

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 практических работ по дисциплине
«Прогрессивные конструкции абразивного инструмента»

Для студентов направления подготовки 15.04.05. – Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

Составитель:
профессор кафедры ТМС
Гусев В.Г.

Методические указания содержат рекомендации по выполнению практической работы по дисциплине «Прогрессивные конструкции абразивного инструмента» для студентов ВлГУ направления подготовки: 15.04.05. – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

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».

В качестве рекомендаций для организации эффективной работы студентов использованы методические пособия ведущих вузов России.

Рассмотрены и одобрены на заседании
кафедры Технология машиностроения.

Протокол № 9/1 от 21.04.2016 г.

Рукописный фонд кафедры ТМС ВлГУ

Оглавление

Введение.....	4
1.Практическая работа №1.	
Разработка геометрических параметров дискретной режущей поверхности абразивного инструмента.....	5
2.Практическая работа №2.	
Расчет абразивных сегментов на механическую прочность	7
3.Практическая работа 3.	
Расчет дискретного абразивного инструмента на виброустойчивость	8
4.Практическая работа 4.	
Разработка рабочего сборочного чертежа дискретного абразивного инструмента, технической характеристики и технических требований.....	9
5.Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	11
Список рекомендованной литературы.....	12
Приложение 1. Пример оформления рабочего чертежа дискретного шлифовального круга с упругодемпфирующим элементом.....	13
Приложение 2. Пример оформления рабочего чертежа дискретного шлифовального круга сборной конструкции.....	15

Введение

Наиболее распространенным методом окончательной обработки деталей является шлифование, которое, обеспечивая высокую точность изготовления, часто вызывает на шлифуемых поверхностях деталей появление шлифовочных трещин и прижогов. Это обстоятельство вызывает необходимость всестороннего исследования причин, порождающих указанные дефекты, и изыскание способов их устранения.

На машиностроительных заводах проблема улучшения качества поверхностного слоя деталей в основном решается путем подбора оптимального режима шлифования и соответствующей характеристики инструмента. Однако, указанные методы при существующей технологии шлифования, в том числе при обработке алмазными и кубонитовыми кругами, не позволяют полностью исключить дефекты, возникающие в поверхностных слоях; особенно это касается тех деталей, которые имеют сложный профиль и изготавливаются из труднообрабатываемых материалов: титановые сплавы, цементируемые и азотируемые стали, жаропрочные и высокохромистые стали. К числу таких деталей можно отнести высокоточные детали подшипников качения, вырубные штампы, режущие инструменты и др.

Устранению термического повреждения шлифованного поверхностного слоя препятствуют неизбежные колебания припуска в связи с погрешностями от предшествующих операций механической обработки, коробления изделий, вызванные многократными высокотемпературными нагревами при химико-термической обработке, колебания шпинделя из-за главного вектора и главного момента дисбалансов шлифовального круга и наличие других факторов, зависящих от природы самого процесса шлифования.

В связи с этим изыскание новых путей в решении проблемы повышения качества поверхностного слоя, является задачей, имеющей большое научное и прикладное значение. Среди большого числа направлений повышения эффективности шлифовальных операций приоритетным представляется разработка процессов и прогрессивных конструкций дискретных абразивных инструментов.

Краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения работы

Современные процессы абразивной обработки эффективны при высокой экономической целесообразности их использования на практике. Эффективность

использования шлифовального инструмента с дискретной режущей поверхностью будет высокой при обеспечении реального снижения температуры не на малые проценты, в разы. Такие результаты обеспечивают дискретные шлифовальные инструменты сборной конструкции и инструменты с лазерной дискретизацией режущей поверхности. Применения лишь прерывания процесса шлифования недостаточно для обеспечения таких результатов, для этого необходимо еще создать также мощные аэродинамические потоки, высокое давление и скорости течения СОЖ по обрабатываемой поверхности заготовки, что требует разработки конструкции устройства для подачи СОЖ и транспортных артерий в самом дискретном инструменте. Грамотное решения названных задач возможно на основе разработанной методики проектирования и расчета прогрессивных абразивных инструментов дискретного шлифования, изложенной в лекциях по дисциплине «Прогрессивные конструкции абразивного инструмента» и проверенной в результате внедрения нового класса шлифовального инструмента в различных процессах абразивной обработки изделий машиностроения.

