

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Инженерный институт  
Кафедра «Технология машиностроения и технологическое оборудование»**

Утверждена распоряжением по  
институту  
от «14» апреля 2020 г. № 39-14.00-03  
Выполнена по заявке предприятия  
ООО КПК «Автокрансервис»

Допущена к защите  
«15» июня 2020 г.  
Зав. кафедрой ТМиТО  
к.т.н., доцент Н. Ю. Землянушнова

*(подпись зав. кафедрой)*

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ  
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ (ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ) НА  
ТЕМУ:**

**«Проектирование устройства для упрочнения пружины гидрозамка  
подъёмника автомобильного для условий предприятия ООО КПК  
«Автокрансервис»**

Автор дипломного проекта \_\_\_\_\_ Фернанду Абилиу Жинга

Направление подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств

Направленность (профиль) Технология машиностроения

Группа КТМ-б-о-16-2

Руководитель проекта \_\_\_\_\_ **Н. Ю. Землянушнова**  
(подпись) инициалы, фамилия

Консультанты по разделам:  
безопасности и экологичности \_\_\_\_\_ **Н. Ю. Землянушнова**  
(подпись) инициалы, фамилия

организационно-экономическому \_\_\_\_\_ **Н. Ю. Землянушнова**  
(подпись) инициалы, фамилия

Нормоконтролер: \_\_\_\_\_ **Н. Ю. Землянушнова**  
(подпись) инициалы, фамилия

Ставрополь, 2020 г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерный институт

Кафедра «**Технология машиностроения и технологическое оборудование**»

Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль Технология машиностроения

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Н.Ю. Землянушнова

подпись, инициалы, фамилия

«15» апреля 2020г

**ЗАДАНИЕ НА БАКАЛАВРСКУЮ РАБОТУ**

Студент Фернанду Абилиу Жинга группа КТМ-б-о-16-2

фамилия, имя, отчество

1.Тема Проектирование устройства для упрочнения пружины гидрозамка подъёмника автомобильного для условий предприятия ООО КПК «Автокрансервис»

Утверждена распоряжением по институту № 39-14.00-03 от "14" апреля 2020 г.

2.Срок представления работы к защите "01" июня 2020 г.

3.Исходные данные для выполнения работы Проектирование устройства для упрочнения пружины гидрозамка подъёмника автомобильного для условий предприятия ООО КПК «Автокрансервис»

Годовая программа ремонта гидрозамков – 200 шт.

Режим работы предприятия – односменный;

Материалы преддипломной практики. \_\_\_\_\_

4. Содержание бакалаврской работы:

Аннотация. Содержание. Введение

4.1. Разработка технологии упрочнения пружины.

4.2. Конструкторская разработка устройства для упрочнения пружины гидрозамка подъёмника автомобильного.

4.3. Проектирование участка.

4.4.Безопасность жизнедеятельности. (Расчет освещения, вентиляции, отопления, индивидуальная защита, противопожарные средства).

4.5.Технико-экономические показатели проекта, их анализ.

Заключение. Список использованных источников. Приложения

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Эскизы операционные –1л.фА1;

Устройство для упрочнения пружины гидрозамка подъёмника автомобильного 2 л. фА1;

Планировка участка предприятия – 1л. фА1;

Плакат по экономическим показателям –1л.фА1.

Дата выдачи задания 15 апреля 2020 г.

Руководитель работы \_\_\_\_\_ Землянушнова Н.Ю.

подпись

Консультанты по разделам:

безопасности жизнедеятельности \_\_\_\_\_ Землянушнова Н.Ю.

организационно-экономическому \_\_\_\_\_ Землянушнова Н.Ю.

подпись

Задание к исполнению принял "15" апреля 2020 г. Фернанду А.Ж.

подпись

## Аннотация

Дипломная выпускная квалификационная работа состоит из 5 основных разделов расчетно-пояснительной записки на 65 страницах формата А4 машинописного текста, в том числе 13 таблиц, 12 рисунков и графической части на 7 листах формата А1.

В пояснительной записке выпускной квалификационной работы на тему: «Проектирование устройства для упрочнения пружины гидрозамка подъемника автомобильного для условий предприятия ООО КПК «Автокрансервис»

дан анализ производственной деятельности предприятия.

Выполнены поверочные расчеты площадей участков, численности персонала предприятия. Также приведены расчеты количества металлорежущего оборудования, представлены мероприятия по реконструкции участка ремонта гидросистем.

Разработаны маршрутные карты на технологию упрочнения пружин. Представлена конструкторская разработка устройства для упрочнения пружины, расчет основных деталей устройства по критериям работоспособности. Составлена производственная инструкция по технике безопасности.

Разработаны мероприятия по охране труда, пожарной и технической безопасности.

Все принятые решения подтверждены технико-экономическими расчетами, которые произведены на ПК в программе MathCAD.

