

Аннотация

В дипломном проекте предложена технология ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов на базе шлифовально-заточного станка с ЧПУ Walter Helitronic 50 CNC при изготовлении осевого твердосплавного режущего инструмента. Проанализированы существующие технологии и средства технического оснащения для ультразвуковой правки и очистки, показаны их недостатки. Выполнены теоретические и экспериментальные исследования процесса ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов при различных схемах шлифования, в том числе и с применением ультразвуковых колебаний. Спроектированы конструкции ультразвуковых устройств и средства автоматизированного обеспечения для эффективного применения технологии ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов на операциях изготовления режущего инструмента.

Содержание

Аннотация	2
Содержание	3
Введение	6
1. Обзор научно-технической литературы в области правки и очистки шлифовальных кругов	7
1.1 Анализ технологии правки и очистки шлифовальных кругов	7
2. Патентные исследования	10
2.1 Описание устройства, подлежащее изобретению	10
2.2 Определение индекса МКИ	12
2.3 Регламент и глубина поиска	12
2.4. Выбор наиболее близких аналогов	17
3. Разработка и проектирование устройств для ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов при шлифовании и заточки осевого режущего инструмента	18
3.1 Разработка и проектирование конструкции устройств для ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов	
3.2 Разработка и проектирование средств автоматического оснащения ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов	
3.3 Теоретическое исследование взаимосвязи конструктивных параметров устройств правки и очистки с их функциональными показателями	
4. Исследование процесса шлифования с ультразвуковой правкой и очисткой шлифовальных кругов	
4.1. Методика экспериментального исследования	
4.2 Описание системы числового программного управления, контролируемых параметров и методика их измерения	
4.3. Результаты исследования.	
4.3.1 Исследование моментов нагрузки при обычном и ультразвуковом шлифовании	
4.3.2 Исследование микрогеометрии обработанных образцов	
5. Безопасность и экологичность технического объекта	
5.1. Конструктивно-технологическая характеристика объекта	
5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	
5.3. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	
5.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)	
5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	

5.6 Заключение по разделу

б. Экономическая эффективность проекта

а. Калькуляция себестоимости обработки

6.2. Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологии

Список литературы

Введение

Повышение эффективности абразивной обработки является приоритетной задачей современного машиностроения. Особую актуальность эта проблема приобретает в связи с созданием новых комбинированных технологий механической обработки, когда наряду с механическим воздействием на обрабатываемый материал, дополнительно вводится концентрированный поток дополнительной энергии ультразвукового поля. Однако, эффективная реализация таких технологий возможна при решении вопросов установления взаимосвязей между параметрами режима процесса шлифования, условиями применения дополнительной энергии и показателями качества формируемого поверхностного слоя.

Анализ состояния и тенденций развития мирового и отечественного машиностроения показывает, что в условиях острой потребности в интенсификации производительности обработки материалов в машиностроении, в том числе в условиях создания новых труднообрабатываемых кристаллических материалов возникает проблема создания эффективных технологий их механической обработки.

Для интенсификации операции труднообрабатываемых кристаллических материалов в условиях автоматизированного производства актуальна обработка заготовок с заданным уровнем производительности и качества и с максимально обеспечением их стабильности на протяжении периода стойкости шлифовального круга.

В связи с вышеизложенным, цель настоящей работы заключается в повышении эффективности абразивной обработки труднообрабатываемых кристаллических материалов путем направленного воздействия на инструмент и/или технологическую среду дополнительной энергии ультразвуковых колебаний (УЗК) кристаллической микроструктуры обрабатываемого материала.

1. Обзор научно-технической литературы в области правки и очистки шлифовальных кругов

1.1 Анализ технологии правки и очистки шлифовальных кругов

При современных требованиях к качеству изготавливаемой продукции в машиностроении наиболее распространенным методом окончательной обработки деталей является шлифование. В процессе обработки происходит интенсивный сьем металла, что ведет к налипанию (адгезии) металла на абразивные зерна, заполнению отходами шлифования межзернового пространства и пор круга. В связи с этим интенсифицируется термический режим шлифования, возрастают силы резания. Повышение тепловой напряженности процесса приводит к ухудшению физико-механических и эксплуатационных свойств поверхностного слоя обработанных деталей. Производительность обработки, шероховатость и стойкость инструмента при шлифовании «засаленным» кругом снижаются. Для улучшения показателей процесса и восстановления режущих свойств круга, последний подвергают правке алмазным инструментом, снижая тем самым производительность и повышая себестоимость обработки. В то же время «засаливание» круга можно предотвратить, очищая его рабочую поверхность непрерывно в процессе шлифования с помощью энергии ультразвуковых колебаний.

Представляет интерес УЗО на операциях шлифования керамических деталей. Так как керамика обладает повышенными твердостью и хрупкостью, обработка их возможна только с применением алмазного инструмента. Например, на Горьковском заводе «Орбита» керамические резисторы шлифуются на бесцентрошлифовальном станке модели 3Г182 блоком из четырех алмазных кругов АПП 25x125-5 с характеристиками АСВ100/80М100; АСВ63/50М100; АСВ63/50М100; АСВ63/40М100. Круги с различной зернистостью (в сторону уменьшения по мере выхода

заготовок из зоны обработки) позволяют совместить предварительную и окончательную операции алмазного шлифования. Однако, круги с мелкой зернистостью имеют большую тенденцию к засаливанию, что существенно снижает их работоспособность. С целью устранения этого явления на операции был предложен способ УЗО, производственные испытания которого подтвердили положительный эффект от его применения: установлено, что шлифовальный блок после электроискровой правки работала в течение 10 часов с УЗО без дополнительной правки рабочей поверхности кругов, в то время как при обычном алмазном шлифовании на данной операции всегда необходимо производить несколько дополнительных правок по причине выхода шероховатости за допустимые пределы. Внедрение устройства для УЗО алмазных кругов позволило повысить удельный сьем металла в 2 раза, снизить удельный расход алмаза и шероховатость обработки на 50%. В итоге, представляется возможность устранить операцию полирования деталей в существующем технологическом процессе.

Образование прижогов является одним из распространенных дефектов обработки шлифованием. При этом в поверхностном слое деталей происходят структурные изменения, и образуется вторично-закаленный слой. Это явление обусловлено ростом контактных температур в зоне резания. Исследование остаточных напряжений первого рода показывает, что с появлением прижогов возрастают значения и глубина распространения растягивающих напряжений, что, в свою очередь, ведет к снижению качества обработки, может послужить причиной появления послеоперационных дефектов и привести к сокращению срока службы деталей машин. Изучение качества поверхностного слоя деталей при плоском шлифовании пуансонов матриц перфорирующих устройств, изготовленных из закаленной стали У8А, показало, что обработка с УЗО круга практически не вызывает структурных изменений в поверхностном слое деталей, снижая их уровень деформаций и благоприятным образом сказывается на износостойкости и долговечности

пуансонов. Внедрение УЗО проводилось в условиях Вильнюсского завода счетных машин на станке модели 3Г71М при режимах шлифования: $V_k=25\text{ м/с}$; $V_u=3\text{ м/мин}$; $t=0,01\text{ мм/дв.х.}$; СОЖ – 1,5% раствор масла в воде. Амплитуда колебаний рабочего торца волновода устройства $A=15\text{ мкм}$; частота колебаний $f=22\text{ кГц}$. В качестве инструмента использовались абразивные круги с характеристикой 24A25СМ17К5. В результате производственных испытаний удалось установить, что штучно-калькуляционное время снижается на 1%, стойкость абразивных кругов повышается в 1,2 раза, расход правящего инструмента уменьшается на 5%, средняя высота микронеровностей обработанной поверхности снижается в 1,5-2 раза.

2. Патентные исследования

2.1 Описание устройства, подлежащее изобретению

Устройство содержит ультразвуковую головку 1, которая с помощью кронштейна 6 присоединяется к суппорту 4. Суппорт через основание 8 крепится на шпиндельном узле станка. В корпусе головки смонтирована колебательная система – двухстержневой магнестрикционный преобразователь ультразвуковых колебаний 2, состоящий из пакета пластин, выполненных из пермендюра ЭП – 207 толщиной 0,2 мм. Ступенчатый концентратор 5, припаянный к преобразователю 2, служит для усиления амплитуды механических колебаний и передачи их в зону очистки. Болты 7 предназначены для обеспечения заданной параллельности рабочего торца концентратора относительно образующей поверхности круга.

Устройство работает следующим образом.: установка требуемой величины рабочего зазора между кругом и концентратором ($\delta=0,1\dots0,3$ мм) производится с помощью маховика, перемещающего ползун 3 вместе с головкой.

Питание магнестрикционного преобразователя осуществляется от ультразвукового генератора УЗГ-2-10. В качестве кавитационной среды используется смазочно-охлаждающая жидкость (1,5%-ная эмульсия). Этой же жидкостью охлаждается колебательная система установки. Той части СОЖ, которая попадает между рабочим торцом концентратора и шлифовальным кругом, сообщаются ультразвуковые колебания в резонансном режиме, что обеспечивает кавитацию жидкости на поверхности круга и его эффективную очистку. СОЖ подается в зазор при помощи сопла 9.

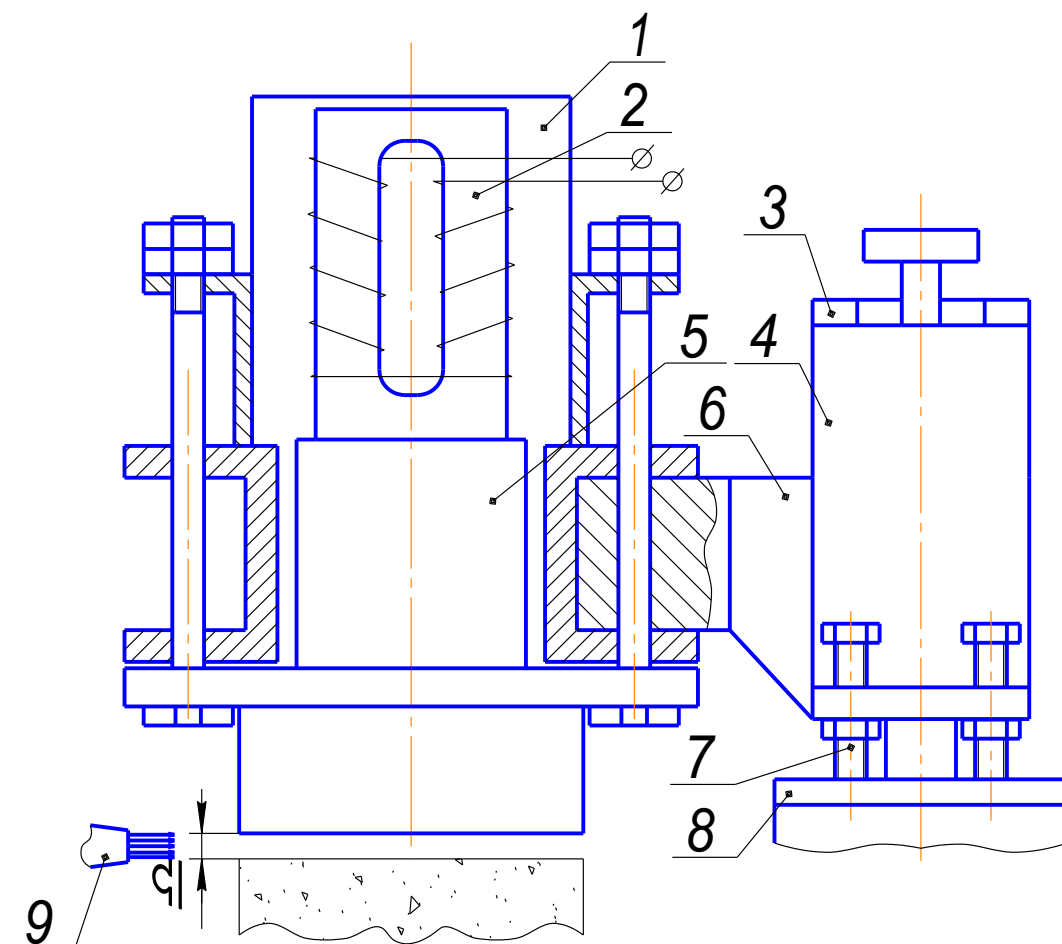


Рисунок 2.1 Схема устройства для очистки шлифовального круга
 1 – ультразвуковая головка; 2 – магнитострикционный преобразователь; 3 – ползун; 4 – суппорт; 5 – концентратор; 6 – кронштейн;
 7 – болт; 8 – основание; 9 – сопло

В качестве недостатка этого устройства можно отметить, что подача жидкости в рабочий зазор и на поверхность круга осуществляется с помощью сопла, что приводит к растеканию значительного количества жидкости в окружающее пространство, периодическая регулировка болтами осуществляется без оперативной связи и изменяющимися условиями очистки.

Целью усовершенствования описанного устройства является повышение эффективности очистки путем стабилизации давления жидкости в рабочем торце и автоматизация регулирования величины зазора от изменяющихся условий очистки, по мере износа шлифовального круга.

2.2 Определение индекса МКИ

Индекс МКИ определяем по классификатору. В т. 9 классификатора («Введение в МКИ. Перечень основных групп». 3 редакция) определяем раздел – В Различные технологические процессы;

класс – В08 Чистка; В24 Шлифование; подкласс – В08В Способ и устройства общего назначения для чистки и предотвращения загрязнения; В24В Станки, устройства и способы для шлифования и полирования, правка шлифующих поверхностей или придание им требуемого вида;

группа – В08В3/00 Чистка с использованием жидкости или пара; В24В53/00 Устройства или средства для правки шлифующих поверхностей; В24В55/00 Предохранительные устройства для шлифовальных или полировальных станков; вспомогательные устройства для сохранения инструмента или деталей шлифовальных и полировальных станков в хорошем состоянии;

подгруппа – В08В3/12 Чистка с использованием звуковых или ультразвуковых колебаний; В24В53/007 Чистка шлифовальных кругов; В04В53/04 Устройства и приспособления для правки шлифующих поверхностей или придания им требуемого вида цилиндрических или конических поверхностей абразивного инструмента или кругов; В24В55/02 Устройства для охлаждения шлифующих поверхностей.

Таким образом, индекс МКИ исследуемого устройства: МКИ³В08В3/12; МКИ³В24В53/007; МКИ³В24В53/04; МКИ³В24В55/02.

Индекс УДК определяем по Указателю к УДК:

621 Общее машиностроение...механическая технология.

621.92 Шлифование и подобные процессы. Абразивные материалы. Шлифовальные станки.

2.3 Регламент и глубина поиска

Объект: устройство для очистки шлифовального круга.

Индекс: МКИ³В08В3/12; МКИ³В24В53/007; МКИ³В24В53/04; МКИ³В24В55/02; МКИ³В24В55/00.

УДК 621.92.

Ретроспективность: 17 лет.

Ретроспективность (глубину) поиска установим следующим образом. Применение ультразвука для очистки поверхностей и изделий начало осуществляться с начала 60-х годов.

Поиск проводим по ведущим странам – СССР, ФРГ, Великобритания, Франция, США, Япония.

Источники информации, принятые во внимание, представлены в таблице 2.1.

Источники информации

Таблица 2.1

Название источника	Страна	Местонахождение
Описания к авторским свидетельствам и патентам	СССР	Патентная библиотека
Бюллетень: «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки»	СССР	Патентная библиотека
Бюллетень: «Изобретения в СССР и за рубежом»	СССР, ФРГ, Великобритания, США, Франция, Япония	Патентная библиотека
Реферативный журнал «Станки и инструмент. Резание металлов»	СССР	Техническая библиотека
Журналы «Машиностроитель», «Станки и инструмент»	СССР	Техническая библиотека

Перечень просмотренных материалов по патентной литературе, научно-технической литературе, авторские свидетельства и статьи в журналах представлены в таблицах 2.2, 2.3, 2.4, 2.5.

Патентная литература.

Таблица 2.2

Страна	Вид источника	Индекс МКИ	Период	№
СССР	Описания к авторским свидетельствам	V08B3/00 B24B53/00 B24B55/00	1970- 1987	363546- 1094638
СССР	Бюллетень «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки»	V08B3/00 B24B	1970- 1987	358647- 1097523
ФРГ	Сб. «Изобретения в СССР и за рубежом»	V08B3/00 B24B	1970- 1987	
Великобритания	Сб. «Изобретения в СССР и за рубежом»	V08B3/00 B24B	1970- 1987	
США	Сб. «Изобретения в СССР и за рубежом»	V08B3/00 B24B	1970- 1987	
Франция	Сб. «Изобретения в СССР и за рубежом»	V08B3/00 B24B	1970- 1987	
Япония	Сб. «Изобретения в СССР и за рубежом»	V08B3/00 B24B	1970- 1987	

Научно-техническая литература.

Таблица 2.3

Наименование	Индекс УДК	Период	№
Реферативный журнал «Резание металлов. Станки и инструмент»	621.92	1970-1987	1-12
Журнал «Машиностроитель»	621.92	1970-1987	1-12
Журнал «Станки и инструмент»	621.92	1970-1987	1-12

Описания к авторским свидетельствам и патентам

Таблица 2.4

Страна	Индекс	№ документа	Заявитель	Изобретатель	Дата		Название
					Приоритета	Публикации	
1	2	3	4	5	6	7	8
СССР	B24B55/00	363576	КАИ	Иткин и др.	07.12.70	10.06.72	Устройство для УЗО шлифовального круга
СССР	B24B53/22	952537	ТПИ	Резников и др.	30.05.80		Устройство для восстановления режущей способности шлифовального круга
СССР	B24B55/02	990485	Ул. ПИ	Худобин и др.	3.09.81		Устройство для очистки шлифовального круга жидкостью
СССР	B24B55/00	1298055	ТПИ	Мурашкин и др.	8.10.85	16.04.87	Устройство для УЗО шлифовального круга
СССР	B24B55/00	Заявка 4160427/08- 171886	ТПИ	Ковалев и др.	22.12.86		Устройство для очистки шлифовального круга

Журнальные статьи

Таблица 2.5

Страна	Индекс	Название журнала	Год, №	Автор статьи	Название статьи
СССР	УДК 621.922.025. 029: 621.7.022.6	«Машиностроитель»	1976, №12	В.И. Пилинский, Б.В. Берляев, Б.С. Евмененко, Б.М. Левин, В.А. Сандлер	Эффективность ультразвуковой очистки абразивных кругов
СССР	УДК [621.923+ 621.9.048.6]: 621.9.079	«Станки и инструменты»	1981, №3	Л.В. Худобин, Е.С. Киселев, С.А. Кобелев	Совмещенное шлифование с наложением ультразвуковых колебаний на СОЖ

2.4. Выбор наиболее близких аналогов.

После просмотра материалов в качестве аналогов для дальнейшего исследования выбраны аналоги представленные в Приложении.

Рассмотренные устройства содержат волновод ультразвуковых колебаний, магнитострикционный преобразователь и подвод рабочей жидкости в зазор между волноводом и шлифовальным кругом, механизм регулировки величины зазора.

В аналогах можно отметить следующие недостатки. Во-первых, в устройствах не обеспечивается стабилизация давления жидкости в рабочем зазоре, что отрицательно сказывается на эффективности очистки. Во-вторых, практически во всех устройствах необходимо вручную производить регулировку зазора между волноводом и шлифовальным кругом.

Однако, при этом из всех рассмотренных аналогов наиболее удовлетворяющим поставленной цели представляется устройство, представленное на рис. 2.2 (патент № RU2387532C1). Его и принимаем в качестве прототипа усовершенствованного устройства.

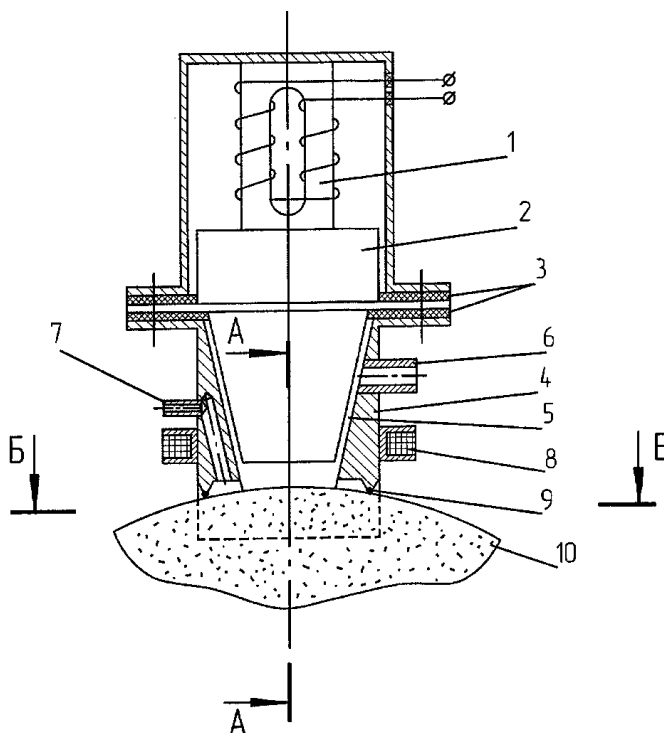


Рис. 2.2 Устройство для ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов (патент № RU2387532C1)

3. Разработка и проектирование устройств для ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов при шлифовании и заточки осевого режущего инструмента

3.1 Разработка и проектирование конструкции устройств для ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов

Разработанные ранее устройства ультразвуковой очистки шлифовального круга имели ручную настройку, то есть зазор между шлифовальным кругом и концентратором ультразвуковых колебаний регулировался и поддерживался вручную. По мере износа шлифовального круга увеличивается, что приводит к снижению эффективности очистки.