1.Практическая работа №1.

«Разработка геометрических параметров дискретной режущей поверхности абразивного инструмента»

Цель практического занятия № 1: практически освоить методику дискретизации режущей поверхности шлифовального инструмента сборной конструкции, методику размещения абразивных режущих элементов в металлическом корпусе.

Исходные данные для выполнения практической работы №1:

- рабочий чертежи заготовки и детали, подлежащей шлифованию, её материал, размеры, величина снимаемого припуска, технологические требования в отношении геометрической точности поверхностей детали (шероховатость, волнистость), показателей физико-механического состояния поверхностного слоя после обработки (отсутствие структурных и фазовых превращений в поверхностном слое под действием образующегося при шлифовании тепла, микротрещин, растягивающих остаточных напряжений и др.);

- требуемая производительность выполнения шлифовальной операции;

- данные технической характеристики шлифовального оборудования с рядами значений продольных, поперечных, радиальных и круговых подач заготовки, допускаемых шлифовальным станком, частотой вращения шпинделя, на котором закрепляется дискретный абразивный инструмент и др.

Задание на выполнение практического задания №1. Разработать геометрию дискретной режущей поверхности для шлифования колец подшипников. Вариант №1 – для магистрантов с номерами в списке группы с 1 по 3. Вариант №2 – для магистрантов с номерами в списке группы с 4 по 6, . Вариант №3 – для магистрантов с номерами в списке группы с 7 по 9.

Варианты задания для практической работы №1

Вид абразивной обработки	Размеры кольца - заготовки, D*B*d мм	Материал заготовки	Шероховатость обраб. пов-ти	Скорость резания
Вариант №1 Круглое внутреннее шлифование	100*50*80	Сталь ШХ-15, HRC ₃ 62...64	$R_a \leq 1,25$ мкм	$v = 50$ м/с
Вариант №2 Круглое внутреннее шлифование	80*30*60	Сталь ШХ-15, HRC ₃ 62...64	$R_a \leq 1,0$ мкм	$v = 50$ м/с
Вариант №3 Круглое наружное шлифование	150*60*110	Сталь ШХ-15, HRC ₃ 62...64	$R_a \leq 2,5$ мкм	$v = 50$ м/с

Порядок выполнения работы №1:

1. Выбрать характеристику абразивного материала, из которого будут изготовлены абразивные сегменты дискретного инструмента. Разработать эскиз дискретного абразивного круга сборной конструкции, обратив внимание на необходимость выбранного числа сегментов и их размещения в металлическом корпусе. При разработке геометрии дискретной режущей поверхности абразивного инструмента учесть, что полезно используемая часть сегмента составляет не более 20% от диаметра режущей поверхности дискретного шлифовального круга.

Обосновать отношение протяженности режущей поверхности сегмента к протяженности воздушного промежутка между соседними сегментами, конструктивно проработать вопрос нахождения значений радиусов инструмента $R_2 - R_4$. Схематично изобразить поперечное сечение абразивного сегмента и проставить размеры в общем виде.

Результатом выполнения практической работы №1 является эскиз режущей части дискретного шлифовального инструмента, предназначенного для выполнения заданного вида шлифования и детали заданных размеров.

2. Практическая работа №2.

«Расчет абразивных сегментов на механическую прочность»

Цель практического занятия № 2: практически освоить методику расчета шлифовального инструмента сборной конструкции на механическую прочность.

Задание на выполнение практического задания №2: рассчитать абразивные режущие элементы (сегменты) на растяжение, изгиб, смятие и срез, по результатам расчета скорректировать режущую часть дискретного шлифовального инструмента. Проработать присоединительные поверхности металлического корпуса под посадку инструмента на шпинделе шлифовального станка.

Вариант №1 – выбирают магистранты с номерами в списке группы с 1 по 3. Вариант №2 – магистранты с номерами в списке группы с 4 по 6. Вариант №3 – магистранты с номерами в списке группы с 7 по 9.