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Фернанду</i>			<i>Записка пояснительная</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Землянушнова</i>					3	65
<i>Н. Контр.</i>		<i>Землянушнова</i>				<i>СКФУ</i>		
<i>Утв.</i>		<i>Землянушнова</i>				<i>КТМ-δ-о-16-2</i>		

## Содержание

Введение.....	6
1 Общая характеристика предприятия и обоснование темы работы.....	7
1.1 Общая характеристика предприятия .....	7
1.2 Техничко-экономические показатели предприятия.....	8
1.3 Обоснование темы работы.....	9
2 Разработка технологии упрочнения пружины гидрозамка.....	12
2.1 Анализ известных методов повышения ресурса пружин.....	12
2.2 Предлагаемый способ упрочнения пружин .....	14
2.3 Определение параметров сжатой пружины и усилия заневоливания....	16
2.4 Расчет норм времени на контактное заневоливание.....	17
3 Конструкторская разработка устройства для упрочнения пружин .....	19
3.1 Обоснование выбора установочных баз и принципиальной схемы устройства.....	19
3.2 Общее устройство и принцип работы .....	20
3.3 Проектирование основных деталей устройства .....	23
3.4 Проектирование пружины устройства .....	25
3.5 Расчет основных узлов и деталей по критериям работоспособности.....	27
3.5.1 Расчет на прочность вкладыша и втулки.....	27
3.5.2 Расчет на прочность траверсы .....	29
3.5.3 Расчет на прочность резьбы толкателя .....	32
3.6 Инструкция по технике безопасности .....	33
4 Безопасность жизнедеятельности на предприятии.....	35
4.1 Расчет искусственного освещения.....	35
4.2 Расчет искусственной вентиляции.....	36
4.3 Расчет отопления .....	37
4.4 Санитарно-гигиенические мероприятия .....	38
4.5 Подбор средств индивидуальной защиты.....	38
4.6 Противопожарные средства.....	39
4.7 Формирование здорового образа жизни работников.....	40
5 Организационно-экономический раздел .....	42
5.1 Поверочный расчет численности работающих и штата .....	42
5.2 Поверочный расчет количества металлорежущих станков .....	46

5.3 Реконструкция участка ремонта гидросистем.....	47
5.4 Расчет капиталовложений в проектируемый участок .....	50
5.4.1 Расчет стоимости производственного здания .....	50
5.4.2 Расчет стоимости оборудования участка.....	51
5.5 Себестоимость ремонта машин и оборудования.....	51
5.6 Эффективность капитальных вложений .....	55
Определяем годовой экономический эффект по формуле .....	56
Показатели .....	59
Заключение .....	60
Список использованных источников .....	61

## Введение

Работоспособность и стабильные эксплуатационные характеристики большинства машин лимитируются ресурсом пружин, т.е. их релаксационной стойкостью и стабильностью силовых характеристик [7].

Неотъемлемой частью повышения долговечности и надежности различных машин и механизмов является внедрение новых технологий повышения ресурса их деталей. Важная роль при решении этой задачи отводится ремонтным предприятиям, так как зачастую именно на ремонтных предприятиях с целью повышения конкурентоспособности и качества продукции разрабатываются и принимаются прогрессивные и прорывные решения. Например, установка на беговую дорожку опорно-поворотного устройства одновременно шариковых и роликовых тел качения с целью увеличения её ресурса, внедрение финишного плазменного упрочнения деталей, ультразвуковое упрочнение поверхностей деталей и многое другое. Одной из таких технологий является и упрочнение тяжело нагруженных пружин контактным заневоливанием.

Предприятия имеют мощную ремонтную и станочную базу, которая в состоянии удовлетворить возросшие потребности в повышении качества продукции.

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

# 1 Общая характеристика предприятия и обоснование темы работы

## 1.1 Общая характеристика предприятия

Общество с ограниченной ответственностью «Коммерческая производственная компания (ООО КПК) «Автокрансервис» работает в сфере ремонта грузоподъемной техники с 1988 года. Общество является официальным представителем ведущих автокрановых машиностроительных заводов России – Иваново, Галич, Клинцы, Углич в Южном Федеральном округе.

Предприятие имеет необходимые разрешения, свидетельства, аттестации для работы с грузоподъемными машинами, располагает сварочным и металлообрабатывающим оборудованием, территорией и производственными помещениями. Техничко-экономические показатели генерального плана представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Техничко-экономические показатели генерального плана ООО КПК «Автокрансервис»

Показатель	Значение показателя	Показатель	Значение показателя
Общая площадь территории, м <sup>2</sup>	10000	Коэффициент застройки участка	0,4
Площадь застройки, м <sup>2</sup>	4000	Коэффициент использования площади участка	0,8
Площадь озеленения, м <sup>2</sup>	100	Коэффициент озеленения территории	0,1
Площадь с твердым покрытием, м <sup>2</sup>	5000	Число работающих на предприятии, чел.	63
Протяженность дорог, км	1	Выездная бригада, чел.	6

Предприятие динамично развивается, осваивает новые направления, новые технологии, для чего собран штат опытных работников и специалистов высокого уровня.

Однако существуют проблемы. Например, производство гидрозамков подъемников автомобильных проводится на специализированных предприятиях – ОАО «Казанский электромеханический завод», ООО «Новоалександровский механический завод». На названных предприятиях участились случаи изготовления и поставки некачественных гидрозамков с дефектом пружин. Поэтому на ООО КПК «Автокрансервис» необходимо разработать технологию восстановления и упрочнения пружин гидрозамков.