Для устойчивой работы устройств ультразвуковой очистки необходимо применить новейшие достижения науки и техники для автоматического регулирования зазора между концентратором ультразвуковых колебаний и шлифовальным кругом. Рассмотрим один из методов – метод гидростатического эффекта, который применяется в работе гидростатических подшипников скольжения. Идея состоит в том, что за счет давления жидкости поддерживать зазор постоянным независимо от величины износа шлифовального круга. Из этого следует, что концентратор ультразвуковых колебаний должен свободно перемещаться к центру шлифовального круга, но в то же время необходимо предусмотреть предохранительные меры, то есть в случае падения давления жидкости до величины меньшей давления необходимого для создания зазора между концентратором и шлифовальным кругом, концентратор войдет в контакт со шлифовальным кругом, что приведет к выходу из строя устройства для ультразвуковой очистки шлифовального круга. В конструкции необходимо предусмотреть отвод концентратора от шлифовального круга при отключении станка или прекращении подачи жидкости в зазор между шлифовальным кругом и концентратором, а также ручной подвод и отвод концентратора к

шлифовальному кругу. Необходимо предусмотреть охлаждение магнестрикционного преобразователя, при помощи которого происходит преобразование электрических колебаний в механические.

Исходя из этих соображений и используя конструкторские решения в ранее разработанных устройствах для ультразвуковой очистки шлифовальных кругов, разрабатываем схему устройства.

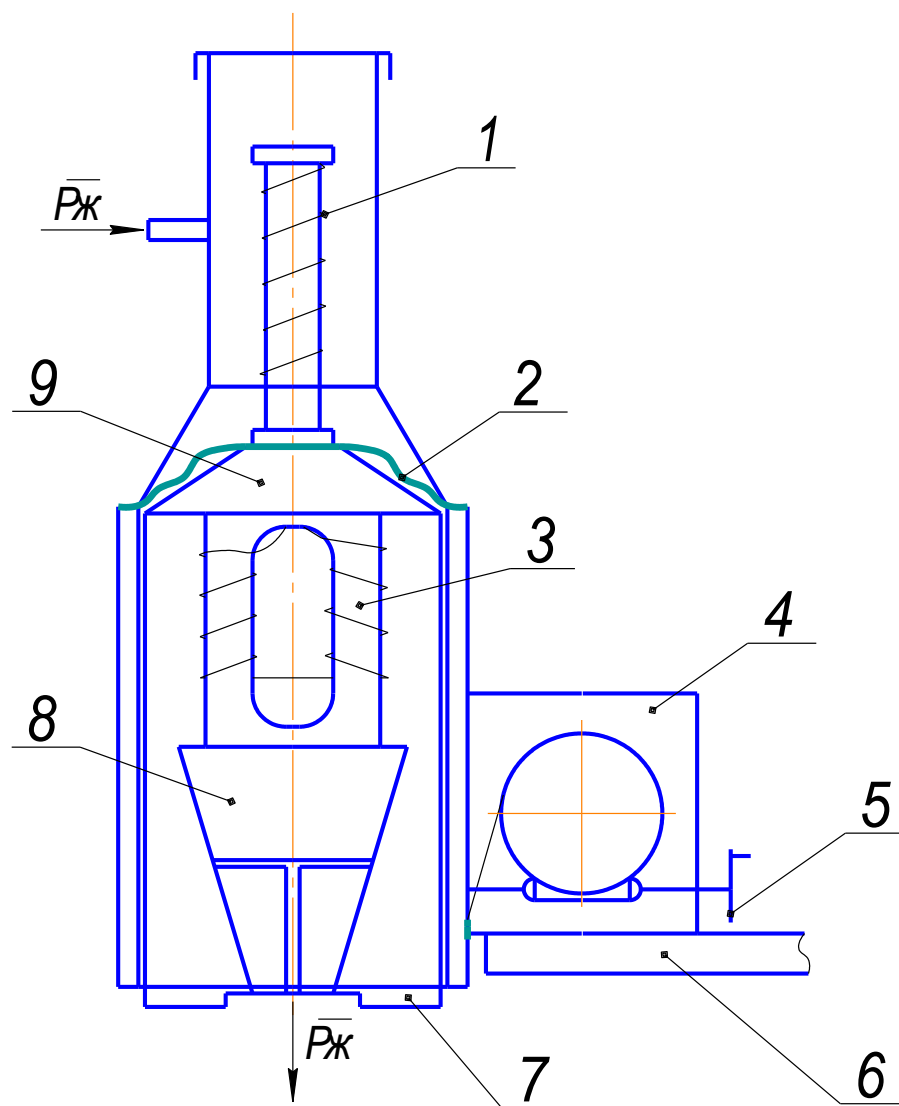


Рис. 3.1 Схема устройства для ультразвуковой очистки шлифовального круга. 1 – пружина сжатия; 2 – резиноканевая диафрагма; 3 – магнестрикционный преобразователь; 4 – привод перемещения; 5 – рукоятка для ручного перемещения; 6 – установочная опора; 7 – гидростатический подпятник; 8 – волновод; 9 – подвижная часть устройства

Расчет и проектирование ультразвуковых головок.

В качестве преобразователя ультразвуковых колебаний в устройстве применяем двухстержневой магнитострикционный преобразователь, имеющий замкнутую магнитную цепь с размерами сечения пакета 60х60 мм. Пакет состоит из пластин кобальтово-ванадиева сплава К49Ф2 (пермендюр). Потребляемая мощность 2,5 кВт. Характеристика магнитострикционного преобразователя: частота ультразвуковых колебаний $f=22$ кГц; удельная интенсивность ультразвуковых колебаний $J=40\div60$ Вт/см². На рис. 3.2 приведена типовая конструкция магнитострикционного преобразователя.

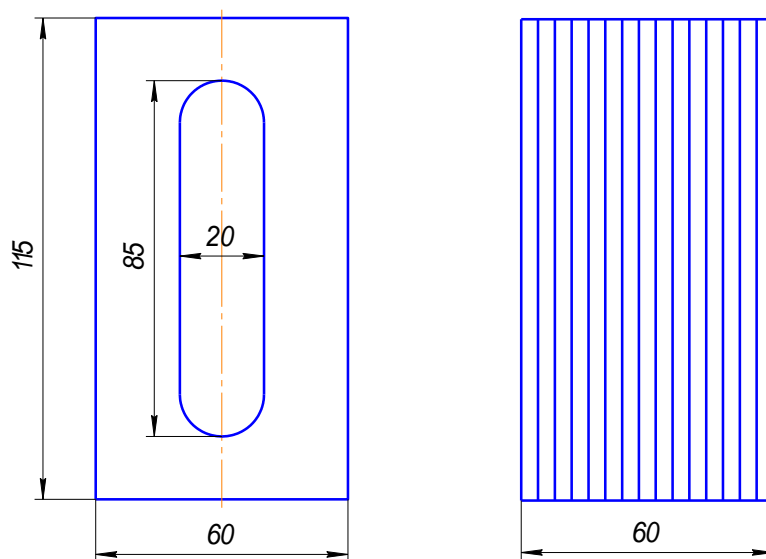


Рис 3.2 Магнитострикционный преобразователь

В качестве ультразвукового волновода для трансформации ультразвуковой энергии в технологическую зону правки и очистки принимаем концентратор конического типа, с максимальным значением коэффициента усиления $K_{\text{max.кон.}}=4\div6$. Рассчитаем основные размеры концентратора:

1) Резонансная длина концентратора:

$$l_p = \frac{C}{2f}, \quad (3.1)$$

где $C=5,1 \cdot 10^5$ см/с – скорость продольных волн для стали;

$f=22$ кГц – резонансная частота.

$$l_p = \frac{5,1 \cdot 10^5}{2 \cdot 22 \cdot 10^3} = 116 \text{ мм};$$

2) Коэффициент усиления амплитуды:

$$K = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2, \quad (3.2)$$

где D_1 и D_2 – диаметры входного и выходного торцов концентратора.

Из условия, что $D_2=B=40$ мм – ширина шлифовального круга, а $K_{\text{max.кон.}}=6$, получаем

$$D_1 = D_2 \sqrt{K_{\text{max.кон.}}} = 40\sqrt{6} = 98 \text{ мм};$$

3) Амплитуда колебаний $2A=20\dots30$ мкм;

4) Материал концентратора – сталь 40Х.

В концентраторе необходимо предусмотреть отверстия для подвода жидкости в карман гидростатического подпятника, а также посадочное место для жесткого крепления магнитострикционного преобразователя в узле скорости. Спроектированная конструкция ультразвукового волновода приведена на рис. 3.3. Для закрепления и установки колебательной системы в устройстве проектируем опору в виде втулки с посадочными местами для концентраторами (рис. 3.4). В стенках втулки необходимо предусмотреть отверстия для подвода жидкости к концентратору. Материал втулки – сталь 45.

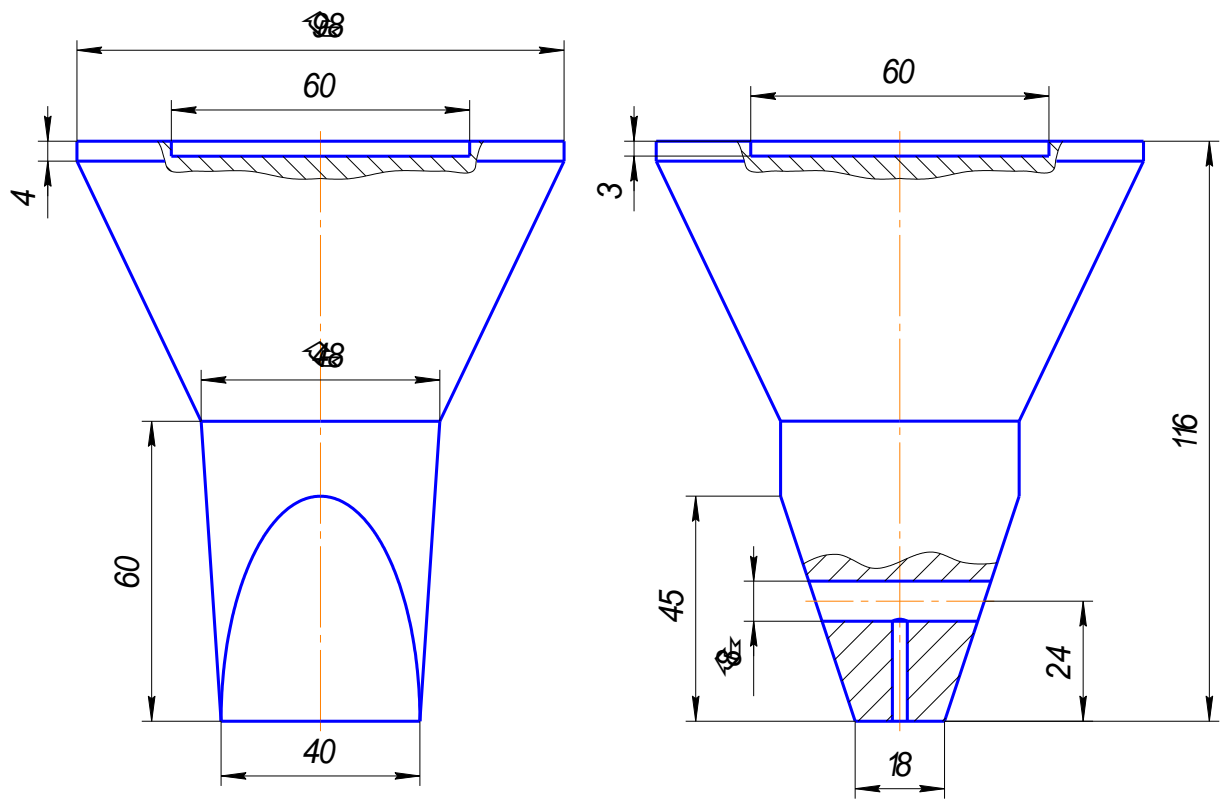


Рис. 3.3 Конструкция ультразвукового волновода

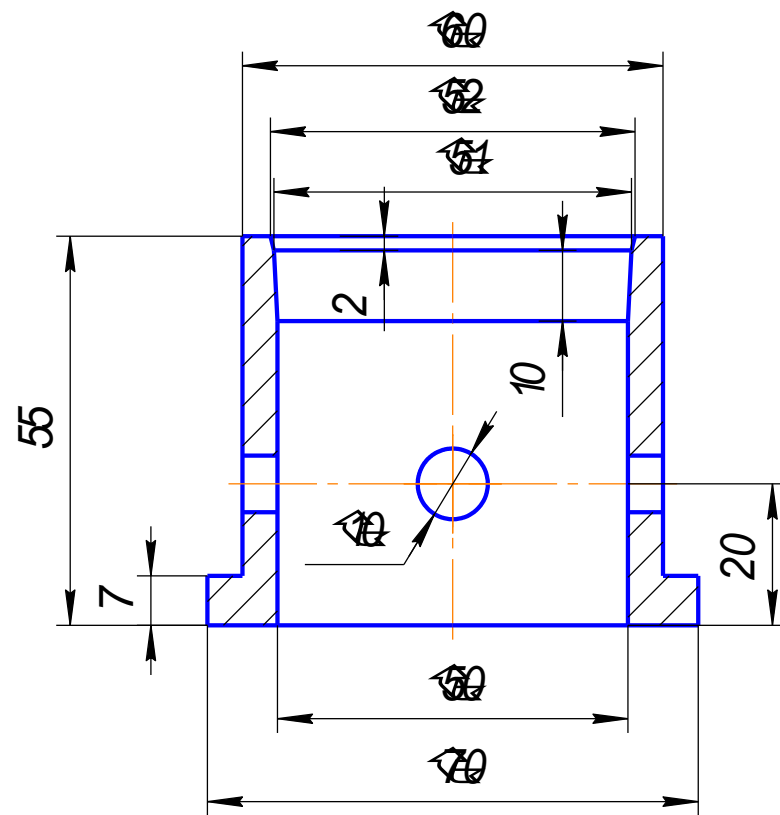


Рис. 3.4 Втулка крепежная

Магнитострикционный преобразователь и концентратор помещаем в стакан (рис. 3.5), состоящего из основной цилиндрической части в виде трубы из стали 20 размерами 120x112x206 и нижней и верхней части выполненных в виде колец. К нижней части крепится гидростатический подпятник, а к верхней части крышка подвижной части устройства.

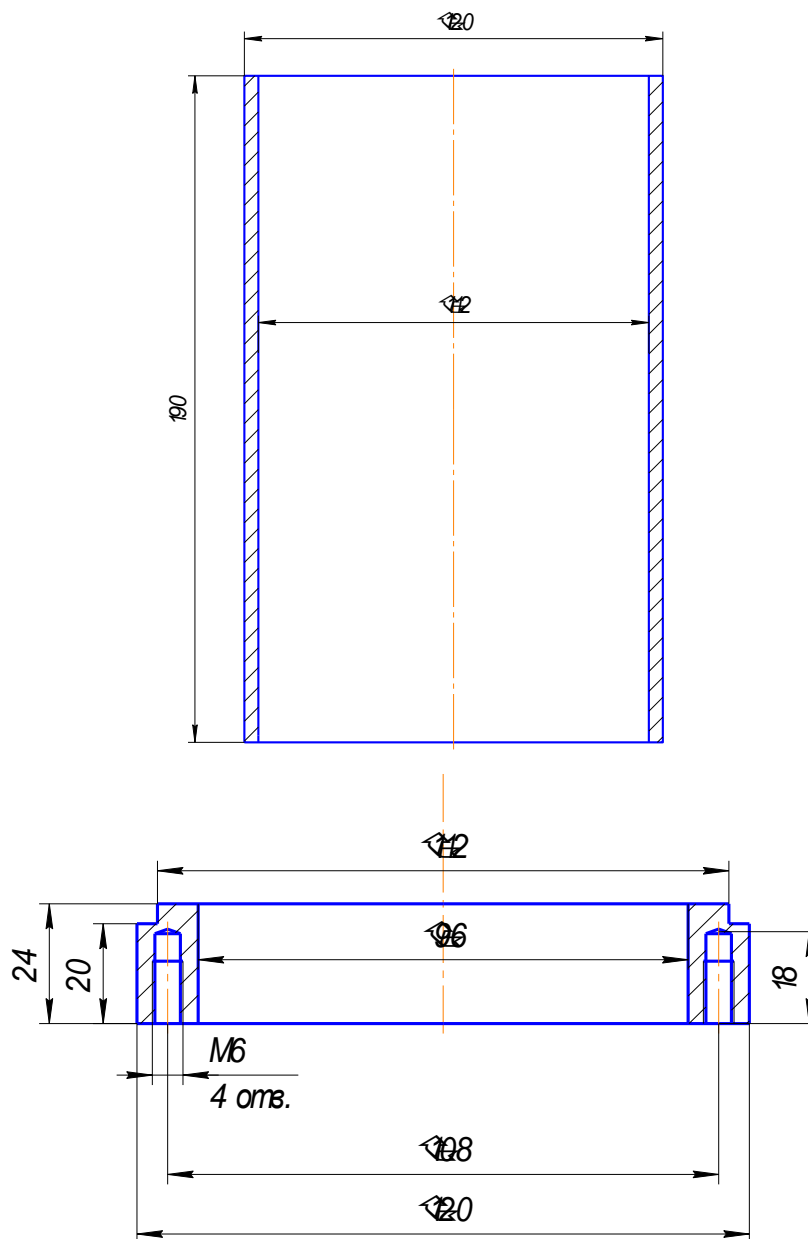


Рис. 3.5 Комплектующие стакана

Проектируем крышку подвижной части устройства, на которой крепится диафрагма и направляющая пружины сжатия. Материал крышки – сталь 20. Проектный эскиз крышки приведен на рис. 3.6

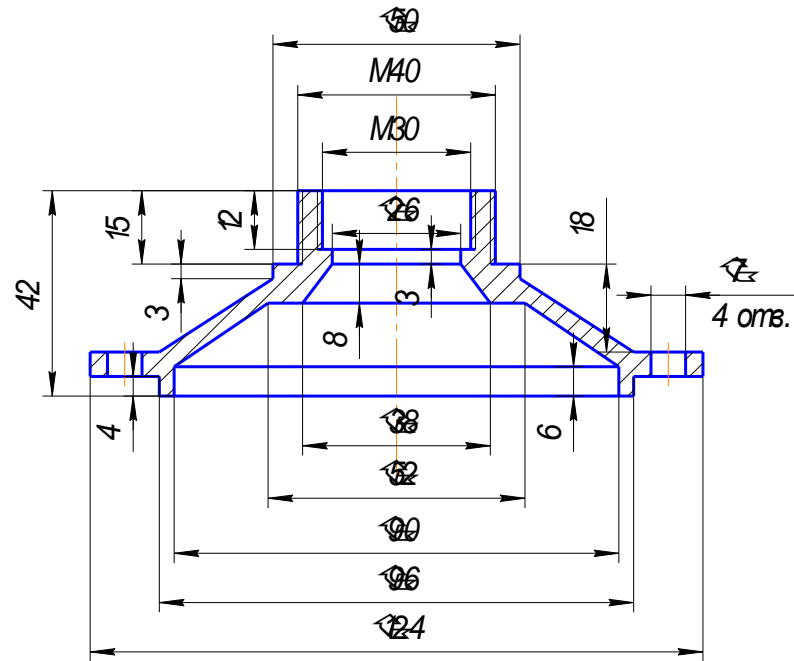


Рис. 3.6 Эскиз крышки

Для фиксации магнитострикционного преобразователя с концентратором от вертикального перемещения применяем металлический круг с сегментными отверстиями для прохода жидкости к гидростатическому подпятнику с резиновой прокладкой. Материал круга – сталь 20 (рис. 3.7).

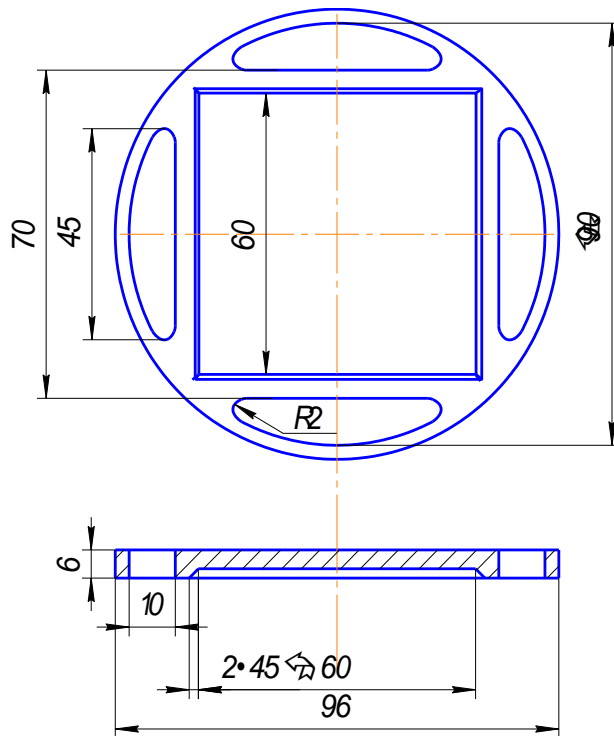


Рис. 3.7 Гидростатический подпятник

Для осуществления действия пружины сжатия на подвижную часть устройства необходимо осуществить связь между пружиной и подвижной частью устройства. Эту связь осуществляем при помощи стальной трубки, нижний конец которой крепится на крышке подвижной части устройства (рис. 3.8). Трубка является и направляющей для пружины сжатия. Пружина сжатия в свою очередь связана с верхней частью направляющей трубки. Еще одним назначением трубки является подача жидкости в подвижную часть устройства. Материал направляющей трубки – сталь 20.

