

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Кибернетики _____
Направление подготовки 15.04.01 «Машиностроение» _____
Кафедра ТМСПР _____

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Влияние размеров фасок на напльвы металла на торцах цилиндров, обрабатываемых дорнованием

УДК 539.319-433.4:621.951

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛМ51	Шуравина Галина Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов А.Ю.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын В.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСПР	Вильнин А.Д.			

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Кибернетики _____
 Направление подготовки (специальность) 15.04.01 «Машиностроение» _____
 Кафедра ТМСР _____

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛМ51	Шуравиной Г.С.

Тема работы:

Влияние размеров фасок на наплывы металла на торцах цилиндров, обрабатываемых дорнованием	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	3144/с от 15.05.2017г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект научного исследования: процесс дорнования отверстий в цилиндрах Предмет научного исследования: влияние размеров фасок на высоту напыла
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Цель исследования: экспериментально исследовать возможность уменьшения размеров напылов металла на торцах цилиндров, обрабатываемых дорнованием, путем изменения размеров фасок. Установить закономерности образования напылов металла на торцах цилиндров при дорновании отверстий: а. При изменении геометрических параметров фасок: размер и угол

	в. Изменении натяга дорнования
Перечень графического материала	Презентация в MicrosoftPowerPoint
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицын В.В.
Социальная ответственность	Федорчук Ю.М.
Раздел ВКР на иностранном языке	Шепетовский Д.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Обзор литературы и задачи исследования	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов А.Ю.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛМ51	Шуравина Галина Сергеевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 111 с., 25 рис., 24 табл., 7 источников, 2 прил.

Ключевые слова: дорнование, фаски, наплывы, натяг дорнования.

Объектом исследования является: процесс дорнования отверстий в цилиндрах.

Цель работы – экспериментально исследовать возможность уменьшение высоты наплывов металла на торцах цилиндров, обрабатываемых дорнованием, путем изменения размеров фасок.

В процессе исследования решались следующие задачи: влияние размера и угла фаски на наплывы металла на торцах цилиндров обработанных дорнованием; влияние натяга дорнования на наплывы металла.

В результате исследования было установлено, что угол и размер фаски оказывают не существенное влияние на высоту напыла металла на торцах цилиндров, обработанных дорнованием. Также было разработано приспособление – пресс для дорнования отверстий малого диаметра.

Область применения: для уменьшения высоты напыла металла на торцах цилиндров обработанных дорнованием, за счет увеличения размера фаски.

В будущем планируется внедрить результаты работы на производстве.

Оглавление

Введение.....	6
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	7
1.1. Краткая характеристика, технологические возможности и область применения процесса дорнования.....	7
1.2 Точность наружных поверхностей.....	12
1.3 Образование наплывов металла на торцах полых толстостенных цилиндров	13
1.4 Цель и задачи исследования	14
2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	16
2.1 Изготовление образцов, условия экспериментов и технологическая оснастка	16
2.2 Измерение размеров образцов	23
2. 2. 1 Измерение наружных и внутренних размеров поверхностей детали	23
2. 2. 2 Измерение наплывов на торцах детали	24
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	27
3.1 Исследование влияния угла фаски на высоту наплывов металла на торцах обработанных дорнованием толстостенных цилиндров.....	27
3.2 Исследование влияния размера фаски на высоту наплывов металла на торцах обработанных дорнованием толстостенных цилиндров	31
3.3 Измерение наплывов металла на координатно-измерительной машине ...	34
3.4 Выводы.....	36
4.КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	37
4.1 Проектирование прессы для дорнования отверстий малого диаметра	37
4.1.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания	37
4.1.2 Описание конструкции прессы	37
4.1.3 Расчёт необходимого усилия дорнования	38
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	41
5.1 Предпроектный анализ	43
5.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	46

5.3 SWOT-анализ проекта	48
5.4 Инициация проекта	51
5.4.1 Цели и результат проекта.....	51
5.4.2 Организационная структура проекта.....	52
5.4.3 Ограничения и допущения.....	53
5.5 План проекта.....	54
5.6 Расчет сметы затрат на выполнение проекта.....	56
5.6.1 Расчет затрат на материалы	56
5.6.2 Расчет заработной платы.....	57
5.6.3 Расчет затрат на социальные нужды.....	58
5.6.4 Расчет прочих расходов	59
5.6.5 Расчет общей себестоимости разработки.....	59
5.7 Оценка сравнительной эффективности исследования.....	60
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	63
6.1 Анализ опасных и вредных факторов	65
6.1.1Производственный шум	67
6.1.2 Электромагнитное и ионизирующее излучения.....	68
6.1.3 Поражение электрическим током	70
6.2. Эргономический анализ трудового процесса	72
6.2.1 Микроклимат.....	72
6.2.2 Освещение	73
6.2.3 Эргономические требования к рабочему месту	76
6.3 Пожарная безопасность	82
6.3.1 Причины возникновения пожара	82
6.3.2 Профилактика пожара	83
6.4 Охрана окружающей среды	85
6.5 Защита в ЧС	88
6.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	89
Заключение	91

Введение

В современном машиностроении в конструкциях машин, оборудования, приборов и механизмов широко применяются втулки, кольца, полые пальцы, плунжеры, цилиндры и другие полые тела вращения. Рабочими поверхностями таких деталей в основном являются цилиндрические поверхности. В большинстве случаев практическая обработка цилиндрического отверстия оказывается более сложной, чем обработка наружной цилиндрической поверхности. При обработке отверстий, в связи с ограниченностью рабочего пространства, приходится уменьшать размеры поперечного сечения инструмента, что в свое очередь снижает его жесткость. При обработке многолезвийными инструментами часто наблюдается увод инструмента от геометрической оси детали, а так же затруднен вывод стружки из отверстия. В особенности такие трудности возникают при обработке точных (*IT6–IT8*, $Ra = 0,32 \dots 1,25$ мкм) глубоких отверстий малого диаметра ($d = 0,8 \dots 5$ мм; $L/d = 4 \dots 50$, где L – глубина отверстия)

Как показывает анализ литературы, повысить эффективность обработки глубоких отверстий малого диаметра, а также эксплуатационные свойства деталей, можно, используя дорнование, выполняемое после сверления [1].

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Краткая характеристика, технологические возможности и область применения процесса дорнования

Дорнование (деформирующее протягивание, прошивание) состоит в холодном пластическом деформировании заготовки при поступательном перемещении через отверстие с некоторым натягом инструмента. При этом диаметр отверстия увеличивается за счет пластических деформаций, деформированный слой металла получает упрочнение, поверхностные неровности сглаживаются, точность обработанного отверстия повышается. Дорнование относится к размерно-упрочняющим методам обработки, чаще применяемым в условиях серийного и массового производств [1,2].

В процессе дорнования заготовок припуск не удаляется из отверстия, как при обработке резанием, а частично перемещается в сторону наружной поверхности заготовки, что приводит к увеличению ее наружного и внутреннего диаметров.

В качестве инструмента при дорновании используют стальные и твердосплавные шары, однозубые и многозубые прошивки и протяжки (рис.1.1). Рабочая часть зубьев в большинстве случаев состоит из двух усеченных конусов, соединённых цилиндрической ленточкой, которая определяет диаметр обработанного отверстия. Углы рабочего и обратного конусов обычно принимают равными. Их оптимальные значения составляют $6...10^\circ$, ширина цилиндрической ленточки – $0,1...3$ мм [1].

В качестве материала для изготовления дорнов целесообразно применение твёрдых сплавов (BK8, BK15, BK20, T5K10) [3]. Это позволяет обеспечить высокую стойкость инструментов, улучшить качество обработанной поверхности и в большинстве случаев устранить крайне нежелательные явления схватывания обрабатываемого и инструментального материалов. Наиболее простыми по конструкции являются однозубые дорны.

На рисунке 1.1 показаны различные виды дорнов:

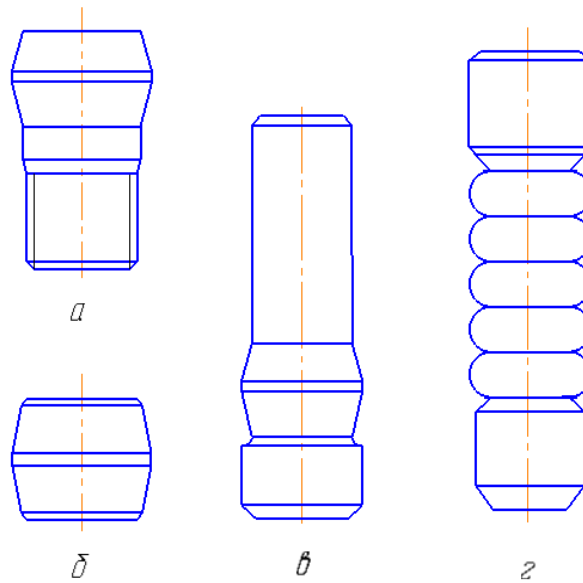


Рисунок 1.1 - Виды дорнов: *a* – однозубый с хвостовиком для работы на протяжном станке; *b* – однозубый без хвостовика для работы на прессе; *c* – однозубый с направляющим хвостовиком; *d* – многозубый с направляющим хвостовиком

Основные технологические параметры процесса дорнования: суммарный натяг Σa и натяг на зуб или число циклов деформирования. С увеличением суммарного натяга и уменьшением натяга на зуб повышается точность отверстия и качество поверхностного слоя.

Скорость дорнования обычно не превышает 30 м/мин. Она не оказывает существенного влияния на характеристики обработанной поверхности, износ инструмента и энергосиловые параметры обработки. Скорость дорнования следует выбирать в зависимости от свойств обрабатываемого материала [4].

Важное влияние на процесс дорнования оказывает применяемый смазочный материал, устраняющий схватывание инструмента с заготовкой и обеспечивающий снижение деформирующего усилия, повышение точности и качества поверхности [5]. При обработке заготовок из углеродистых и малолегированных конструкционных сталей в качестве смазочного материала рекомендуется использовать жидкости на масляной основе МР-1, МР-2, МР-3, МР-7. При дорновании отверстий в деталях из высокопрочных,

высоколегированных сталей и сплавов применяются специальные смазочные материалы на основе эпоксидных смол и твердых наполнителей типа дисульфида молибдена, коллоидного графита, нитрида бора. При обработке деталей из чугуна хорошие результаты дает очищенный керосин [3].

Натяг дорнования – это разность размеров (диаметров) инструмента и отверстия детали до дорнования.

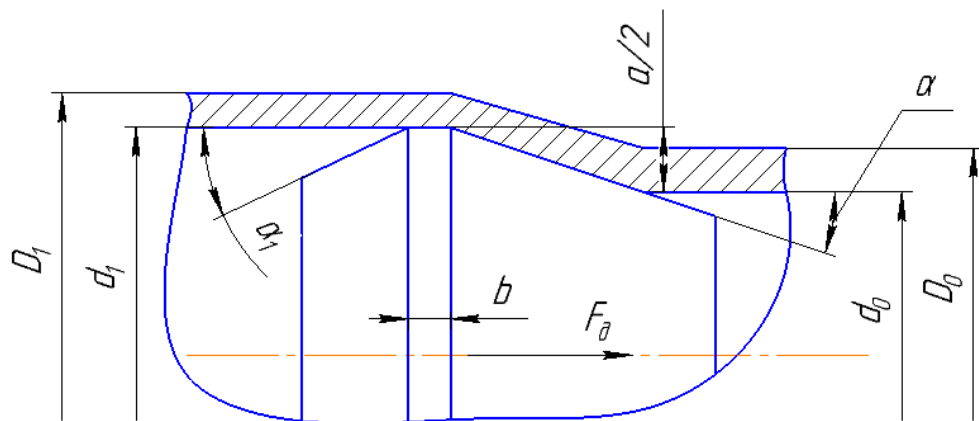


Рисунок 1.2 - Схема дорнования

d_0 – диаметр отверстия заготовки; d_1 – диаметр дорна;

D_0 , D_1 – диаметр детали до и после дорнования;

a – натяг на дорн; α , α_1 – передний и задний углы дорна;

b – ширина цилиндрической ленточки.

В зависимости от величины и направления действующих на заготовку осевых сил различают схемы дорнования с осевым сжатием (схема сжатия), с осевым растяжением (схема растяжения) и осевое заневоливание. Схемы сжатия применяют в основном для обработки сравнительно коротких изделий с отношением $L/d < 5$, а схемы растяжения и с осевым заневоливанием – для обработки длинных изделий типа гильз и корпусов гидроцилиндров с $L/d > 5$.

При дорновании однозубым дорном по схеме сжатия заготовку устанавливают торцом на опорную втулку с отверстием. Дорнование производится со стороны свободного торца. По сравнению с другими схемами

дорнования характеризуется наименьшим утонением стенки и наибольшим укорочением заготовки [6,7].

Дорнование однозубым дорном по схеме растяжения производится со стороны опорного торца. Схема предпочтительнее предыдущей, так как обеспечивает более высокую точность обработки отверстия заготовки. Утонение стенки более интенсивное, укорочение минимальное [6,7].

Дорнование с осевым заневоливанием осуществляется с помощью специального натяжного устройства, обеспечивающего определенный уровень осевых напряжений в стенках заготовки. Натяжение заготовки существенно изменяет условия деформирования. Схема дорнования осевым заневоливанием может быть использована для управления деформациями с целью получения заданного изменения толщины стенки [7].

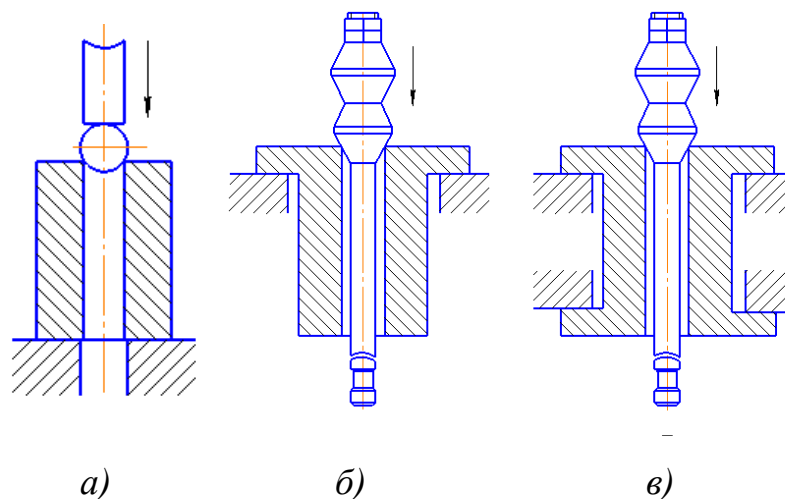


Рисунок 1.3 - Схемы дорнования отверстий: *a* – шаром (со сжатием детали); *б* – многозубым дорном-протяжкой (с растяжением детали); *в* – многозубым дорном-протяжкой (с осевым заневоливанием детали).

Наряду с обеспечением высокой точности (до $IT6...IT7$) в процессе дорнования достигается резкое снижение исходной шероховатости (до $Ra=0,05...0,1$ мкм), интенсивное упрочнение поверхностного слоя, а при дорновании в режиме сквозной пластичной деформации - упрочнении всей заготовки. Шероховатость поверхности после дорнования зависит от ряда

факторов: суммарного натяга и схемы его распределения по зубьям дорнов, исходной шероховатости, толщины стенки заготовки и ее конструктивных особенностей. Суммарный натяг и его распределение на зубья дорна, определяют контактные напряжения, оказывают наиболее существенное влияние на шероховатость поверхности. С ростом суммарного натяга дорнования высота микронеровностей снижается. Вследствие этого дорнование многозубым инструментом по сравнению с однозубым обеспечивает получение более качественной поверхности [8]. Однако увеличение числа зубьев (циклов дорнования) сверх определенного приводит к перенаклепу обработанной поверхности, ее шелушению и увеличению шероховатости [3]. Для устранения возможных явлений перенаклепа целесообразно большую часть суммарного натяга переносить на первые зубья дорна (циклы дорнования).

В настоящее время дорнование отверстий широко применяется в промышленности. Дорнованием обрабатывают отверстия диаметром d_0 от 1 до 160 мм глубиной до $100d_0$ [5]. Дорнование используют при изготовлении гильз гидро- и пневмоцилиндров, поршневых пальцев, цилиндров амортизаторов мотоциклов, втулок направляющих измерительных приборов, для окончательной обработки отверстий в подшипниковых втулках, запрессованных в корпус, волноводов, колец подшипников качения и других деталях [3,6,9].

Основными преимуществами процесса дорнования являются: высокая производительность; простота кинематической схемы обработки осуществляемой только одним формообразующим движением – осевым перемещением заготовки или инструмента; заданный размер можно получить за один проход инструмента с уточнением обработанной поверхности в 10 – 25 раз, что практически невозможно при применении других методов поверхностного пластического деформирования; шероховатость упрочненных поверхностей соизмерима с шероховатостью, обеспечиваемой на финишных операциях обработки отверстий [7].

Дорнование широко используется при ремонте изношенных деталей: штоков гидроцилиндров, поршневых пальцев двигателей внутреннего сгорания, карданных валов, крестовин и др. Для повышения эксплуатационных характеристик обработанных деталей и снижения расходов на инструмент, дорнование комбинируют с режущим протягиванием в различных сочетаниях [5].

Дорнование снижает трудоемкость обработки отверстий примерно в 2-4 раза, уменьшает расход материала (бесшовных труб) на 15...30%, повышает долговечность обработанных деталей. Процесс обработки осуществляется либо на протяжных станках, либо на гидропрессах [8].

К числу недостатков процесса дорнования относится снижение точности наружных поверхностей деталей [1].

1.2 Точность наружных и внутренних поверхностей

Влияние большинства параметров на точность связано с их естественными отклонениями случайного происхождения, в частности: толщины стенки, исходной твердости, натяга дорнования, тепловых деформаций, диаметра инструмента и его износа, формы отверстия заготовки [7].

Погрешность формы отверстия заготовки в поперечных сечениях в целом можно определить, как отклонение от округлости. Данная погрешность зависит от исходной разностенности заготовки.

Изогнутость оси отверстия в основном связана с эксцентриситетом цилиндрических поверхностей заготовки, благодаря которому в ее продольных сечениях образуется момент внутренних сил, вызывающий упругий изгиб после прохода дорна [7].

При дорновании предварительно необработанных трубчатых заготовок точность отверстий находится в пределах 10 - 12 квалитетов. Погрешности увеличиваются пропорционально размерам заготовок, поэтому точность малых отверстий после дорнования выше. Сравнительно большую долю общего поля

рассеяния составляют отклонения формы поперечных сечений. Для повышения точности отверстий применяют калибрующие зубья с углами заборного конуса в пределах $3...5^\circ$. Ширина цилиндрической ленточки при многозубом дорновании на точность отверстий не влияет [9].

1.3 Образование наплывов металла на торцах полых толстостенных цилиндров

При дорновании отверстий в толстостенных деталях ($D/d \geq 3$, где D – наружный диаметр, d – диаметр отверстия) образование наплывов металла на их торцах происходит при входе и выходе инструмента из отверстия.

Основными факторами дорнования отверстий, влияющими на размеры и объем наплывов, формирующихся на торцах толстостенных деталей, являются: относительный натяг дорнования (a/d) и число циклов, схема дорнования (сжатия, растяжения), степень толстостенности деталей (D/d), диаметр их отверстия, относительная высота деталей (L/d), механические свойства обработанной детали. Наиболее существенное влияние на размеры и объем наплывов оказывают натяг дорнования (a/d_0 , $\Sigma a/d_0$), число его циклов, степень толстостенности цилиндров и диаметр их отверстия [4].

При дорновании отверстий в деталях часть металла вытесняется из отверстия в виде наплывов на торцы деталей. На рис. 1.4 показана схема образования наплывов металла на торцах заготовок.