## 1.2 Техничко-экономические показатели предприятия

Из годовых отчетов, производственного финансового плана приводим абсолютные и удельные технико-экономические показатели предприятия (таблица 1.2). В таблице 1.3 приведено штатное расписание общепроизводственных работников и размер заработной платы персонала в месяц.

Таблица 1.2 – Техничко-экономические показатели предприятия

Наименование показателя	годы		
	2017	2018	2019
Годовая программа ремонта, чел.ч.	77840	77831	77829
Стоимость основных производственных фондов, тыс. руб.	24280,3	24100,3	24080,3
Годовой выпуск продукции, тыс. руб.	99500,8	99200,9	99133,5
Общая площадь предприятия, м <sup>2</sup>	10000	10000	10000
Производственная площадь предприятия, м <sup>2</sup>	1080	1080	1080
Количество производственных рабочих, чел.	45	45	43
Годовой выпуск продукции на одного производственного рабочего, тыс. руб.	2211,13	2204,46	2305,43
Годовой выпуск продукции на 1 руб. основных производственных фондов, руб.	4,11	4,12	4,12
Годовой выпуск продукции тыс. руб. на 1 м <sup>2</sup>	92,13	91,85	91,79
Себестоимость одного условного ремонта, руб./усл.рем.	340,5	342,1	344,5

Таблица 1.3 — Штатное расписание работников цеха

Категория работников	Профессия должность	Кол-во, чел.	Размер заработной платы,
ИТР	Начальник производства	1	50000
	Гл. конструктор	1	50000
	Инженер - технолог	2	40000
	Начальник участка	1	40000
	Техник-нормировщик	1	25000
Основные производственные рабочие	Мойщик	2	20000
	Слесарь разборно-сборочных работ	11	30000
	Станочник	11	30000
	Сварщик	3	35000
	Слесарь по ремонту эл. двигателей	4	35000
	Слесарь по ремонту гидроаппаратуры	3	35000
	Резчик	3	20000
	Электрик	2	25000
	Слесарь по изготовлению СГП	3	30000
	Аккумуляторщик	1	30000
	Вспом. рабочие	Разнорабочие	3
МОП	Уборщица Сторож	1	15000
		2	15000
	Бухгалтер	2	30000
Итого работников:		57	

Из таблицы 1.2 видно, что показатели предприятия нестабильны и в основном уменьшаются, так как списывается оборудование и уменьшается производственная программа.

### 1.3 Обоснование темы работы

На предприятии необходимо решить задачу повышения качества пружины гидрозамка при её восстановлении. Для повышения ресурса высоконагруженных пружин рекомендуется применять контактное заневоливание [7]. Контактное заневоливание заключается в том, что после сжатия пружины до соприкосновения витков к пружине прикладывается

дополнительная осевая нагрузка, приводящая к сжатию витков по линии контакта. Благодаря этому в месте контакта витков образуются ленточки упрочнённого металла, а на поверхности витков и в витках пружины возникают сложные остаточные напряжения, обуславливающие осевую осадку пружины.

При работе пружинной лаборатории ЦНИИМ над темой «Разработка расчётных и технологических параметров контактного заневоливания пружин с целью сокращения производственного цикла пружин и повышения их несущей способности» были разработаны способ и устройства для контактного заневоливания пружин. Показано [15], что применение контактного заневоливания повышает ресурс пружин в 1,1...2 раза как в условиях ударно-динамических, так и в условиях продолжительных статических нагрузок при рабочих напряжениях; продолжительность заневоливания может быть сокращена до нескольких минут.

На Тульском «Машиностроительном заводе» проведены исследования взаимосвязи нагрузок, осадок и степени упрочнения пружин при контактном заневоливании, определён характер зависимости остаточной деформации от величины нагрузки на примере высокоскоростных пружин 5-7 гидрооткатника изделия 2А28, имевших случаи чрезмерной осадки при испытаниях [15]. Были изготовлены пружины 5-7К изделия 2А28 с применением контактного заневоливания с предварительным 6-ти часовым статическим в объёме месячной программы [15]. Изготовленные пружины (рис. 1.1) выдержали без потерь приёмо-сдаточные испытания (ПСИ) с повышением ресурса в 1,5...2 раза относительно штатных пружин.