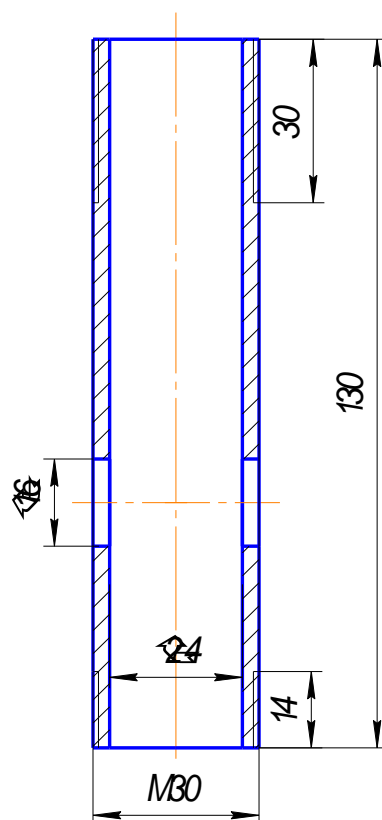


Рис. 3.8 Фиксирующая трубка

Для возможности регулировки усилия пружины сжатия на верхнем конце направляющей трубки применяем резьбовое соединение. В качестве регулятора две гайки М30. Материал гаек – сталь 20.

3.2 Разработка и проектирование средств автоматического оснащения ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов

Для реализации технологий ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов в автоматическом режиме на шлифовально-заточном станке с ЧПУ Walter Helitronic 50 CNC требуется разработать автоматизированные системы подачи ультразвуковых головок к рабочей поверхности шлифовальных кругов. Причем управление всей системой должно быть интегрировано в стойку ЧПУ. На рис. 3.9 приведена принципиальная схема автоматизированного модуля для реализации ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов. Модуль может комплектоваться тремя электроприводами линейного позиционирования, комплектом ультразвуковых колебательных систем, механизмами фиксации и регулирования рабочих движений. Для управления работой модуля используется собственная система ЧПУ, либо система ЧПУ станка.

Процесс УЗП предназначен для восстановления геометрической формы профиля шлифовального круга и поддержания на заданном уровне режущей способности круга независимо от степени износа «заглаживания» рабочей поверхности правящего инструмента (ПИ). Для осуществления процесса правки устройство содержит правящий алмазный инструмент, работающий в зоне правки с частотой ультразвуковых амплитудных колебаний.

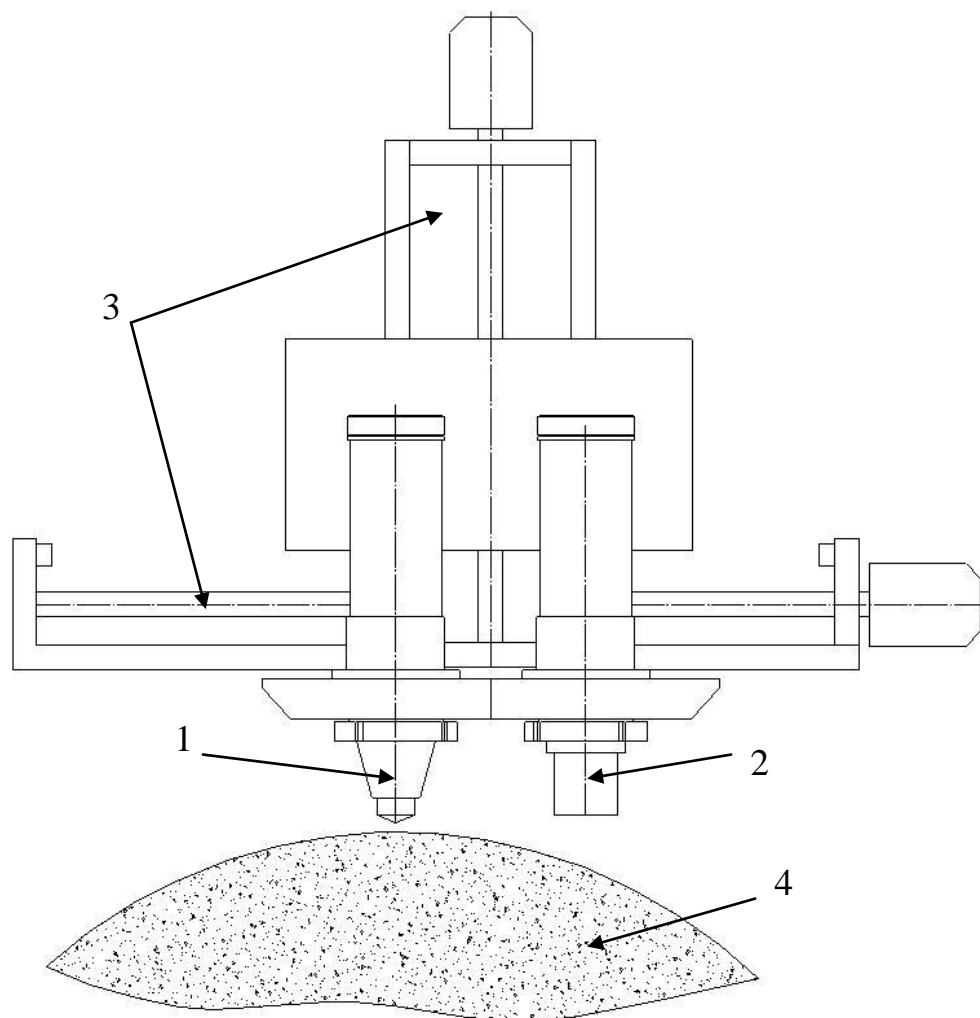


Рис. 3.9. Принципиальная схема автоматизированного многофункционального модуля для ультразвуковой правки и очистки:

1 – устройство ультразвуковой правки; 2 – устройство ультразвуковой очистки; 3 – устройства приводной части; 4 – шлифовальный круг.

Представленный на рис. 3.9. автоматизированный модуль оснащен двумя линейными приводами. Один обеспечивает подачу ультразвуковых головок к поверхности шлифовального круга в автоматическом режиме по управляющей программе. Второй привод непосредственно осуществляет последовательный цикл ультразвуковой правки и очистки шлифовального круга.

Основу комплекта модуля составляют спроектированные ультразвуковые головки. Ультразвуковая головка (рис. 3.10) включает акустическую систему, состоящую из магнитострикционного преобразователя 1 с электрической обмоткой. Преобразователь 1 соединен

через переходник 3 с одноволновым экспоненциальным концентратором 2, который служит для передачи энергии ультразвуковых колебаний. Акустическая система размещена в полom составном герметизируемом корпусе 4. Концы обмотки преобразователя 1 выведены из корпуса 3 через герметизированный разборный цоколь 5. Обмотка преобразователя соединена с выходом генератора проводом сечением не менее $2,5 \text{ мм}^2$.

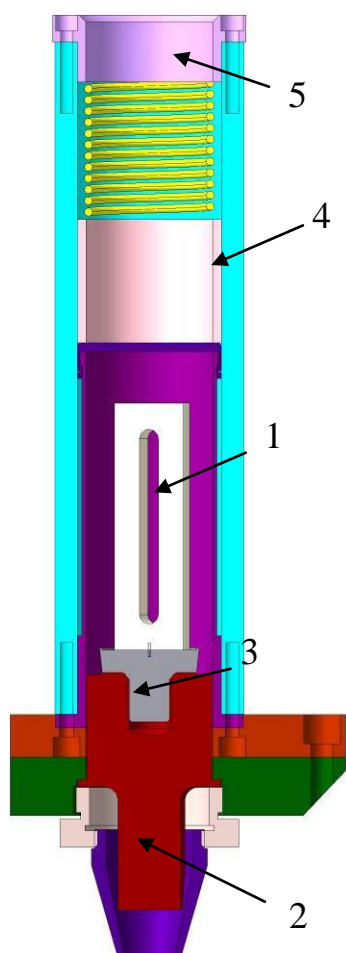


Рис. 3.10. Головка
ультразвуковая

Блок-контакты датчика давления соединены проводом сечением 1 мм^2 с соответствующими клеммами блока управления генератора. Ультразвуковая головка рассчитана для работы с ультразвуковым генератором мод. ОТМП-У-1/22, изготовленного для эксплуатации модуля.

При включении ультразвукового генератора к обмотке магнитострикционного преобразователя ультразвуковой головки возбуждают колебания ультразвуковой частоты (около 22 кГц), которые в форме продольной волны напряжения и деформации передаются на концентратор. При этом продольная волна приводит в колебательное движение выходной торец концентратора с

увеличенной амплитудой. Акустическая система настроена на резонанс колебаний. Жидкость из полости корпуса ультразвуковой головки после охлаждения акустической системы поступает в зазор, образуемый

между поверхностью шлифовального круга и торцом концентратора. Под действием колебаний торца концентратора жидкость в зазоре интенсивно кавитирует, за счет чего осуществляют очистку (разрушение налипающего на зерна круга металла, выбивание стружки из межзеренного пространства) и кавитационно-эрозионную микроправку круга (микроскалывание, заострение затупившихся вершин зерен).

Для решения вопросов автоматизации работы устройства ультразвуковой правки, очистки абразивного инструмента предложено использовать в качестве узлов подачи линейные шарико-винтовые приводы с программным управлением позиционированием рабочего органа. По исполнению каждый линейный привод (рис. 3.11) имеет шаговый электродвигатель постоянного тока 1 вал которого посредством муфты 2 соединен в валом шарико-винтовой пары 6. Вал 6 жестко установлен на опорах качения в корпусе привода 3, на котором также установлены направляющие скольжения 4.

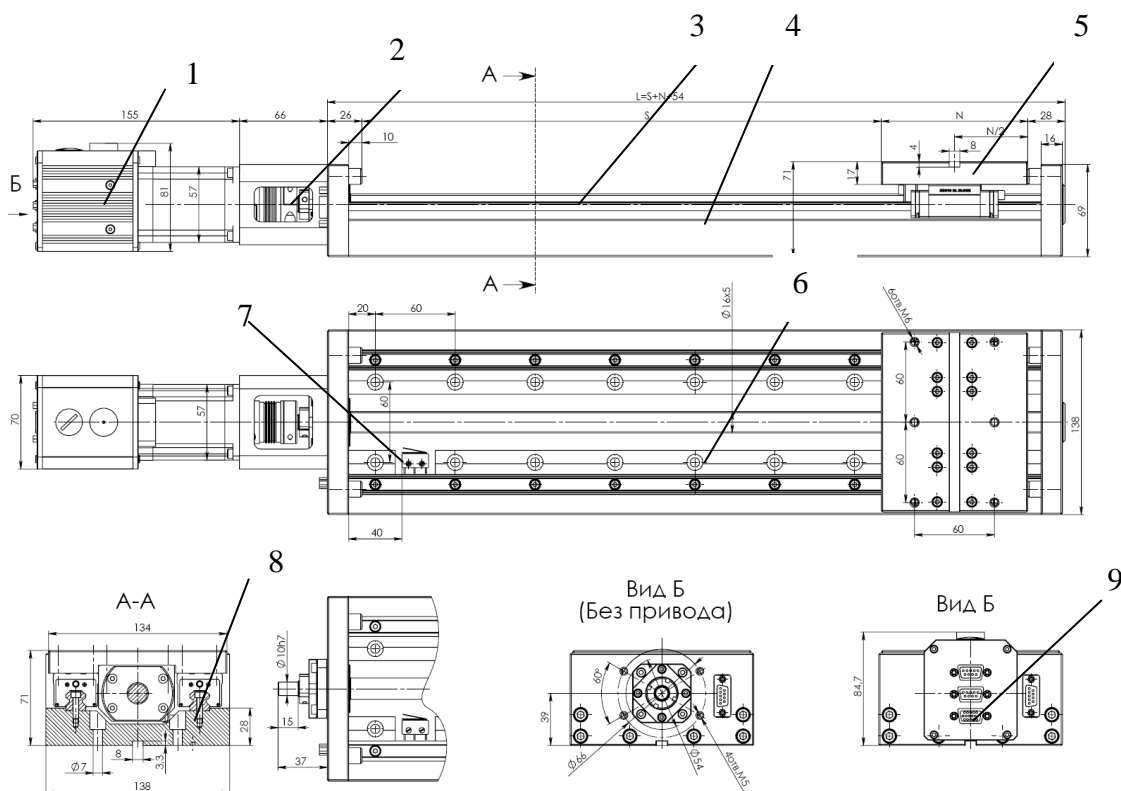


Рис. 3.11. Общий вид программируемого линейного привода

Направляющие 4 служат для обеспечения прямолинейного движения каретки привода 5, для ограничения предельного хода которой служат концевые выключатели 7. Исполнительные устройства крепятся непосредственно к внешней плите 8, установленной на каретке 5. Подключение питания и внешнего интерфейса к двигателю 1 привода осуществляется посредством панели контактных разъемов 9.

В зависимости от способа компоновки исполнительных устройств правки и очистки на станке возможно применение одновременно нескольких линейных приводов в одном устройстве (рис. 3.12).

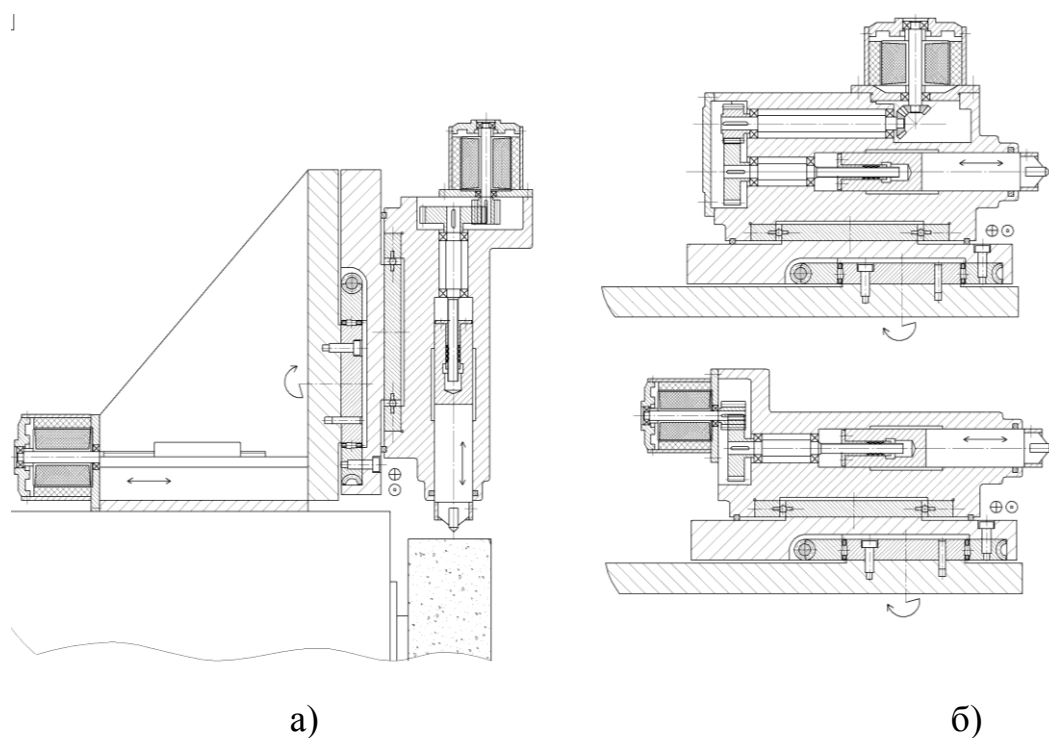


Рис. 3.12. Вариантность компоновочных решений устройств очистки и правки

3.3 Теоретическое исследование взаимосвязи конструктивных параметров устройств правки и очистки с их функциональными показателями

Определим расход жидкости через поры шлифовального круга по формуле [9]:

$$Q_{II} = W_{\phi} \cdot F_{\phi}, \quad (3.1)$$

где Q_{II} - расход жидкости через поры шлифовального круга; $W_{\phi} = W_{II} \cdot II$ - скорость фильтрации жидкости через пористый материал;

где $W_{II} = \sqrt{\frac{(p_{вх} - p_{вых}) \cdot 2d_{II}}{l \cdot \xi \cdot \rho}}$, скорость движения жидкости в порах ($p_{вх}$ - давление жидкости на входе в пористый материал; $p_{вых}$ - давление жидкости на выходе из пористого материала)

Принимаем $p_{вых} = 1,033 \text{ кг/см}^2$ - атмосферное давление [6], так как рабочая жидкость выходит из пористого материала в зону, где действует атмосферное давление, и, если давление на выходе будет меньше атмосферного, то течение жидкости через поры прекратится. $d_{II} = \frac{2}{3} \cdot \frac{II}{1 - II} \cdot d_4$ - диаметр пор идеальной пористой среды [9]. $II = 0,4$ - пористость материала с $d_4 = 650-5500 \text{ мкм}$ - размер твердых частиц материала [9]; $l = 20 \text{ мм} = 2 \text{ см}$ - толщина пористого материала, на которую происходит фильтрация жидкости; $\xi = \varphi_{\phi} \cdot \xi_{d_{сф}}$ - коэффициент гидравлического сопротивления пористого материала [9]; $\varphi_{\phi} = 3,54$ - коэффициент формы твердых частиц пористого материала [9]; $\xi_{d_{сф}} = \frac{62}{Re_d^{0,5}}$ - коэффициент гидравлического сопротивления пористого материала со сферическими твердыми частицами, стр. 115 [9]; при $Re_d = 110$ - число Рейнольдса (изменяется от 14 до 240)

$$\xi_{d_{сф}} = \frac{62}{110^{0,5}} = 6.$$

$\rho = 998,2 \text{ кг/м}^3 = 0,9982 \cdot 10^{-3} \text{ кг/см}^3$ - плотность рабочей жидкости (воды) при температуре 20°C [6]; $F_{\phi} = A_D = 46,396 \text{ см}^2$ - полная действительная

площадь опорной поверхности подпятника или площадь поверхности, на которой происходит фильтрации.

$$\text{Тогда } d_{II} = \frac{2}{3} \cdot \frac{0,4}{1-0,4} \cdot 800 = 0,36 \text{ мм} = 0,036 \text{ см};$$

$$\xi = 3,54 \cdot 6 = 21;$$

$$W_{II} = \sqrt{\frac{(p_{ex} - 1,033) \cdot 2 \cdot 0,036}{2 \cdot 21 \cdot 0,9982 \cdot 10^{-3}}} = \sqrt{1,72 p_{ex} - 1,777},$$

где $p_{ex} = p_r$ - давление в камере подпятника;

$$W_{\phi} = \sqrt{1,72 p_r - 1,777} * 0,4;$$

$$Q_{II} = \sqrt{1,72 p_r - 1,777} * 0,4 \cdot 46,396 = \sqrt{1,72 p_r - 1,777} * 18,55 (\text{см}^3 / \text{с}). \quad (3.2)$$

По формуле (3.2) можно определить расход жидкости через поры шлифовального круга для нескольких значений давления в камере подпятника. Результаты вычислений представлены на рис. 3.13.

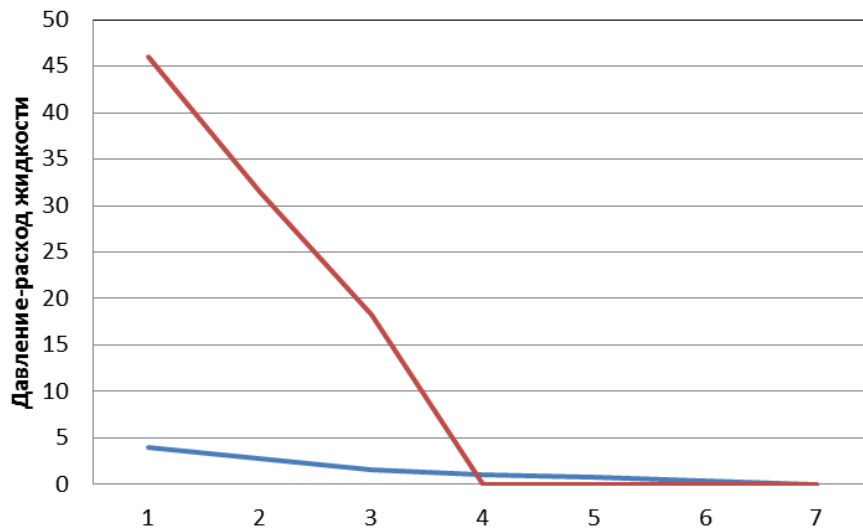


Рис. 3.13 График зависимости расхода жидкости через поры шлифовального круга от давления в камере подпятника

В качестве дросселя рабочей жидкости применяем капилляр, так как он наиболее приемлем для конструкции устройства.

Определение размеров капилляра.

$$\text{Из формулы } k_c = \frac{\pi d_c^4}{128 l_c}, [4] \quad (3.3)$$

$$\text{определяем } d_c = \sqrt[4]{\frac{k_c \cdot 128 l_c}{\pi}} \text{ (мм),}$$

где d_c - диаметр капилляра;

k_c - коэффициент капилляра;

$$k_c = \frac{Q \cdot \mu}{k_Q \cdot p_s}, [4] \quad (3.4)$$

где $Q = Q_s + Q_{II}$ - расход жидкости через капилляр;

Q_s - расход жидкости через зазор между подпятником и шлифовальным кругом;

Q_{II} - расход жидкости через поры шлифовального круга.