Варианты задания для практической работы №2

Вид абразивной обработки	Допускаемые напряжения абразива на разрыв	Допускаемые Напряжения абразива на изгиб	Допускаемые напряжения абразива на смятие	Допускаемые Напряжения абразива на срез	Сила резания
Вариант №1 Круглое внутреннее шлифование	$[\sigma_p] = 7,5$ МПа	$[\sigma_{из}] = 15$ МПа	$[\sigma_{см}] = 30$ МПа	$[\tau_{ср}] = 10$ МПа	$P_y = 100$ Н $P_z = 220$ Н
Вариант №2 Круглое внутреннее шлифование	$[\sigma_p] = 7,5$ МПа	$[\sigma_{из}] = 15$ МПа	$[\sigma_{см}] = 30$ МПа	$[\tau_{ср}] = 10$ МПа	$P_y = 80$ Н $P_z = 170$ Н
Вариант №3 Круглое наружное шлифование	$[\sigma_p] = 7,5$ МПа	$[\sigma_{из}] = 15$ МПа	$[\sigma_{см}] = 30$ МПа	$[\tau_{ср}] = 10$ МПа	$P_y = 120$ Н $P_z = 380$ Н

Порядок выполнения работы №2:

Разработать расчетную схему абразивного сегмента, изобразив поперечное его сечение, приложив к сегменту все действующие силы и моменты. Проставить плечи сил и определить моменты резания, действующие на инструмент в процессе дискретного шлифования. Схема разрабатывается для всех видов расчета, то есть для случая разрыва, изгиба, смятия и среза. В результате расчета будут известны точные размеры абразивного сегмента, поэтому результатом выполнения практической работы №2 будет конструкция

дискретного абразивного круга для шлифования заданной детали. Этот сборочный инструмент должен учитывать также необходимость подвода СОЖ в зону шлифования через быстро вращающийся круг. Для решения этого вопроса следует конструктивно проработать вопрос размещения устройства для инерционного способа подачи СОЖ, транспортных артерий, служащих для направления жидкости непосредственно в плоскость резания и локальные площадки контакта абразивных зерен с обрабатываемым материалом заготовки. Весьма важным аспектом при решении подвода СОЖ в инструмент и далее в плоскость резания является устранение недопустимых утечек СОЖ при ее движении от насоса до плоскости резания.

3. Практическая работа №3.

«Расчет дискретного абразивного инструмента на виброустойчивость»

Цель практического занятия № 3: практически освоить методику расчета шлифовального инструмента сборной конструкции на отсутствие резонанса, то есть на виброустойчивость.

Задание на выполнение практического задания №3: практически освоить методику расчета конструкции дискретного шлифовального инструмента на виброустойчивость.

Для выполнения практической работы №3 необходимо располагать данными, полученными в результате выполнения первой и второй практических работ, а также знать численное значение собственных поперечных колебаний шпиндельного узла шлифовального станка, где будет установлен спроектированный дискретный абразивный инструмент.

Для варианта №1 (его выбирают магистранты с номерами в списке группы с 1 по 3) собственная частота колебаний составляет 250 Гц. Для вариант №2 (его выбирают магистранты с номерами в списке группы с 4 по 6) собственная частота колебаний составляет 200 Гц. Для вариант №3 (его выбирают магистранты с номерами в списке группы с 7 по 9) собственная частота колебаний составляет 280 Гц.

Порядок выполнения работы №3

При выполнении практической работы №3 необходимо определить моменты инерции конструктивных элементов дискретного сборного шлифовального инструмента и момент инерции всего круга в сборе. Для этого следует определить конструктивно или расчетным путем все размеры металлического корпуса, крышек, абразивных сегментов с

учетом их пропитки смазочно – охлаждающей жидкости в процессе шлифования. Результатом выполнения практической работы №3 является выполнение неравенства, при котором частота собственных колебаний превышает частоту вынужденной динамической нагрузки, возникающей в процессе обработки заданной детали разработанным дискретным инструментом.

4.Практическая работа №4.