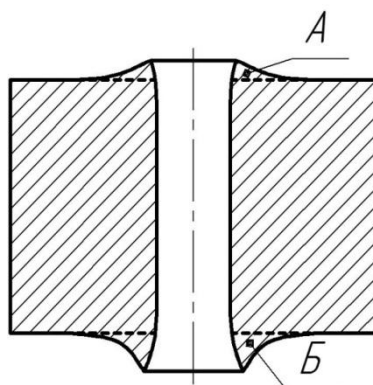


Рисунок 1.4 - Схема наплывов металла на торцах заготовок, обработанных дорнованием: A – входной торец; B – выходной торец

При входе дорна в обрабатываемое отверстие (и выходе из него) в основном пластическое деформирование распространяется в направлении свободного торца. Поэтому вблизи отверстия на поверхности торцов образуется наплыв металла, а образующая отверстия вблизи торца отклоняется от прямой линии. В результате деформаций происходят искажения торцов отверстия. Наибольшие наплывы металла наблюдаются на выходном торце.

В результате анализа литературы было установлено, что объем наплывов возрастает с увеличением степени толстостенности деталей, натяга дорнования и числа его циклов. При дорновании глубоких отверстий малого диаметра в деталях подавляющая часть вытесняемого из отверстия металла смещается на их наружную поверхность. Высота наплыва металла сначала возрастает, достигает максимума, а затем снижается и далее сохраняется постоянной, т.е. при входе дорна в отверстие вытесняемый из него металл сначала преимущественно смещается навстречу дорну, а затем увлекается им и частично смещается в обратном направлении (в направлении перемещения дорна). По мере выхода дорна из отверстия наибольшая высота наплывов на выходном торце цилиндров и их объем монотонно увеличиваются [4].

1.4 Цель и задачи исследования

Проведенный анализ литературы показал следующее.

Дорнование является одним из наиболее эффективных методов отделочно-упрочняющей обработки отверстий в деталях типа полых цилиндров [1,6,8,9]. Данный метод особенно эффективен при обработке отверстий малого диаметра ($d \leq 5$ мм) [1]. Обладая высокой производительностью, дорнование отверстий малого диаметра может выполняться сразу после сверления и позволяет повысить их точность с IT11-IT13 до IT7, снизить шероховатость поверхности до $Ra = 2 \dots 0,1$ мкм, значительно упрочнить поверхностный слой и сформировать в нем благоприятные сжимающие остаточные напряжения [1].

Вместе с тем, вытесняемый из отверстия при дорновании металл смещается на торцы деталей, что приводит к образованию дефектов в виде наплывов (рис. 1) [1,4]. В результате снижается достигнутая на предыдущих

операциях точность торцовых поверхностей и требуется введение дополнительной операции механической обработки для восстановления этой точности. В работе [4] отмечается, что для устранения наплывов необходимо снять припуск примерно равный натягу дорнования. В связи с изложенным, значительный интерес представляет поиск технологических путей снижения высоты наплывов.

Было предположено, что этого можно добиться за счет снятия фасок с кромок отверстия, так как наибольшая высота наплывов имеет место у его образующей [1,4].

Цель работы – экспериментально установить влияние размера фасок на высоту наплывов металла на торцах обрабатываемых дорнованием полых цилиндров.

2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Изготовление образцов, условия экспериментов и технологическая оснастка

Эксперименты проводили на образцах типа полых цилиндров, в качестве материала была выбрана сталь 50 ГОСТ 1050-88.

Таблица 2.1 - Химический состав стали 50 в % по ГОСТ 1050-88

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,47 - 0,55	0,17 - 0,37	0,5 - 0,8	до 0,25	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,25	до 0,08

Диаметр отверстий образцов составлял $d = 5$ мм, наружные диаметры образцов D составляли 25 мм, что соответствует степени толстостенности $D/d=5$. Длина образцов L была равной 20 мм. Размер фасок f на входном и выходном торцах образцов принимали одинаковым и изменяли от 0,25 до 1,5 мм, угол фаски был равным 45° и 60° для экспериментальных образцов первой партии и 45° для образцов второй партии.

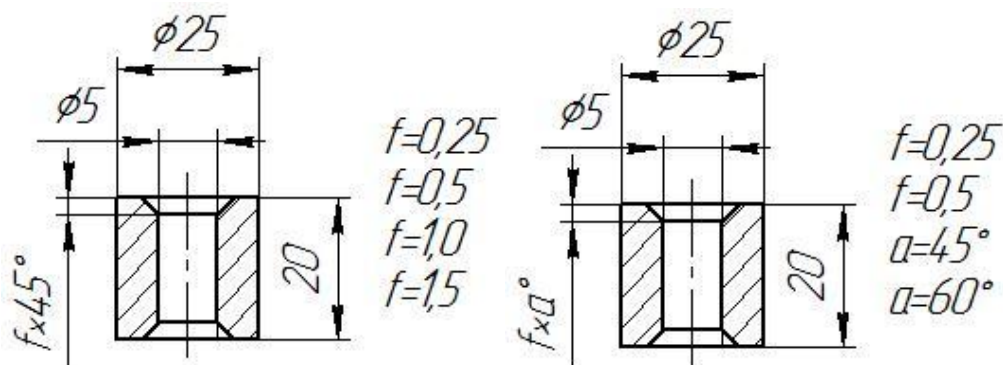


Рисунок 2.1 - Образцы для эксперимента

Образцы изготавливались на токарном станке модели DMG CTX 310. Сверление отверстий в образцах проводили стандартными спиральными сверлами с цилиндрическим хвостовиком средней серии со шлифованным

профилем (ГОСТ 10902-77). Диаметр сверла $\varnothing 5$ мм, материал режущей части P6M5K5.

Дорнование отверстий выполняли однозубыми дорнами из твердого сплава ВК8 с углом рабочего и обратного конусов 6° и шириной соединяющей их цилиндрической ленточки 3 мм. Эту обработку осуществляли на специальном приспособлении по схеме сжатия на универсальной испытательной машине УМЭ-10ТМ при скорости 0,008 м/с.

Дорнование осуществляли за один цикл с относительный натягом a/d равным 1,2% и 5,3% для первого эксперимента и 1,5% и 5,2% для второго эксперимента.

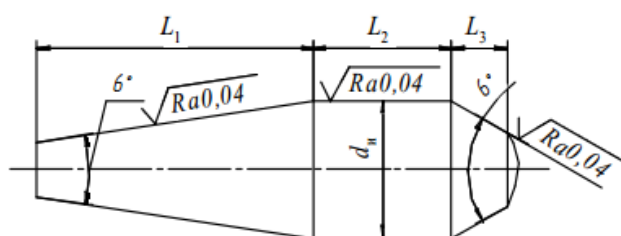


Рисунок 2.2 - Твердосплавный дорн для обработки глубоких отверстий малого диаметра

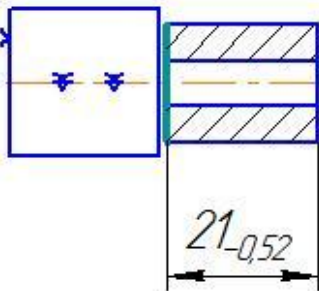
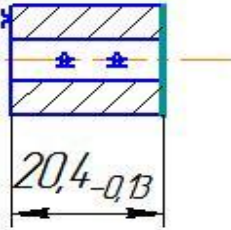
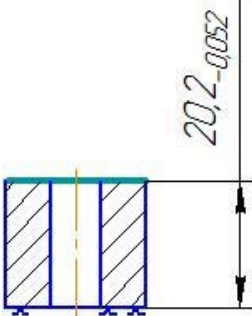
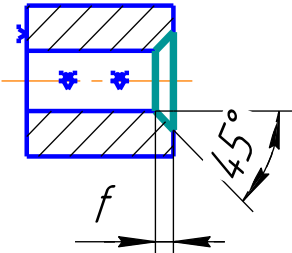
В качестве смазочных материалов при дорновании отверстий использовали жидкость МР-7.

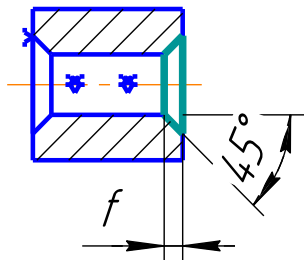
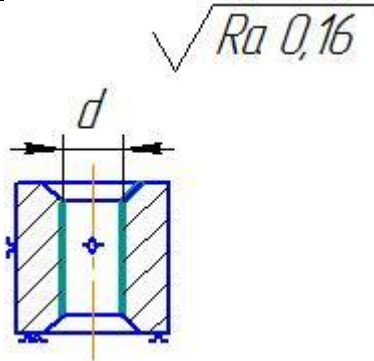


Рисунок 2.3 – Экспериментальные образцы

Таблица 1. Технологический процесс изготовления экспериментальных образцов

Номер		Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
операции	переход		
1	2	3	4
050	A	<p><u>Токарная</u></p> <p>Установить заготовку в трехкулачковый патрон. Подрезать торец, выдерживая размер $1_{-0,25}$</p>	
	1		
	2	<p>Точить поверхность, выдерживая размеры $20_{-0,52}$ и $22_{-0,52}$</p>	
3	<p>Сверлить центровое отверстие.</p> <p>Сверлить отверстие $\phi 5,2^{+0,05}$, на длину $22_{-0,52}$.</p>		
4			

	<p>5 Отрезать заготовку в размер $21_{-0,52}$.</p>	
	<p>Б Переустановить заготовку в трехлачковом патроне. 1 Подрезать торец выдерживая размер $20,4_{-0,13}$.</p>	
010	<p><u>Плоскошлифовальная</u> А Установить заготовку на магнитном столе, согласно эскизу. 1 Шлифовать торец в размер $20,2_{-0,052}$.</p>	
015	<p>Токарная с ЧПУ А Установить заготовку. Точить фаску согласно эскизу. 1</p>	 <p> $f=0,25$ $f=0,5$ $f=1,0$ $f=1,5$ </p>

	Б 2	<p>Переустановить заготовку.</p> <p>Точить фаску согласно эскизу.</p>	 <p>$f=0,25$ $f=0,5$ $f=1,0$ $f=1,5$</p>
020	1	<p>Дорновать отверстие выдерживая диаметр d.</p>	 <p>$\sqrt{Ra\ 0,16}$</p> <p>d</p>

При дорновании глубоких отверстий малого диаметра необходимо использовать специальное приспособление. Оно должно обеспечивать поддержание подвергающегося продольному изгибу толкателя и минимальный уровень действующих на дорн изгибающих нагрузок [10].

Конструктивная схема приспособления с призматическими направляющими для толкателя прошивки показана на рис.2.4. Оно состоит из основания 1, в которое установлены две оси 2. На этих осях установлены две опорные плитки 3 и 4 между которыми зажата заготовка 5. В плитке 3 имеется отверстие с запрессованной в него втулкой 6. В отверстии этой втулки с натягом размещена однозубая прошивка 7 и с зазором – толкатель 8. Поддерживающий узел для толкателя 8 состоит из двух скалок 9, жестко соединенных между собой траверсой 12 и переключиной 11, которые крепятся болтами 10 и 13. На осях 2 установлены направляющие плиты 14 соединенные между собой штифтами 17, болтами 15 и гайками 16. В плоскости разъема этих плит выполнены три центральных сквозных призматических паза, для направления толкателя 8 и направляющих его скалок 9, а также симметрично расположенные относительно него сквозные призматические пазы по краям для

закрепления плит *14*. На нижних концах скалок выполнены пазы, в которых запрессована траверса *12*, размещенная в зазоре между плитами *14* с возможностью взаимодействия с толкателем *8*. Причем в траверсе *12* выполнен Т-образный паз, а толкатель снабжен поперечиной, размещенной в этом пазе. Верхние концы скалок *9* запрессованы в перекладину *11*, связанную со штоком пресса.

Для уменьшения контактных напряжений в стыке толкатель – траверса в средней части последней выполнено утолщение.

Приспособление работает следующим образом. Обработываемая заготовка *5* устанавливается на плитку *3*. При перемещении штока пресса и перекладины *11* вниз вместе с ними по пазам перемещаются скалки *9*, соединенные траверсой *12*, которая перемещает вниз по пазу толкатель *8*. Последний, в свою очередь, проталкивает через отверстие заготовки *5* прошивку *7*, которая попадает отверстие во втулке *6*. При перемещении штока пресса вверх траверса *12* воздействует на поперечину толкателя и возвращает его в исходное положение. Прошивка *7* устанавливается во втулку *6* и цикл дорнования повторяется.

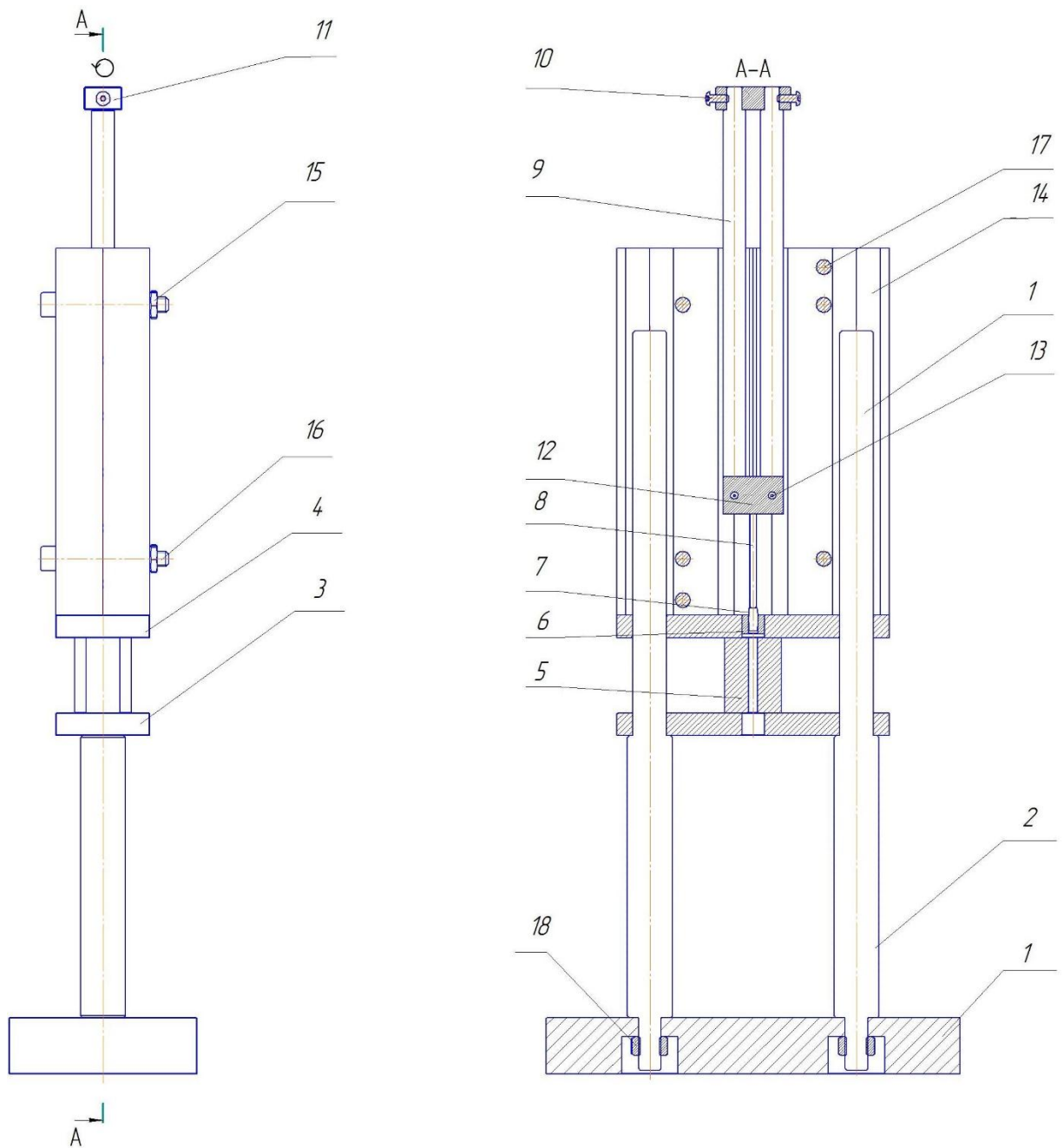


Рисунок 2.4 - Устройство для дорнования глубоких отверстий малого диаметра с призматическими направляющими для толкателя

2.2 Измерение размеров образцов

2.2.1 Измерение наружных и внутренних размеров поверхностей детали

В предварительных экспериментах для определения размеров наружных и внутренних поверхностей деталей и точности их формы использовали следующий измерительный инструмент:

- Нутромер фирмы «Carl Zeiss Jena» (Германия), снабженным индикаторной головкой с ценой деления 0,002 мм. Измерения диаметра отверстий проводили в шести поперечных сечениях образцов. В каждом из этих сечений измеряли диаметры в двух взаимно перпендикулярных направлениях.;



Рисунок 2.5 - Общий вид нутромера повышенной точности «Carl Zeiss Jena»

- Скоба рычажная СР-25 со встроенным индикатором с ценой деления 0,002 мм. Измерения диаметров наружных поверхностей проводили в трех поперечных сечениях образцов (в среднем по их высоте и на расстоянии 1 мм от их торцов). В каждом из этих сечений измеряли диаметры в двух взаимно перпендикулярных направлениях

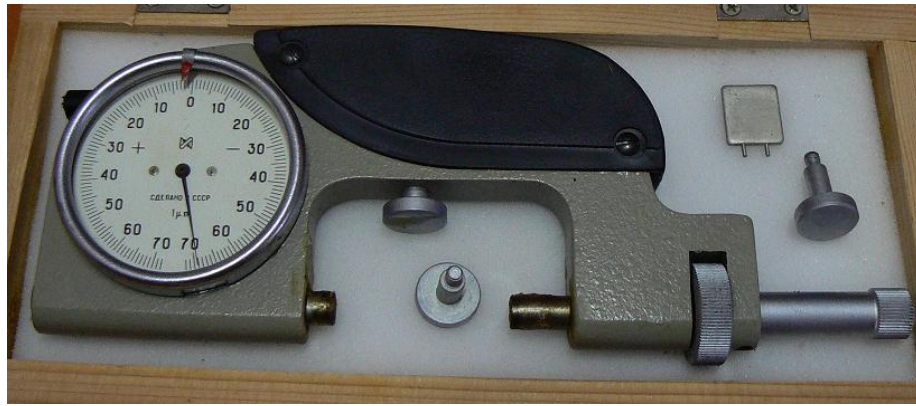


Рисунок 2.6 - Общий вид скобы рычажной CP-25

2. 2. 2 Измерение наплывов на торцах детали

Измерение наплывов производили при помощи приспособления (рис. 2.7) состоящего из двухкоординатного микрометрического стола 1 с ценой деления лимбов 0,01 мм, размещенного на нем двухповоротного стола 2, на который устанавливался образец 3, и закрепленной на стойке измерительной головки 4 с ценой деления 0,001 мм. Перед измерениями путем настроечных перемещений столов образцу придавали такое положение, при котором «основание» наплыва было параллельно направлению рабочих перемещений микрометрического стола, а плоскость измерений проходила через ось образца. Первое измерение высоты наплыва делали у кромки фаски, остальные выполняли с шагом 0,5 мм. В каждом опыте использовали по два образца.