Для условий, когда $W_n = 111,04 \text{ кг}$ - нагрузка на подпятник; $h = 0,02 \text{ см}$ – зазор между подпятником и шлифовальным кругом; $p_r = 4 \text{ кг/см}^2$ - давление в камере подпятника; $p_s = 5 \text{ кг/см}^2$ - давление, создаваемое насосом.

$$Q_s = q_f \frac{W_n h^3}{A_p \mu}, [4] \quad (3.5)$$

где $q_f = 3,8$ - коэффициент расхода подпятника;

$A_p = 45,51 \text{ см}^2$ – полная площадь проекции опорной поверхности подпятника;

$\mu = 10,08 \cdot 10^{-8} \text{ (кг*с)/см}^2$ – динамическая вязкость рабочей жидкости;

$$Q_s = 3,8 \frac{111,04}{45,51} \frac{0,02^3}{10,08 \cdot 10^{-8}} = 736 \text{ см}^3 / \text{с};$$

$Q_{II} = 46 \text{ см}^3 / \text{с}$ - расход жидкости через поры шлифовального круга при $p_r = 4 \text{ кг/см}^2$;

$$Q = Q_s + Q_{II} = 736 + 46 = 782 \text{ см}^3 / \text{с};$$

$k_Q = (1 - \beta)$ - коэффициент расхода капилляра;

$$\beta = \frac{p_r}{p_s} = \frac{4}{5} = 0,8 - \text{характеристический коэффициент подпятника};$$

$$k_c = \frac{782 \cdot 10,08 \cdot 10^{-8}}{(1 - 0,8) \cdot 5} = 0,788 \cdot 10^{-4};$$

$l_c = 30 \text{ мм} = 3 \text{ см}$ – длина капилляра, определяется из конструктивных соображений.

$$\text{Тогда } d_c = \sqrt[4]{\frac{0,788 \cdot 10^{-4} \cdot 128 \cdot 3}{3,14}} = 0,313 \text{ см} = 3,13 \text{ мм}.$$

Определение расхода жидкости через капилляр в зависимости от давления в камере подпятника.

Расход жидкости через капилляр определяем по формуле

$$Q = k_Q \frac{k_c}{\mu} p_s, \quad [4] \quad (3.6)$$

где $k_Q = 1 - \frac{p_r}{p_s} = 1 - \frac{p_r}{5}$ - коэффициент расхода капилляра;

$k_c = 0,788 \cdot 10^{-4}$ - коэффициент капилляра;

$\mu = 10,08 \cdot 10^{-8} \text{ (кг} \cdot \text{с) / см}^2$ - динамический коэффициент вязкости жидкости;

$p_s = 5 \text{ кг} / \text{см}^2$ - давление жидкости, создаваемое насосом;

$$Q = \left(1 - \frac{p_r}{5}\right) \cdot \frac{0,788 \cdot 10^{-4}}{10,08 \cdot 10^{-8}} \cdot 5 = 3910 - 781,75 p_r.$$

Определяем расход жидкости через капилляр для рабочих значений давления в камере подпятника. Результаты вычислений представлены в графическом виде на рис. 3.14.

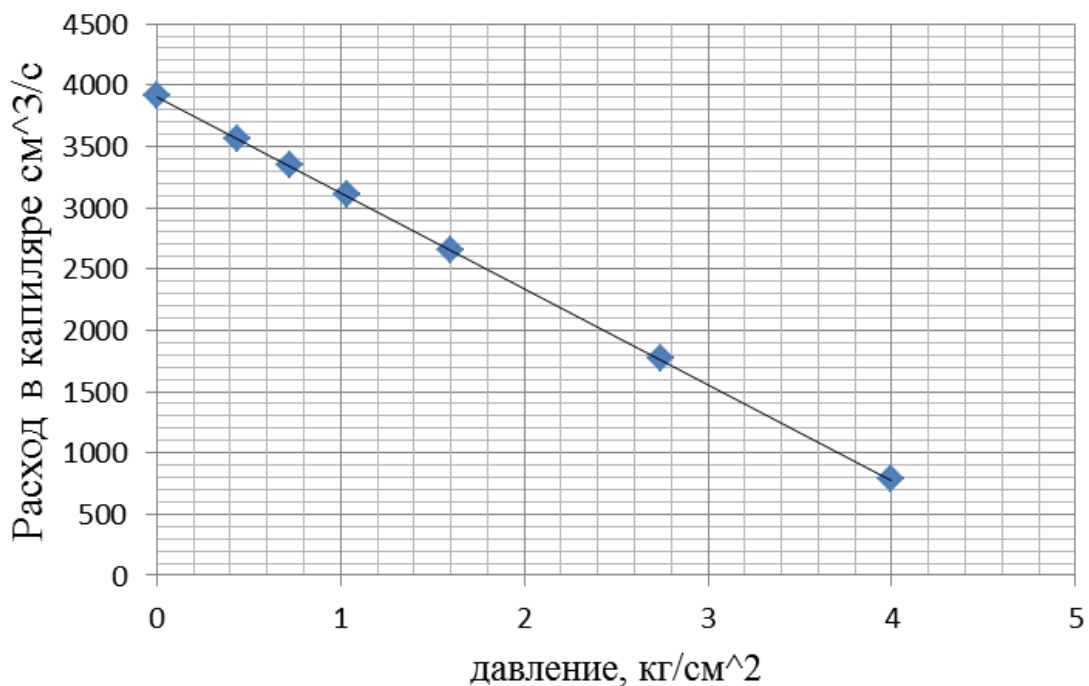


Рис. 3.14 График зависимости расхода жидкости через капилляр от давления жидкости в камере подпятника

Определение расхода жидкости через зазор между подпятником и шлифовальным кругом.

Очевидно, что $Q_3 = Q - Q_{\text{п}}$,

где Q_3 - расход жидкости через зазор между подпятником и шлифовальным кругом; Q - расход жидкости через капилляр; $Q_{\text{п}}$ - расход жидкости через поры шлифовального круга.

Из этого следует, что и Q_3 будет зависеть от давления в камере подпятника, так как Q и $Q_{\text{п}}$ зависят от него.

Определяем значения Q_3 для нескольких положений подвижной части устройства. Результаты вычислений представлены на рис. 3.15.

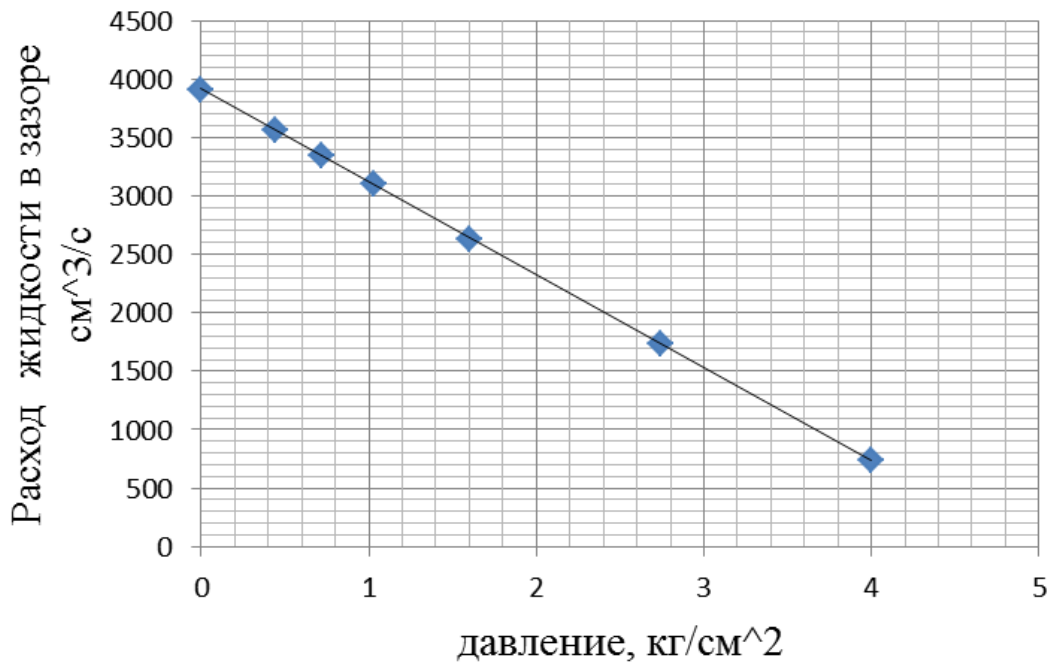


Рис. 3.15 График зависимости расхода жидкости через зазор между подпятником и шлифовальным кругом от давления в камере подпятника

Определение значений величины зазора между подпятником и шлифовальным кругом в зависимости от величины перемещения подвижной части устройства.

Величину зазора определяем по формуле

$$h = \sqrt[3]{\frac{Q_z \cdot A_p \cdot \mu}{q_f \cdot W_n}} \text{ (см)}, [4] \quad (3.7)$$

Где h – величина зазора;

Q_z – расход жидкости через зазор;

$A_p = 45,51 \text{ см}^2$ – полная площадь проекции опорной поверхности подпятника;

$\mu = 10,08 \cdot 10^{-8} \text{ (кг*с)/см}^2$ – динамическая вязкость рабочей жидкости;

$q_f = 3,8$ – коэффициент расхода подпятника;

W_n – нагрузка на подпятник.

Таким образом, величина зазора изменяется в зависимости от изменения расхода жидкости через зазор и нагрузки на подпятник.

Результаты вычислений представлены на рис. 3.16.

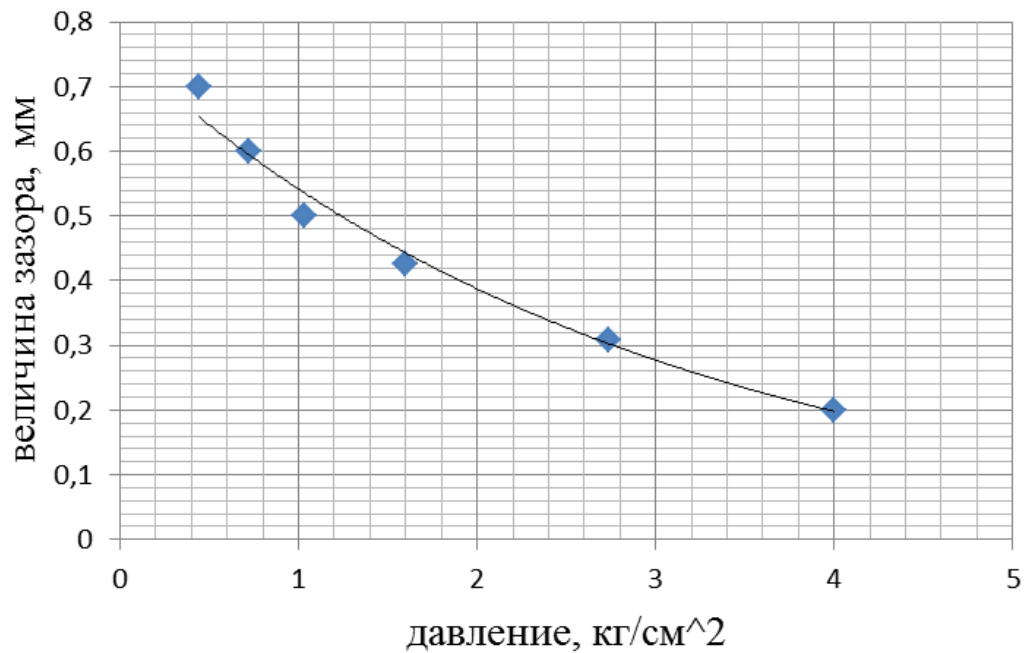


Рис. 3.16 График зависимости величины зазора между подпятником и шлифовальным кругом в зависимости от давления в камере подпятника

Из рис. 3.16 следует, что при давлении жидкости в камере подпятника от 4 кг/см² до 0,72 кг/см² зазор между подпятником и шлифовальным кругом увеличивается медленно, а при давлении меньше 0,72 кг/см² величина зазора растет очень быстро. Поэтому наиболее благоприятным условием будет для работы устройства, когда давление в камере подпятника будет находится между 0,72 кг/см² и 4 кг/см².

Определение мощности, необходимой для проталкивания жидкости через зазор между подпятником и шлифовальным кругом и через поры шлифовального круга.

Мощность определяется по формуле

$$N_B = p_r \cdot Q, [4] \tag{3.8}$$

где p_r – давление в камере подпятника;

Q – расход жидкости через капилляр.

Определяем несколько значений мощности в зависимости от давления в камере подпятника и расхода жидкости через подпятник. Результаты расчета представлены на рис. 3.17.

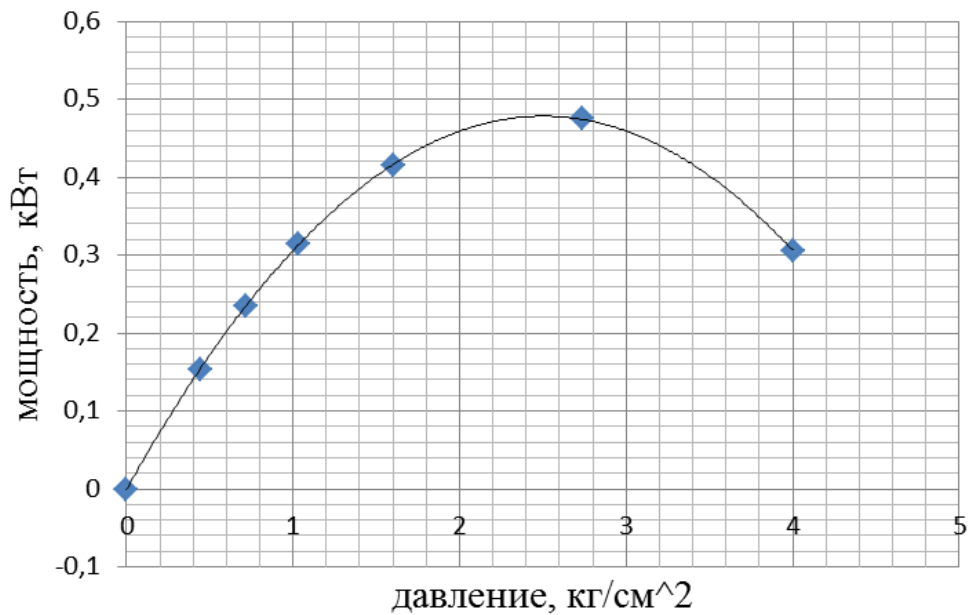


Рис. 3.17 Зависимость мощности проталкивания жидкости через зазор от величины давления в камере подпятника

Определение мощности, необходимой для преодоления силы трения при вращении шлифовального круга.

Мощность определяем по формуле

$$H_s = \frac{\mu \cdot L \cdot D^3 \cdot \theta_4 \left[1 - \left(\frac{\theta_3}{\theta_4} \right)^2 \right] \cdot N^2}{317h}, \text{ стр. 116 [4]} \quad (3.9)$$

Где H_s - мощность, необходимая для преодоления силы трения;

$\mu = 10,08 \cdot 10^{-8}$ кг/см² – динамическая вязкость жидкости;

$D = 400$ мм = 40 см – диаметр шлифовального круга;

$L = 40$ мм = 4 см – ширина шлифовального круга;

$\theta_4 = 17,5^\circ = 0,305$ рад - половина угла охвата по дуге опорной поверхности

подпятника;

$\theta_3 = 10^\circ 20' = 0,19$ рад - половина угла охвата по дуге камеры подпятника;

$N = 1880$ об/мин – число оборотов шлифовального круга;

h – величина зазора между подпятником и шлифовальным кругом.

В процессе работы подвижная часть устройства производит рабочие перемещения за счет износа шлифовального круга, т.е. величина зазора h увеличивается за счет уменьшения диаметра шлифовального круга D .

$$\text{Тогда } H_s = \frac{10,08 \cdot 10^{-8} \cdot 4 \cdot D^3 \cdot 0,305 \left[1 - \left(\frac{0,19}{0,305} \right)^2 \right] \cdot 1880^2}{317h} = \frac{0,89 \cdot 10^{-3} \cdot D^3}{h}.$$

Определение полной мощности, необходимой для работы гидростатического подпятника, которую должен обеспечить насос.

Полную мощность определяем по формуле

$$H_{PT} = H_B + H_s, \quad [4] \quad (3.10)$$

где H_{PT} - полная мощность насоса;

H_B - мощность, необходимая для проталкивания жидкости через зазор и поры шлифовального круга;

H_s - мощность, необходимая для преодоления силы трения при вращении шлифовального круга.

Результаты расчетов мощности представлены на рис. 3.18.

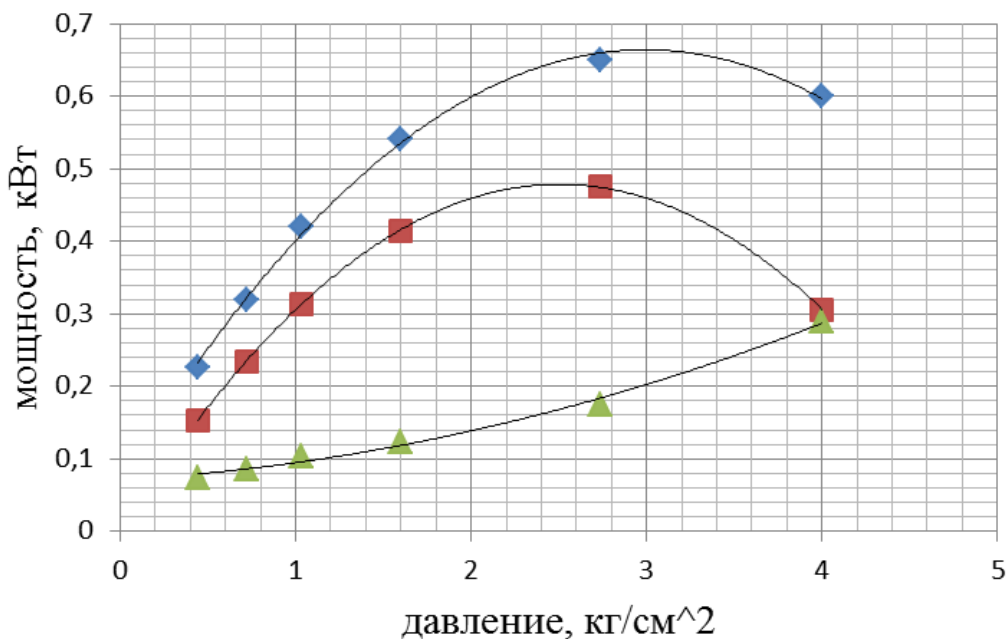


Рис. 3.18 Графики зависимостей мощностей от давления в камере подпятника

4. Исследование процесса шлифования с ультразвуковой правкой и очисткой шлифовальных кругов

4.1. Методика экспериментального исследования

Реализацию технологии ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов планируется реализовать в автоматическом режиме на шлифовально-заточном станке Walter-Helitronic 50 CNC на примере обработки твердосплавного режущего инструмента. В связи с чем Экспериментальные исследования процесса ультразвукового шлифования и правки шлифовальных кругов проводили на модернизированном шлифовально-заточном станке с ЧПУ Walter Helitronic 50 CNC. На рис. 4.1. представлена рабочая зона станка для проведения исследований.

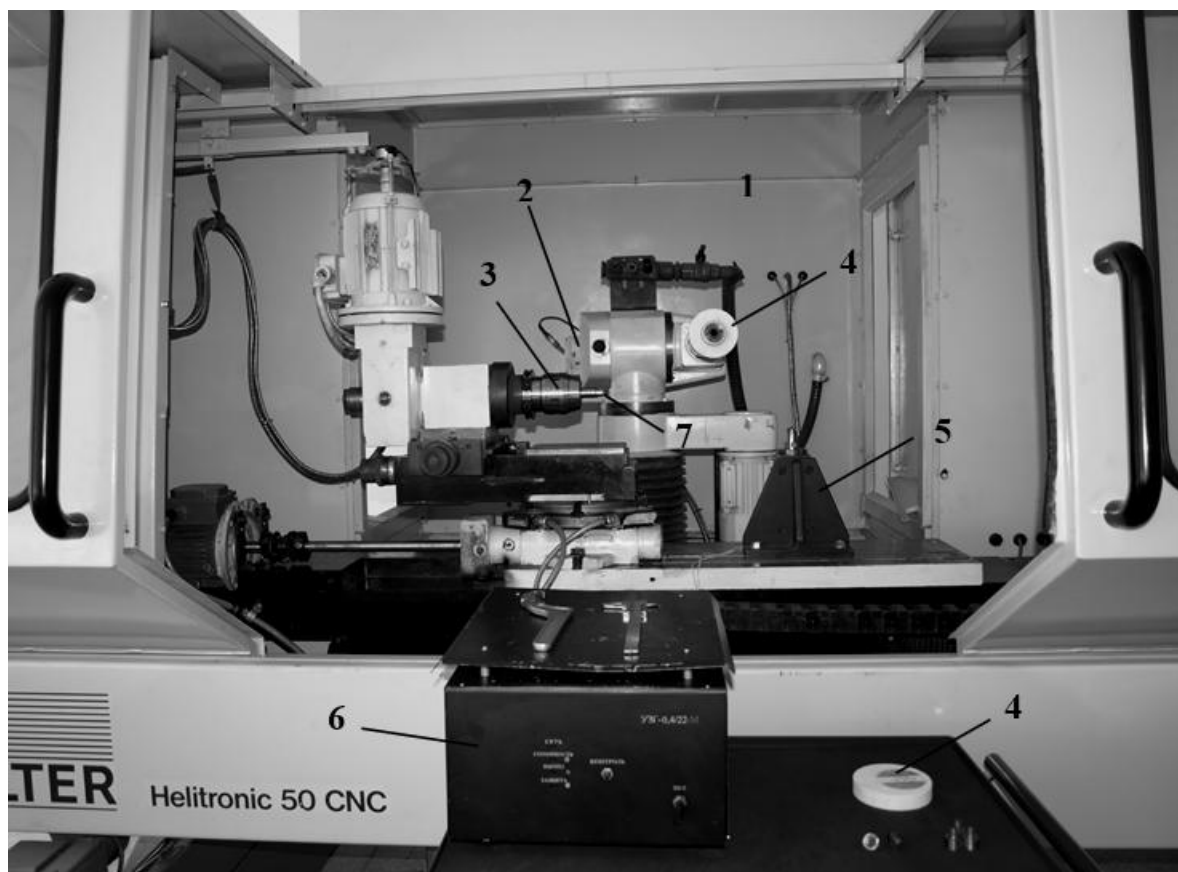


Рис. 4.1 Рабочая зона шлифовально-заточного станка Walter Helitronic 50 CNC: 1 – шлифовальная бабка; 2 – привод вращения шпинделя; 3 – цанга; 4 – шлифовальный круг; 5 – устройство для ультразвуковой правки; 6 – генератор ультразвуковых колебаний; 7 – образцы для шлифования

Станок оснащен пятью управляемыми от СЧПУ осями и управляемыми приводом вращения шпинделя. Три управляемые оси задействованы для позиционирования бабки 3 с обрабатываемым изделием 7: ось X – перемещение суппорта перпендикулярно оси вращения шпинделя с шлифовальным кругом; ось C – поворот портала с бабкой обрабатываемого изделия; ось A – поворот изделия вокруг собственной оси вращения. Две оси задействованы для позиционирования шлифовального круга 4: ось Y – вертикальное перемещение шлифовальной бабки; ось Z – ось вращения шпинделя с шлифовальным кругом и перемещение суппорта шлифовальной бабки по направлению перпендикулярном оси X.