«Разработка сборочного чертежа дискретного шлифовального инструмента, его характеристики и технических требований»

Цель практического занятия № 4: практически освоить методику оформления рабочего сборочного чертежа дискретного шлифовального инструмента в соответствии с требованиями ЕСКД.

Оформления рабочего сборочного чертежа дискретного шлифовального инструмента выполняется после выполнения ранее выполненных трех практических работ.

Порядок выполнения работы 4

Дискретный абразивный шлифовальный инструмент должен быть изображен в общем виде с достаточным количеством разрезов, сечений с проставленными размерами: габаритными, присоединительными, посадочными с допусками, межосевыми с допусками и эксплуатационными. Чертежи должны быть выполнены в соответствии с ЕСКД с использованием компьютерных программных продуктов (компас или др.).

Результатом выполнения четвертой практической работы является чертеж спроектированного дискретного шлифовального инструмента со спецификацией, технической характеристикой и техническими требованиями.

Техническая характеристика дискретного абразивного инструмента должна содержать:

Дискретный абразивный шлифовальный инструмент должен быть изображен в общем виде с достаточным количеством разрезов, сечений с проставленными размерами: габаритными, присоединительными, посадочными с допусками, межосевыми с допусками и эксплуатационными. Чертежи должны быть выполнены в соответствии с ЕСКД с использованием компьютерных программных продуктов (компас или др.). Результатом выполнения четвертой практической работы является чертеж спроектированного

дискретного шлифовального инструмента со спецификацией, технической характеристикой и техническими требованиями.

Выполненную работу магистрант оформляет в виде отчета по практическим занятиям по дисциплине «Прогрессивные конструкции абразивного инструмента» на бумажном носителе, а электронный вариант прикрепляет на образовательный сервер ВлГУ в соответствующий раздел дисциплины: <http://www.cs.vlsu.ru:81>

Вопросы для обсуждения

1. Какие альтернативы существуют на сегодня в области снижения тепловой напряженности процессов шлифования?

2. Когда следует применять высокопористые шлифовальные инструменты, а когда – дискретные абразивные круги сборной конструкции?

3. Можно ли реализовать центробежный способ подачи СОЖ при шлифовании высокопористыми шлифовальными инструментами?

4. Как соотносятся между собой прочностные характеристики высокопористого шлифовального инструмента и дискретного сборного абразивного круга?

5. Как распределяются между собой эффекты снижения температуры в зоне шлифования дискретными абразивными инструментами сборной конструкции и высокопористыми шлифовальными кругами?

Контрольные вопросы:

1. Опишите способ изготовления абразивных зерен, используемых для производства шлифовальных кругов.

2. Дайте краткую характеристику естественных и искусственных абразивных материалов,

3. Какие порообразователи наиболее распространены при изготовлении высокопористых шлифовальных инструментов?

4. Напишите маркировку шлифовального инструмента со сплошной режущей поверхностью и объясните её.

5. Как маркируют шлифовальный инструмент с высокопористой режущей поверхностью и объясните её.

6. Как маркируют дискретный шлифовальный инструмент сборной конструкции и объясните её.

7. Как разрабатывают дискретную режущую поверхность абразивного инструмента сборной конструкции?

8. Как реализуют центробежный способ подачи СОЖ в плоскость резания при шлифовании дискретными абразивными инструментами?

9. Дайте сравнительную оценку скорости движения аэродинамических потоков в зоне шлифования сплошными, высокопористыми и дискретными абразивными кругами сборной конструкции.

10. Изложите методику расчета абразивных сегментов на механическую прочность.

11. Как рассчитывают сборные дискретные шлифовальные инструменты на виброустойчивость?

12. Сравните процессы сплошного шлифования труднообрабатываемых материалов с обработкой дискретными абразивными кругами сборной конструкции по показателям геометрии шлифованной поверхности.

13. Сравните процессы сплошного шлифования труднообрабатываемых материалов с обработкой дискретными абразивными кругами сборной конструкции по показателям физико-механического состояния шлифованного поверхностного слоя деталей.

13. Сравните процессы сплошного шлифования труднообрабатываемых материалов с обработкой дискретными абразивными кругами сборной конструкции по производительности выполнения технологической операции.