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>10</i>

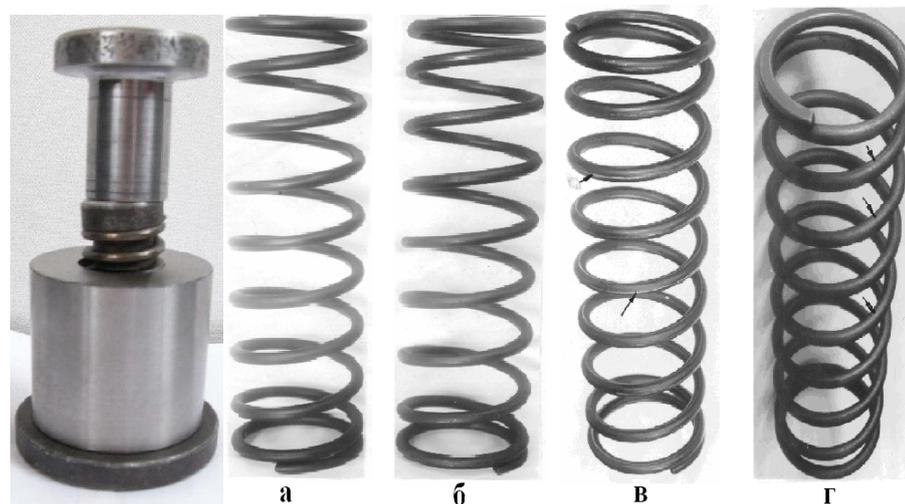


Рисунок 1.1 — Устройство и пружина 5-7К: а – после обычного б-ч заневоливания; б – после контактного; в – после ПСИ; г – после испытания на ресурс

На рисунке 1.1 изображено использованное устройство для контактного заневоливания, на рисунках 1.1в и 1.1г стрелками отмечены зоны упрочненного металла в зонах контакта витков пружин.

Эффективность контактного заневоливания объясняется изменением механических свойств материала пружин. При этом повышаются показатели прочностных свойств, в то же время несколько снижаются показатели пластических свойств. Предпочтительным методом упрочнения и испытания пружин является контактное заневоливание [7, 15].

Поэтому в выпускной квалификационной работе предлагается восстанавливать пружины гидрозамков с применением упрочнения контактным заневоливанием, что значительно повысит ресурс гидрозамков.

Кроме того, на предприятии следует совершенствовать структуру управления и предложить более прогрессивные формы оплаты труда, разработать мероприятия по пожарной безопасности и охране труда, снизить себестоимость продукции.

## 2 Разработка технологии упрочнения пружины гидрозамка

### 2.1 Анализ известных методов повышения ресурса пружин

Улучшение качества металла, выбор оптимальных режимов термообработки, улучшение состояния наружной поверхности пружин полировкой повышают ресурс пружин. Создание в материале пружин систем наружных и внутренних напряжений посредством дробеструйной, гидроабразивной и комбинированной обработки пружин повышают служебные качества пружин. Заневоливание и отбивка на ударных копрах и стендах так же повышают качество пружин [6].

Механизм упрочнения дробью состоит в создании в поверхностных слоях металла определённых деформированных и напряжённых состояний, отвечающих ударам дробинки определённых размеров с определёнными [6] запасами кинетической энергии. Если же под влиянием каких-либо причин деформированные и напряжённые состояния, созданные наклёпом, будут значительно искажены или полностью утрачиваться, то эффекта упрочнения, естественно, ожидать не приходится. Пружина гидрозамка работает как раз в таких условиях, при большой нагрузке, с малым инерционным зазором между витками. В таких условиях никакие режимы дробеструйного упрочнения не способствуют [6] увеличению ресурса пружины.

В отличие от дробеструйной обработки гидроабразивная обработка осуществляется воздействием на поверхность пружины рабочей жидкости, подающейся под давлением и содержащей абразивные зёрна [6]. В результате этого повышается чистота поверхности, получается равномерный наклёп и создаются остаточные сжимающие напряжения в поверхностном слое. Гидроабразивная обработка повышает износостойчивость, коррозионную и усталостную прочность пружин, Однако трудоёмкость процесса обработки делает более предпочтительным заневоливание и отбивку пружин.

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

Сущность метода заключается в том, что пружину подвергают деформации за пределом упругости с целью создания в наиболее напряжённых участках остаточных напряжений противоположного знака по отношению к напряжениям от внешней нагрузки. Заневоливание повышает несущую способность пружин в пределах упругих деформаций, способствует стабилизации геометрических и силовых параметров и повышению выносливости при циклическом знакопостоянном нагружении. Циклические пружины сжатия заневоливаются поджатием до соприкосновения витков и выдерживаются в таком положении 6...48 часов [6].

Эффект, аналогичный упрочнению заневоливанием, можно достигнуть путём многократных ударных нагружений пружины со сжатием, близким к соприкосновению витков. Технологические динамические испытания выполняются либо на унифицированных копрах, либо на унифицированных или специальных стендах. Контрольные динамические испытания могут выполняться как на указанном оборудовании, так и непосредственно в изделиях, для которых они предназначаются.

Большие возможности в создании системы напряжений в пружинах как высоконапряжённых, так и низко напряженных, могут быть достигнуты использованием и развитием следующего направления повышения качества пружин – контактного заневоливания. Контактное заневоливание заключается в том, что после сжатия пружины до соприкосновения витков к пружине прикладывается дополнительная осевая нагрузка, приводящая к сжатию витков по линии контакта. Благодаря этому на поверхности витков и в витках пружины возникают сложные остаточные напряжения, обуславливающие осевую осадку пружины [6].

Время заневоливания может быть снижено с 24 часов до нескольких минут. Применение контактного заневоливания после статического повышает служебную стойкость пружин до 1,5...2 раз (по потере прогиба) как в условиях ударных динамических, так и в условиях продолжительных статических нагрузок при рабочих напряжениях.