На суппорте перемещения по оси X установлено устройство для правки шлифовального круга. Обрабатываемое изделие закреплено на оправке, установленной в зажимной цанге.

Наличие управляемых от СЧПУ осей позволило осуществить режим шлифования и правки в автоматическом режиме с помощью управляющей программы. Исследования предполагали осуществления процесса правки и очистки с ультразвуком с последующим ультразвуковым шлифованием. На рис. 4.2 показаны варианты расположения шлифовального круга в позиции правки (а) и последующего шлифования образца (б).

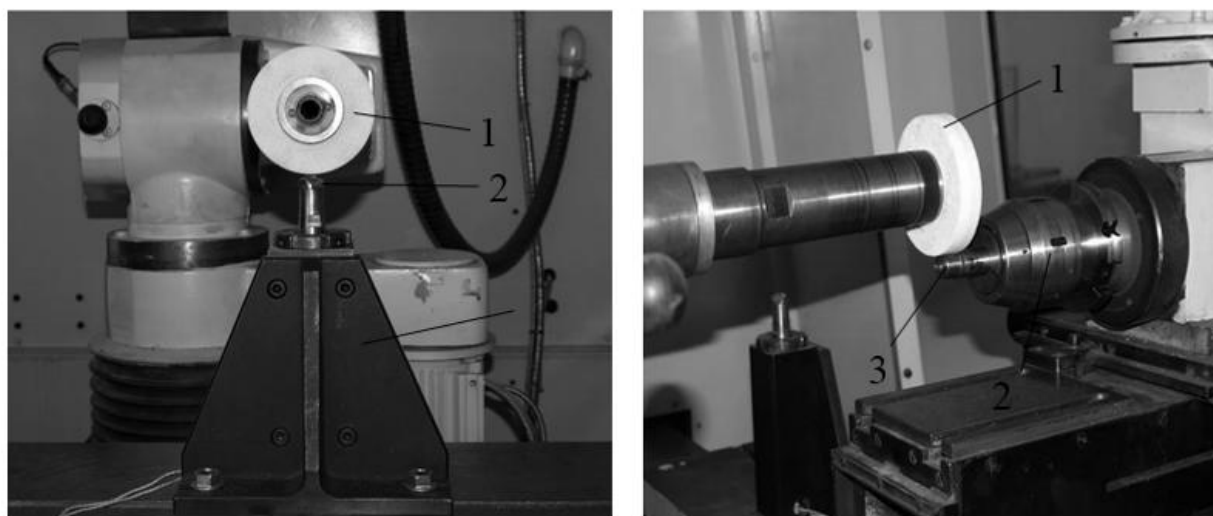


Рис. 4.2 Позиция ультразвуковой правки (а) и ультразвукового шлифования (б), выполняемых на шлифовально-заточном центре Walter

В ходе выполнения эксперимента осуществлялась следующая последовательность перемещения: перемещение шлифовального круга в позицию правки – обычная правка шлифовального круга – перемещение круга в позицию шлифования – шлифование изделия – отвод круга в исходную позицию – перемещение шлифовального круга в позицию правки – ультразвуковая правка – перемещение круга в позицию шлифования – поворот изделия на 180 градусов по координате А – шлифование новой поверхности изделия – отвод шлифовального круга в исходную позицию.

В качестве инструмента для шлифования применяли шлифовальные круги 1 100X20X20 25AF60L7V 35 м/с; инструментами для правки служили монокристаллические алмазные карандаши, закрепленный в специальной оправке.

Исследование процесса шлифования в том числе и ультразвукового проводили на специально изготовленные образцы из стали 40Х (HRC 45...50). Конструктивное изображение образцов представлено на рис. 4.3.

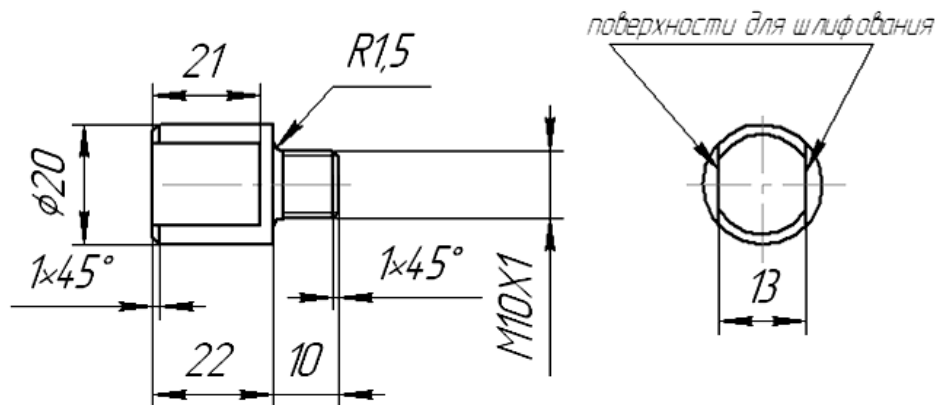


Рис. 4.3. Образцы для шлифования

Образцы для шлифования выполнены с возможностью закрепления как в цанговом патроне для реализации схемы обычного шлифования, так и в ультразвуковой головке для реализации схемы ультразвукового шлифования.

Схема наложение ультразвуковых колебаний при шлифовании образца представлена на рис. 4.4

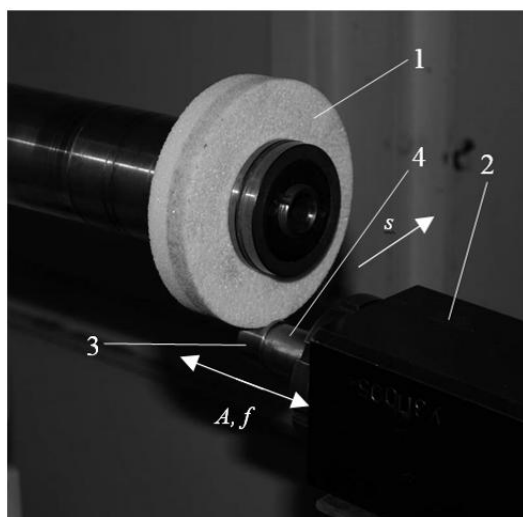


Рис. 4.4 Позиция ультразвукового шлифования: 1 – шлифовальный круг; 2 – ультразвуковая головка; 3 – образец; 4 – ультразвуковой волновод

4.2 Описание системы числового программного управления, контролируемых параметров и методика их измерения

Шлифовально-заточный станок оснащен системой числового программного управления FlexNC отечественного производства. Система ЧПУ FlexNC имеет открытую архитектуру и выполнена на базе персонального компьютера под операционной системой Windows XP. Общий вид оболочки СЧПУ FlexNC, установленной на шлифовально-заточном станке, представлен на рис. 4.5. Система ЧПУ FlexNC позволяет не только обеспечить управление приводами станка, но и собирать и обрабатывать большие массивы данных, блоки управления СЧПУ имеют доступ к любым переменным и сигналам системы управления, электроприводам и т.д. Это дает возможность осуществлять диагностику процесса обработки, причем без использования дополнительных датчиков. Такие диагностические возможности СЧПУ FlexNC использованы для проведения экспериментальных исследований процесса шлифования кристаллических материалов с целью автоматической диагностики процесса шлифования. При этом в качестве «датчика опроса» используется электропривод.

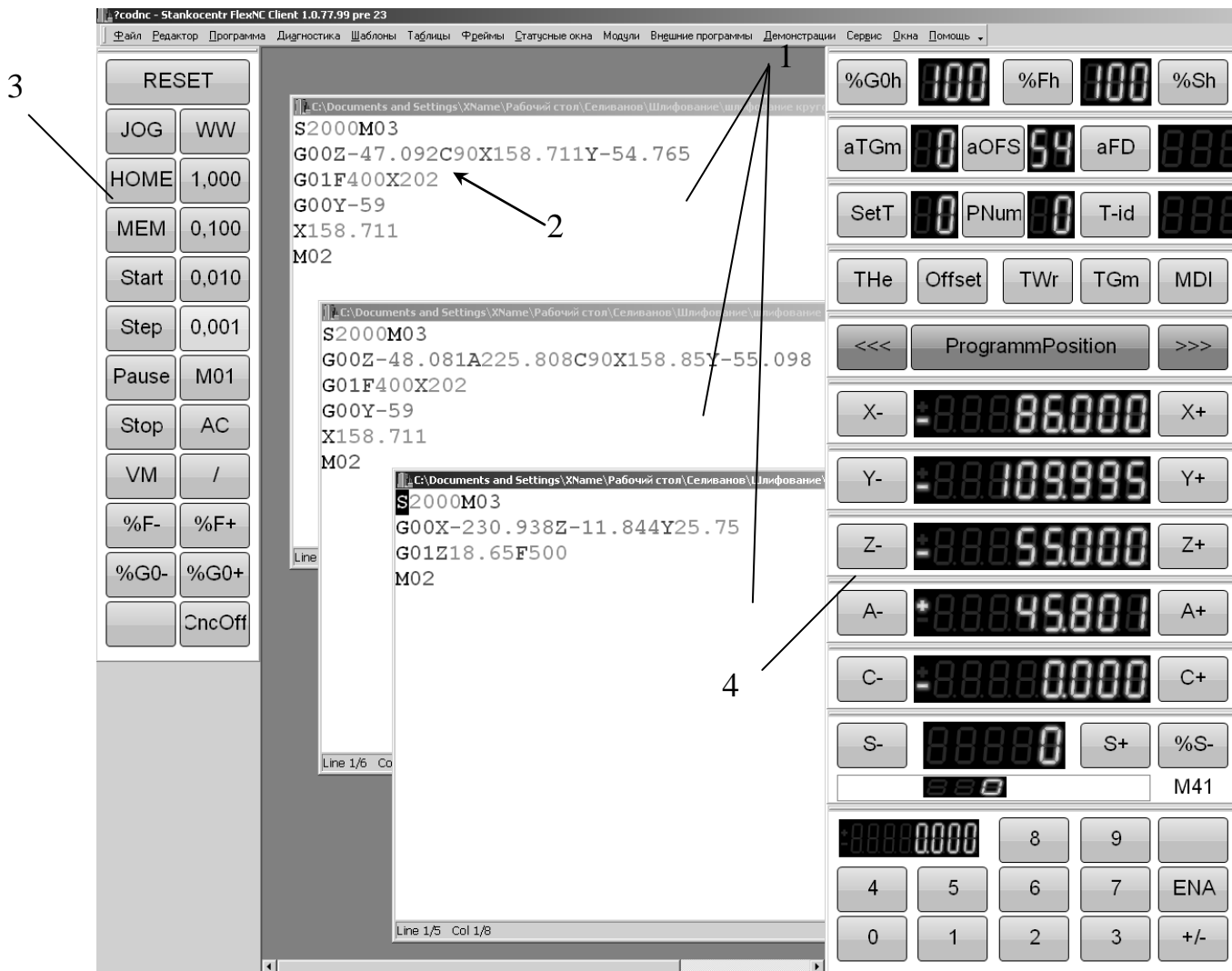


Рис. 4.5. Общий вид оболочки СЧПУ FlexNC:

1 – окна ввода управляющей программы; 2 – фрагмент записи управляющей программы; 3 – виртуальная панель управления станком; 4 – панель цифровой индикации координат.

На каждом режиме шлифования и правки систему настраивали на сбор данных о моментах в приводах главного движения и подачи. На рис. 4.6. показано диалоговое окно подключения функции сбора данных в режиме реального времени, а на рис. 4.7. представлен пример результата опроса состояния электропривода в графическом виде

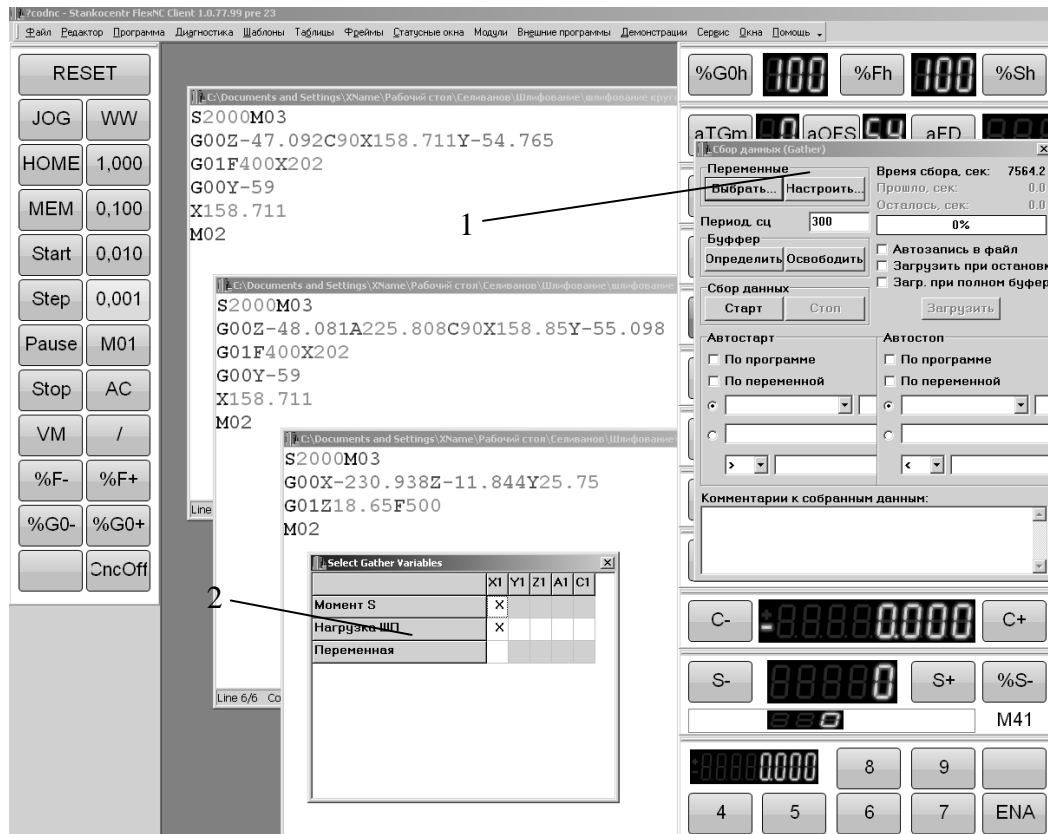


Рис. 4.6. Графическое окно подключения функции сбора данных
1 – диалоговое окно сбора данных; 2 – окно выбора диагностируемых величин

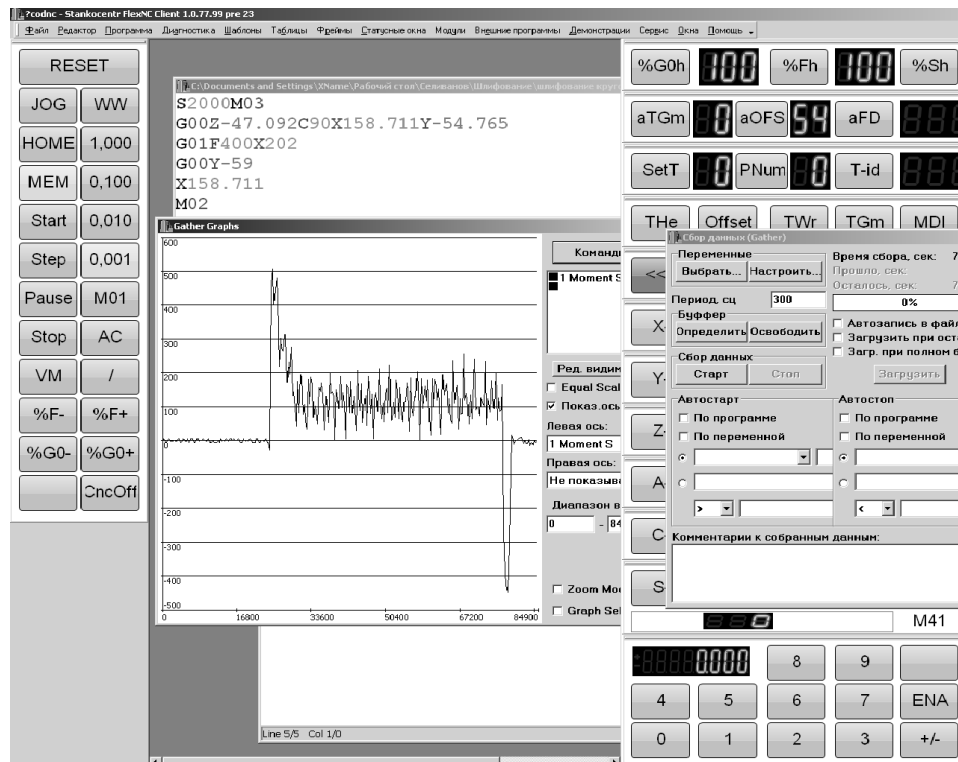


Рис. 4.7 Пример результата опроса электропривода вращения шпинделя станка, представленный в графическом виде

4.3. Результаты исследования.

4.3.1 Исследование моментов нагрузки при обычном и ультразвуковом шлифовании

В процессе отработки управляющей программы и осуществления цикла обработки образцов на каждом режиме система автоматически вела запись значений моментов в электроприводах. После окончания цикла обработки записанные СЧПУ данные представлялись в графическом виде как представлено на рис. 4.8.



Рис. 4.8 Результат записи нагрузки на шпинделе вращения шлифовального круга при обычной правке

Из анализа результатов записанных данных следует, что возможно выделить такие участки как включение привода, холостой ход, при котором правящий инструмент подводится к шлифовальному кругу, момент соприкосновения правящего инструмента с шлифовальным кругом, правка круга. Заметно увеличение нагрузки на шпинделе в момент правки круга. На рис. 4.9. представлен аналогичный результат записи нагрузки на шпинделе при ультразвуковой правке шлифовального круга, где также возможно выделить три участка. Однако зафиксированная СЧПУ нагрузка при ультразвуковой правке имеет меньшее значение.

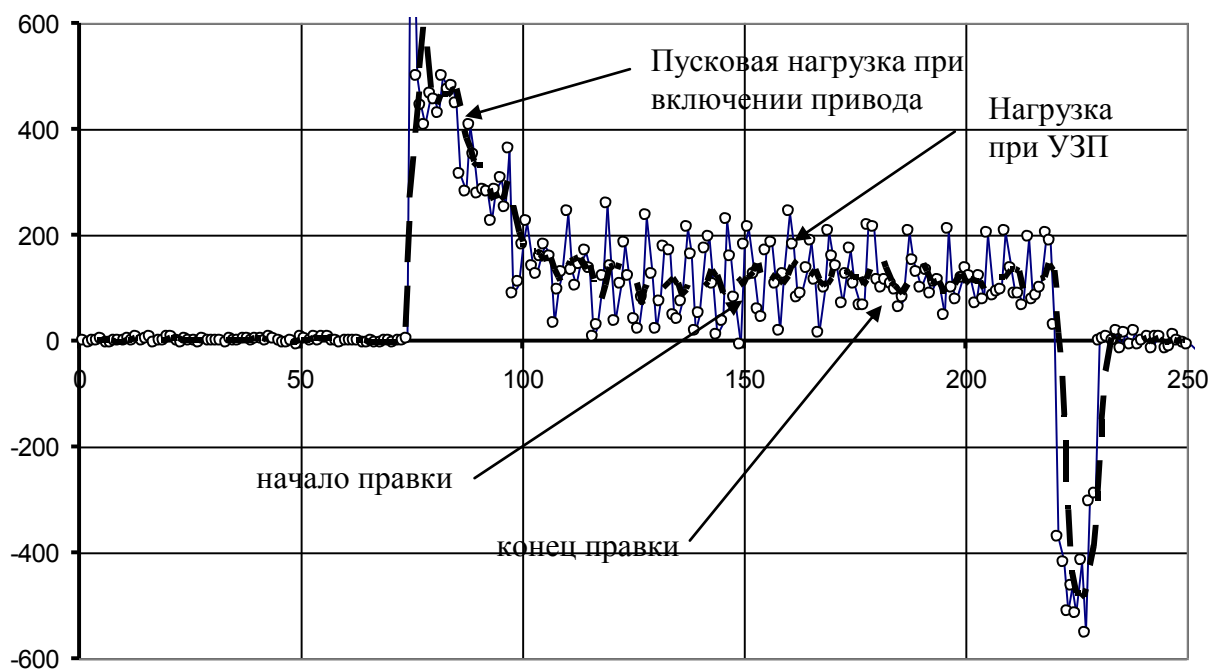


Рис. 4.9 Результат записи нагрузки на шпинделе вращения шлифовального круга при ультразвуковой правке

Аналогичным образом проводили тестирование системы при обычном и ультразвуковом шлифовании как при разовом съеме припуска, равного $t=0,05$ мм, так и при реализации цикла последовательной схемы съема черного ($t=0,03$ мм), получистового ($t=0,015$ мм) и чистового ($t=0,0075$ мм) припусков. Результаты записи нагрузки в приводе шлифовального круга представлены на рис. 4.10.