14. Объясните причину более высокого периода стойкости дискретного абразивного инструмента по сравнению со сплошными шлифовальными кругами?

15. Объясните причину значительной экономии дорогостоящего абразивного и алмазного правящего инструмента при использовании дискретного абразивного инструмента по сравнению со сплошными шлифовальными кругами?

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 CO₂ – лазер ТЛ-1000.

Рекомендованная литература

а) основная литература (библиотечный фонд 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. 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

1. Старков В.К. Шлифование высокопористыми кругами. М.: Машиностроение, 2007. – 688 с.
2. Худобин, Л. В. Минимизация засаливания шлифовальных кругов / Л. В. Худобин, А. Н. Унянин; под ред. Л. В. Худобина. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – 298 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Операционные системы Windows, стандартные офисные программы
2. 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.

Пример оформления рабочего чертежа дискретного шлифовального круга с упругодемпфирующим элементом

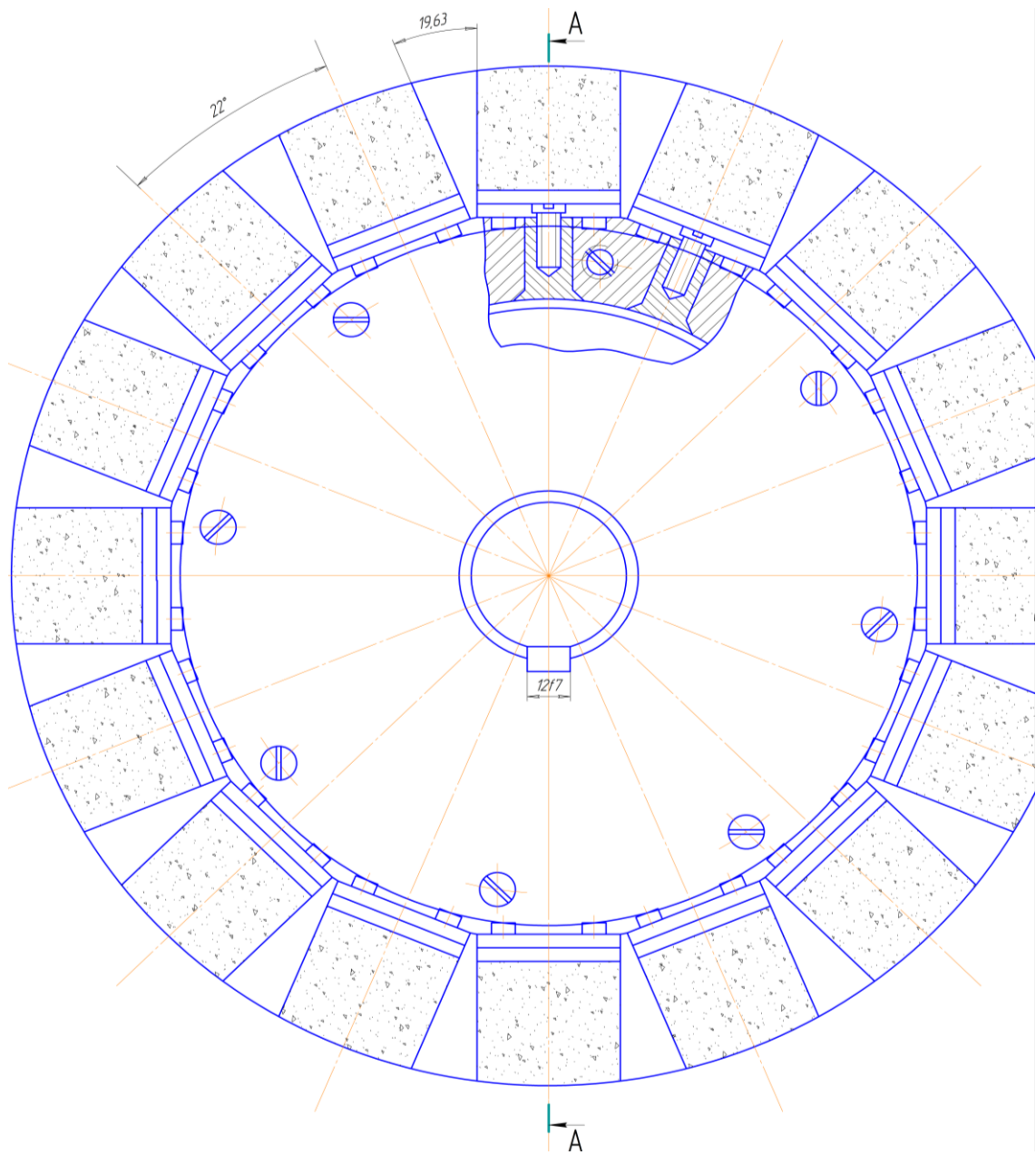


Рис. П.1. Вид спереди на дискретный шлифовальный инструмент с упругодемпфирующим элементом.

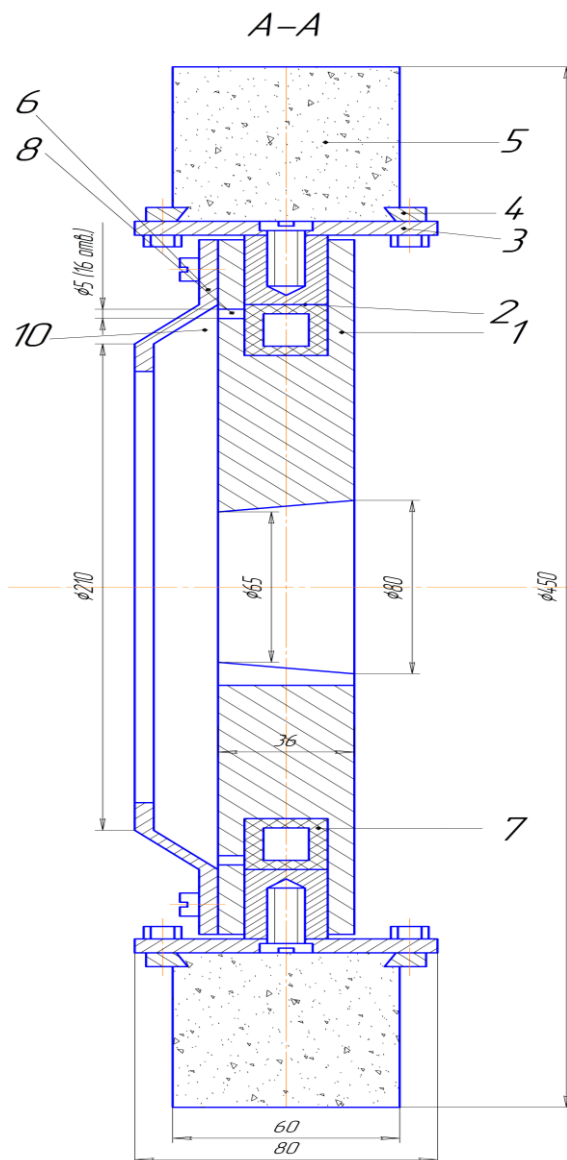


Рис. 5.2. Разрез А-А дискретного шлифовального инструмента, представленного на рис. 5.1.

Технические требования:

1. Боковые и торцевые поверхности сегментов покрыть эпоксидной смолой.
2. Максимальный износ сегментов по высоте 40 мм.
3. Сколы и трещины на сегменте не допускаются.
4. Торцевые биения сегментов не более 0,2 мм.
5. Круг перед установкой на станок испытать на стенде при 1,5 – кратном увеличении рабочей частоты вращения в течение 3 минут по ГОСТ 122.001–74.
6. Торцевые и радиальные биения всех поверхностей металлической части круга относительно оси вращения не более 0,05 мм.
7. Погрешность расположения абразивных сегментов по окружности не более $\pm 30'$.
8. Дисбаланс круга в сборе не более 20 г·мм
9. Число абразивных сегментов – 16.
10. Угол наклона сегмента к оси инструмента – 30° .
11. Давление воздуха в упругодемпфирующем элементе – 0,8 МПа.