Для осуществления этого предложены способы и устройства для контактного заневоливания пружин [6], при которых пружина при заневоливании имеет правильную геометрическую форму – все её витки опираются на внутренний диаметр ограничительной втулки устройства для заневоливания, а торцы витков пружины упираются в упоры вкладышей ограничительной втулки, причём контактирующая поверхность вкладышей выполнена по форме торца витка пружины (т. е. имеют винтовую поверхность и упор).

## 2.2 Предлагаемый способ упрочения пружин

Для повышения ресурса пружины предлагаем при восстановлении [8] или при контроле качества пружины использовать операцию контактного заневоливания.

Пружину следует восстанавливать в следующей последовательности.

1. Провести замер свободной высоты и перпендикулярности торца оси пружины.

2. Пружину надеть на оправку, закрепить прихватом за опорный виток. Затем пружину нагреть в печи до температуры  $870 \pm 10$  °С (на оправке). Время выдержки пружины 18 минут [8].

3. Оправку с нагретой до температуры  $870 \pm 10$  °С пружиной вставить в устройство для растяжения пружин, обжимной ролик подвести к началу первого рабочего витка со стороны закрепленного на оправке витка.

4. Растянуть пружину при вращении оправки по резьбе до второго опорного витка. Второй опорный виток растянутой пружины закрепить на оправке.

5. Оправку с пружиной вынуть из устройства.

6. Пружину надеть на нагретую закалочную оправку. Провести закалку пружины в масле. Пружину с оправкой извлечь из закалочной среды при температуре пружины 100...150 °С.

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

7. Оправку с пружиной поместить в печь для отпуска. Отпуск пружины провести в печи при температуре  $460 \pm 10$  °С в течение 30 минут.

8. Оправку с пружиной извлечь из печи, пружину снять и охладить на воздухе.

9. Провести замер параметров растянутой пружины.

10. Провести контактное заневоливание пружины в размер  $80 \pm 0,6$  мм. Нагрузку увеличивать постепенно до достижения необходимой высоты пружины, рисунок 2.1.

11. Замерить параметры заневоленной пружины, рисунок 2.2.



Рисунок 2.1 — Заневоливание пружины гидрозамка



Рисунок 2.2— Пружина после заневоливания

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

Пружина после заневоливания должна сохранить правильную геометрическую форму, без искривления оси.

### 2.3 Определение параметров сжатой пружины и усилия заневоливания

Для проектирования приспособления для упрочнения необходимо установить параметры сжатой пружины. Пружина гидрозамка подъемника автомобильного в свободном состоянии имеет параметры:  $l_0 = 80$  мм – высота пружины;  $l_p = 74$  мм – высота рабочей части пружины;  $D = 20,5$  мм средний диаметр пружины;  $i_{полн} = 10$  – полное число витков;  $i_{раб} = 8,7$  – число рабочих витков;  $t = 8,5$  мм – шаг пружины;  $d = 6$  мм – диаметр поперечного сечения витка пружины; материал пружины – 60С2 ГОСТ 14959-89; предел текучести  $\sigma_T = 1200$  МПа;  $\mu = 0,3$ ;  $E = 2,05 \times 10^5$  МПа;  $G = 8,03 \times 10^4$  МПа.

Угол подъёма витков пружины  $\alpha_0, ^\circ$ , [13]

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{t}{D \times \pi}, \quad (2.1)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{8,5}{20,5 \times \pi} = 0,1320, \quad \alpha_0 = 7^\circ 31', \quad \sin \alpha = 0,1308.$$

Длина развёртки рабочей части  $L$ , мм, [13]

$$L = \frac{l_p}{\sin \alpha}, \quad (2.2)$$

$$L = \frac{74}{0,1308} = 565,75 \text{ мм.}$$

Высота сжатой до соприкосновения витков рабочей части пружины, мм,

$$l_{3p} = d \times i_{раб}$$

$$l_{3p} = 6 \times 8,7 = 52,2 \text{ мм.}$$

Осевое перемещение  $S_3$  концов рабочей части пружины, мм,

$$S_3 = l - l_{3p}, \quad (2.3)$$

$$S_3 = 74 - 52,2 = 21,8 \text{ мм.}$$

Угол подъёма сжатой до соприкосновения витков пружины  $\alpha_3, ^\circ$ , (2.2)

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

$$\sin\alpha_3 = 52,2/565,75 = 0,0922, \alpha_3 = 5^\circ 17'.$$

Величина среднего диаметра сжатой до соприкосновения пружины  $D_{сж}$ , мм, (2.1)

$$D_{сж} = 6 / (\pi \times 0,0925) = 20,64 \text{ мм}, \text{tg } 5^\circ 17' = 0,0925$$

По данным предприятия [8] рабочая нагрузка на пружину в изделии  $F_{раб} = 11085,83$  Н. А сила сжатия пружины до соприкосновения витков  $F_3 = 4769,3$  Н. Нагрузка, действующая на пружину в изделии, в 2,3 раза превышает силу сжатия пружины до соприкосновения витков. Так как пружины гидрозамка работают при статической нагрузке, приводящей к дополнительному сжатию пружины по линии контакта витков, то для них рекомендуется применять операцию контактного заневоливания [6, 7], нагрузку заневоливания следует назначать  $Q = 1,05 \dots 10 F_3$ . Для пружины гидрозамка рекомендована нагрузка упрочнения 11270 Н.