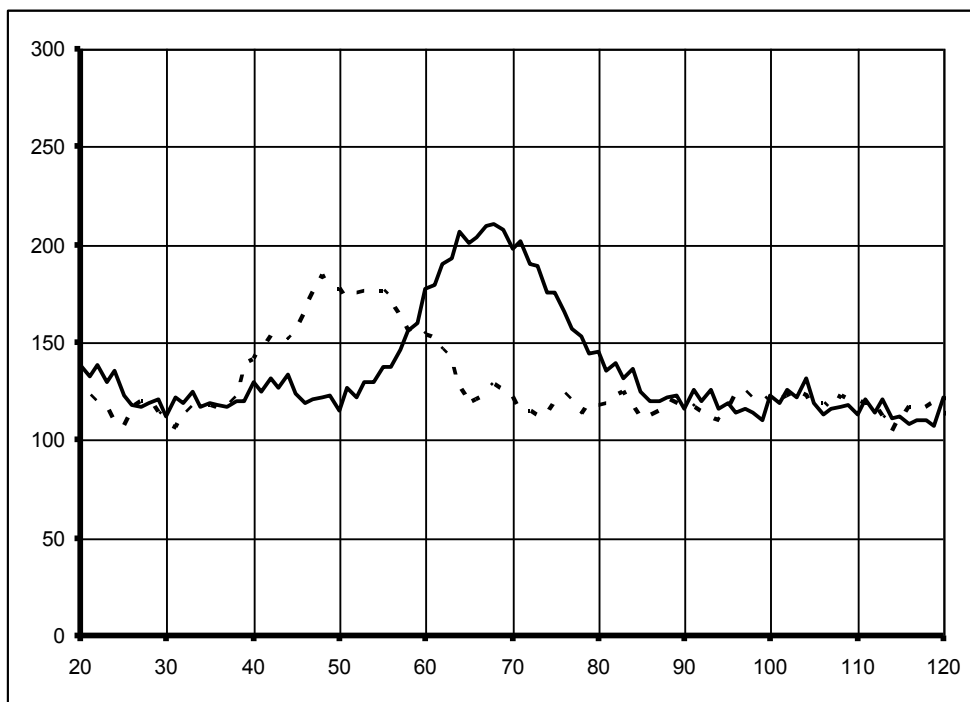


Рис. 4.10 Нагрузка на привод вращения шлифовального круга в Н при обработке обычным шлифованием (сплошная кривая) и ультразвуковым (пунктир).

4.3.2 Исследование микрогеометрии обработанных образцов

В качестве иллюстрации влияния ультразвуковой правки круга в течение всего периода стойкости на рис. 4.11 приведены зависимости параметра шероховатости Ra шлифованных поверхностей от числа шлифованных образцов. Значение Ra сохраняет стабильный уровень на протяжении шлифования 25 образцов, в то время как после обычной правки уровень микронеровностей (17 образцов) имеет четко выраженный повышающий тренд.

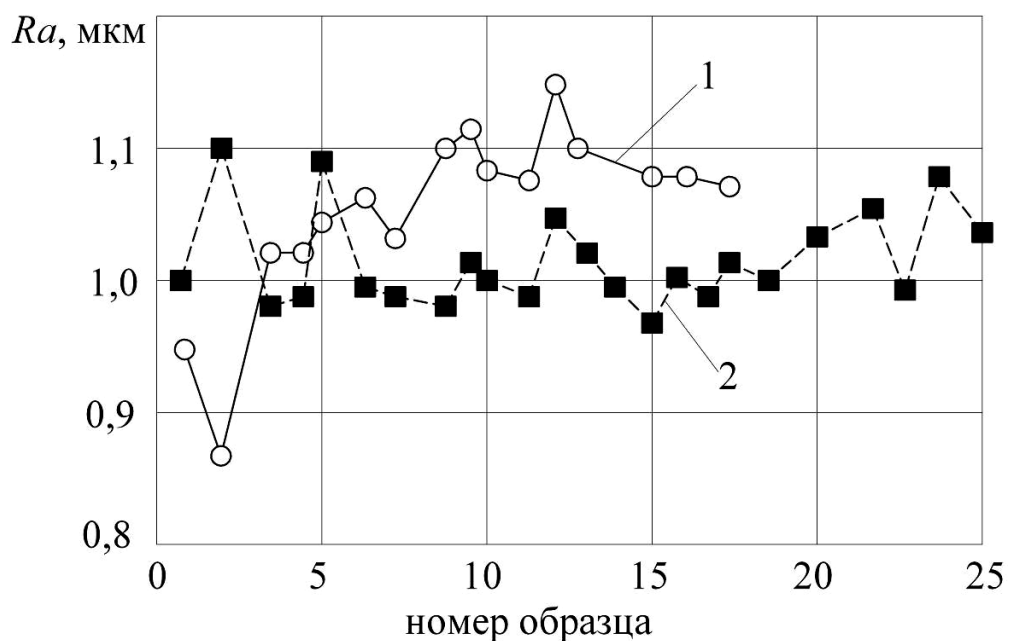


Рис. 4.11 Изменение шероховатости Ra за период стойкости круга:

1 – обычная правка; 2 – ультразвуковая правка

Топография поверхности образцов из стали 40Х (HRC 40...45), обработанных обычным и ультразвуковым шлифованием с различной правкой круга приведены на рис. 4.12.

Режимы шлифования: скорость вращения шлифовального круга $V_{кр}=35$ м/с; скорость продольного перемещения суппорта с заготовкой по координате X $V_x=1000$ мм/мин; для ультразвукового шлифования амплитуда колебаний $\xi = 9$ мкм; частота колебаний $f=22$ кГц



Увеличение $\times 200$, припуск $t=0,008$ мм
ОШ УЗШ



Увеличение $\times 400$



Рис. 4.12 Топография поверхности после различных схем шлифования и правки кругов

5. Безопасность и экологичность технического объекта

5.1. Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В дипломном проекте рассматривается технический объект в виде технологии ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов на шлифовально-заточном центре Walter Helitronic 50 CNC. Применяется данная технология при изготовлении осевого режущего инструмента.

В таблице 5.1 представлен технологический паспорт объекта.

Технологический паспорт объекта

Таблица 5.1

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Технология ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов на операциях изготовления режущего инструмента	Операции правки и очистки шлифовальных кругов. По мере шлифования режущего инструмента шлифовальные круги засаливаются и теряют свою режущую способность. За счет ультразвуковой правки и очистки после определенного числа циклов шлифования режущая способность абразивных кругов восстанавливается	Оператор станков с ЧПУ; Наладчик станков с ЧПУ	Разработанные конструкции автоматизированных устройств для ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов; Шлифовально-заточной центр с ЧПУ Walter Helitronic 50 CNC	Шлифовальный шлам, абразивная пыль; синтетические и полусинтетические охлаждающие масла

5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Проведем анализ и идентификацию опасных и вредных производственных факторов, результаты сведем в таблицу 5.2

Идентификация профессиональных рисков

Таблица 5.2

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	Ультразвуковая правка и очистка шлифовальных кругов	Ультразвук; повышенный уровень шума на рабочем месте; подвижные части производственного оборудования; повышенный уровень вибрации;	Разработанные конструкции автоматизированных устройств для ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов; Шлифовально-заточной центр с ЧПУ Walter Helitronic 50 CNC

5.3. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Таблица 5.3

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы	Защитные ограждения, шторы, раздвижные дверцы	халаты; перчатки; очки защитные

2	повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень ультразвука	Меры по снижению шума до норм по ГОСТ 12.1.003-83; Обеспечение удаленного доступа к управлению оборудованием	Бируши, наушники
---	--	--	------------------

5.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

5.4.1 Идентификация опасных факторов пожара.

Идентификация классов и опасных факторов пожара

Таблица 5.4

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Участок производства режущего инструмента	Шлифовально-заточной станок с ЧПУ	А	тепловой поток; повышенная температура окружающей среды;	опасные факторы взрыва, возникающие вследствие пожара

5.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта

Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Таблица 5.5

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушители	-	системы пожаротушения автоматического срабатывания	извещатели и пожарные;	-	Защитные маски, накидки	Пожарный лом; Пожарный топор	Централизованная пожарная сигнализация

5.4.3. Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.

Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Таблица 5.6

Наименование технологического процесса	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Технология ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов на операциях производства режущего инструмента	-организация обучения рабочих правилам пожарной безопасности; -разработка мероприятий и инструкций о порядке работы с пожароопасными веществами и материалами, о соблюдении противопожарного режима и о действиях людей при возникновении пожара; -разработка мероприятий по действиям администрации, рабочих, служащих на случай возникновения пожара и организации эвакуации людей;	

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

5.5.1 Идентификация экологических факторов технического объекта

Таблица 5.7

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технологического процесса, технологические операции, оборудование	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка)

				плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Технология ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов	Шлифовально-заточной центр с ЧПУ Walter Helitronic 50 CNC	Пары синтетических масел, шлифовальная пыль, шлам	Синтетические и полусинтетические охлаждающие жидкости; Шлифовальный шлам	Синтетические и полусинтетические охлаждающие жидкости; Шлифовальный шлам

5.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта

Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Таблица 5.8

Наименование технического объекта	Технология изготовления ультразвуковых волноводов сложной формы	
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	по	<ol style="list-style-type: none"> 1. применение специальных магнитных сепараторов для улавливания шлифовального шлама 2. установка отстойников и очистителей СОЖ 3. централизованный сбор, хранение и утилизация абразивного шлама
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	на	
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	на	

5.6 Заключение по разделу

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведено описание технологии ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов. Проанализированы профессиональные риски по осуществлению предлагаемой в проекте технологии; разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков и подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

7. Экономическая эффективность проекта

В данном разделе дипломного проекта предлагается рассчитать технико-экономические показатели эффективности внедрения технологии ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов на примере изготовления твердосплавного осевого режущего инструмента, типа сверла, развертки, концевой фрезы. С технической точки зрения эффективность ультразвуковой правки и очистки заключается в увеличении ресурса работы сравнительно дорогостоящих алмазных правящих инструментов, т.к. при введении ультразвука резко повышается эффективность шлифования, обеспечения стабильных показателей качества шлифуемых поверхностей и увеличением времени между переточками, т.е. сокращения вспомогательного времени. Естественно, что технические преимущества предлагаемой технологии находят отражение на себестоимости продукции в плане ее снижения.

Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Таблица 6.1.

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Изготовление твердосплавной концевой фрезы	Изготовление твердосплавной концевой фрезы на Walter
Тип производства – среднесерийное	Тип производства – среднесерийное
Условия труда – нормальные.	Условия труда – нормальные.
Форма оплаты труда – повременно-премиальная	Форма оплаты труда – повременно-премиальная.

Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов
Таблица 6.2

№	Показатели	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Базовый	Проект
1	Годовая программа выпуска	$P_G, шт.$	5000	5000
2	Норма штучного времени, в т.ч. машинное время	$T_{шт}, мин.$ $T_{маш}, мин.$	0,92	1,36 0,43
			0,31	
			0,52	
			0,18	
			0,63	
			0,28	
			$\sum T_{шт} = 2,07$ $\sum T_{маш} = 0,77$	
3	Часовая тарифная ставка Рабочего:	$C_ч, руб.$	61,14	61,14
4	Эффективный годовой фонд времени рабочего.	$\Phi_{ЭР}, час.$	1731	1731
5	Коэффициент доплаты до часового, дневного и месячного фондов	K_D	1,08	1,08
6	Коэффициент доплат за профмастерство (начиная с 3-го разряда)	$K_{ПФ}$	1,14	1,14
7	Коэффициент доплат за условия труда	K_U	1,08	1,08
			1,12	
8	Коэффициент доплат за вечерние и ночные часы	K_H	1,0	1,0
9	Коэффициент премирования	$K_{ПР}$	1,1	1,1
10	Коэффициент выполнения норм	$K_{ВН}$	1,2	1,2
11	Коэффициент отчисления на социальные нужды	K_C	0,36	0,36
12	Трудоемкость проектирования техники, технологии	$T_{ПР}, час.$	-	665

13	Цена единицы оборудования	$C_{OB}, руб.$	900 000	900 000
14	Коэффициент расходов на доставку и монтаж оборудования (0,1...0,25)	K_{MONT}	0,2	0,2
15	Выручка от реализации изношенного оборудования (5% от цены)	$B_{P.OB}, руб.$	-	-
16	Годовая норма амортизационных отчислений (3,5...15)	$H_A, \%$	10	10
17	Эффективный годовой фонд времени работы оборудования	$\Phi_{\varepsilon}, час.$	4015	4015
18	Коэффициент на текущий ремонт оборудования	K_P	0,3	0,3
19	Установленная мощность электродвигателя станка	$M_y, кВт.$	17,5	17,5
20	Коэффициент одновременности работы электродвигателей (0,8...1,0)	$K_{од}$	0,9	0,9
21	Коэффициент загрузки электродвигателей по мощности (0,7...0,8)	K_M	0,8	0,8
22	Коэффициент загрузки электродвигателя станка по времени (0,5...0,85)	K_B	0,7	0,7
23	Коэффициент потерь электроэнергии в сети завода (1,04..1,08)	$K_{П}$	1,05	1,05
24	Тариф платы за электроэнергию	$C_{\varepsilon}, руб./кВт$	2,73	2,73
25	Коэффициент полезного действия станка(0,7...0,95)	$K_{ПД}$	0,8	0,8

26	Цена (себестоимость изготовления) единицы инструмента	$C_{И}, руб.$	1000	1000
27	Коэффициент транспортно - заготовительных расходов на доставку инструмента	$K_{ТР}$	1,02	1,02
28	Коэффициент случайной убыли инструмента	$K_{УБ}$	1,05	1,05
29	Стойкость инструмента между переточками	$T_{И}, час.$	0,08	0,33
30	Цена единицы приспособления	$C_{ПР}, руб.$	6755	100 000
			17216	
			29647	
31	Коэффициент, учитывающий затраты на ремонт приспособления (1,5...1,6)	$K_{Р.ПР}$	1,5	1,5
32	Выручка от реализации изношенного приспособления (20% от цены)	$B_{Р.ПР}, руб.$	1351	
			3443,2	
			5929,4	
33	Количество приспособлений, необходимое для производства годовой программы деталей	$H_{ПР}, шт.$	1	1
			1	
			1	
34	Физический срок службы приспособления (3...5 лет)	$T_{ПР}, лет.$	5	5
35	Расход на смазочно-охлаждающие жидкости (400...1600 руб. на один станок в год)	$H_{СМ}, руб.$	500	500
36	Удельный расход воды для охлаждения на один час работы станка	$У_{В}, м^3/час$	0,6	0,6
37	Тариф платы за 1м ³ воды	$C_{В}, руб.$	3,14	3,14
38	Удельный расход воздуха за 1 час работы установки, приспособления (0,1...0,15 м ³ /час)	$У_{СЖ}, м^3/час$	0,15	0,15

39	Тариф платы за м ³ сжатого воздуха	$C_{СЖ}, руб/м^3$	0,41	0,41
40	Площадь, занимаемая одним станком	$P_{УД}, м^2$	10	10
41	Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь	$K_{Д.ПЛ.}$	4	4,0
42	Стоимость эксплуатации 1м ² площади здания в год	$C_{ПЛ}, руб/м^2$	4500	4500
43	Норма обслуживания станков одним наладчиком (10...20 станков на одного рабочего).	$H_{ОБСЛ}, ед.$	15	15
44	Материал заготовки и метод получения.		Твердый сплав	Твердый сплав
45	Масса заготовки	$M_3, кг.$	0,275	0,275
46	Вес отходов в стружку	$M_{ОТХД}, кг.$	0,125	0,125
47	Цена 1кг материала заготовки	$C_{МА}, руб/кг$	1000	1000
48	Цена 1кг отходов	$C_{ОТХ}, руб/кг$	2,86	2,86
49	Затраты на разработку одной программы	$З_{У.П.}, руб.$	10 000	10 000
50	Коэффициент, учитывающий потребности с восстановлением перфоленты	$K_{В.ПФ}$	-	-
51	Период выпуска деталей данного наименования	$T_{ПЕР}, лет$	-	0,06
52	Величина запуска деталей (размер партии запуска)	$H_{ЗАП}, шт$	-	3
53	Межоперационное время на передачу партии деталей	$T_{М.О.}, час.$	-	0,063
54	Затраты на разработку одной программы	$З_{У.П.}, руб.$	5000	5000

Расчет необходимого количества оборудования и коэффициентов загрузки

Таблица 6.3

№	Наименование показателей	Расчетные формулы и расчет	Значения показателей	
			Базовый	Проект
1	Расчетное количество основного технологического оборудования по изменяющимся операциям технологического процесса детали, шт.	$H_{ОБ.РАСЧ} = \frac{T_{шт} \cdot П_{Г}}{\Phi_{Э} \cdot 60 \cdot K_{ВН}}$ $H_{ОБ.РАСЧ} = \frac{0,92 \cdot 5000}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,016$ $H_{ОБ.РАСЧ} = \frac{0,52 \cdot 5000}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,009$ $H_{ОБ.РАСЧ} = \frac{0,63 \cdot 5000}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,011$	0,016	0,032
			0,009	
			0,011	
		$H_{ОБ.РАСЧ_{пр}} = \frac{1,86 \cdot 5000}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,032$		
2	Принятое количество оборудования, шт.	Расчетное количество оборудования округляется до ближайшего большего, целого числа. $H_{ОБ.ПРИН} = H_{ОБ}$	1	1
			1	
			1	
3	Коэффициент загрузки оборудования.	$K_3 = \frac{H_{ОБ.РАСЧ}}{H_{ОБ.ПРИН}}$ т.к. $H_{об.пр}=1$, то $K_3=H_{об.расч}$	0,016	0,032
			0,009	
			0,011	
Дополнительные исходные данные для станков с ЧПУ				

4	Количество наименований однотипных деталей, обрабатываемых на станке с ЧПУ, шт.	$H_{ДЕТ} = \frac{\Phi_{\text{э}} \cdot 60}{T_{ШТ} \cdot P_{Г}}$ $H_{ДЕТ} = \frac{4015 \cdot 60}{1,86 \cdot 5000} = 25,9$	-	25,9=26
5	Среднесуточный запуск деталей, шт.	$P_{СУТ} = \frac{P_{Г}}{D_{Р}} = \frac{P_{Г}}{360} = \frac{5000}{360} = 14$	-	14
6	Длительность производственного цикла, дней	$T_{Ц} = \frac{H_{ЗАП} \cdot T_{ШТ} + T_{М.О} \cdot 2}{16} =$ $= \frac{63 \cdot 0,031 + 0,5 \cdot 2}{16} = 0,122$ <p>$T_{ШТ}$ в формулу подставлять в часах</p>	-	0,122

Расчет капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам

Таблица 6.4

№	Наименование, единица измерения	Расчетные формулы и расчет	Значения показателей	
			Баз.	Пр.
1	Прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование, руб.	$K_{ОБ} = \sum_1^m H_{ОБ} \cdot Ц_{ОБ} \cdot K_3$ $K_{ОБ.Б.} = 1 \cdot 350000 \cdot 0,016 + 1 \cdot 470000 \cdot 0,009 + 1 \cdot 570000 \cdot 0,011 = 54170$ $K_{ОБ.ПР.} = 1 \cdot 1270000 \cdot 0,032 = 40640$	54170	40640
2	Сопутствующие капитальные вложения:			

2.1	Затраты на проектирование, руб.	$Z_{\text{ПР}} = T_{\text{ПР}} \cdot C_{\text{ч.ТЕХ}} = 655 \cdot 56,82 = 37217,10$ <p>$C_{\text{ч.ТЕХ}}$ – часовая заработная плата технолога:</p> $C_{\text{ч.ТЕХ}} = \frac{\text{Оклад}_{\text{ТЕХНОЛОГА}}}{D_{\text{Р.МЕС}} \cdot T_{\text{СМ}}} = \frac{10000}{22 \cdot 8} = 56,82$ <p>$T_{\text{СМ}} = 8$ – продолжительность рабочей смены; $\text{Оклад}_{\text{ТЕХН.}}$ – месячный оклад технолога (Приложение 11) $D_{\text{Р.МЕС}} = 22$ – количество рабочих дней в месяце.</p>	-	37217,10
2.2	Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб.	$K_M = K_{\text{ОБ}} \cdot K_{\text{МОНТ}}$ $K_{M1} = 5600 \cdot 0,2 = 1120$ $K_{M2} = 4230 \cdot 0,2 = 846$ $K_{M3} = 6270 \cdot 0,2 = 1254$ $K_{\text{М.ПР.}} = 40640 \cdot 0,2 = 8128$	3220	8128
2.3	Затраты на транспортные средства, руб.	$K_{\text{ТР}} = K_{\text{ОБ}} \cdot 0,05$ $K_{\text{ТР1}} = 5600 \cdot 0,05 = 280$ $K_{\text{ТР2}} = 4230 \cdot 0,05 = 211,50$ $K_{\text{ТР3}} = 6270 \cdot 0,05 = 313,50$ $K_{\text{ТР.ПР.}} = 4064 \cdot 0,05 = 2032$	805	2032
2.4	Затраты на дорогостоящие приспособления, руб.	$K_{\text{ПР}} = \sum_1^m H_{\text{ПР}} \cdot C_{\text{ПР}} \cdot K_3$ $K_{\text{ПР.Б}} = 1 \cdot 6755 \cdot 0,016 + 1 \cdot 17216 \cdot 0,009 + 1 \cdot 29647 \cdot 0,011 = 589,15$ $K_{\text{ПР.ПР.}} = 1 \cdot 10440 \cdot 0,032 = 334,10$	589,15	334,10

