дискретное внутреннее шлифование / Под ред. д-ра техн. наук, проф. Ю. С. Степанова. - М.: Машиностроение - 1, 2004. – 190 с. ISBN 5-94275-117-X.

*б) дополнительная литература:*

5. Худобин, Л. В. Минимизация засаливания шлифовальных кругов / Л. В. Худобин, А. Н. Унянин; под ред. Л. В. Худобина. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – 298 с.

*в) Интернет-ресурсы*

6. Худобин, Л. В. Шлифование композиционными кругами [Электронный ресурс] / Худобин Л. В. - Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2004. - 276 с. - Доступна эл. версия. ЭБС "IPRbooks". - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21545>. - ISBN 5-89146-532-9.

## **5.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

- мультимедийные средства;
- стенд для корректировки масс шлифовальных кругов;
- стандартные шлифовальные инструменты со сплошной режущей поверхностью;
- прогрессивные конструкции сегментных дискретных абразивных инструментов и устройств для подвода смазочно-охлаждающей жидкости в зону дискретного шлифования;
- прогрессивные конструкции абразивного инструмента с лазерной дискретизацией режущей поверхности;
- алмазный инструмент для правки дискретных шлифовальных инструментов;

- подборка новейших патентов на различные конструкции дискретных шлифовальных инструментов;
- лазерная установка: технологический волноводный  $\text{CO}_2$  – лазер ТЛ-1000.