#### 2.4 Расчет норм времени на контактное заневоливание

Норму времени определяем по формуле [16, 18]

$$T_H = T_O + T_B + T_D + \frac{T_{ПЗ}}{n_{шт}}, \quad (2.4)$$

где  $T_O$  – основное время, мин.;

$T_B$  – вспомогательное время, мин.;

$T_D$  – дополнительное время, мин.;

$T_{ПЗ}$  – подготовительно-заключительное время, мин.;

$n_{шт}$  – количество деталей в партии.

Основное время на гидропрессе при заневоливании – машинное – 2 с или 0,03 мин [6].

Рассмотрим расчет вспомогательного времени. Время на установку пружины в приспособление или выемку определяется по таблице 4.171 [18] и составляет 0,17 мин. Время на поджатие пружины и снятие нагрузки - 0,03

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		17

мин, время на подход и отход пуансона – 0,05 мин. Наладка прессы простая – 1 мин. Таким образом, вспомогательное время составляет

$$T_B = 0,17 \times 2 + 0,03 + 0,05 + 1 = 1,42 \text{ мин.}$$

Дополнительное время определяется по формуле [18]

$$T_D = \frac{T_O + T_B}{100} \times K, \quad (2.5)$$

где  $T_O + T_B$  – оперативное время;

$K$  – отношение дополнительного времени к оперативному в процентах,  $K = 8 \%$ .

$$T_D = \frac{0,03 + 1,42}{100} \times 8 = 0,12 \text{ мин.}$$

При определении подготовительно-заключительного времени следует учесть среднюю сложность подготовки к работе [18],  $T_{ПЗ} = 15$  мин. Время на контроль детали – 0,3 мин.

Число деталей в партии – до 50 шт.

$$T_H = 0,03 + 1,42 + 0,12 + \frac{15}{50} + 0,3 = 2,17 \text{ мин.}$$

Технологический процесс контактного заневоливания пружины представлен на листе 1.

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

### 3 Конструкторская разработка устройства для упрочнения пружин

#### 3.1 Обоснование выбора установочных баз и принципиальной схемы устройства

Перед упрочнением должно быть осуществлено базирование и закрепление детали. Правильно выбранная система баз должна обеспечить: требуемое положение пружины при испытании, жесткое и надежное закрепление с учетом воздействия на неё силы заневоливания, свободный доступ упрочняющего инструмента.

Для обеспечения неподвижности пружины достаточно наложить на нее пять двухсторонних геометрических связей: 1, 2, 3 – установочная база, 4, 5 – направляющая база. Для предотвращения смещения витков следует наложить дополнительные направляющие связи – 6, 7, 8 (рисунок 3.1).

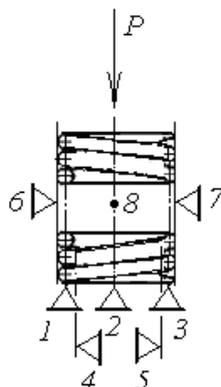


Рисунок 3.1 – Схема базирования пружины при заневоливании

Основные детали устройств для контактного заневоливания пружин [6] показаны на рисунке 3.2.

Устройства для заневоливания [6] должны обеспечивать правильную геометрическую форму пружины при приложении нагрузок контактного заневоливания. Поэтому необходимо, чтобы:

- нагрузка равномерно распределялась по окружности пружины;

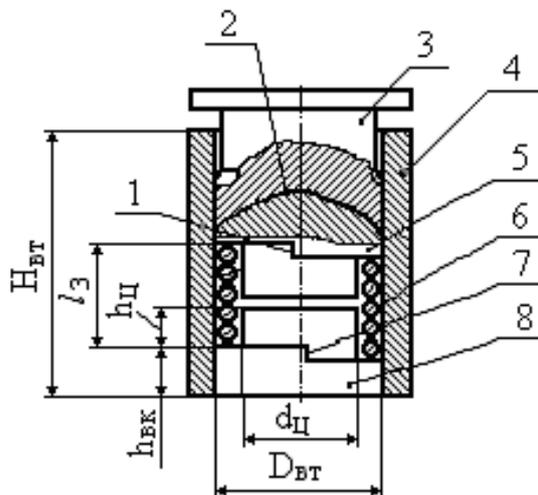


Рисунок 3.2 – Основные детали и технологические размеры устройств для контактного заневоливания:

1 – упор; 2 – шаровая поверхность; 3 – пуансон; 4 – обойма (ограничительная втулка); 5 – вкладыш верхний; 6 – пружина; 7 – упор; 8 – вкладыш нижний;  $H_{ВТ}$  – высота ограничительной втулки;  $l_3$  – высота сжатой до соприкосновения витков пружины;  $h_{Ц}$  – минимальная высота цилиндрической поверхности вкладыша;  $h_{ВК}$  – высота опорной поверхности вкладыша;  $D_{ВТ}$  – внутренний диаметр ограничительной втулки;  $d_{Ц}$  – диаметр цилиндрической поверхности вкладышей

– витки пружины опирались на внутренний диаметр ограничительной втулки устройства для заневоливания;

– торцы пружины всей своей поверхностью соприкасались с поверхностями вкладышей, а торцы витков пружины упирались в упоры вкладышей ограничительной втулки.