2.5	Затраты на инструмент, руб.	$K_{II} = \sum_1^m \frac{C_{II} \cdot T_{МАШ} \cdot П_{Г} \cdot K_{УБ}}{T_{II} \cdot (H_{ПЕР} + 1) \cdot 60}$ $K_{II.ПР} = \frac{120 \cdot 0,53 \cdot 5000 \cdot 1,05}{40 \cdot (1 + 1) \cdot 60} +$ $+ \frac{170 \cdot 0,53 \cdot 5000 \cdot 1,05}{40 \cdot (1 + 1) \cdot 60} +$ $+ \frac{230 \cdot 0,53 \cdot 5000 \cdot 1,05}{40 \cdot (1 + 1) \cdot 60} = 602,90$	602,90	602,90
2.8	Стоимость аппаратуры для записи программ (для станков с ЧПУ), руб.	$K_{АП} = 0,06 \cdot \sum_1^m H_{ОБ_{ЧПУ}} \cdot C_{ОБ_{ЧПУ}} \cdot K_3$ $K_{АП} = 0,06 \cdot 1 \cdot 1270000 \cdot 0,032 = 24384$	-	24384
2.10	Затраты на демонтаж заменяемого оборудования, руб.	$З_{ДЕМ} = \sum_1^m H_{ОБ} \cdot C_{ОБ} \cdot 0,1 = 1 \cdot 1270000$ $0,00 \cdot 0,1 = 127000$ <p>Расчет ведется на реализуемое оборудование из-за ненужности в случае замены</p>	-	127000
2.11	Выручка от реализации заменяемого оборудования, руб.	$B_{РЕАЛ} = \sum_1^m H_{ОБ} \cdot C_{ОБ} \cdot 0,05 = \text{Расчет}$ $= 1 \cdot 1270000 \cdot 0,05 = 63500$ <p>ведется на реализуемое оборудование из-за ненужности в случае замены</p>	-	63500
	Итого сопутствующие капитальные вложения, руб.	$K_{СОП} = З_{ПР} + K_M + K_{ТР} + K_{ПР} + K_{II} +$ $+ K_{АП} + З_{ДЕМ} - B_{РЕАЛ}$ $K_{СОП.Б} = 3220 + 805 + 589,15 +$ $+ 602,9 = 5217,10$ $K_{СОП.ПР} = 37217,1 + 8123 + 2032 +$ $+ 334,10 + 602,90 + 24384 + 127000$ $- 63500 = 136193,10$	5217,10	136193,10

3	Общие капитальные вложения, руб.	$K_{ОБЩ} = K_{ОБ} + K_{СОП}$ $K_{ОБЩ.Б} = 54170$ $K_{ОБЩ.ПР} = 40640 + 136193,10 = 176833,10$	54170	176833,10
4	Удельные, капитальные вложения, руб.	$K_{уд} = \frac{K_{ОБЩ}}{П_r}$ $K_{уд.Б} = \frac{54170}{5000} = 10,80$ $K_{уд.ПР} = \frac{176833,10}{5000} = 35,40$	10,80	35,40

Расчет технологической себестоимости изменяющихся
по вариантам операций

Таблица 6.5

№	Наименование показателей	Расчетные формулы и расчет	Значения показателей	
			Баз.	Пр.
2	Основная заработная плата основных производственных рабочих руб. Для серийного и мелкосерийного производства	$З_{ПЛ.ОП} = \frac{T_{шт} \cdot C_q}{60} \cdot K_y \cdot K_{ПФ} \cdot K_{ПР} \cdot K_d \cdot K_{ВН} \cdot K_H$ $З_{ПЛ.БАЗ} = \frac{0,92 + 0,52 + 0,63}{60} \cdot 57,26 \cdot 1,08 \cdot 1,14 \cdot 1,1 \cdot 1,08 \cdot 1,2 \cdot 1 = 6,65$ $З_{ПЛ.ПР} = \frac{1,86 \cdot 61,14}{60} \cdot 1,08 \cdot 1,14 \cdot 1,1 \cdot 1,08 \cdot 1,2 \cdot 1 = 3,30$	6,65	3,30

3	Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих руб. $K_d = 10\%$	$Z_{доп} = Z_{пл.оп} \cdot K_d$ $Z_{доп.баз} = 6,65 \cdot 10 = 66,5$ $Z_{доп.пр} = 3,30 \cdot 10 = 33,00$	66,50	33,00
4	Отчисления на социальные нужды руб.	$O_{тк} = (Z_{пл.оп} + Z_{доп}) \cdot K_c$ $O_{тк.баз} = (6,65 + 66,50) \cdot 0,36 = 26,30$ $O_{тк.пр} = (3,30 + 33,00) \cdot 0,36 = 13,10$	26,30	13,10
5	Затраты по содержанию и эксплуатации оборудования			
5.1	Затраты на текущий ремонт оборудования, руб.	$P_{р.об} = \frac{\sum_1^m Ц_{об} \cdot H_{об} \cdot H_{тр} \cdot K_3}{\Phi_э \cdot 100}$ $P_{р.об.б} = \frac{50000 + 470000 + 57000}{4015 \cdot 100} \cdot 3 \cdot 35 \cdot (0,016 + 0,009 + 0,011) = 13,10$ $P_{р.об.пр} = \frac{1270000 \cdot 1 \cdot 0,032 \cdot 35}{4015 \cdot 100} = 3,50$	13,10	3,50
5.2	Расходы на амортизацию оборудования, руб.	$P_A = \frac{\sum_1^m Ц_{об} \cdot H_{об} \cdot H_A \cdot T_{шт}}{\Phi_э \cdot K_{вн} \cdot 100}$ $P_{А.пр.б} = \frac{50000 + 470000 + 570000}{4015 \cdot 1,2 \cdot 100} \cdot 3 \cdot 10 \cdot 0,07 = 179,20$ $P_{А.пр} = \frac{1270000 \cdot 1 \cdot 1,86 \cdot 10}{4015 \cdot 1,2 \cdot 100} = 49$	179,20	49

5.3	Расходы на технологическую энергию, руб.	$P_{\text{Э}} = \frac{\sum_1^m M_{\text{У}} \cdot T_{\text{МАШ}}}{\text{КПД} \cdot 60} \cdot K_{\text{ОД}} \cdot K_{\text{М}} \cdot K_{\text{В}} \cdot K_{\text{П}} \cdot \text{Ц}_{\text{Э}}$ $P_{\text{Э.Б}} = \frac{\langle 9 \cdot 0,31 \rangle + \langle 5 \cdot 0,18 \rangle + \langle 5 \cdot 0,28 \rangle}{0,8 \cdot 60} \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,05 \cdot 2,73 = 0,08$ $P_{\text{Э.ПР}} = \frac{17,5 \cdot 0,87}{0,8 \cdot 60} \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,05 \cdot 2,73 = 0,45$	0,08	0,45
5.4	Затраты на содержание и эксплуатацию приспособлений, руб.	$P_{\text{ПР}} = \sum_1^m \frac{(\text{Ц}_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{Р.ПР}} - B_{\text{Р.ПР}}) \cdot H_{\text{ПР}} \cdot K_3}{T_{\text{ПР}} \cdot \text{П}_{\text{Г}}}$ $P_{\text{ПР.Б}} = \frac{\langle 755 \cdot 1,5 - 1351 \rangle \cdot 1 \cdot 0,016}{5 \cdot 5000} + \frac{\langle 7216 \cdot 1,5 - 3443,20 \rangle \cdot 1 \cdot 0,009}{5 \cdot 5000} + \frac{\langle 9647 \cdot 1,5 - 5929,40 \rangle \cdot 1 \cdot 0,011}{5 \cdot 5000}$ $= 0,03$ $P_{\text{ПР.ПР}} = \frac{\langle 04400 \cdot 1,5 - 20880 \rangle \cdot 1 \cdot 0,032}{5 \cdot 5000} = 0,17$	0,03	0,17

5.5	Затраты на инструмент, руб.	$P_{II} = \sum_1^m \frac{(C_{II} \cdot K_{TP} - B_{P.II}) \cdot K_{YB} + C_{ПЕР}}{T_{II} \cdot (H_{ПЕР} + 1)^{60}} \cdot T_{МАШ}$ $P_{II.Б} = \frac{(20 \cdot 1,02 - 0) \cdot 1,05 + 0}{40 \cdot (1 + 1)^{60}} \cdot 0,31 +$ $+ \frac{(70 \cdot 1,02 - 0) \cdot 1,05 + 0}{40 \cdot (1 + 1)^{60}} \cdot 0,18 +$ $+ \frac{(30 \cdot 1,02 - 0) \cdot 1,05 + 0}{40 \cdot (1 + 1)^{60}} \cdot 0,28 +$ $= 0,059$ $P_{II.ПР} = \frac{(20 \cdot 1,02 - 0) \cdot 1,05 + 0}{40 \cdot (1 + 1)^{60}} \cdot 0,87 +$ $+ \frac{(70 \cdot 1,02 - 0) \cdot 1,05 + 0}{40 \cdot (1 + 1)^{60}} \cdot 0,87 +$ $+ \frac{(30 \cdot 1,02 - 0) \cdot 1,05 + 0}{40 \cdot (1 + 1)^{60}} \cdot 0,87 = 0,20$	0,059	0,20
5.6	Расходы на смазочные, обтирочные материалы и охлаждающие жидкости, руб.	$P_{CM} = \frac{\sum_1^m H_{OB} \cdot K_3}{\Pi_{Г}} \cdot H_{CM}$ $P_{CM.Б} = \frac{1 \cdot 0,016 + 1 \cdot 0,009 + 1 \cdot 0,011}{5000} \cdot 500 =$ $= 0,012$ $P_{CM.ПР} = \frac{1 \cdot 0,032}{5000} \cdot 500 = 0,003$	0,012	0,003
5.7	Расходы на воду технологическую, руб.	$P_B = \frac{\sum_1^m H_{OB} \cdot K_3 \cdot \Phi_{Э}}{\Pi_{Г}} \cdot Y_B \cdot Ц_B$ $1 \cdot 0,016 \cdot 4015 +$ $+ 1 \cdot 0,009 \cdot 4015 +$ $+ 1 \cdot 0,032 \cdot 4015$ $P_{B.Б} = \frac{5000}{5000} \cdot 0,6 \cdot 3,14 = 0,086$ $P_{B.ПР} = \frac{1 \cdot 0,032 \cdot 4015}{5000} \cdot 0,6 \cdot 3,14 = 0,048$	0,086	0,048

5.8	Расходы на сжатый воздух, руб.	$P_{СЖ} = \frac{\sum_1^m H_{ОБ} \cdot K_3 \cdot \Phi_{\text{Э}}}{\Pi_{\Gamma}} \cdot \gamma_{СЖ} \cdot \Pi_{СЖ}$ $1 \cdot 0,016 \cdot 4015 +$ $+ 1 \cdot 0,009 \cdot 4015 +$ $P_{СЖ.Б} = \frac{+ 1 \cdot 0,011 \cdot 4015}{5000} \cdot 0,15 \cdot 0,41 = 0,002$ $P_{СЖ.ПР} = \frac{1 \cdot 0,032 \cdot 4015}{5000} \cdot 0,15 \cdot 0,41 = 0,002$	0,002	0,002
5.9	Расходы на содержание и эксплуатацию производственной площади, руб.	$P_{ПЛ} = \frac{\sum_1^m H_{ОБ} \cdot P_{УД} \cdot K_3 \cdot K_{Д.ПЛ}}{\Pi_{\Gamma}} \cdot \Pi_{\text{Э.ПЛ}}$ $1 \cdot 12 \cdot 0,016 \cdot 3,5 +$ $1 \cdot 4,8 \cdot 0,009 \cdot 4,5 +$ $P_{ПЛ.Б} = \frac{1 \cdot 4,2 \cdot 0,011 \cdot 4,5 +}{5000} \cdot 4500 = 0,97$ $P_{ПЛ.ПР} = \frac{1 \cdot 5 \cdot 0,032 \cdot 4,0}{5000} \cdot 4500 = 0,58$	0,97	0,59
5.10	Расходы на поставку и эксплуатацию управляющих программ для станков с ЧПУ, руб.	$P_{У.ПР} = \sum_1^m \frac{3_{У.ПР} \cdot K_3 \cdot H_{ДЕТ} \cdot K_{В.ПР}}{\Pi_{\Gamma} \cdot T_{ПЕР}}$ $P_{У.ПР} = \frac{37500 \cdot 0,032 \cdot 26 \cdot 0,6}{5000 \cdot 3} = 1,25$	-	1,25
	Итого расходы по содержанию и эксплуатации оборудования, руб.	$P_{\text{Э.ОБ}} = P_{Р.ОБ} + P_A + P_{\text{Э}} + P_{ПР} + P_{И} + P_{СМ} +$ $+ P_B + P_{СЖ} + P_{ПЛ} + P_{У.ПР}$ $P_{\text{Э.ОБ.Б}} = 13,10 + 179,20 + 0,08 + 0,03 + 0,059 +$ $+ 0,012 + 0,086 + 0,002 + 0,97 = 193,50$ $P_{\text{Э.ОБ.ПР}} = 3,50 + 49 + 0,45 + 0,17 + 0,20 +$ $+ 0,003 + 0,048 + 0,002 + 0,59 + 1,25 = 55,20$	193,50	55,20

Калькуляция себестоимости обработки по вариантам технологического
процесса

Таблица 6.8

№	Статьи затрат	Затраты, руб.	
		Базовы й	Проект
2	Основная заработная плата рабочих операторов: $Z_{ПЛ.ОСН} = Z_{ПЛ.ОП} + Z_{ДОП}$	38,50	36,30
3	Отчисления на социальные нужды: $O_{ТК}$	26,30	13,10
4	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования: $P_{Э.ОБ}$	193,90	55,20
	Итого технологическая себестоимость: $C_{ТЕХ} = M + Z_{ПЛ.ОСН} + H_{З.ПЛ} + P_{Э.ОБ}$	285,70	104,60
5	Общеходовые накладные расходы: $P_{ЦЕХ} = Z_{ПЛ.ОСН} \cdot K_{ЦЕХ}$ $K_{ЦЕХ} = 2,2$	84,70	79,80
	Итого цеховая себестоимость: $C_{ЦЕХ} = C_{ТЕХ} + P_{ЦЕХ}$	370,40	184,40
6	Заводские накладные расходы: $P_{ЗАВ} = Z_{ПЛ.ОСН} \cdot K_{ЗАВ}$ $K_{ЗАВ} = 1,8$	69,30	65,30
	Итого заводская себестоимость $C_{ЗАВ} = C_{ЦЕХ} + P_{ЗАВ}$	439,70	249,70
7	Внепроизводственные расходы $P_{ВН} = C_{ЗАВ} \cdot K_{ВНП}$ $K_{ВНП} = 0,05$	22	12,50
	Всего полная себестоимость $C_{ПОЛ} = C_{ЗАВ} + P_{ВН}$	461,70	262,20

6.2. Расчет показателей экономической эффективности
проектируемого варианта технологии.

6.2.1. Ожидаемая прибыль (условно-годовая экономия) от снижения себестоимости обработки детали.

$$P_{ОЖ} = Э_{УГ} = (C_{ПОЛ_{БАЗ}} - C_{ПОЛ_{ПР}}) \cdot П_{Г} = (461,70 - 262,40) \cdot 5000 = 996500 \text{ руб}$$

$C_{ПОЛБАЗ}$, $C_{ПОЛПР}$ – полная себестоимость изготовления единицы детали, соответственно по базовому и проектному вариантам.

13.2.2. Налог на прибыль

$$H_{ПРИБ} = П_{ОЖ} \cdot K_{НАЛ} = 996500 \cdot 0,2 = 199300 \text{руб}$$

$K_{НАЛ}$ – коэффициент налогообложения прибыли

13.2.3. Чистая прибыль

$$П_{ЧИСТ} = П_{ОЖ} - H_{ПРИБ} = 996500 - 199300 = 797200 \text{руб}$$

После определения чистой прибыли определяется расчетный срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций), необходимых для осуществления проектируемого варианта:

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{П_{Р.ЧИСТ}} + 1 = \frac{K_{ОБЩ}}{П_{Р.ЧИСТ}} + 1 = \frac{176833,10}{797200} + 1 = 1,22 = 1,5 \text{года}$$

Технико-экономические показатели проекта

Таблица 6.9

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Базовый	Проект
Технические параметры проекта				
1	Количество оборудования	$C_{ПР.ОБЩ}$, шт	3	1
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	$K_{З.СР}$	0,012	0,032
Экономические показатели проекта				
1	Годовая программа выпуска	$П_{Г}$, шт	5000	
2	Снижение себестоимости и единицы продукции	$\Delta C_{ПОЛ}$, %	43	
3	Капитальные вложения	$K_{ОБЩ}$, руб		176833,10
5	Чистая прибыли	$П_{Р.ЧИСТ}$, руб	797200	
6	Налог на прибыль	$H_{ПРИБ}$, руб	199300	
7	Срок окупаемости инвестиций	$T_{ОК.РАСЧ}$, лет	1,5	

8	Снижение трудоемкости	$\Delta T_{шт}, \%$	10
9	Рост производительности труда	$\Delta ПТ, \%$	11

Годовой экономический эффект от внедрения в технологический процесс более производительного оборудования рассчитывается по формуле:

$$\text{Э}_{\text{год.}} = \left[\left(C_{\text{полн.}}^{\text{баз.}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд.}}^{\text{баз.}} \right) - \left(C_{\text{полн.}}^{\text{пр.}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд.}}^{\text{пр.}} \right) \right] \cdot N_{\text{Г}}$$

$$\begin{aligned} \text{Э}_{\text{год.}} &= [461,70 + 0,33 \cdot 10,80] - [62,40 + 0,33 \cdot 35,40] \cdot 5000 = \\ &= 955910 \end{aligned}$$

Капитальные вложения (инвестиции), необходимые для осуществления проекта составили 176833,10 руб., которые благодаря получаемой прибыли 7972,00 руб. окупятся в течение 1,5 лет. Снижение трудоемкости на 10%, рост производительности труда на 11%. Техничко-экономические расчеты показали, что проект эффективен, экономическая эффективность проекта составляет 955910 рубля.

Литература

1. Волгин М.Ф. Применение ультразвука и взрыва при обработке и сборке// М.Ф. Волгин, В.В. Калашников, М.С. Нерубай, Б.Л. Штрыков – М.: Машиностроение, 2003 – 264 с.
2. Киселев Е.С. Интенсификация процессов механической обработки использованием энергии ультразвукового поля. Ульяновск: УлТГУ. 2003. - 186 с.
3. Малышев В.И., Левин Б.М., Ковалев А.В. Шлифование с ультразвуковой очисткой и правкой абразивных кругов. //Станки и инструмент. 1990. №9. С. 22-24. (3 (9))
4. Рыбалко А.П. Новое направление в развитии систем ЧПУ на основе компьютеризованных электроприводов переменного тока / Рыбалко А.П. (г. Москва, Россия) // 11-я Международная научно-техническая конференция «Физические и компьютерные технологии». International scientific and technical conference. Харьков, 2005.
5. Шлифовально-заточной станок Walter Helitronic. Инструкция по эксплуатации

ПРИЛОЖЕНИЯ

Патенты, являющиеся аналогами для разработки устройств и способов ультразвуковой правки и очистки шлифовальных кругов, выявленные по результатам патентного исследования

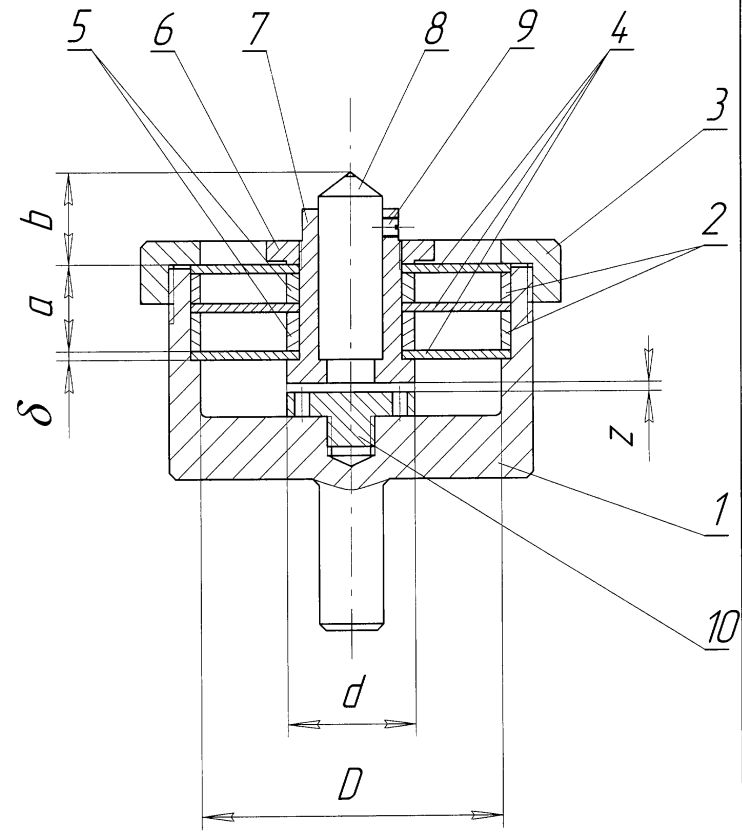
Название, номер	Заявитель(и), автор(ы)	Описание	Схема изобретения
<p>Устройство для правки шлифовального круга, №2169656</p>	<p>Общество с ограниченной ответственностью "Александра", Дампилон В.Г., Лебедев Н.М., Новоселов Б.А., Тютиков И.П.</p>	<p>Изобретение относится к абразивно-алмазной обработке и может быть использовано при шлифовании различных материалов. Устройство содержит ультразвуковой преобразователь и волновод ультразвуковых колебаний. К последнему присоединен правящий инструмент, выполненный с выпуклой вершиной, находящейся на оси волновода. Период колебания преобразователя определен по формуле: $T_{пр} = 2a/V_p$, где a - длина площадки контакта инструмента в направлении скорости резания V_p. При таком соотношении правка представляет собой</p>	

		<p>процесс ударного действия с хрупким разрушением абразивных зерен и связки круга. При этом отсутствует сила трения по задней поверхности правящего инструмента, что повышает его износостойкость и позволяет осуществлять эффективную правку шлифовальных кругов любых диаметров в условиях автоматического цикла шлифования.</p>	
--	--	---	--

Устройство для правки шлифовальных устройств, № 2218263

Королев А.В.,
Чистяков А.М.,
Березняк Р.А.,
Королев А.А.,
Тяпаев С.В.