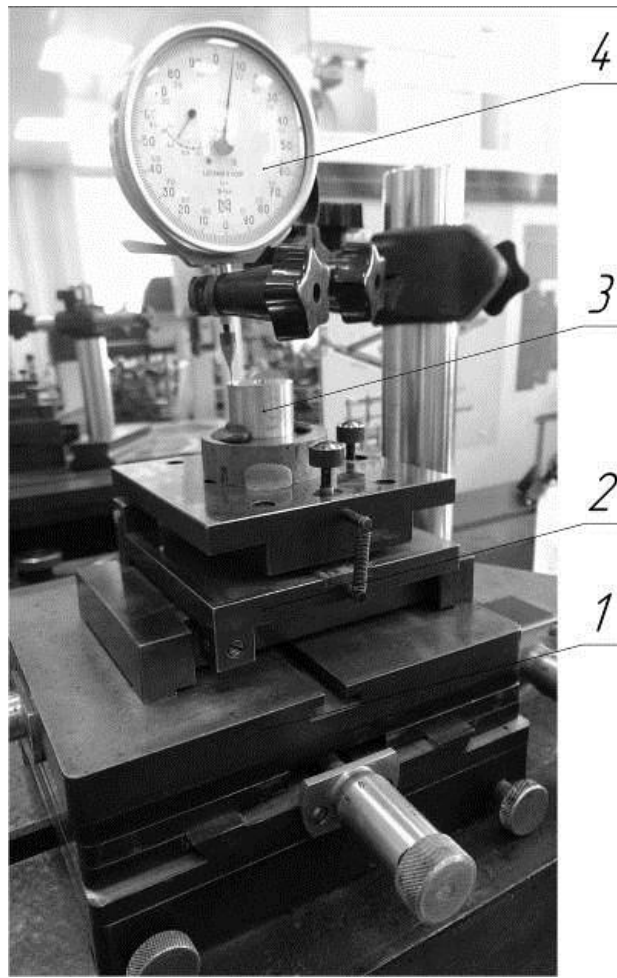


Рисунок 2.7 - Приспособление для измерения размеров наплывов металла на торцах образцов: 1 – двухкоординатный микрометрический стол; 2 - двухповоротный стол; 3 – образец; 4 – измерительная головка

С целью верификации, высота наплывов металла на торцах цилиндра, была измерена на координатно-измерительной машине Coord3 (рис.2.8).



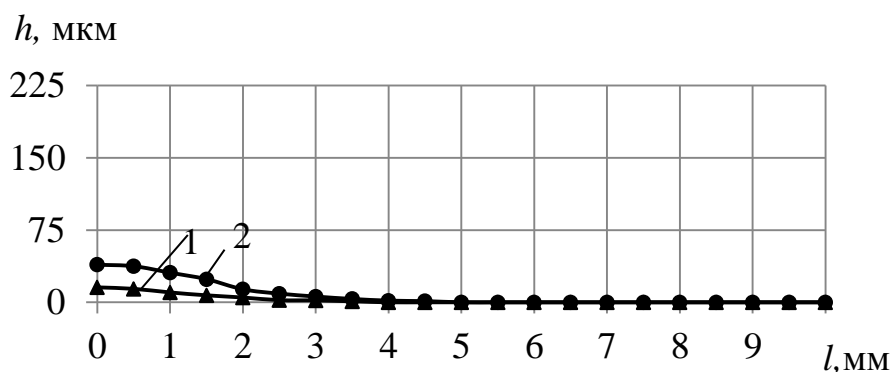
Рисунок 2.8 - Координатно-измерительная машина

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

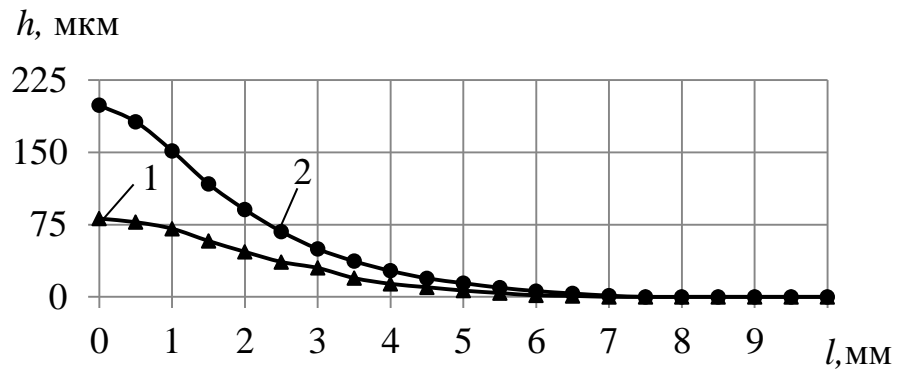
3.1 Исследование влияния угла фаски на высоту наплывов металла на торцах обработанных дорнованием толстостенных цилиндров

Выявление закономерностей формирования наплывов металла на торцах цилиндров при дорновании отверстий является необходимым как для прогнозирования погрешностей формы торцов, так и для установления общей картины деформаций обрабатываемых этим методом цилиндров. Ниже изложены результаты экспериментов, направленных на выявление этих закономерностей. Исследования проводились на образцах из стали 50, диаметром отверстия $d_0 \approx 5$ мм, со степенью толстостенности 5 и высотой 20 мм. Величина относительного натяга при дорновании a/d составляла 1,2% и 5,3%. Размеры f и углы α фасок составляли 0,25 мм и 0,5 мм, 45° и 60° .

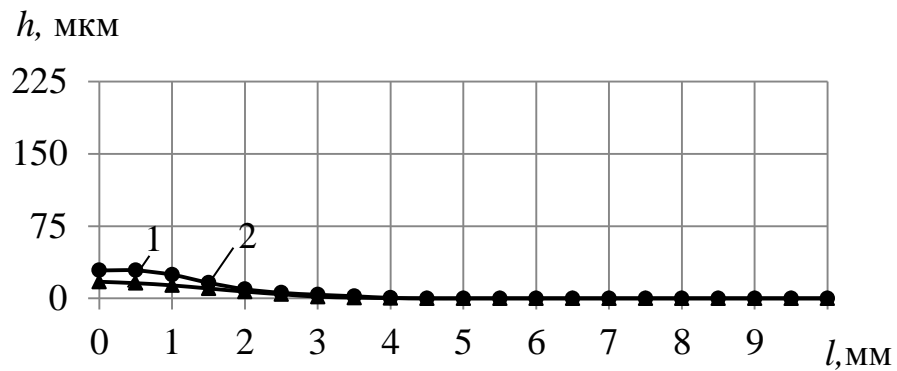
На рис. 3.1 и рис. 3.2 представлены зависимости высоты наплывов металла h от расстояния до кромки фаски l . Видно, что наибольшую высоту (h_{\max}) наплывы на входном и выходном торцах цилиндров имеют у образующей отверстия. Причем на выходном торце эта высота оказывается больше, чем на входном. Протяженность наплывов на обоих торцах практически одинакова.



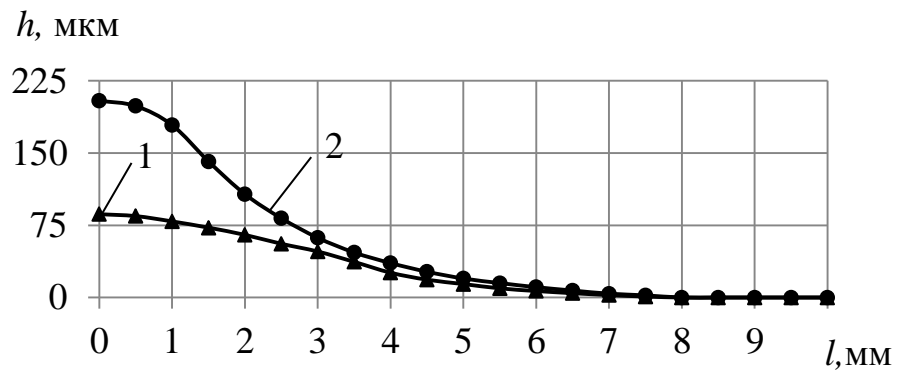
a)



б)

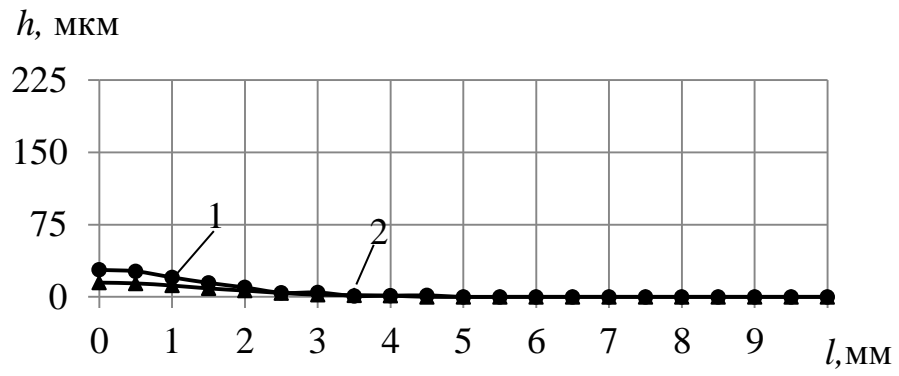


в)

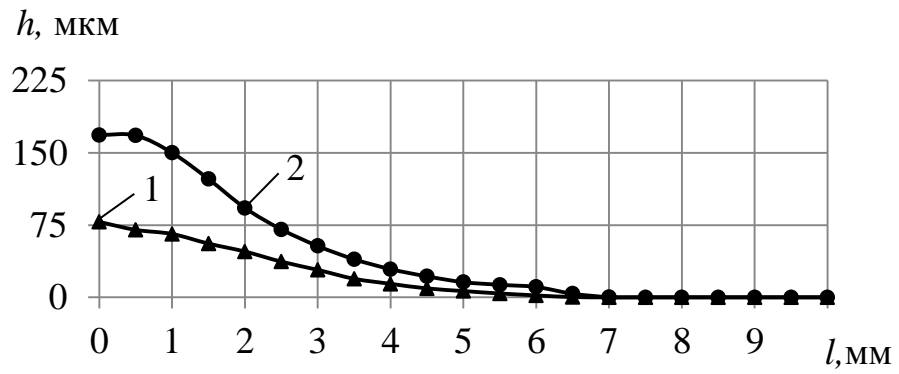


з)

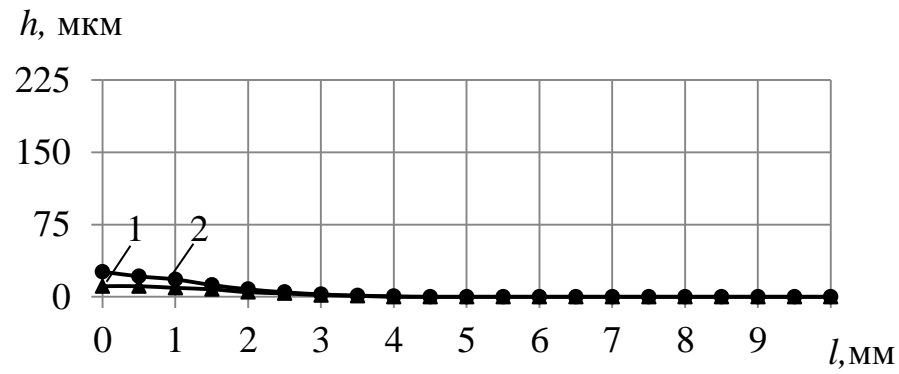
Рисунок 3.1 - Зависимости высоты наплывов металла h на входном (1) и выходном (2) торцах цилиндров от расстояния до кромки фаски l :
 a - $a/d = 1,2\%$, $f = 0,25$ мм, $\alpha = 45^\circ$; $б$ - $a/d = 5,3\%$, $f = 0,25$ мм, $\alpha = 45^\circ$; $в$ - $a/d = 1,2\%$, $f = 0,25$ мм, $\alpha = 60^\circ$; $з$ - $a/d = 5,3\%$, $f = 0,25$ мм, $\alpha = 60^\circ$.



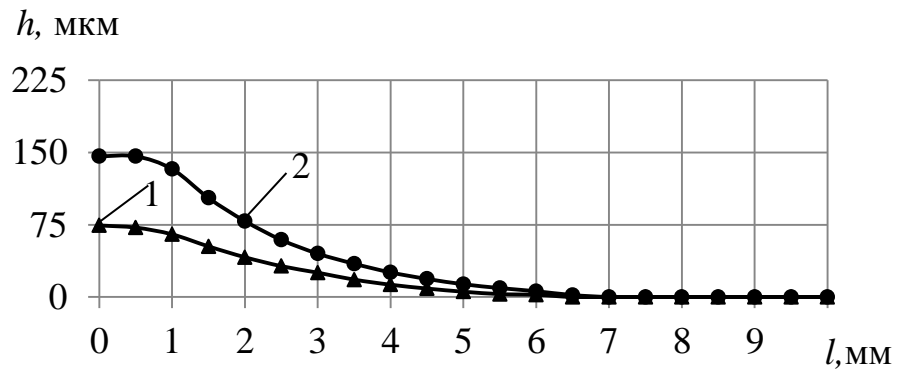
a)



b)



c)



d)

Рисунок 3.2 - Зависимости высоты наплывов металла h на входном (1) и выходном (2) торцах цилиндров от расстояния до кромки фаски l :
 $a - a/d = 1,2\%, f = 0,5 \text{ мм}, \alpha = 45^\circ$; $b - a/d = 5,3\%, f = 0,5 \text{ мм}, \alpha = 45^\circ$; $c - a/d = 1,2\%, f = 0,5 \text{ мм}, \alpha = 60^\circ$; $d - a/d = 5,3\%, f = 0,5 \text{ мм}, \alpha = 60^\circ$.

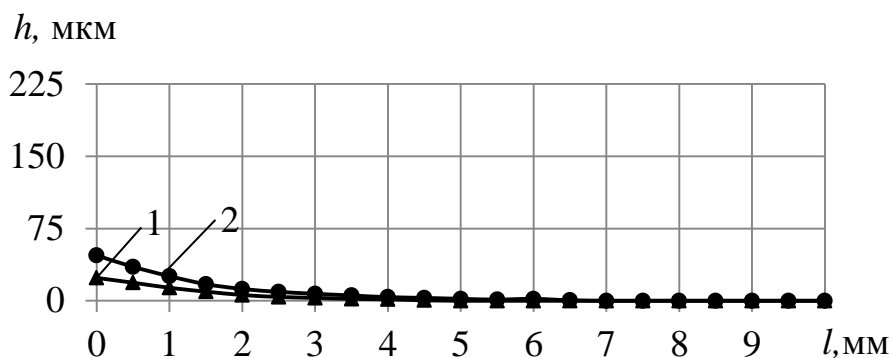
Эксперименты показали, что увеличение угла фаски не оказывает существенного влияния на высоту наплыва металла на обоих торцах. Так с увеличением угла фаски α с 45° до 60° при натяге дорнования $a/d=1,2\%$ и размера фаски $f=0,25$ мм высота наплыва металла на входном торце изменилась не значительно, на выходном торце высота наплыва уменьшилась на 10 мкм. При размере фаски $f=0,5$ и натяге $a/d=1,2\%$ такое изменение угла привело к уменьшению наплыва на входном и выходном торцах на 3,75 мкм и 2 мкм соответственно. Аналогичное незначительное изменение наплыва металла наблюдалось и при натяге 5,2%. В частности: при увеличении угла фаски α с 45° до 60° при размере фаски $f=0,25$ мм высота наплыва металла на входном торце изменилась на 5,25 мкм, на выходном торце на 5,5 мкм. При размере фаски $f=0,5$ изменение величины наплыва на входном торце составило 4 мкм, на выходном торце - 22,5 мкм.

Наиболее существенное влияние на высоту наплывов оказывает натяг дорнования, который приводит к увеличению наибольшей высоты наплывов и их протяженности на обоих торцах. Об этом свидетельствуют графики, представленные на рис.3.1. Из них видно, что при размере фаски $f=0,25$ мм, $\alpha = 45^\circ$ при увеличении натяга a/d с 1,2% до 5,3%, т.е. более чем в 4 раза, наибольшая высота наплывов на входном торце возрастает в 5,2 раза и в 5 раз на выходном торце. При размере фаски $f=0,25$ мм, $\alpha = 60^\circ$ увеличение натяга в 4 раза привело к увеличению высоты наплыва металла на входном и выходном торцах в 5 раз и 7 раз соответственно. Аналогично высота наплыва возрастает и при размере фаски $f=0,5$ мм с углом $\alpha = 45^\circ$. На входном торце наибольшая высота наплыва при увеличении натяга a/d с 1,2% до 5,3% увеличилась в 5,3 раза, на выходном - в 6 раз. При размере фаски $f=0,5$ мм, $\alpha = 60^\circ$ увеличение

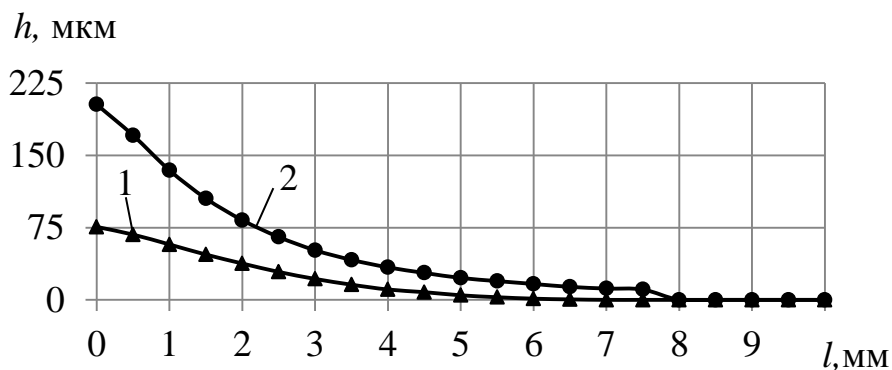
натяга в 4 привило к увеличению высоты наплыва металла на входном и выходном торцах в 6,75 раз и 5,6 раз соответственно

3.2 Исследование влияния размера фаски на высоту наплывов металла на торцах обработанных дорнованием толстостенных цилиндров

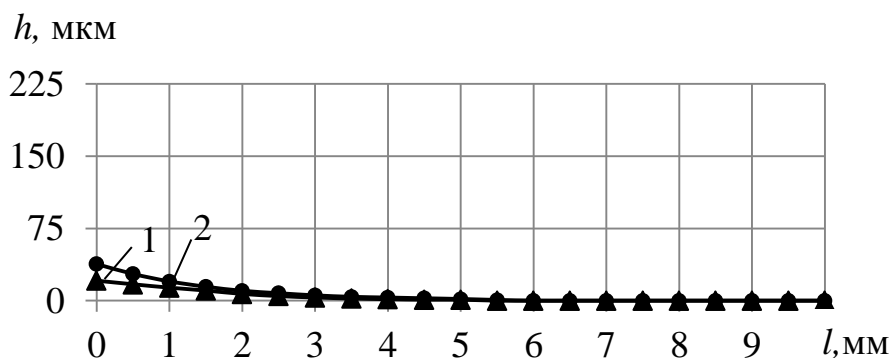
Экспериментальные измерения проводили на образцах из стали 50, диаметром отверстия $d_0 \approx 5$ мм, со степенью толстостенности 5 и высотой 20 мм. Величина относительного натяга при дорновании a/d составляла 1,5% и 5,2%. Размеры f фасок составляли 0,25 мм, 0,5 мм, 1,0 мм и 1,5 мм. Угол фаски α был неизменным и составлял 45° .