Учитывая все вышесказанное и проведя литературный обзор, принимаем как прототип для базирования и испытания пружины устройство, описанное в работе [6].

### 3.2 Общее устройство и принцип работы

Известно устройство [6] для заневоливания пружин, содержащее размещённый на нижней плите стакан для заневоливаемой пружины и размещённый на верхней плите пуансон. На пуансоне закреплена оправка с

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20

Лист

20

заходной и рабочей частями и на оправке расположена подпружиненная втулка. При этом внутренняя поверхность стакана выполнена ступенчатой, так что диаметр его верхней расточки равен наружному диаметру сжатой пружины, а величина кольцевого зазора между стаканом и оправкой меньше диаметра заневоливаемой пружины. Устройство имеет размещённую на верхней плите траверсу и толкатели, контактирующие с подпружиненной втулкой, а оправка имеет цилиндрическую поверхность, расположенную между заходной и рабочей частями, диаметр которой равен внутреннему диаметру свободной пружины. Взаимодействующие с торцами пружины поверхности стакана и подпружиненной втулки могут быть выполнены по форме торца пружины.

При использовании этого устройства возникнут сложности с определением параметров пружины перед заневоливанием. Поэтому мы предлагаем доработать известную конструкцию.

На рисунке 3.3 показано предлагаемое устройство. Оно имеет пуансон 1, прикреплённый к верхней плите 2 болтами 3, на конце которого смонтирована оправка 4, рабочая часть которой вошла в заневоливаемую пружину 5, расположенную в расточке стакана 6. Снизу пружина 5 опирается на кольцевой вкладыш 7, установленный в расточке стакана 6, который, в свою очередь, смонтирован на нижней плите 8, установленной на плите пресса. Пружина 5 сверху поджимается подвижной подпружиненной втулкой 9 посредством действия пружин 10, размещённых на винтах 11. Последними ограничиваются крайние положения втулки 9. Такие же пружины могут быть расположены и на толкателях 12, смонтированных в расточках пуансонодержателя 13 и промежуточной плиты 14 таким образом, что посредством траверсы 15 и центрального толкателя 16 движение от механизма выталкивания пресса или от иного механизма передаётся на подвижную втулку 9. Усилие пружины 10 подобрано таким образом, чтобы обеспечить сжатие заневоливаемой пружины до соприкосновения витков и, кроме того, съём заневоленной пружины с оправки 4. А контактное заневоливание

происходит дополнительным сжатием пружины нагрузкой, превышающей на 5 % рабочую и передаваемой пружине от пуансона 1 через втулку 9.

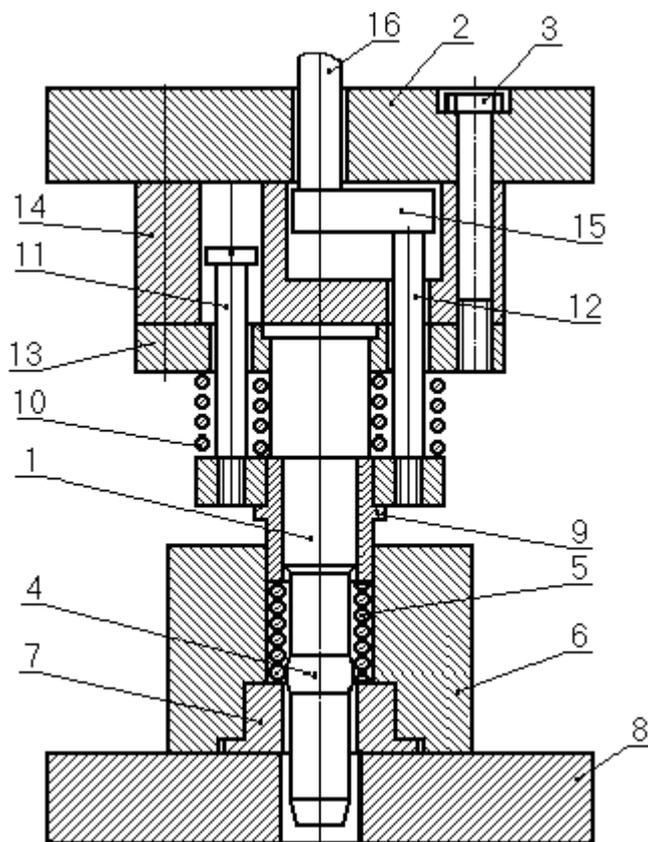


Рисунок 3.3 – Устройство для заневоливания пружин

Устройство работает следующим образом [6]. При поднятом ползуне пресса верхняя плита 2 и пуансон 1 находятся в верхнем крайнем положении, обеспечивающем свободное введение пружины 5 в расточку стакана 6. При этом пружина 5 торцом опирается на кольцевой вкладыш 7, а подвижная втулка 9 находится по отношению к рабочей части оправки 4 в крайнем нижнем положении, слегка выступая за неё. Это достигается подбором длины цилиндрической части винтов 11, поскольку пружины 10, находясь в поджатом положении и упираясь в пуансонодержатель 13, постоянно воздействуют на втулку 9. В этом положении головки винтов 11 упираются в пуансонодержатель 13. Толкатели 12 и 16, траверса 15 находятся в крайнем нижнем положении. Движением пресса опускают верхнюю плиту 2. Заходная часть оправки, а затем и расправляющая часть входят в заневоливаемую пружину 5, после чего в пружину упирается подвижная втулка 9, сжимая её до