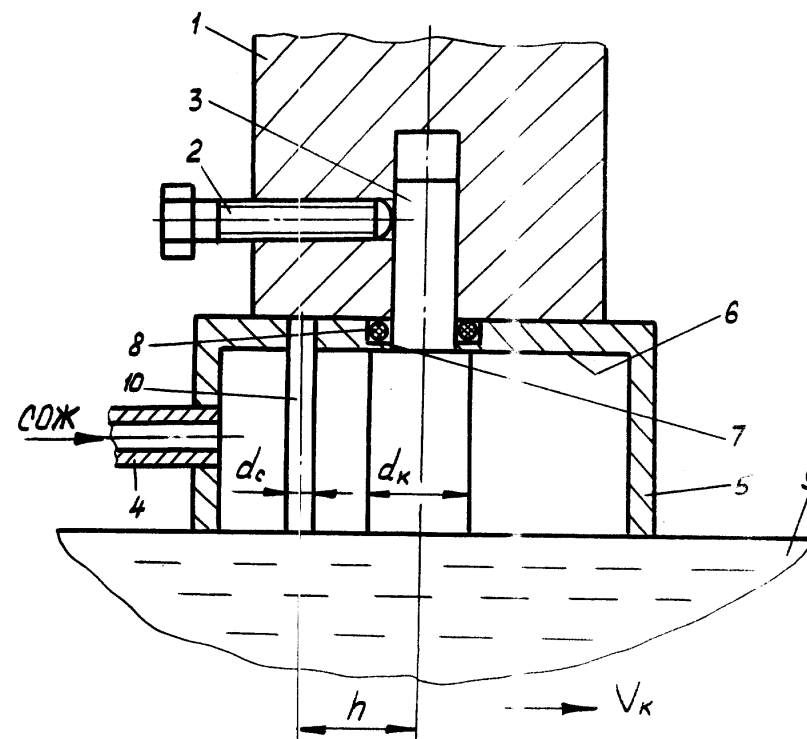
Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано для восстановления режущей способности шлифовальных кругов и придания им заданной геометрической формы. На столе станка неподвижно закреплен корпус. Правящий инструмент установлен в нем с помощью двух или более упругих элементов в виде круговых пластин. Для ограничения амплитуды колебаний правящего инструмента предусмотрен жесткий упор в основании корпуса. Такая конструкция обеспечивает колебания инструмента только в одном направлении, увеличение числа пластин повышает их прочность, а наличие упора предотвращает возможность разрушения устройства.



Устройство для
правки
шлифовального
круга, №
2100183

Ульяновский
государственный
технический
университет,
Киселев Е.С.,
Унянин А.Н.

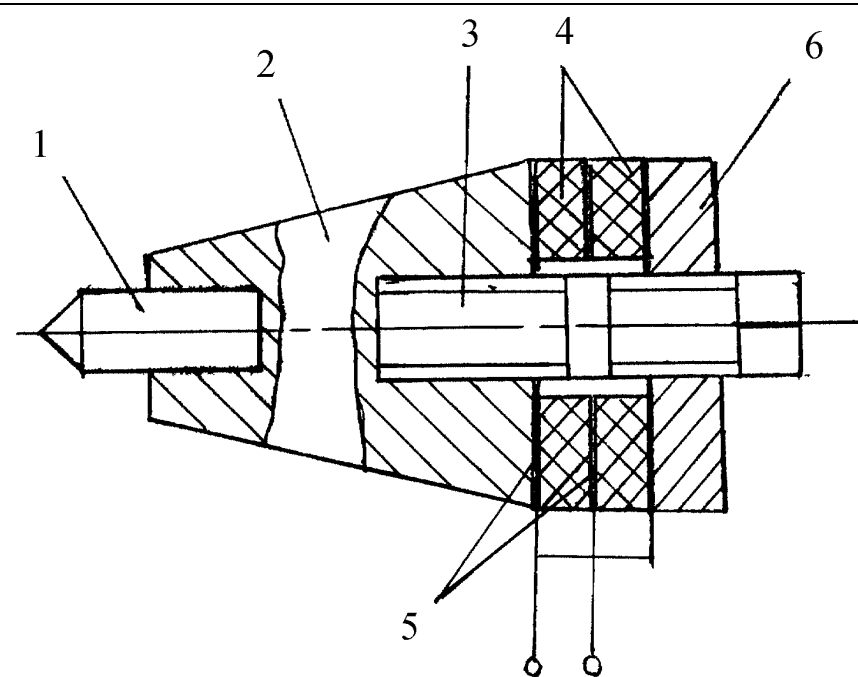
Использование: правка
шлифовальных кругов
при абразивной
обработке материалов.
Сущность изобретения:
устройство содержит
карандаш, связанный с
трубопроводом подачи
СОЖ стакан,
расположенный между
торцом держателя и
карандашом. В днище
стакана выполнено
центральное отверстие, в
котором расположено
охватывающее карандаш
уплотнение, а также
цилиндрический
стержень, ось которого
параллельна оси
карандаша и удалена от
оси карандаша на
расстояние $h = (2,1 - 4,3)d_c$ (мм), где d_c -
диаметр стержня (мм),
который выбирается из
условия $d_c = (0,6 - 1,0)d_k$
(мм), где d_k - диаметр
алмазного карандаша
(мм).

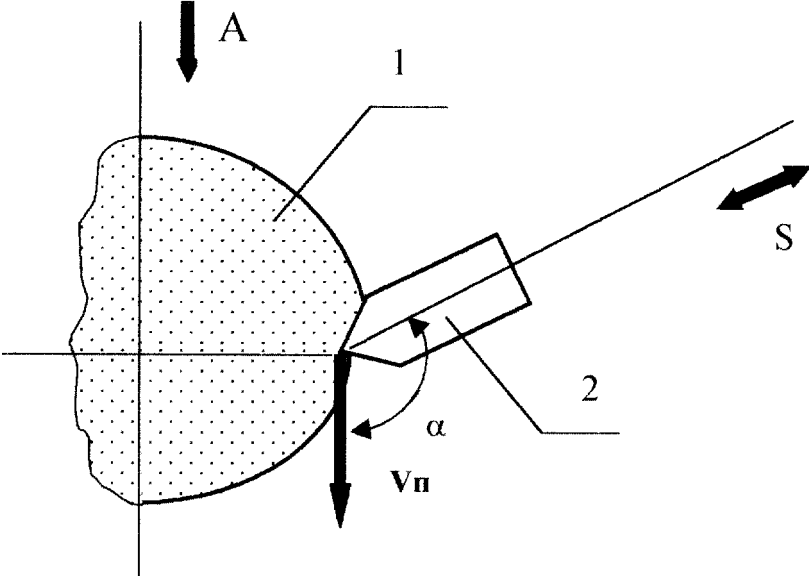


Способ правки
шлифовального
круга,
№ 2152296

Ульяновский
государственный
технический
университет,
Киселев Е.С.,
Унянин А.Н.

Изобретение возможно использовать в машиностроении при правке шлифовальных кругов. Правящий инструмент перемещают вдоль образующей шлифовального круга. Правящему инструменту сообщают колебания в направлении, перпендикулярном рабочей поверхности шлифовального круга. Одновременно изменяют частоту и амплитуду колебаний правящего инструмента, т.е. используют амплитудную и частотную модуляцию колебаний. Модуляция осуществляется таким образом, что большей частоте соответствует меньшая амплитуда колебаний и наоборот. Использование модулированного сигнала увеличивает производительность шлифования за счет возможного увеличения скорости подачи, а также стойкость круга и



		<p>качественные характеристики при одинаковой подаче.</p>	
<p>Способ правки абразивного круга, № 2180283</p>	<p>Новоселов Б.А., Лебедев Н.М.</p>	<p>Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано при правке шлифовальных кругов. Правящему инструменту сообщают подачу вдоль образующей профиля шлифовального круга и колебания в направлении его рабочей поверхности. Колебания правящему инструменту сообщают под углами $\alpha=90+(0-15)^\circ$ и $\beta=90-(0-15)^\circ$ в соответствующих плоскостях. Величину подачи правки выбирают из условия $SP \leq 0,5$ мм/об. Правящему инструменту задают колебания с помощью ультразвука с частотой, зависящей от скорости резания при правке. Такое сочетание действий повышает стойкость правящего инструмента и обеспечивает регулярный характер его</p>	

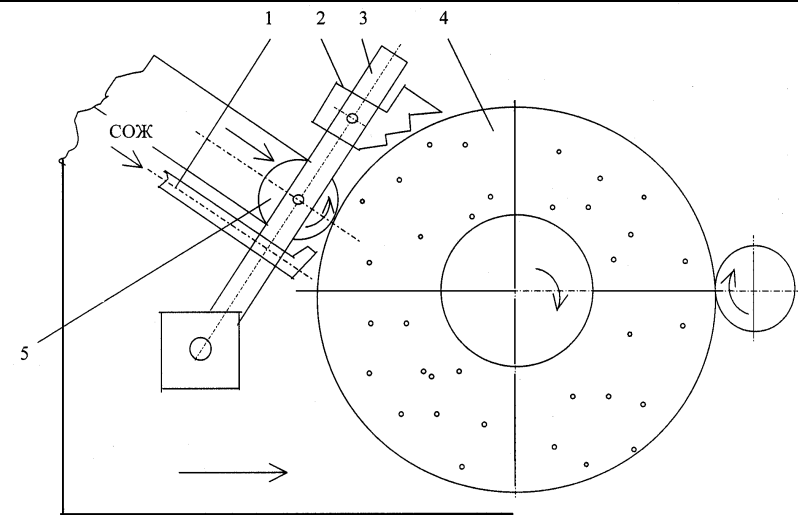
		<p>взаимодействия с абразивным кругом.</p>	
<p>Способ управления процессом правки шлифовального круга, № 2152295</p>	<p>Ульяновский государственный технический университет, Худобин Л.В., Гурьянихин В.Ф., Юганов В.С., Куренков Д.В.</p>	<p>Изобретение относится к машиностроению и предназначено для использования на всех металлообрабатывающих предприятиях, применяющих обработку абразивными кругами, особенно в условиях автоматизированного производства. Технический результат - повышение производительности процесса правки и уменьшение расхода шлифовальных кругов и правящего инструмента при заданной производительности процесса шлифования и качестве шлифованных деталей. Согласно изобретению в способе управления процессом правки, при котором в цикле правки регистрируют амплитуду акустического сигнала, соответствующую первому слою абразива, снимаемому при правке, производят вторую</p>	

		<p>правку (проход) с той же глубиной слоя и определяют отношения амплитуд при последующей и предыдущей правке. Сравнивают величины отношения с заданной предельной величиной, при этом, если это отношение превысит заданную предельную величину, глубину снимаемого слоя абразива на следующих проходах правки уменьшают в 3-4 раза от начального значения, пока амплитуда звукового сигнала не достигнет или будет меньше величины амплитуды сигнала на первом проходе правки, после чего осуществляют выхаживание круга.</p>	
--	--	---	--

Способ непрерывной правки с гидроабразивной очисткой рабочей поверхности шлифовального круга, № 2190515

Киселев Е.С., Тартас Д.В.

Изобретение относится к области машиностроения, касается обработки металлов резанием и предназначено для использования при шлифовании заготовок преимущественно из труднообрабатываемых материалов. Осуществляют подачу смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) через сопло в зону контакта алмазного ролика с кругом и далее в зазор между рабочей поверхностью круга и внутренней поверхностью заслонки с выступами. Последняя расположена на общем рычаге с алмазным правящим роликом с определенным зазором относительно круга. Смесь СОЖ со свободным абразивом, образующимся при правке круга алмазным роликом, попадает на выступы заслонки и отражается от них. После этого ударяется о

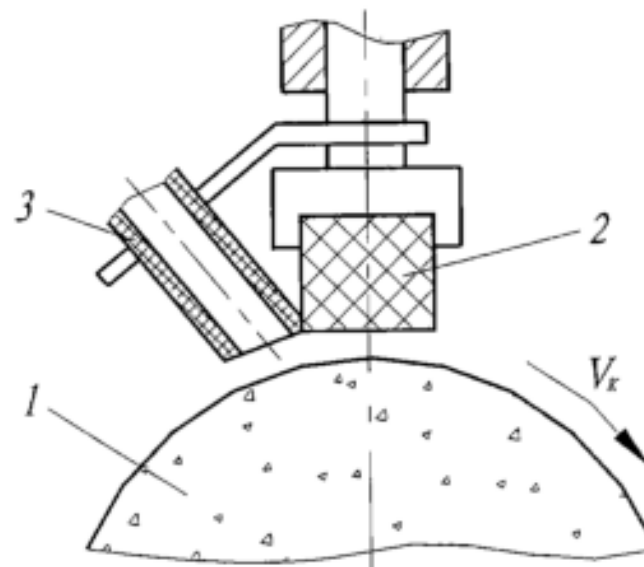


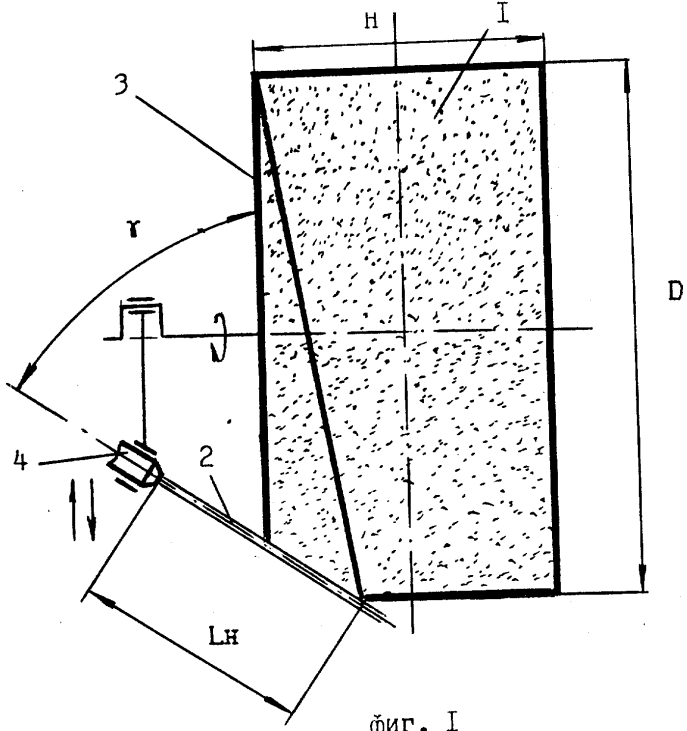
		<p>рабочую поверхность круга и тем самым очищает ее от налипших частичек металла и отходов шлифования. Такие действия уменьшают расход абразивного и правящего инструмента, повышают эффективность правки и очистки рабочей поверхности шлифовального круга. В результате снижается теплосиловая напряженность процесса шлифования, увеличивается период стойкости шлифовального круга, улучшается качество обрабатываемых поверхностей заготовок.</p>	
--	--	--	--

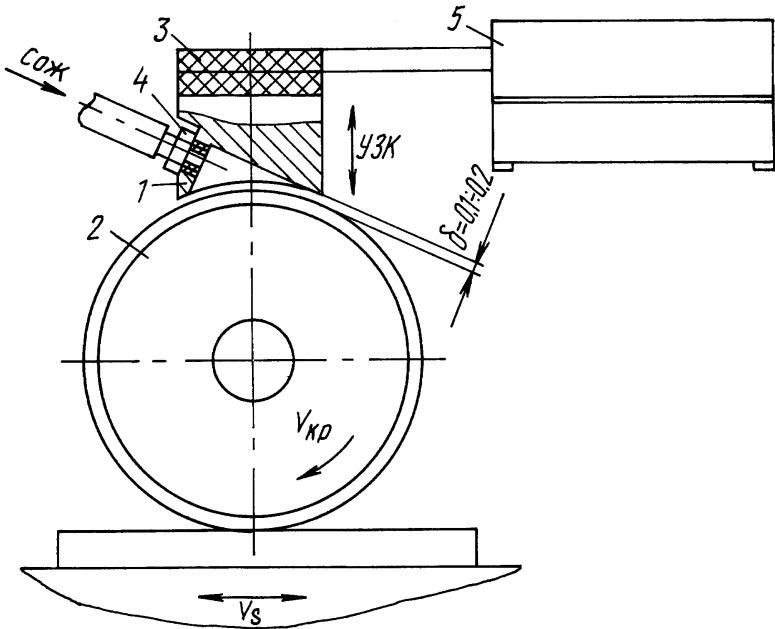
Способ очистки
шлифовальных
кругов,
№ 2192959

Ульяновский
государственный
технический
университет,
Унянин А.Н.,
Рязапов Р.Ф.

Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано на операциях шлифования заготовок из адгезионно-активных материалов. К рабочей поверхности засаленного вращающегося шлифовального круга прижимают инструмент из эластомера. В зону их контакта через трубку подают свободный абразив, зернистость которого ниже зернистости шлифовального круга. На трубку накладывают продольные ультразвуковые колебания. В результате зерна абразива ударяют по рабочей поверхности круга, интенсифицируя процесс удаления налипов металла с зерен шлифовального круга. Такие действия способствуют увеличению производительности бездефектного шлифования и



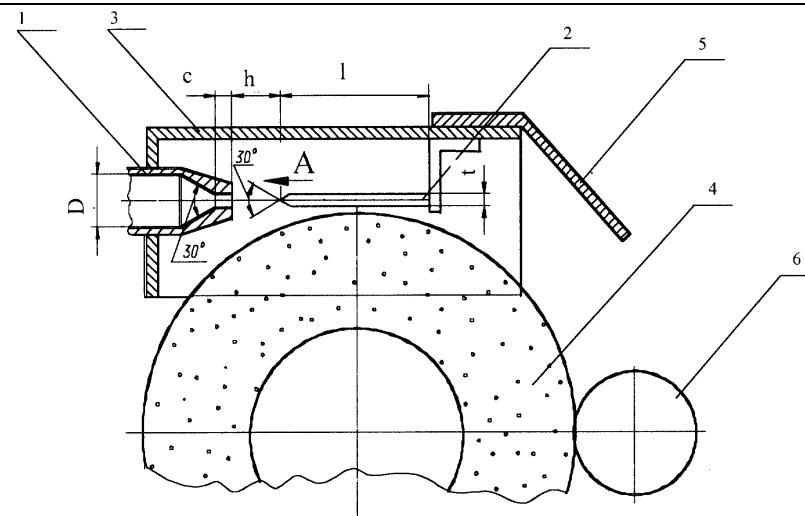
		сокращению числа правок шлифовального круга при обеспечении заданного качества обрабатываемых поверхностей.	
Способ формирования шлифовального круга сверхзвуковой струей жидкости, № 2110392	Орловский государственный технический университет, Степанов Ю.С., Афонасьев Б.И., Барсуков Г.В., Бурнашов М.А., Селеменев М.Ф.	Изобретение относится к области машиностроения, в частности к способам формирования шлифовальных кругов. В качестве правящего инструмента используют сверхзвуковую струю жидкости. Струю подают под углом к торцу шлифовального круга. Правящему инструменту сообщают возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости согласованно с движением вращения шлифовального круга со скоростью правки. Эти движения приостанавливают после полного оборота шлифовального круга.	 <p>фиг. I</p>

<p>Способ гидроочистки рабочей поверхности шлифовального круга, № 2151043</p>	<p>Ульяновский государственный технический университет, Киселев Е.С., Унянин А.Н., Дервянко В.И., Лейбель И.Г., Семенов А.В.</p>	<p>Изобретение возможно использовать в машиностроении при шлифовании заготовок для повышения эффективности операций шлифования за счет интенсификации очистки рабочей поверхности шлифовального круга. В способе гидроочистки смазочно-охлаждающая жидкость поступает в зазор между торцом волновода и рабочей поверхностью шлифовального круга. На волновод накладываются ультразвуковые колебания, форма которых является амплитудно-модулированной. Повышается интенсификация очистки рабочей поверхности шлифовального круга.</p>	
---	--	---	---

Способ гидроочистки рабочей поверхности шлифовального круга,

Ульяновский государственный технический университет, Унянин А.Н., Тартас Д.В., Умнов Д.Г.

Изобретение относится к области машиностроения, касается обработки металлов резанием и предназначено для гидроочистки кругов при шлифовании заготовок преимущественно из пластичных и адгезионно-активных материалов. Смазочно-охлаждающая жидкость поступает в зазор между преобразователем и рабочей поверхностью круга. На преобразователь накладывают колебания. Он выполнен в виде резонансной пластины, закрепленной консольно в корпусе. Под давлением (0,5-1,5) МПа подают жидкость через сопло, плоскость симметрии которого совпадает с плоскостью симметрии пластины и которое расположено по отношению к ней на определенном расстоянии. Использование способа позволяет уменьшить



		нагрузку на шлифовальную бабку станка и повысить качество шлифованных деталей.	
--	--	--	--