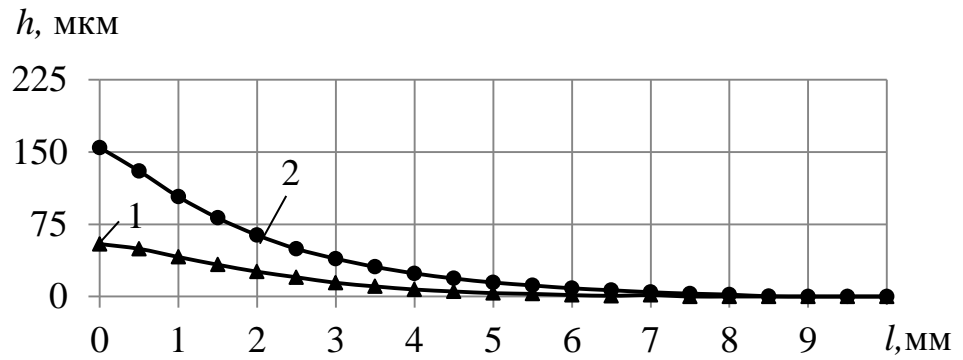
a)



б)

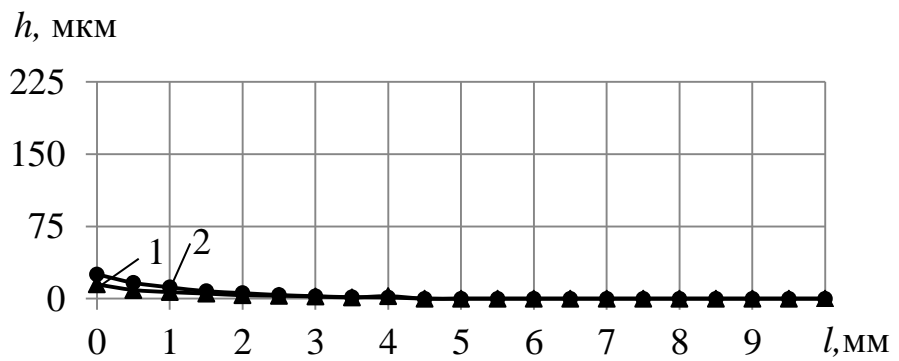


в)

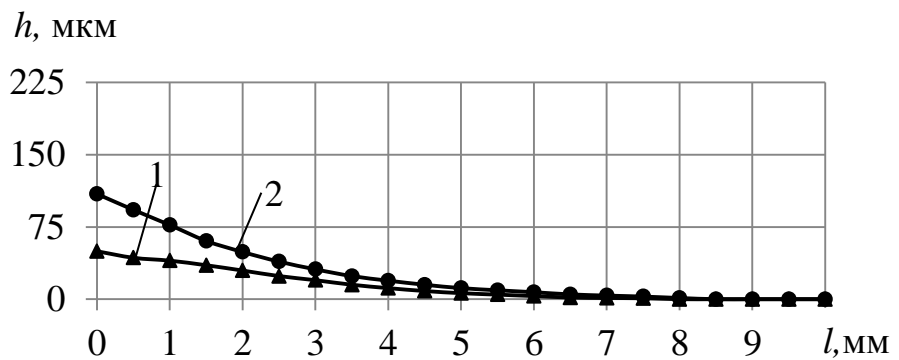


з)

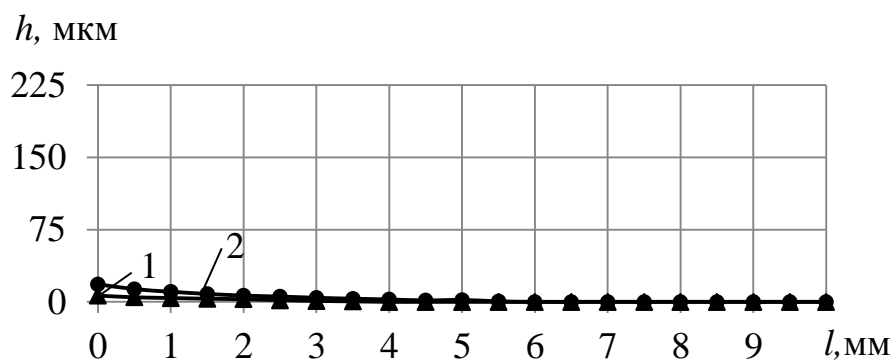
Рисунок 3.3 - Зависимости высоты наплывов металла h на входном (1) и выходном (2) торцах цилиндров от расстояния до кромки фаски l :
 $a - a/d = 1,5\%$, $f = 0,25$ мм; $б - a/d = 5,2\%$, $f = 0,25$ мм; $в - a/d = 1,5\%$, $f = 0,5$ мм; $г - a/d = 5,2\%$, $f = 0,5$ мм; $д - a/d = 1,5\%$, $f = 1$ мм; $е - a/d = 5,2\%$, $f = 1$ мм; $ж - a/d = 1,5\%$, $f = 1,5$ мм; $з - a/d = 5,2\%$, $f = 1,5$ мм



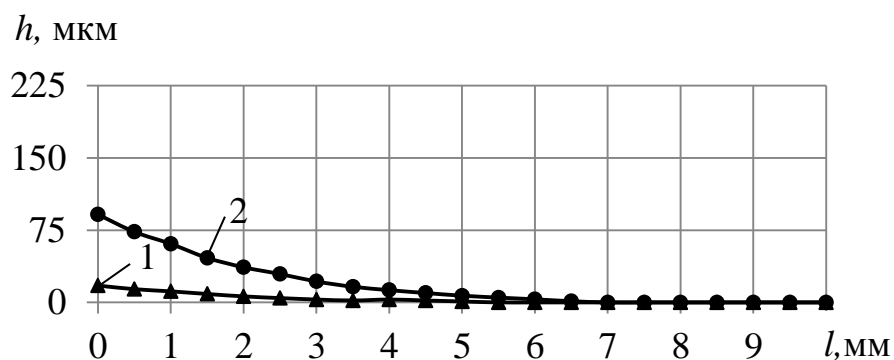
а)



б)



б)



в)

Рисунок 3.4 - Зависимости высоты наплывов металла h на входном (1) и выходном (2) торцах цилиндров от расстояния до кромки фаски l :
 $a - a/d = 1,5\%, f = 1$ мм; $б - a/d = 5,2\%, f = 1$ мм; $в - a/d = 1,5\%, f = 1,5$ мм; $г - a/d = 5,2\%, f = 1,5$ мм

Наибольшая высота наплыва наблюдалась на выходном торце при дорновании с относительным натягом 5,2% и размере фаски 0,25 мм и составляла 203 мкм, при этом на входном торце она достигала 76 мкм (рис. 3.3б). С увеличением размера фаски до 0,5 мм максимальная высота наплывов на выходном и входном торцах снизилась соответственно до 155 и 55 мкм (рис. 3.3в), с увеличением до 1 мм – снизилась до 109 и 50 мкм (рис. 3.3г), а с увеличением размера фаски до 1,5 мм – снизилась до 91 и 18 мкм (рис. 3.3з).

Аналогичная тенденция наблюдалась при исследовании образцов, обработанных с относительным натягом 1,5%. При увеличении размера фаски с

0,25 до 0,5 мм максимальная высота напыла на выходном торце снизилась с 47 до 38 мкм, а на входном – с 24 до 21 мкм (рис. 3.4, а и в). С увеличением размера фаски до 1 мм максимальная высота напылов на выходном и входном торцах снизилась соответственно до 25 и 15 мкм (рис. 3.4д), с увеличением до 1,5 мм – снизилась до 18 и 7 мкм (рис. 3.4ж).

На рисунке 3.5 представлены зависимости высоты напылов металла на входном и выходном торцах цилиндров от размера фаски.

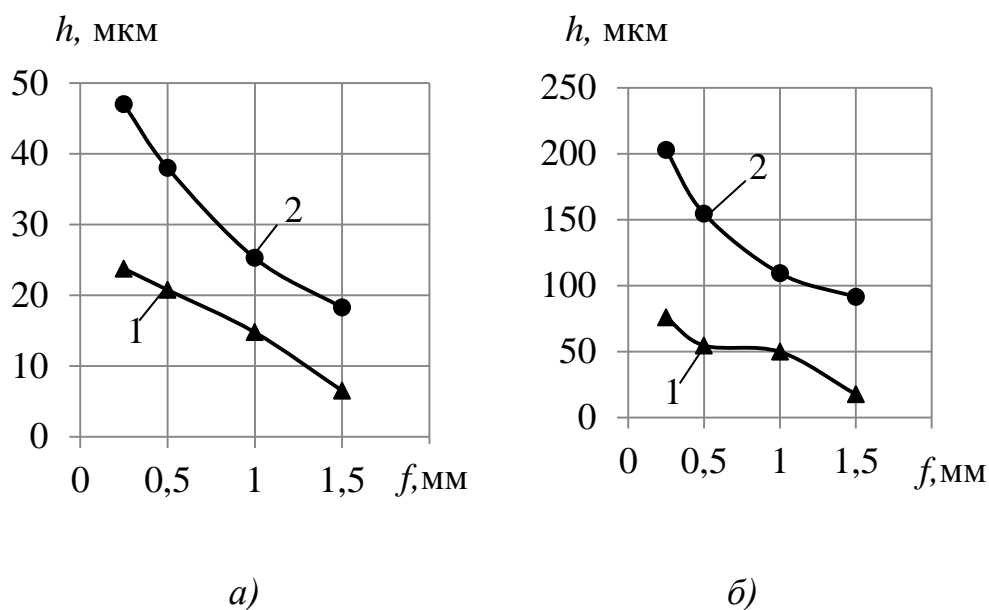


Рисунок 3.5 - Зависимости высоты напылов металла h на входном (1) и выходном (2) торцах цилиндров от размера фаски f :
 $a - a/d = 1,5\%$; $б - a/d = 5,2\%$

3.3 Измерение напылов металла на координатно-измерительной машине

Для проверки точности результатов, полученных описанным ранее способом (п.2.2.2), а так же для анализа картины распределения металла на поверхности фаски, высота напылов металла на торцах цилиндров была измерена на координатно-измерительной машине.

На рис.3.6 представлена схема образования напыла на выходном торце цилиндра с диаметром отверстия $d_0 \approx 5$ мм, фаской $f=1,5$ мм, углом $\alpha = 45^\circ$, обработанного дорнованием. Результаты, полученные на координатно-

измерительной машине не противоречат значениям высоты металла на торце, измеренным при помощи приспособления рис.2.7. Максимальная высота наплыва металла составила 90 мкм. При чем небольшой наплыв металла образуется и на самой поверхности фаски.

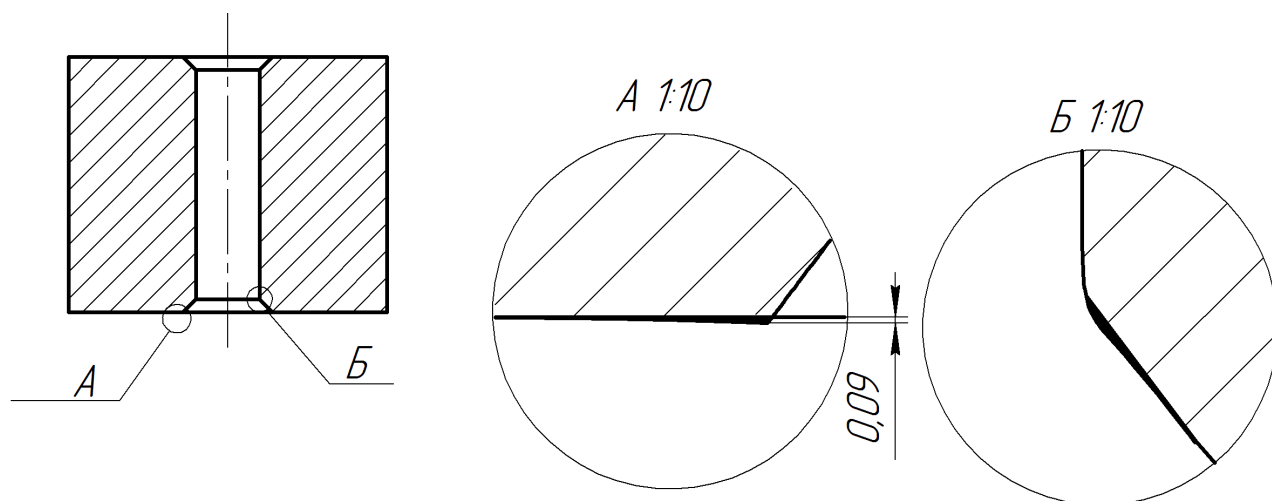


Рисунок 3.6 - Наплыв металла на выходном торце

3.4 Выводы

1. Вытесняемый при дорновании из отверстия металл смещается на торцы цилиндров, на которых возникают наплывы. Их образование происходит при входе и выходе инструмента из отверстия, причем на выходном торце высота наплыва оказывается больше чем на входном приблизительно в два раза.

2. Угол фаски оказывает не существенное влияние на высоту наплыва металла как на входном, так и на выходном торцах цилиндра. Увеличение угла фаски с 45° до 60° при $f=0,25$ мм и натяге $a/d = 1,2\%$ изменение высоты наплыва на входном торце составило всего 10%; на выходном – 25%. При натяге $a/d = 5,3\%$ высота наплыва на входном торце уменьшилась лишь на 6%, на выходном – на 3%.

3. При увеличении угла фаски с 45° до 60° при размере $f=0,5$ мм и натяге $a/d = 1,2\%$, наибольшая высота наплыва металла на входном и выходном торцах уменьшилась соответственно на 25% и 7%; при натяге $a/d = 5,3\%$ высота наплыва уменьшилась на 5% на входном торце и на 13% на выходном торце цилиндра.

4. Увеличение размера фаски является не эффективным способом уменьшения наплыва металла на торцах цилиндров, обработанных дорнованием. Увеличение размера фаски в 6 раз (с 0,25 мм до 1,5 мм) при натяге $a/d = 1,5\%$ и $a/d = 5,2\%$ приводит к уменьшению наплыва металла на входном торце в 3,7 и 4,3 раза соответственно, на выходном – в 2,6 и 2,2 раза.

5. Наиболее существенное влияние на высоту наплывов металла на торцах цилиндрах, обработанных дорнованием, оказывает натяг дорнования. При увеличении натяга с $a/d = 1,5\%$ до $a/d = 5,2\%$ максимальная высота наплыва увеличилась:

- при $f=0,25$ мм на входном торце в 3,2 раза, на выходном – 4,3 раза;
- при $f=0,5$ мм на входном торце в 2,6 раза, на выходном – 4,06 раза;
- при $f=1,0$ мм на входном торце в 3,4 раза, на выходном – 4,3 раза;
- при $f=1,5$ мм на входном торце в 2,7 раза, на выходном – 5 раз.

4. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Проектирование прессы для дорнования отверстий малого диаметра

4.1.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания

При дорновании отверстий в деталях типа толстостенных цилиндров применяют: станки протяжные, горизонтального и вертикального исполнения прессы и т.д.

Необходимо спроектировать гидравлический пресс вертикального исполнения для дорнования отверстий с натягом до $a/d = 5\%$, в цилиндрах, изготовленных из стали 50, схема которых приведена на рис.4.1.

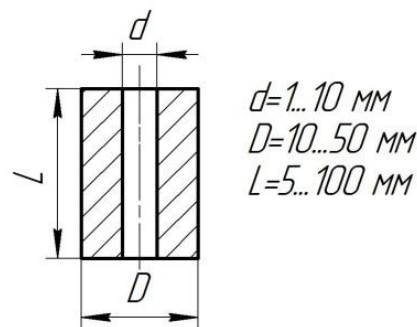


Рисунок 4.1 - Схема цилиндров для дорнования отверстий

4.1.2 Описание конструкции прессы

Пресс применяется для создания усилия при дорновании отверстий.

Конструктивная схема прессы представлена на рис 4.2. Корпусом прессы является рама, сваренная из основания, пластин 12 и верхней плиты 5. Основанием прессы является сваренная конструкция из уголков 14 и 15. Для обеспечения жесткости конструкции рамы к пластинам 12 приварены перекладки 9, 10 и планки 11. Две плиты 13 крепятся на пластинах 12 посредством восьми пальцев, которые в свою очередь фиксируются шплинтами 18. На плиты 13 установлена опорная плита 6, являющаяся столом прессы.

Технологические отверстия в пластинах 12 позволяют изменять высоту стола для возможности обработки деталей различной высоты. На верхней плите 5 фланцевым соединением установлен гидроцилиндр 1, закрепленный болтовым соединением 20-21-23. Расчетное максимальное давление, создаваемое гидроцилиндром 1, составляет 4 кН. Поверх гидроцилиндра 1 установлен защитный кожух 2. Кожух 2 крепят к верхней плите 5 винтами 19 и гайками 22. Рым-болт 24 служит для транспортировки пресса. Обрабатываемая заготовка закрепляется в приспособлении, показанном на рис. 2.4. Приспособление с заготовкой устанавливается на опорной плите 6, после чего включается привод гидроцилиндра, поршень гидроцилиндра давит на шток приспособления и происходит процесс дорнования.

Сборочный чертеж пресса и спецификация представлены в приложении Б.

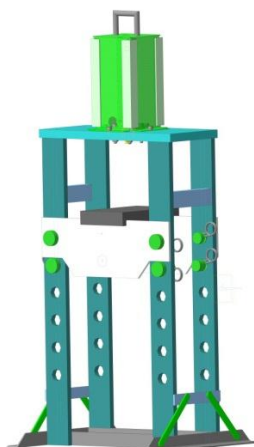


Рисунок 4.2 – 3d - модель пресса для дорнования отверстий

4.1.3 Расчёт необходимого усилия дорнования

Для расчета необходимого усилия дорнования воспользуемся эмпирическим уравнением для расчета усилий (кН) одноциклового дорнования отверстий в полых цилиндрах из конструкционных углеродистых сталей

$$P = 0,045(HB)^{0,793} a^{0,674} d_0^{0,85} \ln \frac{D_0}{d_0}, \quad (4.1)$$

где HB – твердость стали по Бринеллю; a – натяг дорнования, мм; d_0 – диаметр обрабатываемого отверстия, мм; D_0/d_0 – степень толстостенности полых цилиндров[4].

Уравнение (4.1) справедливо при использовании в качестве смазочного материала жидкости МР-7, твердости сталей HB 130...170, диаметрах отверстий от 2 до 5 мм, натяге от 0,1 мм до 0,3 мм, степени толстостенности цилиндров от 2,3 до 9,5.

$$P = 0,045(170)^{0,793} 0,05^{0,674} 10^{0,85} \ln \frac{50}{10} = 3,99 \text{ кН}$$

Диаметр гидроцилиндра рассчитывается по формуле:

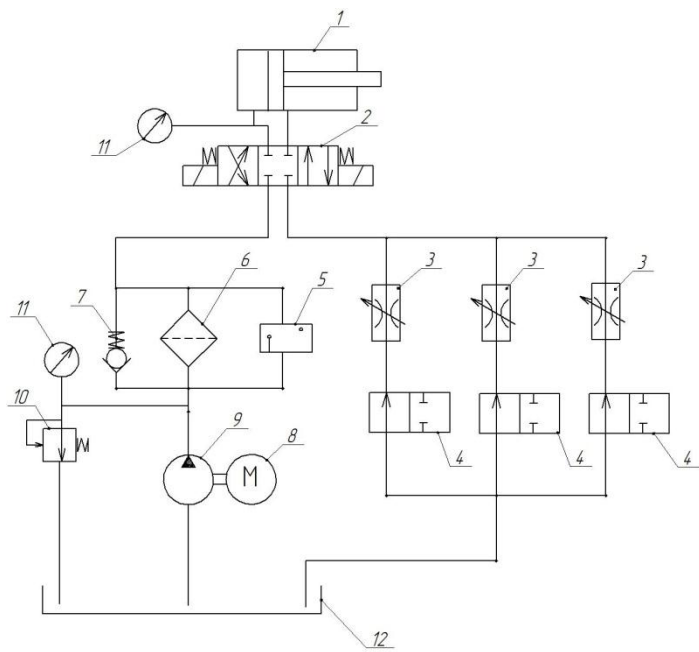
$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot p} \cdot k}, \quad (4.2)$$

где D – диаметр гидроцилиндра, мм; P – усилие дорнования, Н, p – давление, МПа, k – коэффициент запаса.

Принимаем $p = 12,5$ кПа, $k = 1,2$, тогда:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3997}{3,14 \cdot 12,5} \cdot 1,2} = 22,109 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр гидроцилиндра $D = 25$ мм.