- Техническая характеристика:*
- 1. Рабочая частота вращения шпинделя не более 1910 мин⁻¹*
 - 2. Характеристика абразива: для черновой обработки – 25A40СМ16–С27К5; для чистовой обработки – 24A25ПСМ16К5.*
 - 3. Размеры круга: САК 450х60х75х16.*
 - 4. Расход СОЖ не менее 12 л/мин*

Приложение 2

**Пример оформления рабочего чертежа дискретного шлифовального
круга сборной
конструкции**

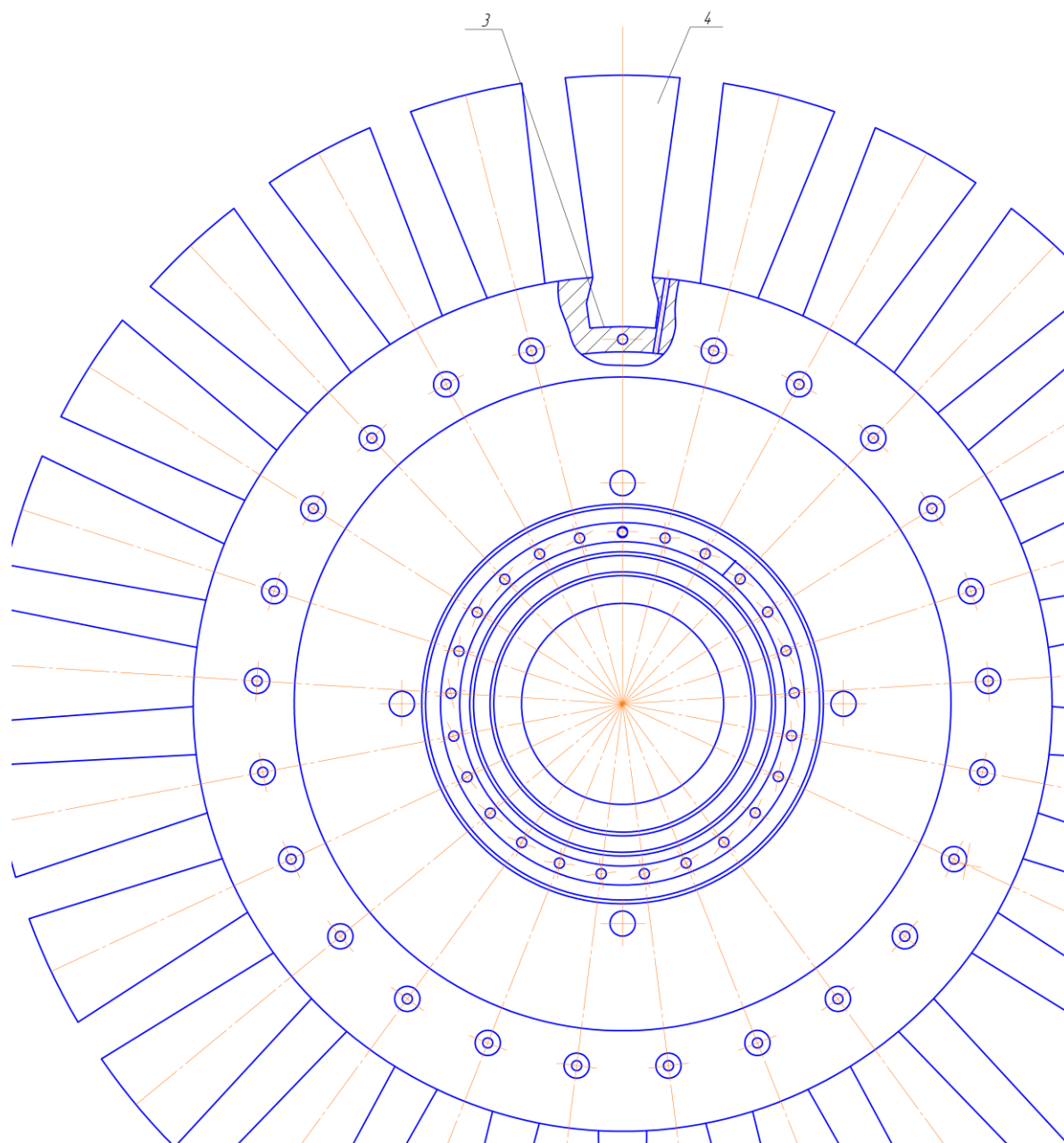


Рис. 5.3. Вид спереди на дискретный абразивный инструмент

сборной конструкции.