- 1-Гидроцилиндр
- 2-Трехпозиционный гидрораспределитель
- 3-Дроссель
- 4-Двухпозиционный гидрораспределитель
- 5-Лампочка
- 6-Фильтр
- 7-Обратный клапан
- 8-Гидромотор
- 9-Насосный агрегат
- 10-Редукционный клапан
- 11-Манометр
- 12-Гидробак

Рисунок 4.3 - Гидравлическая схема

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛМ51	Шуравина Галина Сергеевна

Институт	кибернетики	Кафедра	ТМНР
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Затраты на материально-технические ресурсы рассчитать исходя из среднерыночной стоимости ресурсов; затраты на электроэнергию – по мощности и затраченному времени; затраты на человеческие ресурсы – по тарифным ставкам и отработанному времени.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы и нормативы расходования ресурсов принять исходя из установившихся технологических норм предприятия.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Использовать традиционную систему налогообложения, исходя из действующих налоговых ставок.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	В качестве критерия экономической эффективности рассмотреть и принять оценку научно-технического уровня НИ.
2. Разработка устава научно-технического проекта	В работе осуществляется изучение метода поверхностного пластического деформирования – дорнования.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составлена иерархическая структура проведения работ, выполнен расчет бюджета проекта.
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НИР, использовать метод балльных оценок.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Проект содержит 13, в том числе:

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Календарный график-план проведения НИОКР
5. Расчет затрат на разработку проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Спицын В.В.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛМ51	Шуравина Г.С		

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Машиностроение – это материалоемкое производство, где используют все известные материалы, но наибольший удельный вес занимают металлы. Свыше 60% затрат на производство продукции составляют материалы, покупные и комплектующие изделия и около 30% составляют затраты на оплату труда. Машиностроение относится также к энергоемким производствам и является крупнейшим потребителем электроэнергии, газа, мазута и других энергоносителей. Трудовые ресурсы машиностроительных предприятий должны отличаться высоким уровнем профессиональной подготовки от рабочего до управляющего, что обусловлено применением сложной техники, созданием сложнейшей конкурентоспособной продукции и технологических процессов ее изготовления, а также в связи с постоянной необходимостью координации и регулирования хода производства, обусловленных его прерывностью. Указанные особенности машиностроительного производства требуют от каждого работника (мастера, инженера, руководителя) знаний экономических законов, реализуемых на машиностроительном предприятии, умений использования их для достижения главных целей предприятия.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- Выполнение предпроектного анализа;
- Разработка общей экономической идеи проекта;
- Организация работ по проекту;
- Планирование работ по проекту;
- Определение экономической эффективности проекта.

С учетом решения данных задач была сформирована структура и содержание раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».

5.1 Предпроектный анализ

На стадии предпроектного анализа будут определены основные показатели заинтересованности инвесторов и участников проекта. Данная часть не является обязательной, с точки зрения законодательства, однако позволяет выполнить предварительный анализ рисков. Для осуществления предпроектного анализа, воспользуемся упрощенной схемой, рассмотрим только потенциальных потребителей результатов исследования, проанализировав конкурентные технические решения с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, а также произведем оценку готовности проекта к коммерциализации и выберем методы коммерциализации результатов.

Целью данной научно-исследовательской работы является экспериментально установить влияние размера фасок на высоту наплывов металла на торцах обрабатываемых дорнованием полых цилиндров. Дорнование является одним из наиболее эффективных методов отделочно-упрочняющей обработки отверстий в деталях типа полых цилиндров [1,2,4,9]. Данный метод особенно эффективен при обработке отверстий малого диаметра ($d \leq 5$ мм) [4]. Обладая высокой производительностью, дорнование отверстий малого диаметра может выполняться сразу после сверления и позволяет повысить их точность с IT11-IT13 до IT7, снизить шероховатость поверхности до $Ra = 2...0,1$ мкм, значительно упрочнить поверхностный слой и сформировать в нем благоприятные сжимающие остаточные напряжения [4].

Вместе с тем, вытесняемый из отверстия при дорновании металл смещается на торцы деталей, что приводит к образованию дефектов в виде наплывов (рис. 1) [4,10]. В результате снижается достигнутая на предыдущих

операциях точность торцовых поверхностей и требуется введение дополнительной операции механической обработки для восстановления этой точности. В работе [10] отмечается, что для устранения наплывов необходимо снять припуск примерно равный натягу дорнования. В связи с изложенным, значительный интерес представляет поиск технологических путей снижения высоты наплывов.

Альтернативой методу дорнования является сверление и протягивание отверстий.

Сверление производят стандартными и специальными спиральными сверлами из быстрорежущей стали и твердых сплавов, а также сверлами одностороннего резания с внутренним подводом СОЖ (ружейными сверлами) с рабочей частью из твердого сплава или выполненными целиком из этого материала.

Сверление глубоких отверстий малого диаметра производят на универсальных токарных и вертикально-сверлильных станках, причем во многих случаях с ручной подачей инструмента. Так как для эвакуации стружки из зоны резания, смазки и охлаждения сверла необходим его периодический вывод из отверстия, производительность обработки оказывается низкой. Ее увеличение может быть обеспечено путем использования специальных станков с автоматизированным циклом сверления или станков с ЧПУ. Точность обработки отверстий стандартными спиральными сверлами обычно не превышает $IT12 \dots IT14$, а шероховатость поверхности – $Ra = 2,5 \dots 5$ мкм.

Наиболее эффективным методом получения глубоких отверстий малого диаметра является сверление ружейными твердосплавными сверлами. Производительность обработки этими сверлами оказывается выше производительности обработки спиральными сверлами в 2...3 раза. Точность отверстий при сверлении ружейными твердосплавными сверлами соответствует $IT7 \dots IT11$, а шероховатость поверхности – $Ra \leq 2,5$ мкм. Важнейшим достоинством ружейных сверл является и то, что они обеспечивают

наименьший увод оси отверстия и отклонение ее от прямолинейности. Вместе с тем, сверление ружейными сверлами возможно только на специальных или специализированных станках, применение которых может оказаться неэффективным в условиях единичного и мелкосерийного производства [10].

Протягивание – высокопроизводительный метод обработки внутренних и наружных поверхностей, обеспечивающий высокую точность формы и размеров обрабатываемой поверхности. Протягивают многолезвийным режущим инструментом – протяжкой – при его поступательном движении относительно неподвижной заготовки (главное движение). Метод протягивания заключается в том, что каждый зуб протяжки срезает с обрабатываемой поверхности стружку небольшой толщины. Это возможно потому, что размер каждого последующего зуба протяжки больше предыдущего. Обработанная поверхность характеризуется малой шероховатостью. Протягивание является одним из наиболее высокопроизводительных процессов обработки деталей машин резанием, так как в работе одновременно находится большое количество зубьев инструмента. Для некоторых видов отверстий, например шлицевых, протягивание является единственным методом формообразования.

Применение протягивания ограничивается следующими причинами:

- 1) возникновение при протягивании значительных усилий резания, которые могут вызвать деформации обрабатываемых деталей;
- 2) невозможностью протягивания поверхностей деталей больших размеров;
- 3) невозможностью протягивания глухих отверстий;
- 4) высокой стоимостью протяжек
- 5) невозможностью протягивания поверхностей при такой твердости поверхности, при которой не применим лезвийный инструмент;
- 6) трудностью точно координировать положение оси обрабатываемого отверстия относительно других поверхностей детали (т.е. трудность исправить положение этого отверстия).

Конечными потребителями данного проекта являются машиностроительные предприятия, осуществляющие обработку отверстий методом пластического деформирования.

5.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 5.1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации [14].

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Конкурент 1 – Протяжка отверстий.

Конкурент 2 – Сверление отверстий

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя

Таблица 5.1 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,05	5	5	3	0,25	0,25	0,15
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
3. Помехоустойчивость	0,04	5	5	5	0,2	0,2	0,2
4. Энергоэкономичность	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
5. Надежность	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
6. Уровень шума	0,04	5	4	4	0,2	0,16	0,16
7. Безопасность	0,04	4	4	4	0,16	0,16	0,16
8. Потребность в ресурсах памяти	0,04	5	5	4	0,2	0,2	0,16
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
10. Простота эксплуатации	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,04	5	5	3	0,2	0,2	0,12
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,07	5	5	2	0,35	0,35	0,14
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,06	5	5	4	0,3	0,3	0,24

2. Уровень проникновения на рынок	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
3. Цена	0,05	4	4	5	0,2	0,2	0,25
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
5. Послепродажное обслуживание	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
6. Финансирование научной разработки	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
7. Срок выхода на рынок	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15
8. Наличие сертификации разработки	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
Итого	1	91	89	76	4,54	4,45	3,76

Из таблицы 5.1 видно, что обработка отверстий дорнованием имеет ряд преимуществ таких как: повышенная производительность, простота эксплуатации, надежность. Так же операцию дорнования могут выполнять рабочие с относительно не высокой квалификацией, что так же является экономическим преимуществом.

5.3 SWOT-анализ проекта

Для проведения комплексного анализа проекта воспользуемся SWOT-анализом. Он проводится в несколько этапов. На первом этапе определяются сильные и слабые стороны проекта, а также выявляются возможности и угрозы для реализации проекта. Первый этап проведения SWOT-анализа представлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Матрица SWOT

<p>Strengths (сильные стороны) С1.Высокая технологичность и производительность обработки отверстий заготовки дорнованием. С2.Получение пластически упрочненного</p>	<p>Weaknesses (слабые стороны) Сл1.Для осуществления обработки дорнованием требуется специальное приспособление. Сл2.Образование дефектов в виде наплывов</p>
--	--

поверхностного слоя обработанного отверстия, и благоприятных сжимающих остаточных напряжений. С3.Повышение точности и снижение шероховатости поверхности. С4.Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями в массовом производстве.	на торцах деталей после обработки дорнованием. Сл3.Более низкая точность наружных поверхностей детали по сравнению с обработкой резанием. Сл4.Ограниченная область применения дорнования.
Opportunities (возможности) В1.Заинтересованность исследователей, в том числе зарубежными, данным способом обработки. В2.Возможность внедрения результатов проведенного исследования в производство.	Threats (угрозы) У1.Появление новых более технологичных способов обработки отверстий. У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства.

После того как сформированы четыре области, переходим ко второму этапу, на котором необходимо выявить соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Для этого в рамках данного этапа строится интерактивная матрица, при этом каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивные матрицы представлены в таблице 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3 и 5.2.4.

Таблица 5.2.1 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности»

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	+	-	+	+
	В2	-	-	+	+

Таблица 5.2.2 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и возможности»

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	В1	-	+	-	-

	B2	+	-	+	+
--	----	---	---	---	---

Таблица 5.2.3 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и угрозы»

Сильные стороны проекта					
Угрозы		C1	C2	C3	C4
	У1	+	+	-	+
	У2	-	-	+	-

Таблица 5.2.4 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и угрозы»

Слабые стороны проекта					
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	+	+	-
	У2	+	-	-	-

На третьем этапе составляется итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в таблице 5.2.5.

Таблица 5.2.5 – Итоговая матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>C1. Высокая технологичность и производительность обработки отверстий заготовки дорнованием.</p> <p>C2. Получение пластически упрочненного поверхностного слоя обработанного отверстия, и благоприятных сжимающих остаточных напряжений.</p> <p>C3. Повышение точности и снижение шероховатости поверхности.</p> <p>C4. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями в массовом производстве</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Для осуществления обработки дорнованием требуется специальное приспособление.</p> <p>Сл2. Образование дефектов в виде наплывов на торцах деталей после обработки дорнованием.</p> <p>Сл3. Более низкая точность наружных поверхностей детали по сравнению с обработкой резанием.</p> <p>Сл4. Ограниченная область применения дорнования.</p>
Возможности:	B1B2C3C4	B2Сл1Сл3Сл4

<p>В1.Заинтересованность исследователей, в том числе зарубежными, данным способом обработки.</p> <p>В2.Возможность внедрения результатов проведенного исследования в производство.</p>	<p>В1С1С3С4</p> <p>В2С3С4</p>	
<p>Угрозы:</p> <p>У1.Появление новых более технологичных способов обработки отверстий.</p> <p>У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p>	<p>У1С1С2С4</p>	<p>У1Сл1Сл2Сл3</p> <p>У1У2Сл1</p>

5.4 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать, влияя на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта.

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать.

5.4.1 Цели и результат проекта

Реализация любого проекта преследует какую-либо определенную цель. Неправильно определенные цели и задачи, или цели без задач, приводят к тому, что в процессе реализации проекта возникают перерасход средств, конфликты между членами проектной команды, несоблюдение контрольных промежуточных пунктов и, как следствие, недовольство доноров проекта. Цель

в большей степени представляет собой декларацию о намерениях, из которой должно быть ясно, в чем состоит важность проекта для общества.

Таблица 5.3 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ООО «Промышленная механика»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Исследование технологических возможностей дорнования 2. Разработка приспособления для дорнования

Таблица 5.4 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Исследовать образования наплывов на торцах заготовок 3. Исследовать влияние размера фасок на высоту наплывов
Ожидаемые результаты проекта:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Данные о значениях высоты наплывов на торцах заготовок после дорнования 2. Приспособление для дорнования
Требования к результату проекта:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Стоимость проекта должна быть сопоставима по сравнению с аналогами, а в лучшем случае быть меньшей

5.4.2 Организационная структура проекта

На данном этапе работы необходимо решить следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определить роль каждого участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте.

Таблица 5.5 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо-затраты, час.
1.	Арляпов А.Ю., НИ ТПУ, доцент ТМПР	Руководитель проекта	Консультирование по методике проведения экспериментов и измерениям	129
3.	Шуравина Г.С, НИ ТПУ, магистрант	Исполнитель по проекту	1. Проведение экспериментов 2. Измерение обработанных деталей 3. Разработка конструкции приспособления	2163
ИТОГО:				400

5.4.3 Ограничения и допущения

Таблица 5.6 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
Бюджет проекта	300961,47руб.
Источник финансирования	ООО «Промышленная механика»
Сроки проекта	20.01.2016 – 31.05.2017
Дата утверждения плана управления проектом	18.02.2016
Дата завершения проекта	20.06.2017
Прочие ограничения и допущения	-

5.5 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта. Линейный график представляется в таблице 5.7.

Таблица 5.7 - Линейный график

Код работ ы (из ИСПР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Постановка целей и задач, выдача исходных данных	2	20.01.2016	22.01.2016	Арляпов А.Ю.
2	Составление и утверждение ТЗ	5	25.01.2016	30.01.2016	Арляпов А.Ю.
3	Подбор и изучение материалов по тематике	60	2.02.2016	2.04.2016	Шуравина Г.С.
4	Разработка календарного плана	2	3.04.2016	5.04.2016	Арляпов А.Ю.
5	Обсуждение литературы	7	7.04.2016	14.04.2016	Арляпов А.Ю., Шуравина Г.С.
6	Разработка приспособления	46	17.04.2016	2.06.2016	Шуравина Г.С.
7	Изготовление образцов	122	10.06.2016	10.10.2016	Шуравина Г.С.
8	Анализ результатов исследования	13	12.10.2016	25.12.2016	Шуравина Г.С.
9	Оформление расчетно-пояснительной записки	90	20.01.2017	20.04.2017	Шуравина Г.С.
10	Оформление графического материала	26	24.04.2017	20.05.2017	Шуравина Г.С.
11	Подведение итогов	11	20.05.2017	31.05.2017	Арляпов А.Ю.
Итого		384	20.01.2016	31.05.2017	

Таблица 5.8 – Календарный план-график проведения НИОКР

Ко д раб от ы	Вид работы	Исполнитель	Т, ка л.д ни	Продолжительность выполнения работ																	
				янв.	фев.	март	апр.	май	июнь	июль	авг.	сент	окт.	ноя б.	дек.	янв.	февр	мар.	апр	май	
1	Постановка целей и задач, выдача исходных данных	Арляпов А.Ю.		▨																	
2	Составление и утверждение ТЗ	Арляпов А.Ю.		▨																	
3	Подбор и изучение материалов по тематике	Шуравина Г.С.	2		■	■															
4	Разработка календарного плана	Арляпов А.Ю.	8				▨														
5	Обсуждение литературы	Арляпов А.Ю., Шуравина Г.С.	6				▨	■													
6	Разработка приспособления	Шуравина Г.С.	4					■	■												
7	Изготовление образцов	Шуравина Г.С.	4						■	■	■	■									
8	Анализ результатов исследования	Шуравина Г.С.	36										■	■	■	■					
9	Оформление расчетно-пояснительной записки	Шуравина Г.С.	2														■	■	■	■	
10	Оформление графического материала	Шуравина Г.С.	0																		■
11	Подведение итогов	Арляпов А.Ю.	7																		▨

▨ - руководитель

■ - исполнитель

5.6 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается стоимость всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости на выполнение данной разработки производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- основная заработная плата;
- отчисления на страховые взносы;
- расходы на электроэнергию.

5.6.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам и приведена в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Расходные материалы

Наименование материалов	Цена за единицу, руб.	Количество	Сумма, руб.
Сталь 50	60 руб./кг	10 кг	600 руб.
Резец проходной упорный 16x12, T15K6	250 руб.	2 шт.	500 руб.
Резец отрезной 16x12, T15K6	250 руб.	2 шт.	500 руб.
Сверло центровочное P6M5 D 2.0 тип А	50 руб.	2 шт.	100 руб.
Сверло D 4,9 P6M5K5	50 руб.	2 шт.	100 руб.
Дорн	1000 руб.	3 шт.	3000 руб.
Итого:			4800 руб.

Расходы на материалы составили:

$$C_{\text{мат}} = 4800 \text{ руб.}$$

Транспортно-заготовительные расходы составляют примерно 3 - 5% от затрат на материалы.

$$\text{Таким образом, } C_{\text{тр}} = 4800 \cdot 0,05 = 240 \text{ руб.}$$

5.6.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}} \quad (5.1)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата работника;

$T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дни.;

$Z_{\text{дн}}$ - среднедневная заработная плата работника.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{д}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (5.2)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течении года: при отпуске
в

48 рабочих дней $M=10,4$, 6 –дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дни.

Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в таблице 5.10. Затраты времени на выполнение работы по каждому исполнителю брались из таблицы 5.7. Также был принят во внимание премиальный коэффициент $k_{пр} = 0,3$, коэффициент доплат и надбавок, а также $k_d = 0,2$ районный коэффициент $k_p = 1,3$.

Таблица 5.10 – Затраты на основную заработную плату

Исполнители	Z_b , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
НР (доцент со степенью)	23264,86	0,3	0,2	1,3	45366,48	2160,31	44	95053,64
И (ассистент)	14584,32	0,3	0,2	1,3	21876,48	1041,74	113	111716,62

Таким образом, затраты на основную заработную плату составили:

$$C_{зп} = 95053,64 + 111716,62 = 206770,26 \text{ руб.}$$

5.6.3 Расчет затрат на социальные нужды

Затраты включают в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot Z_{осн}, \quad (5.3)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и

пр.). Данный коэффициент составляет 30% от затрат на заработную плату и включает в себя:

Отчисления из заработной платы составили:

$$C_{\text{соц}} = 0,3 \cdot 206770,26 = 62031,08 \text{ руб.}$$

5.6.4 Расчет прочих расходов

В статье отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч}} = (4800 + 206770,26 + 62031,08) \cdot 0,1 = 27360,13 \text{ руб}$$

5.6.5 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет сметы затрат на разработку, можно определить общую стоимость разработки проекта.

Таблица 5.11 – Расчет затрат на разработку проекта

Статья затрат	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	4800
Основная заработная плата	206770,26
Отчисления на социальные нужды	62031,08
Прочие расходы	27360,13
Итого:	300961,47

Таким образом, расходы на разработку составили $C = 300961,47$ руб. При расчете цены принята нулевая рентабельность разработки.

5.7 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности [14].

1) Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}},$$

где I_{ϕ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{\max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

2) Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p,$$

где I_a – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;
 a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го параметра для аналога (протягивание отверстия, сверление) и разработки (дорнование), устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, пример которой приведен ниже.

Таблица 5.12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4
3. Помехоустойчивость	0,15	5	4
4. Энергосбережение	0,20	4	3
5. Надежность	0,25	4	3
6. Материалоемкость	0,15	4	4
ИТОГО	1	26	18

$$I_{\text{ТП}} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 4,4$$

$$I_{\text{Аналог}} = 0,1 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,25 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 = 3,45$$

3) Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{\text{финр}}^p$) и

аналога ($I_{финр}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}, \quad I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a}$$

где \mathcal{E}_{cp} – сравнительная эффективность проекта;

Таблица 5.13 – Сравнительная эффективность разработки.

№№ п/п	Показатели	Аналог	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1,02	0,83
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,45	4,4
3	Интегральный показатель эффективности	2,96	5,06
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,7	

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разах, т.к. значение меньше единицы, но больше нуля.

При сравнение значений интегральных показателей эффективности разработки и аналога, можно сказать, что более эффективным решением является применение дорнования с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛМ51	Шуравиной Г.С.

Институт	Кибернетики	Кафедра	ТМСПР
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	15.04.01 «Машиностроение»

Влияние размеров фасок на напылы металла на торцах цилиндров, обрабатываемых дорнованием

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Рабочее место - офисное помещение, рабочий компьютер, рабочий стол, стул. Возможно возникновение:</p> <p>- вредных проявлений факторов производственной среды (повышенная запыленность воздуха рабочей зоны, повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны, повышенная или пониженная влажность воздуха, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень электромагнитных излучений, повышенная напряженность электрического поля, повышенная напряженность магнитного поля - опасных факторов (поражение электрическим током).</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ГОСТ 12.0.002-80 2. ГОСТ 12.0.003-74 3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 4. СНиП 41-01-2003 5. СНиП-23-05-95* 6. СНиП 23-03-2003 7. ГОСТ 12.1.003-76

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>Анализ выявленных вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - повышенный уровень шума - повышенные уровни электромагнитного и ионизирующее излучения; - отсутствие или недостаток естественного света; - недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны; - повышенная яркость света; - повышенная контрастность, прямая и отраженная блеклость - отклонение показателей
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); 	<p>Анализ выявленных опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электрический ток (источником является ПЭВМ) - расчет освещения рабочего места

– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Отходы на рабочем месте: бумага(черновики), картриджи, лампочки, СОЖ, металлическая стружка.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	В офисном помещении возможно ЧС 1. техногенного характера – пожар; шпионаж 2. природного характера - сильные морозы;
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78.
Перечень графического материала:	
1) Пути эвакуации 2) План размещения светильников на потолке рабочего помещения	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛМ51	Шуравина Галина Сергеевна		

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Данный раздел дипломной работы посвящен анализу и разработке мер по обеспечению благоприятных и безопасных для творческой работы инженера-технолога условий труда. Здесь рассмотрены вопросы производственной безопасности, эргономики, пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

6.1 Анализ опасных и вредных факторов

Производственные условия на рабочем месте характеризуются наличием некоторых опасных и вредных факторов (ГОСТ 12.0.002-80 «ССБТ. Основные понятия. Термины и определения»), которые классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические и психофизиологические (ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация»).

На работающего за ЭВМ инженера-технолога могут негативно действовать опасные и вредные производственные факторы, которые приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Ф а к т о р ы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Работа инженера-технолога на ЭВМ	<p>1.Физические: повышенные уровни электромагнитного, рентгеновского, ультрафиолетового и инфракрасного излучения, повышенная температура поверхностей ПК, отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны, повышенная яркость света, повышенная контрастность, прямая и отраженная блесккость, чрезмерная запыленность и загазованность воздуха, опасность поражения электрическим током, шум от работы оборудования.</p> <p>2.Психофизические:</p>	<p>1.Физические: опасность поражения электрически м током</p>	<p>1. ГОСТ 12.0.002-80 «ССБТ. Основные понятия. Термины и определения»</p> <p>2. ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация»</p>

	напряжение зрения и внимания; интеллектуальные, эмоциональные и длительные статические нагрузки; монотонность труда; большой объем информации, обрабатываемый в единицу времени; нерациональная организация рабочего места.		
--	--	--	--

При работе на ЭВМ к концу рабочего дня возникают типичные ощущения: переутомление глаз, головная боль, тянущие боли в мышцах шеи, рук и спины, снижение концентрации внимания.

6.1.1 Производственный шум

Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное

воздействие интенсивного шума [выше 80 дБ(А)] на слух человека приводит к его частичной или полной потере.

Основным источником шума в кабинете являются вентиляторы блоков питания ЭВМ. Уровень шума колеблется от 35 до 40дБА. По СанПиН 2.2.2.542-96 при выполнении основной работы на ЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50дБА. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения. Хорошие звукопоглощающие свойства имеют легкие и пористые материалы (минеральный войлок, стекловата, поролон и т.п.);
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

6.1.2 Электромагнитное и ионизирующее излучения

Большинство ученых считают, что как кратковременное, так и длительное воздействие всех видов излучения от экрана монитора не опасно для здоровья персонала, обслуживающего компьютеры. Однако исчерпывающих данных относительно опасности воздействия излучения от

мониторов на работающих с компьютерами не существует и исследования в этом направлении продолжаются.

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений от монитора компьютера представлены в табл. 6.2.

Максимальный уровень рентгеновского излучения на рабочем месте оператора компьютера обычно не превышает 10 мкбэр/ч, а интенсивность ультрафиолетового и инфракрасного излучений от экрана монитора лежит в пределах 10...100 мВт/м².

Таблица 6.2 - Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений (в соответствии с СанПиН 2.2.2.542-96)

Наименование параметра	Допустимые значения
Напряженность электрической составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50 см от поверхности видеомонитора	10 В/м
Напряженность магнитной составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50 см от поверхности видеомонитора	0,3 А/м
Напряженность электростатического поля не должна превышать: для взрослых пользователей для детей дошкольных учреждений и учащихся средних специальных и высших учебных заведений	20 кВ/м 15 кВ/м

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ

- защита временем;
- защита расстоянием;

- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;

- экранирование источника;
- защита рабочего места от излучения;

СИЗ

Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые включают в себя

- Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

- Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO_2).

Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154.

6.1.3 Поражение электрическим током

Безопасным для человека считается напряжение электрической сети $U \leq 36$ Вольт, сила тока $I \leq 0,1$ А, $R_{\text{заземления}} = 4$ Ом.

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50Гц. По опасности электропоражения кабинет относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения с имеющими соединения с землей металлическими предметами и металлическими корпусами оборудования.

При нормальном режиме работы оборудования опасность электропоражения невелика, однако, возможны режимы, называемые

аварийными, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека электрическим током или электрической дугой может произойти в следующих случаях:

- при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
- при однофазном (однополюсном) прикосновении незаземленного от земли человека к незаземленным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
- при прикосновении к нетокующим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции;
- при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;
- при возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развертки монитора.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

- изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- установки защитного заземления;
- наличие общего рубильника;
- своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

СКЗ

Заземление, зануление, разделительные трансформаторы, ограждения, изоляция, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

К средствам индивидуальной защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты.

6.2. Эргономический анализ трудового процесса

6.2.1 Микроклимат

Параметры микроклимата могут меняться в широких пределах, в то время как необходимым условием жизнедеятельности человека является поддержание постоянства температуры тела благодаря терморегуляции, т.е. способности организма регулировать отдачу тепла в окружающую среду. Принцип нормирования микроклимата – создание оптимальных условий для теплообмена тела человека с окружающей средой.

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. В санитарных нормах СН-245-71 установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (см. табл. 6.3).

Объем помещений, в которых размещены работники вычислительных центров, не должен быть меньше $19,5 \text{ м}^3/\text{человека}$ с учетом максимального числа одновременно работающих в смену. Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в табл. 6.4.

Таблица 6.3 - Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период	Параметр микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении	22...24 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23...25 °С
	Относительная влажность	40...60 %

	Скорость движения воздуха	0,1...0,2 м/с
--	---------------------------	---------------

Таблица 6.4 - Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение
Объем до 20 м ³ на человека	Не менее 30
20...40 м ³ на человека	Не менее 20

Для обеспечения комфортных условий используются как организационные методы (рациональная организация проведения работ в зависимости от времени года и суток, чередование труда и отдыха), так и технические средства (вентиляция, кондиционирование воздуха, отопительная система).

6.2.2 Освещение

Согласно СНиП 23-05-95 в лаборатории, где происходит периодическое наблюдение за ходом производственного процесса при постоянном нахождении людей в помещении освещенность при системе общего освещения не должна быть ниже 150 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения (факел плазмы в камере с катализатором) применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 7$ м, ширина $B = 6$ м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 150 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где A – длина, м;

B – ширина, м.

$$S = 7 \times 6 = 42 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_c = 50\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{II} = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен $\Phi_{ЛД} = 2300$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,3$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.}$$

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

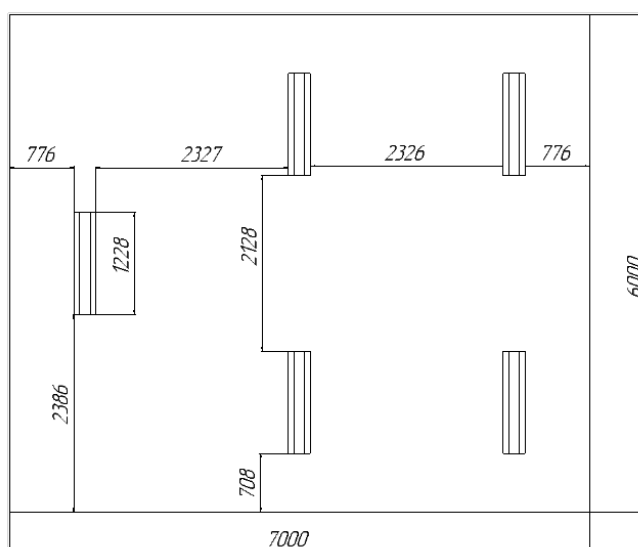


Рисунок 6.1 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{7 \cdot 6}{2,0 \cdot (7 + 6)} = 1,6$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{П}} = 70 \%$, $\rho_{\text{С}} = 50\%$ и индексе помещения $i = 1,6$ равен $\eta = 0,47$.

Потребные группы люминесцентных ламп светильника по формуле:

$$N = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{\Phi_{\text{П}} \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2300 \cdot 0,47} = 9,6 = 10$$

Общее число светильников: $N = 5$.

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$2L_2 + \frac{2}{3}L_2 + 3 \cdot 265 = 7000$$
$$L_2 = 2327 \text{ мм}$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$L_1 + \frac{2}{3}L_1 + 2 \cdot 1227 = 6000$$
$$L_1 = 2128 \text{ мм}$$

Расчёт светового потока группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{рас}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{10 \cdot 0,47} = 2212 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$
$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2300 - 2212}{2300} \cdot 100\% = 3,8\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq 3,8\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

6.2.3 Эргономические требования к рабочему месту

Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важных проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники.

Рабочее место и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места инженера-технолога должны быть соблюдены следующие основные условия: оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места и достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения.

Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места.

Главными элементами рабочего места инженера-технолога являются стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя.

Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление инженера-технолога. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук - это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в

локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.

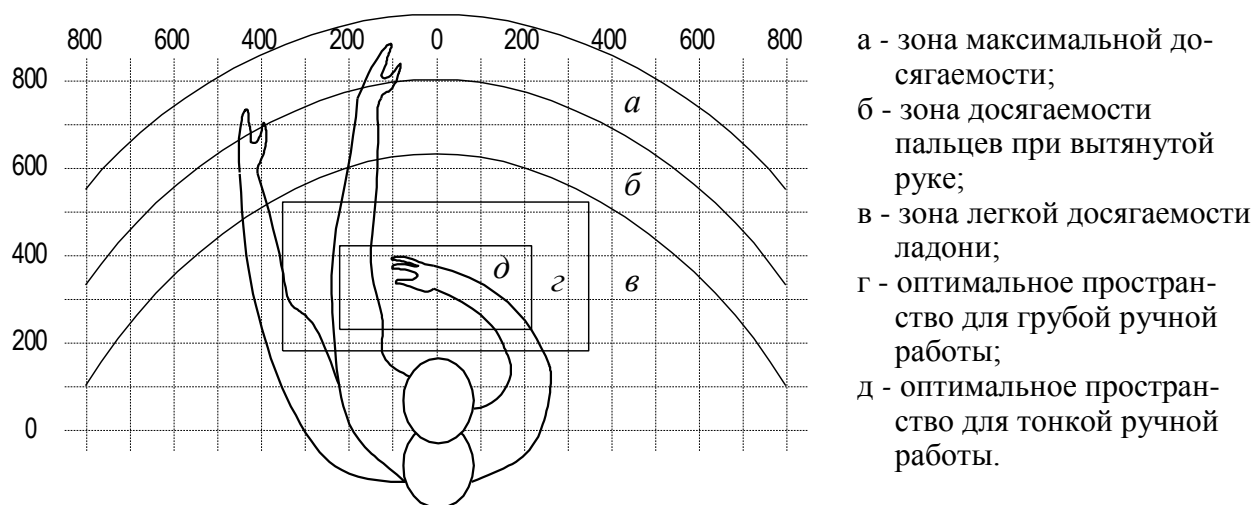


Рисунок 6.2 - Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости
Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

ДИСПЛЕЙ размещается в зоне а (в центре);

СИСТЕМНЫЙ БЛОК размещается в предусмотренной нише стола;

КЛАВИАТУРА - в зоне г/д;

«МЫШЬ» - в зоне в справа;

СКАНЕР в зоне а/б (слева);

ПРИНТЕР находится в зоне а (справа);

ДОКУМЕНТАЦИЯ: необходимая при работе - в зоне легкой досягаемости ладони - в, а в выдвижных ящиках стола - литература неиспользуемая постоянно.

На рис. 6.3 показан пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе программиста.

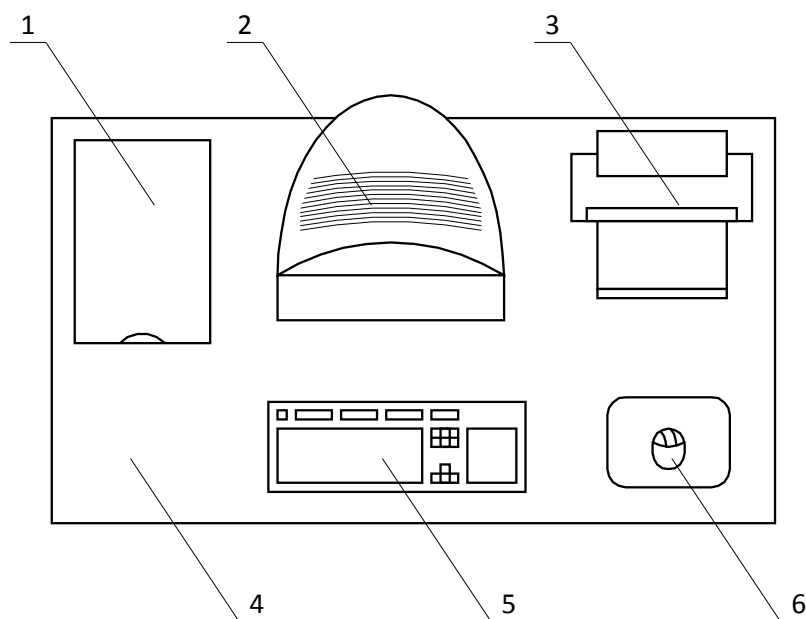


Рисунок 6.3 - Размещение основных и периферийных составляющих
 где: 1 – сканер, 2 – монитор, 3 – принтер, 4 – поверхность рабочего
 стола, 5 – клавиатура, 6 – манипулятор типа «мышь».

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

- высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;
- нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы программист мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
- поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения программиста;
- конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей).
- высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760 мм. Высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650 мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего кресла. Так, рекомендуемая высота сиденья над уровнем пола находится в пределах 420-

550 мм. Поверхность сиденья мягкая, передний край закругленный, а угол наклона спинки - регулируемый.

Необходимо предусматривать при проектировании возможность различного размещения документов: сбоку от видеотерминала, между монитором и клавиатурой и т.п. Кроме того, в случаях, когда видеотерминал имеет низкое качество изображения, например заметны мелькания, расстояние от глаз до экрана делают больше (около 700 мм), чем расстояние от глаза до документа (300-450 мм). Вообще при высоком качестве изображения на видеотерминале расстояние от глаз пользователя до экрана, документа и клавиатуры может быть равным.

Положение экрана определяется:

- расстоянием считывания (0,6...0,7 м);
- углом считывания, направлением взгляда на 20° ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению.

Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:

- по высоте +3 см;
- по наклону от -10° до $+20^\circ$ относительно вертикали;
- в левом и правом направлениях.

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях. Требования к рабочей позе пользователя видеотерминала следующие:

- голова не должна быть наклонена более чем на 20° ,
- плечи должны быть расслаблены,
- локти - под углом $80^\circ \dots 100^\circ$,
- предплечья и кисти рук - в горизонтальном положении.

Причина неправильной позы пользователей обусловлена следующими факторами: нет хорошей подставки для документов, клавиатура находится

слишком высоко, а документы - низко, некуда положить руки и кисти, недостаточно пространство для ног.

В целях преодоления указанных недостатков даются общие рекомендации: лучше передвижная клавиатура; должны быть предусмотрены специальные приспособления для регулирования высоты стола, клавиатуры и экрана, а также подставка для рук.

Существенное значение для производительной и качественной работы на компьютере имеют размеры знаков, плотность их размещения, контраст и соотношение яркостей символов и фона экрана. Если расстояние от глаз оператора до экрана дисплея составляет 60...80 см, то высота знака должна быть не менее 3 мм, оптимальное соотношение ширины и высоты знака составляет 3:4, а расстояние между знаками – 15...20% их высоты. Соотношение яркости фона экрана и символов - от 1:2 до 1:15.

Во время пользования компьютером медики советуют устанавливать монитор на расстоянии 50-60 см от глаз. Специалисты также считают, что верхняя часть видеодисплея должна быть на уровне глаз или чуть ниже. Когда человек смотрит прямо перед собой, его глаза открываются шире, чем когда он смотрит вниз. За счет этого площадь обзора значительно увеличивается, вызывая обезвоживание глаз. К тому же если экран установлен высоко, а глаза широко открыты, нарушается функция моргания. Это значит, что глаза не закрываются полностью, не омываются слезной жидкостью, не получают достаточного увлажнения, что приводит к их быстрой утомляемости.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

6.3 Пожарная безопасность

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , V_n , G_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 лаборатория относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

6.3.1 Причины возникновения пожара

Пожар в кабинете, может привести к очень неблагоприятным последствиям (потеря ценной информации, порча имущества, гибель людей и т.д.), поэтому необходимо: выявить и устранить все причины возникновения пожара; разработать план мер по ликвидации пожара в здании; план эвакуации людей из здания.

Причинами возникновения пожара могут быть:

- неисправности электропроводки, розеток и выключателей которые могут привести к короткому замыканию или пробоем изоляции;
- использование поврежденных (неисправных) электроприборов;

- использование в помещении электронагревательных приборов с открытыми нагревательными элементами;
- возникновение пожара вследствие попадания молнии в здание;
- возгорание здания вследствие внешних воздействий;
- неаккуратное обращение с огнем и несоблюдение мер пожарной безопасности.

6.3.2 Профилактика пожара

Пожарная профилактика представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращении пожара, ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара. Для профилактики пожара чрезвычайно важна правильная оценка пожароопасности здания, определение опасных факторов и обоснование способов и средств пожаропредупреждения и защиты.

Одно из условий обеспечения пожаробезопасности - ликвидация возможных источников воспламенения.

В кабинете источниками воспламенения могут быть:

- неисправное электрооборудование, неисправности в электропроводке, электрических розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неисправности, проводить плановый осмотр и своевременно устранять все неисправности;
- неисправные электроприборы. Необходимые меры для исключения пожара включают в себя своевременный ремонт электроприборов, качественное исправление поломок, не использование неисправных электроприборов;
- обогревание помещения электронагревательными приборами с открытыми нагревательными элементами. Открытые нагревательные поверхности могут привести к пожару, так как в помещении находятся

бумажные документы и справочная литература в виде книг, пособий, а бумага – легковоспламеняющийся предмет. В целях профилактики пожара рекомендуется не использовать открытые обогревательные приборы в помещении;

- короткое замыкание в электропроводке. В целях уменьшения вероятности возникновения пожара вследствие короткого замыкания необходимо, чтобы электропроводка была скрытой.

- попадание в здание молнии. В летний период во время грозы возможно попадание молнии вследствие чего возможен пожар. Во избежание этого рекомендуется установить на крыше здания молниеотвод;

- несоблюдение мер пожарной безопасности и курение в помещении также может привести к пожару. Для устранения возгорания в результате курения в помещении рекомендуется категорически запретить курение, а разрешить только в строго отведенном для этого месте.

В целях предотвращения пожара проводить с инженерами, работающими в помещении, противопожарный инструктаж, на котором ознакомить работников с правилами противопожарной безопасности, а также обучить использованию первичных средств пожаротушения.