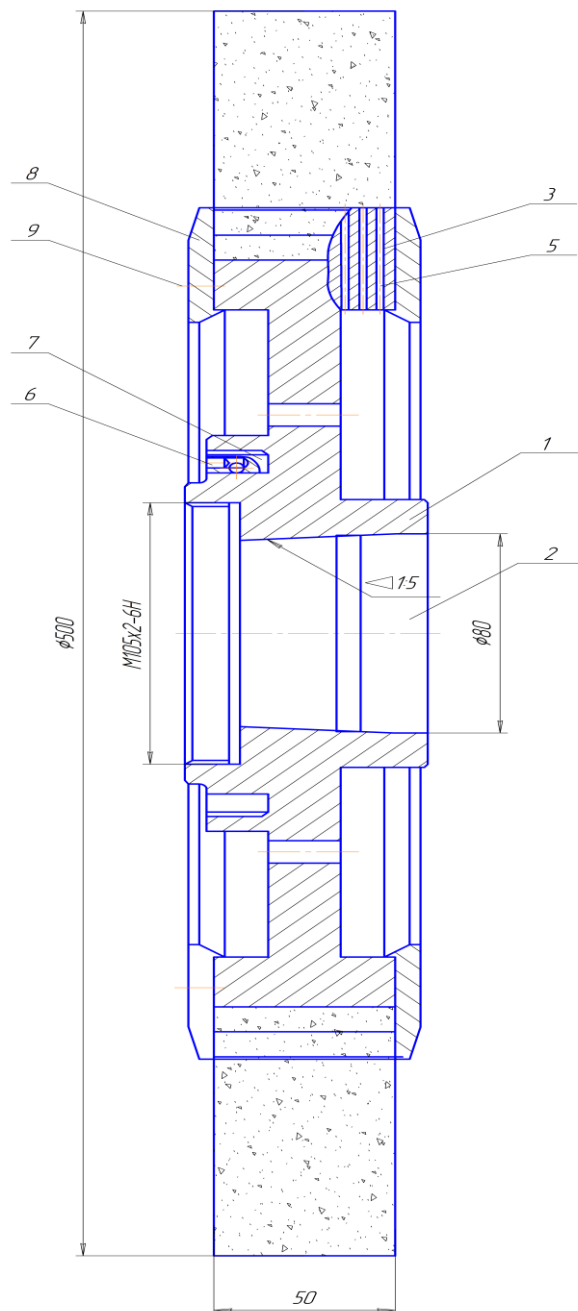


Рис. 5.4. Сечение дискретного абразивного инструмента сборной конструкции, приведенной на рис. 5.3.

Техническая характеристика:

1. Рабочая частота вращения шпинделя не более 1910 мин
2. Характеристика абразива: для чистовой обработки -24А 40-ПС1-С2 6К5.
3. Количество сегментов-25шт.
4. Размер выходной щели устройства для подачи СОЖ в пределах от 2 до 6 мм.
5. Размеры круга: САК 500х50х80х25.
6. Расход СОЖ 12 л/мин.

Технические требования:

1. Боковые и торцевые поверхности сегментов покрыты эпоксидной смолой.
2. Максимальный износ сегментов по высоте 40 мм.
3. Сколы и трещины на сегменте не допускаются.
4. Торцевые биение сегментов не более 0,2 мм.
5. Круг перед установкой на станок испытать на стенде при 1,5-кратном увеличении рабочей частоты вращения в течении 3 минут по ГОСТ 122.001-74
6. Торцевые и радиальные биения всех поверхностей металлической части круга относительно оси вращения не более 0,05 мм.
7. Погрешность расположения абразивных сегментов по окружностям более $\pm 30'$
8. Дисбаланс круга в сборе не более 15 см.г.