В случае возникновения пожара необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, эвакуировать людей из помещения согласно плану эвакуации (рис.6.4), и приступить к ликвидации пожара огнетушителями.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.



Рисунок 6.4 - План эвакуации

6.4 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды является по-настоящему важным и значимым процессом. Именно поэтому этим вопросам уделяют достаточно

много времени и внимания. Охраной окружающей среды называется комплекс мер, направленных на предупреждение отрицательного влияния человеческой деятельности на природу, обеспечение благоприятных и безопасных условий жизнедеятельности человека.

Создание условий для улучшения экологической обстановки - процесс долгий, требует согласованности и последовательности действий. Приоритетными в экологической политике РФ сегодня следующие вопросы:

- обеспечение экологически безопасных условий для проживания;
- рациональное использование и охрана природных ресурсов;
- обеспечение экологической и радиационной безопасности (пдв);
- экологизация промышленности;
- повышение экологической культуры общества и формирование экологического сознания у людей.

Немаловажную роль в защите окружающей среды отводится мероприятиям по рациональному размещению источников загрязнений. К ним относятся:

- 1) вынесение промышленных предприятий из крупных городов и сооружение новых в малонаселенных районах с непригодными и малопригодными для сельскохозяйственного использования землями;
- 2) оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом топографии местности и розы ветров;
- 3) установление санитарных охранных зон вокруг промышленных предприятий;
- 4) рациональная планировка городской застройки, обеспечивающая оптимальные экологические условия для человека и растений.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения

фактических уровней загрязнения окружающей среды. Полученная информация о загрязнениях позволяет быстро выявлять причины повышения концентраций вредных веществ в окружающей среде и активно их устранять.

Защита окружающей среды - это комплексная проблема, требующая усилий ученых многих специальностей. Особое значение имеет количественная оценка последствий загрязнения окружающей среды и, в первую очередь, ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением атмосферы. Защита окружающей среды от загрязнений на современном этапе помимо экономической задачи - повышения общественной производительности труда - включает также и социально-экономическую задачу - улучшение условий жизни человека, сохранение его здоровья.

Чтобы максимально снизить уровень загрязнений, выбрасываемых предприятиями, необходимо производить следующие обязательные меры по охране окружающей природной среды (ООС). Мероприятия по охране окружающей среды заключаются в:

1. Выявлении, оценке, постоянном контроле и ограничении вредных выбросов в окружающую среду, создании природоохранных и ресурсосберегающих технологий и техники.

2. Разработке юридических законов, правовых актов по охране окружающей природной среды, а также материальном стимулировании выполнения требований данных законов и природоохранных мероприятий.

3. Предупреждении ухудшения экологической обстановки и охраны окружающей среды от вредных и опасных факторов путем создания специально выделенных территорий (СЗЗ).

Безотходная технология является наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий. Под понятием «безотходная технология» следует понимать комплекс мероприятий в технологических процессах от обработки сырья до использования готовой продукции, в результате чего сокращается до

минимума количество вредных выбросов и уменьшается воздействие отходов на окружающую среду до приемлемого уровня.

Для утилизации промышленных отходов таких как стружка, СОЖ, ртутные люминесцентные лампы необходимо предусмотреть следующее. Металлическую стружку необходимо очистить, спрессовать, упаковать и направить на металлоперерабатывающий завод. СОЖ отфильтровать, пригодное для дальнейшего использования масло направить в производство, а оставшийся шлам упаковать и направить в строительные компании. Ртуть содержащие лампы необходимо герметично упаковать и отправить в организацию, занимающуюся их утилизацией.

6.5 Защита в ЧС

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы. В случае переморозки труб должно быть предусмотрено наличие газовых обогревателей с катализатором. В случае нарушения работы электрических сетей необходимо предусмотреть наличие на предприятии переносных бензоэлектростанций. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. При аварийных ситуациях водоканала на предприятии должен быть предусмотрен суточный запас воды, для бесперебойной работы предприятия и удовлетворения гигиенических нужд сотрудников. В случае аварийных ситуаций с общественным транспортом, необходимо наличие служебного транспорта, для сотрудников.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще.

Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

6.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности

2. ГОСТ 12.4.154-85 "ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты"

3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".

4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

8. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.

9. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

10. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

11. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности

12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха

13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

14. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

15. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие, для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры

16. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Заклучение

В результате экспериментальных исследований было установлено, вытесняемый при дорновании из отверстия металл смещается на торцы цилиндров, на которых возникают наплывы. Их образование происходит при входе и выходе инструмента из отверстия, причем на выходном торце высота наплыва оказывается больше чем на входном приблизительно в два раза.

Угол фаски оказывает не существенное влияние на высоту наплыва металла как на входном, так и на выходном торцах цилиндра. Увеличение угла фаски с 45° до 60° при размере $f=0,25$ мм и натягах $a/d = 1,2\%$ и $a/d = 5,3\%$ высота наплывов на входном торце изменилась на 10% и 6% соответственно; на выходном – на 25% и 3%.

Увеличение размера фаски является не эффективным способом уменьшения наплыва металла на торцах цилиндров, обработанных дорнованием. Увеличение размера фаски в 6 раз (с 0,25 мм до 1,5 мм) при натяге $a/d = 1,5\%$ и $a/d = 5,2\%$ приводит к уменьшению наплыва металла на входном торце в 3,7 и 4,3 раза соответственно, на выходном – в 2,6 и 2,2 раза.

Наиболее существенное влияние на высоту наплывов металла на торцах цилиндрах, обработанных дорнованием, оказывает натяг дорнования. При увеличении натяга с $a/d = 1,5\%$ до $a/d = 5,2\%$ максимальная высота наплыва увеличилась на входном торце более чем в 2,5 раза, на выходном торце – в 4 раза.

Список использованных источников

1. Скворцов В.Ф., Арляпов А.Ю. Дорнование глубоких отверстий малого диаметра. Монография. 2005 г
2. Скворцов В.Ф., Арляпов А.Ю., Охотин И.С. Дорнование глубоких отверстий малого диаметра // Справочник. Инженерный журнал. Приложение. – 2012. – №2. – С. 1-24.
3. Розенберг А.М., Розенберг О.А. Механика пластического деформирования в процессах резания и деформирующего протягивания. – Киев: Наук. думка, 1990. – 320 с.
4. Охотин И.С., Скворцов В.Ф. Дорнование глубоких отверстий малого диаметра с большими натягами. – [Saarbrücken, Deutschland]: Lap Lambert Acad. Publ., 2011. –170 с.
5. Розенберг А.М., Розенберг О.А., Гриценко Э.И. Качество поверхности, обработанной деформирующим протягиванием. – Киев:Наукова думка, 1977. -187 с.
6. Монченко В.П. Эффективная технология производства полых цилиндров. – М.: Машиностроение, 1980. – 248 с.
7. Суслов А.Г., Блюменштейн В.Ю., Гуров Р.В., Исаев А.Н. Технология и инструменты отделочно-упрочняющей обработки поверхностным пластическим деформированием: справочник. В 2-х томах. Т. 1. // Под общ. Ред. А.Г. Суслова.-М.: Машиностроение, 2014.-480с.: ил.
8. Проскуряков Ю.Г., Шельвинский Г.И. Дорнование цилиндрических отверстий с большими натягами. – Ростов: Издательство Ростовского университета, 1982. – 168 с.
9. Проскуряков Ю.Г. Дорнование цилиндрических отверстий. – М.: МАШГИЗ, 1958. – 112 с.
10. Арляпов А.Ю., Ватолин А.В., Охотин И.С., Скворцов В.Ф. Универсальное приспособление для дорнования глубоких отверстий малого диаметра // Новые материалы, неразрушающий контроль и наукоемкие

технологии в машиностроении: материалы IV международной научно-технической конференции – Тюмень, ТюмГНГУ, 2008, Т. 1. – С. 6–8.

11. Кожевников Д.В., Кирсанов С.В. Металлорежущие инструменты. – Томск: Из-во Том. ун-та, 2003. – 392 с.

12. В.Е. Антонюк, В.А. Королев, С.М. Башеев. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. Минск, «Беларусь», 1969. 392 с.

13. Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учеб. пособие/ И.Н. Аверьянов, А.Н. Болотеин, М.А Прокофьев; - Рыбинск: РГАТА, 2010. – 220 с. ил.

14. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. - 73 с.

15. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

16. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. От 10.07.2012).

17. ГОСТ 12. 1. 038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжения прикосновения и токов.

Приложение А

Раздел 1

Обзор литературы и задачи исследования

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛМ51	Шуравина Галина Сергеевна		

Консультант кафедры ТМСПР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов А.Ю.	к.т.н.		

Консультант – лингвист кафедры ИЯИК:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шепеговский Д. В.			

Introduction

Bushings, rings, hollow fingers, plungers, cylinders and other hollow bodies of revolution are widely used in modern engineering in the construction of machinery, equipment, instruments and mechanisms. The working surfaces of such parts are mainly cylindrical surfaces. In most cases, the practical treatment of the cylindrical **bore** is more complicated than the treatment of the outer cylindrical surface. When processing **bores** you have to reduce the cross-sectional dimensions of the tool due to the limited working space, which leads to reduction of its rigidity. In the process of machining with multi-blade tools, the tool is often withdrawn from the geometrical axis of the workpiece, and it is also difficult to remove the chips from the **bore**. In particular, such difficulties arise in processing precise (IT6-IT8, $R_a = 0.32 \dots 1.25 \mu\text{m}$) deep bores of small diameter ($D = 0.8 \dots 5 \text{ mm}$, $L / d = 4 \dots 50$, where L is the depth of the **bore**).

As analysis of the literature shows, it is possible to increase the efficiency of processing small bores, as well as to improve the operational properties of details, by using the burnishing performed after drilling [1].

1. REVIEW OF LITERATURE AND RESEARCH TASKS

1.1 Brief description, technological possibilities and application area of the burnishing process

Burnishing is a cold plastic deformation of the workpiece with translational movement through the bore with some tool tightness. In this case, the diameter of the bore increases due to plastic deformations, the deformed metal layer gets hardened, the surface irregularities are smoothed out and the accuracy of the treated bore increases [4]. Burnishing falls into the size-hardening methods of treatment, which are often used in the serial and mass production conditions [7].

The allowance is not removed from the bore in the process of burnishing the workpieces, as in machining, and partly moves toward the outer surface of the workpiece, which leads to an increase in its outer and inner diameters. This creates

the prerequisites for reducing the dimensions of the cross section and the mass of the initial workpiece in comparison with the workpiece being treated by cutting.

Steel and hard-alloy balls, single-tooth and multi-tooth and broaching are used as a tool for burnishing (Fig.1.1). The working part of the teeth consists of two truncated cones, connected by a cylindrical ribbon in most cases, which determines the diameter of the treated bore. The angles of the working and return cones are usually assumed to be equal. Their optimum value is $6 \dots 10^\circ$ and the width of the cylindrical ribbon is $0.1 \dots 3 \text{ mm}$ [4].

The use of hard alloys (VK8, VK15, VK20, T5K10) as a material for making burnishing tool is advisable [5]. This makes it possible to provide high resistance of tools, to improve the quality of the treated surface and to eliminate the undesirable phenomena of adhesion the processed detail and tool materials in most cases. The simplest in design are single-tooth burnishing tools.

Figure 1.1 shows the different types of burnishing tools:

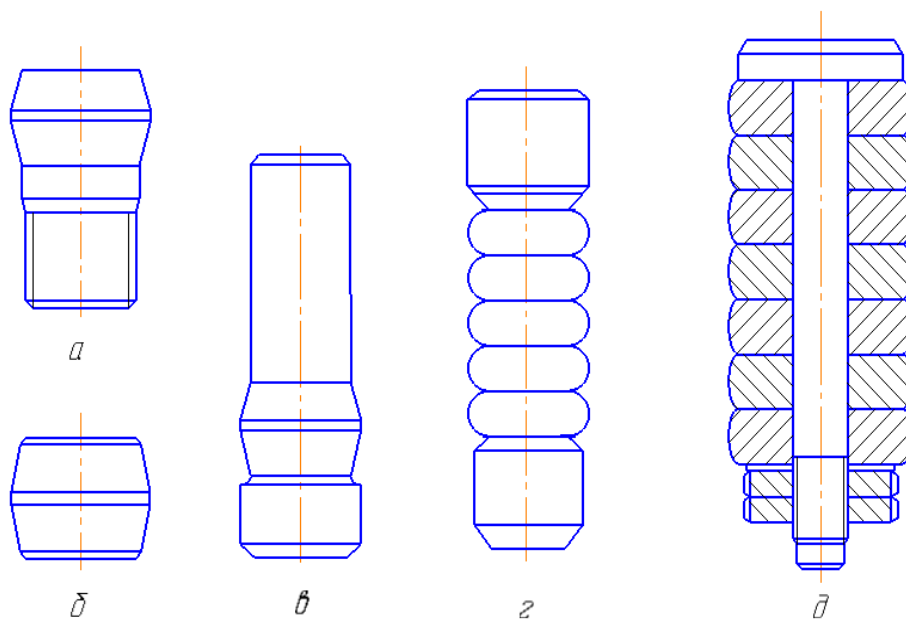


Figure 1.1 - Kinds of burnishing tools: a - single-tooth with a shank for work on the broaching machine; b - single-tooth without shank for working on the press;

c - single-tooth with guide shank; d - multi-tooth with guide shank; e –

typesetting

The main technological parameters of the process of burnishing are total interference Σa and tooth interference or the number of deformation cycles. The accuracy of the bore and the quality of the surface layer increases with the increase of the total interference and the reduction of the tooth interference.

The speed of burnishing usually does not exceed 30 m / min. It has no significant effect on the characteristics of the treated surface, tool wear and energy-strength processing parameters. The speed of burnishing should be selected depending on the properties of the treated material [10].

An important influence on the burnishing process is applied by the lubricant used, which eliminates the sticking of the tool with the workpiece and ensures a reduction in the deforming force, an increase in the accuracy and quality of the surface [6]. It is recommended to use oil-based liquids MP-1, MP-2, MP-3, MP-7 as the lubricant in processing workpieces from carbon and low-alloy structural steels. Special lubricants are used based on epoxy resins and solid fillers such as molybdenum disulphide, colloidal graphite, boron nitride in burnishing bores in details from high-strength, high-alloy steels and alloys. Purified kerosene gives good results in treating details of cast iron [5].

The burnishing interference is the difference in the dimensions (diameters) of the tool and the bore of the detail before the burnishing.

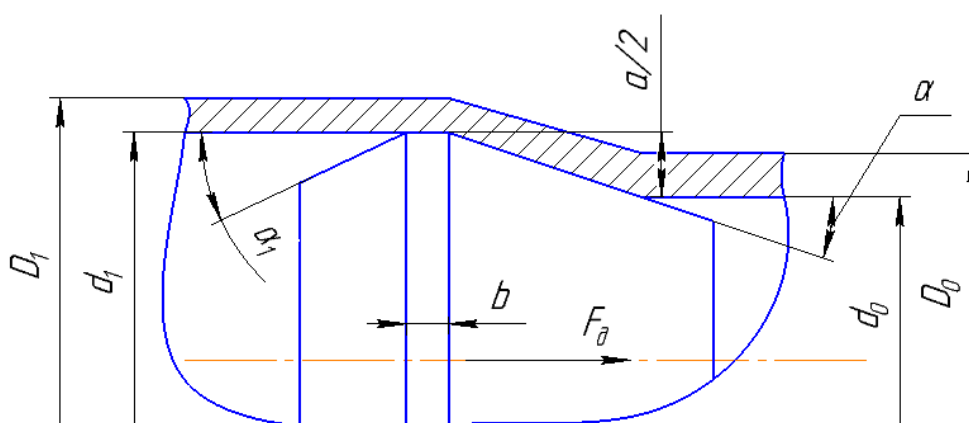


Figure 1.2 – Plan of the burnishing. d_0 is the diameter of the detail bore; d_1 is the diameter of the mandrel; D_0 , D_1 is the diameter of the detail before and after the

burnishing; a - the interference on the mandrel; α, α_1 - front and rear corners of the mandrel; b is the width of the cylindrical ribbon.

There are different schemes of thrusting with axial compression (compression scheme), with axial stretching (stretching scheme) and axial wear depending on the magnitude and direction of the axial forces acting on the workpiece. Compression schemes are used mainly for the processing of relatively short products with a ratio of $L / d < 5$, and tensile and axial wear circuits for processing long sleeves such as liners and bodies of hydraulic cylinders with $L / d > 5$.

The workpiece is placed with the end face on the support sleeve with the bore in burnishing single-edged mandrel on the compression scheme. Burnishing conducts from the free end. It is characterized by the smallest wall thinning and the greatest shortening of the workpiece in comparison with other schemes of burnishing [2,7].

The single-tooth burnishing according to the stretching scheme is conducting from the support end side. This scheme is preferable to the previous one, since it provides a higher precision of treatment the bore in the workpiece. Wall thinning is more intensive, shortening is minimal [2,7].

Burnishing with axial predeformation is carried out with the help of a special tension device, providing a certain level of axial stresses in the walls of the workpiece. The tension of the workpiece significantly changes the conditions of deformation. The scheme of axial rooting can be used to control deformations in order to obtain a given change in the wall thickness [7].

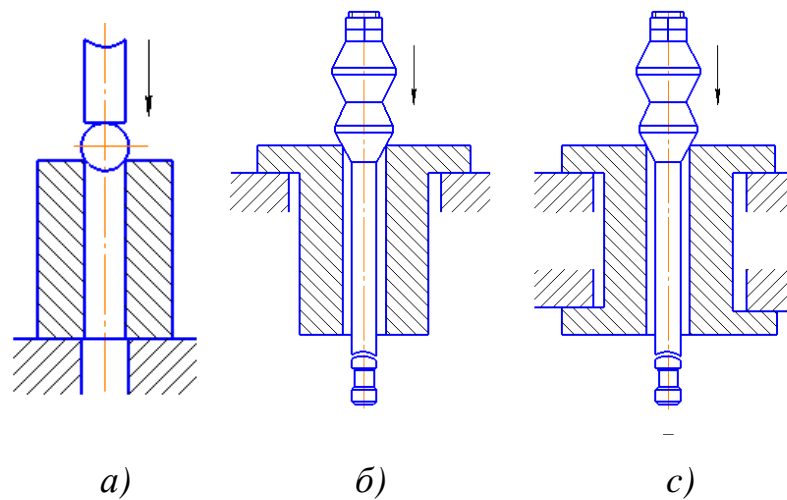


Figure 1.3 - Scheme of bores burnishing: a - the ball (with the compression of the details); b - multi-tooth burnishing tool-broaching (with extension of the detail); c - multi-tooth burnishing tool -broaching (with axial predeformation of the detail).

Along with ensuring high precision (up to IT6 ... IT7), a sharp reduction in the initial roughness (up to $Ra = 0.05 \dots 0.1 \mu\text{m}$) is achieved during the burnishing, as well as intensive hardening of the surface layer and hardening of the entire workpiece. Surface roughness after burnishing depends on a number of factors: the total interference and the scheme of its distribution along the teeth of the burnishing tool, the initial roughness, the thickness of the wall of the workpiece and its structural features. The total interference and its distribution on the teeth of the burnishing tool determine the contact stresses and have the most significant effect on the surface roughness. The height of the microroughness decreases with an increase in the total interference. As a result, the burnishing with a multi-tooth tool provides a better surface in comparison with a single-tooth tool [1]. However, an increase in the number of teeth (cycles of burnishing) beyond a certain one leads to re-hardening of the treated surface, its peeling and an increasing in roughness [5]. It is advisable to transfer most of the total interference to the first teeth of the mandrel (cycles of burnishing) to eliminate the possible phenomena of re-hardening.

Currently, the burnishing of bores is widely used in industry. Bores of diameter d_0 from 1 to 160 mm and maximum depth up to $100 d_0$ are treated by burnishing [5]. Burnishing is used in the manufacture for shells of hydraulic and pneumatic cylinders, piston pins, cylinders of shock absorbers of motorcycles, bushes of guide measuring devices, for the final treating of bores in in-body pressed bearing bushings, waveguides, rings of rolling bearings and other details [5,9,2].

The main advantages of the burnishing process are high productivity; simplicity of the kinematic treating scheme performed by only one shaping motion - axial movement of the workpiece or tool; the preset size can be obtained in one pass of the tool with refinement of the treated surface 10 - 25 times, which is practically impossible with the use of other methods of surface plastic deformation; the roughness of the hardened surfaces is commensurable with the roughness provided by the finishing operations of bore treating [7].

Burnishing is widely used for repair of worn parts: rod cylinders, piston pins of internal combustion engines, spindle shaft, crossbars, etc. The burnishing is combined with cutting traction in various combinations to improve the performance characteristics of treated details and reduce tool costs, [6].

Burnishing reduces the complexity of bores treating by about 2-4 times, reduces the consumption of material (seamless pipes) by 15 ... 30%, increases the durability of the treated details. The treating process is carried out either by draw machines or by hydraulic presses [1].

Among the shortcomings of the process of burnishing is the decrease in the accuracy of the outer surfaces of the details [4].

1.2 Accuracy of the outer surfaces

The influence of most parameters on the accuracy is related to their natural deviations of random origin, such as wall thickness, initial hardness, burnishing interference, wave height of non-contact deformation, axial stresses, thermal deformations, tool diameter and wear, and the shape of the workpiece bore [7].

The shape imprecision of the workpiece bore in the cross sections can be defined as the deviation from roundness. This imprecision depends on the initial difference in the workpiece

The curvature of the bore axis is mainly associated with the eccentricity of the cylindrical surfaces of the workpiece, due to a moment of internal forces is formed in its longitudinal sections, which causes elastic bending after the passage of the burnishing tool [7].

The accuracy of the bores is in the range of 10 - 12 quality classes by the burnishing of previously untreated tubular workpieces. Imprecisions increase in proportion to the dimensions of the workpieces, so the accuracy of small bores is higher after burnishing. A relatively large fraction of the total scattering field is formed by deviations in the shape of the cross sections. Calibration teeth with corners of the intake cone in the range $3 \dots 5^\circ$ are used for improving the accuracy of the bores. The width of a cylindrical ribbon with multi-tooth burnishing does not affect on the accuracy of the bores [1].

1.3 The formation of metal flow and shape imprecisions during bore burnishing

The formation of metal flow at thick-walled details ($D / d \geq 3$, where D is the outside diameter, d is the hole diameter) ends occurs on enters and exits of tool due to burnishing of its bores.

The main factors of bore burnishing that affect the size and volume of the metal flows, which are formed at the ends of thick-walled parts are: the relative burnishing interference (a/d) and the number of cycles; the burnishing scheme (compression, stretching); the degree of thickness of the parts (D/d); the relative height of the details (L/d); the mechanical properties of the treated detail. The most significant effect on the size and volume of metal flows is from burnishing interference ($a/d_0, \Sigma a/d_0$), the number of its cycles, the degree of wall thickness of the cylinders and the diameter of their bores [10].

A part of the metal is forced out of the bore in the form of metal flow on the ends of the detail under burnishing of detail bores. Fig. 1.4 shows the scheme of formation of metal flows on the ends of workpieces.

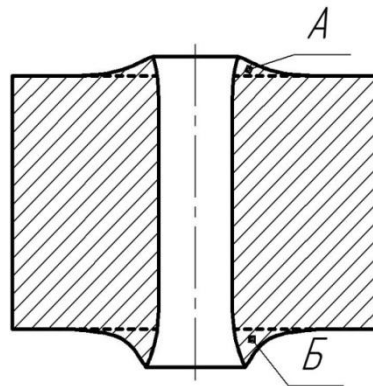


Figure 1.4 - Scheme of metal flows at the ends of workpieces treated by the burnishing

The plastic deformation is mainly propagated in the direction of the free end while the burnishing tool enters the bore (and the outlet from it). Therefore, the metal flow is formed near the bore on the surface of the ends, and the moving line of the hole near the end deviates from the straight line. As a result of deformations, the end faces of the bore are distorted. The greatest metal flows are observed at the output end.

As a result of the analysis of the literature it was established that the volume of metal flows increases with the increase in the degree of thickness of the parts, the burnishing interference and the number of cycles. The overwhelming part of the metal displaced from the bore is displaced to their outer surface when burnishing of a deep bores with small diameter. This height increases first, reaches a maximum, and then decreases and then remains constant, i.e. the displaced metal firstly displaced towards the burnishing tool, and then it is entrained and partly displaced in the opposite direction (in the direction of the burnishing tool movement) at the entrance of the burnishing tool into the bore. As the burnishing tool leaves the bore, the maximum height of the metal flows at the output end of the cylinders and their volume increase monotonically [12].

1.4 Purpose and objectives of the study

The analysis of the literature showed the following.

Burnishing is one of the most effective methods of finishing and hardening bores in details such as hollow cylinders [1,2,4,9]. This method is especially effective by treating the small diameter bores ($d \leq 5$ mm) [4]. Possessing high productivity, burnishing of bores with small diameter can be performed immediately after drilling and allows to increase their accuracy since IT11-IT13 to IT7, reduce the surface roughness to $Ra = 2 \dots 0.1 \mu\text{m}$, significantly harden the surface layer and form in it favorable compressive residual stresses [4].

At the same time, the metal displaced from the bore under burnishing is shifted to the ends of the parts, which leads to the formation of defects in the form of metal flows (Fig. 1) [4, 10]. As a result, the accuracy of the end surfaces achieved at previous operations is reduced and an additional machining operation is required to restore this accuracy. It is noted in [10] that in order to eliminate the metal flows, it is necessary to remove the allowance approximately equal to the burnishing interference. In relation with the foregoing, considerable interest lies in the search for technological ways to reduce the height of the metal flows.

It was suggested that this can be achieved by removing chamfers from the edges of the bore, since the greatest height of the metal flows occurs at its moving line [4,10].

The aim of the paper is to experimentally determine the effect of the chamfer size on the height of the metal flows on the ends of the hollow cylinders treated with burnishing.

2. METHODOLOGY OF EXPERIMENTAL RESEARCH

2.1. Sampling, experimental conditions and process equipment

The experiments were carried out on samples of the hollow cylinder type, steel 50 GOST 1050-88 was chosen as the material.

Table 2.1 - Chemical composition of steel 50% by GOST 1050-88

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,47 - 0,55	0,17 - 0,37	0,5 - 0,8	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

The diameter of the bores in the samples was $d = 5$ mm, the outer diameters of the samples D were 25 mm, which corresponds to the degree of thickness $D/d = 5$. The length of the samples L was 20 mm. The size of the facets f at the inlet and exit ends of the samples was assumed to be the same and varied from 0.25 to 1.5 mm, the facet angle was 45° and 60° for the experimental samples of the first batch and 45° for the samples of the second batch.

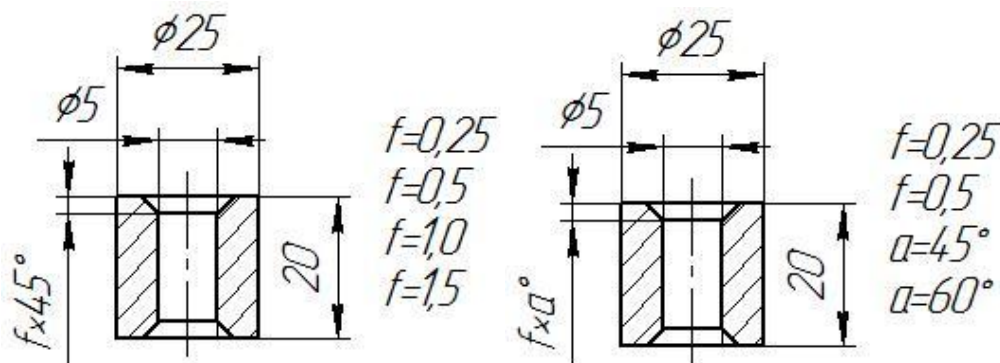


Figure 2.1 - Samples for the experiment

Samples were prepared on a lathe of the DMG CTX 310 model. Drilling of bores in the samples was carried out with standard spiral drills with a cylindrical shank of the middle series with a polished profile (GOST 10902-77). The diameter of the drill was $\text{Ø}5$ mm, the material of the cutting part was P6M5K5.

Burnishing of the bores was carried out by single-tooth burnishing tools made of BK8 hard alloy with an angle of working and reverse cones of 6° and a width of a cylindrical ribbon connecting them of 3 mm. This treatment was carried

out on a special device [5] using a compression scheme on a universal testing machine UME-10TM at a speed of 0.008 m / s.

The burnishing was performed in one cycle with a relative interference a/d equal to 1.2% and 5.3% for the first experiment and 1.5% and 5.2% for the second experiment.

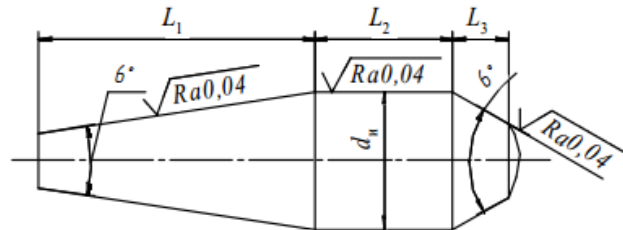


Figure 2.2 - Carbide-tipped burnishing tool for the treating of deep holes of small diameter.

As a lubricant, the MR-7 liquid was used for the burnishing of the bores.

A special tool must be used under burnishing of deep bores of small diameter. It should ensure the maintenance of the bending pusher and the minimum level of bending loads acting on the burnishing tool [8].

The schematic construction of the device with prismatic guides for the pusher of the firmware is shown in Fig. 2.4. It consists of a base 1 in which two axes 2 are installed. On these axes there are two supporting plates 3 and 4 between which the workpiece 5 is clamped. In the plate 3 there is an opening with a sleeving 6 pressed into it. In the opening of this sleeving there is a single-tooth broaching 7 and a pusher 8. The support assembly for the pusher 8 consists of two rollers 9, which rigidly connected to each other by a traverse 12 and a crossbar 11 which are fastened by bolts 10 and 13. On the axes 2 there are installed guide plates 14 connected by pins 17, bolts 15 and nuts 16. In the plane of the connector of these plates, three central through-through prismatic grooves are made for the direction of the pusher 8 and rolls 9, and also the prismatic grooves along the edges symmetrically arranged along the edges for fixing the plates 14. At the lower ends of the rolls, grooves are provided in which the traverse 12 is located in the gap between the plates 14 and provided with the ability to interact with the pusher

8. There is a T-shaped groove in the traverse 12 , and the pusher is equipped with a crossbar, located in this slot. The upper ends of the rollers 9 are pressed into the crossbar 11 connected to the press rod.

A thickening is performed to reduce the contact stresses in the junction of the pusher-traverse in the middle of the latter.

The device works as follows. The workpiece 5 is mounted on the plate 3. When the press rod and the crossbar 11 are moved down along them, the rollers 9 connected by the traverse 12 are moved along the grooves, which moves the pusher 8 down the groove. The latter, in turn, pushes through the opening of the workpiece 5 the insertion 7 , which enters in the opening of sleeving 6. When the press rod is moved upward, the traverse 12 acts on the pusher bar and returns it to its original position. The broaching 7 is inserted into the bushing 6 and the burnishing cycle is repeated.

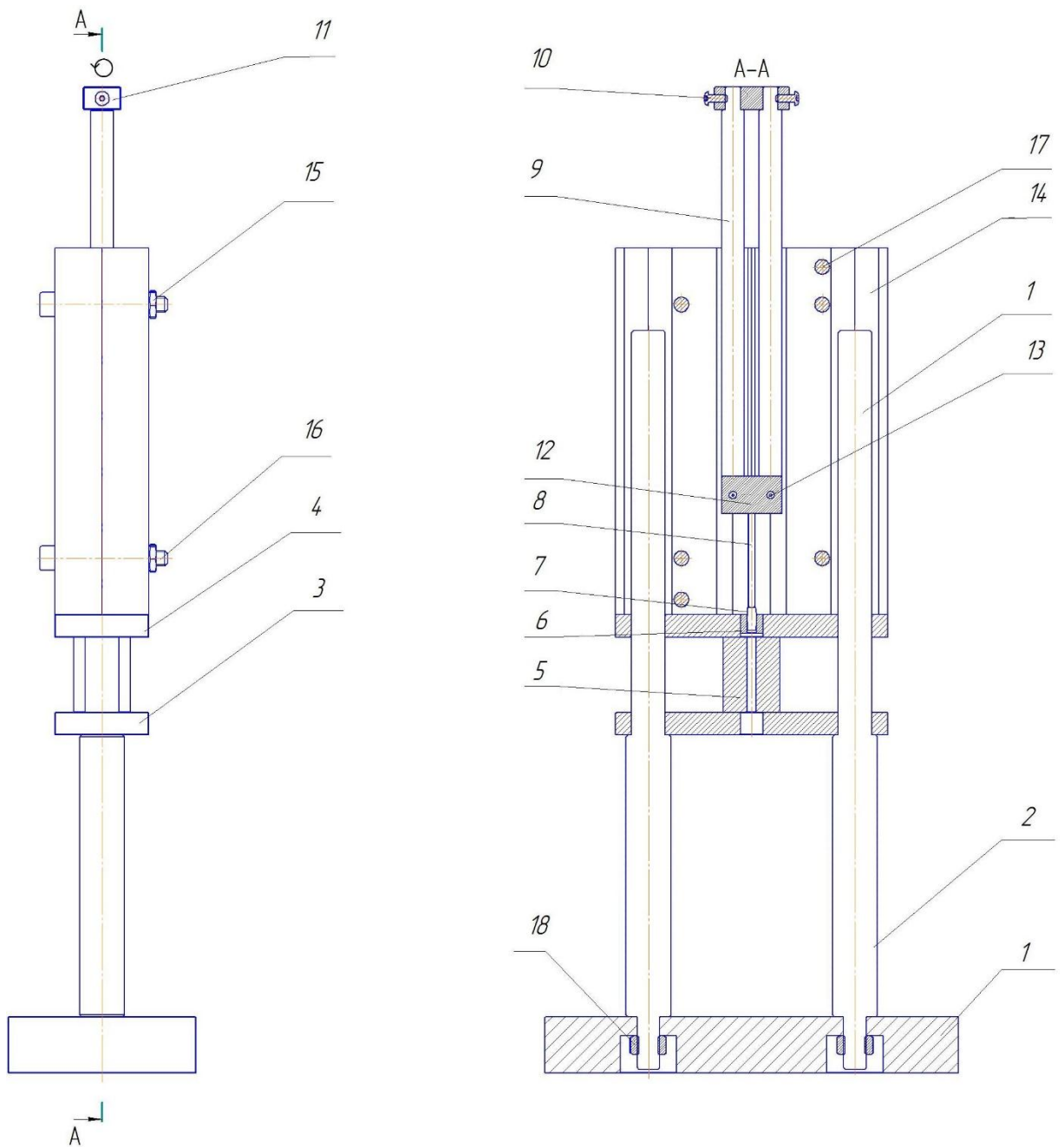


Figure 2.4 - Machine for small diameter deep bore burnishing with prismatic pusher guides.

2.2 Measurement of sample dimensions

2.2.1 Measurement of the external and internal dimensions of the workpiece surfaces

In preliminary experiments, the following measuring instrument was used to determine the dimensions of the external and internal surfaces of details and the accuracy of their shapes:

- A "Carl Zeiss Jena" (Germany) caliper, equipped with a test head with a division value of 0.002 mm. Measurements of the diameter of the bores were carried out in six cross sections of the samples. In each of these sections diameters were measured in two mutually perpendicular directions;



Figure 2.5 - General view of the increased accuracy caliper "Carl Zeiss Jena"

- Bracket lever CP-25 with built-in indicator with a division value of 0.002 mm. Measurements of the diameters of the outer surfaces were carried out in three cross sections of the samples (on average along their height and at a distance of 1 mm from their ends). In each of these sections diameters were measured in two mutually perpendicular directions.

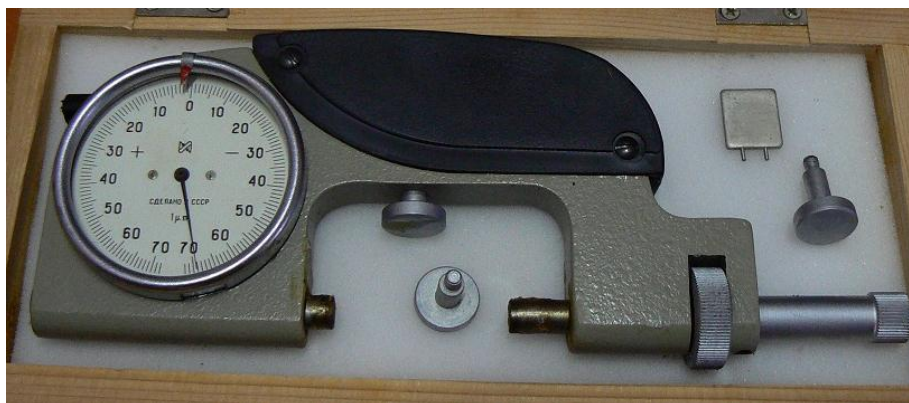


Figure 2.6 - General view of the bracket lever CP-25

2.2.2 Measuring the metal flows at the ends of the workpiece

Measurement of the metal flows was carried out with a device (Figure 2.7) consisting of a two-coordinate micrometric table 1 with the division of limbs 0.01 mm, a two-turn table 2 placed on it. Sample 3 was mounted in table 2 and fixed to the counter of a measuring head 4 with a division value of 0.001 Mm. Prior to the

measurements, the sample was given a position in which the "base" of the metal flow was parallel to the direction of the working displacements of the micrometer table, and the plane of measurement passed through the axis of the sample. The first measurement of the flow height was made at the chamfer edge, the others were performed in 0.5 mm increments. Two samples were used in each experiment.

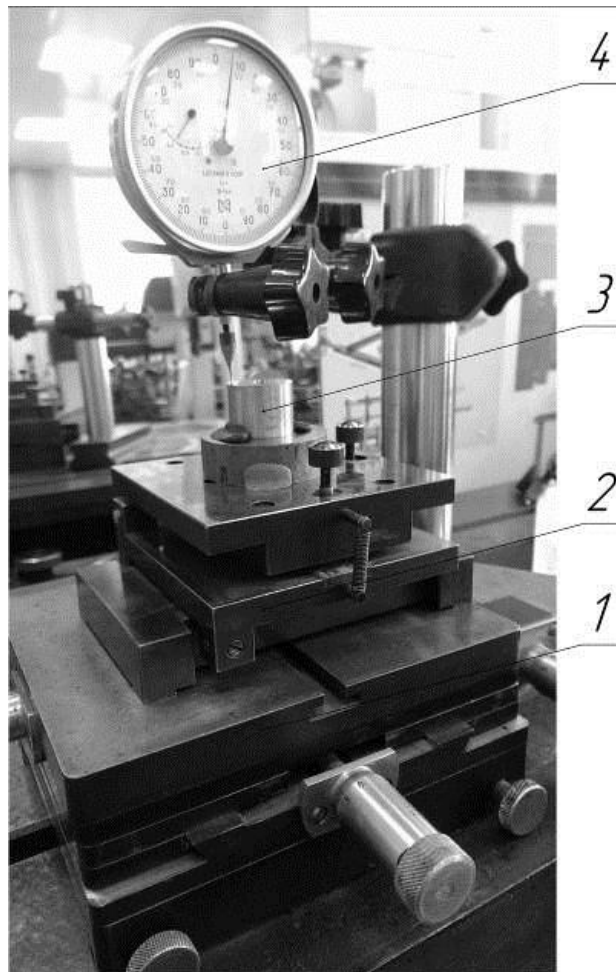


Figure 2.7 - The device for measuring the size of metal flows at the ends of samples: 1 - two-coordinate micrometric table; 2 - two-turn table; 3 - sample, 4 - measuring head.

The height of metal flows at the ends of the cylinder was measured on a coordinate measuring machine for the purpose of verification (Fig. 2.8).



Figure 2.8 Coordinate measuring machine

Приложение Б