соприкосновения витков. Далее рабочая часть оправки начинает входить во внутрь пружины 5, распирая поочередно её витки и прижимая их к поверхности расточки стакана 6. Зазор между поверхностями расточки стакана и рабочей части оправки равен диаметру витка пружины. Далее происходит контактное заневоливание пружины. Это приводит к её осадке. Время возникновения деформаций незначительно – 1,5...3 секунды. После этого верхнюю плиту 2 с пуансоном 1 поднимают. Если усилия пружин 10 достаточно для снятия заневоленной пружины 5 с оправки 4, подвижная втулка 9, скользя по оправке под действием пружин 10, сталкивает пружину 5 с оправки 4, оставляя пружину 5 в расточке стакана 6. Оттуда её удаляют механически или вручную. Если же усилия пружин 10 для снятия пружины 5 с оправки 4 недостаточно, то в конце хода верхней плиты 2 вверх посредством толкателей 16 и 12, траверсы 15 произойдёт снятие пружины 5 с оправки 4. В этом случае пружину 5 удаляют при помощи известных и применяемых в штамповке устройств, механизмирующих операции удаления отштампованных деталей. Затем цикл повторяют.

### 3.3 Проектирование основных деталей устройства

Определим основные параметры устройства по известной методике [14].

Внутренний диаметр (рисунок 3.4) втулки  $D_{BT}$ , мм, определяем из условия наличия гарантированного зазора для извлечения упрочненной пружины

$$S_{gap} = \sqrt{e^2 - e_{on}^2} - 0,5(T_{dз} + T_D + T_{изн}), \quad (3.1)$$

где  $e$  – допускаемая несоосность оси пружины торцевым поверхностям, мм, согласно чертежа 0,8 мм;

$e_{np}$  – допускаемые отклонения рабочих частей пресса, мм;

$T_{dз}$  – поле допуска на диаметр базы заготовки, согласно чертежа 0,48 мм;

$T_D$  – поле допуска на диаметр втулки  $D_{BT}$  ( $T_D = 0,04$  мм [19]);

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		23

$T_{изн}$  – допуск на износ рабочей поверхности втулки (рекомендуется 0,01...0,02 мм).

$$e_{np} = \sqrt{e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + e_4^2}, \quad (3.2)$$

где  $e_1$  – допуск плоскостности стола пресса,  $e_1 = 0,04$  мм для пресса П6320 [20];

$e_2$  – допуск плоскостности нижней поверхности ползуна,  $e_2 = 0,04$  мм для пресса П6320 (100кН) [20];

$e_3$  – допуск параллельности нижней поверхности ползуна относительно поверхности стола  $e_3 = 0,05$  мм для пресса П6320 [20];

$e_4$  – допуск перпендикулярности хода ползуна относительно поверхности стола,  $e_4 = 0,16$  мм для пресса П6320 [20];

$$e_{np} = \sqrt{0,04^2 + 0,04^2 + 0,05^2 + 0,16^2} = 0,177 \text{ мм.}$$

$$S_{gap} = \sqrt{0,8^2 - 0,177^2} - 0,5(0,48 + 0,04 + 0,01) = 0,515 \text{ мм.}$$

Номинальное значение диаметра втулки, мм,

$$D_{BT} = D_{сж} + d + S_{gap} \quad (3.3)$$

$$D_{BT} = 20,64 + 6 + 0,515 = 27,16 \text{ мм.}$$

Толщина втулки назначается конструктивно, высота  $H_{BT}$ , мм, не более

$$H_{BT} = l_3 + h_{BK}^H + h_{BK}^B, \quad (3.4)$$

где  $l_3$  – высота сжатой до соприкосновения витков пружины, мм;

$h_{BK}^B$  – высота опорной поверхности верхнего вкладыша, мм;

$h_{BK}^H$  – высота опорной поверхности нижнего вкладыша, мм.

Высота пружины  $l_3$ , мм, сжатой до соприкосновения витков

$$l_3 = d \times i - \Delta, \quad (3.5)$$

где  $d = 6$  мм – диаметр проволоки пружины;

$\Delta = 2$  мм - величина шлифованного слоя.

$$l_3 = 6 \times 10 - 2 = 58 \text{ мм.}$$

Высоту опорной поверхности вкладышей подбираем конструктивно, не менее 10 мм. Примем:  $h_{ОП}^B = 34$  мм – высота опорной поверхности верхнего вкладыша – втулки;  $h_{ОП}^H = 20$  мм – высота опорной поверхности нижнего вкладыша (чертеж устройства).

$$H_{BT} = 58 + 20 + 20 = 98 \text{ мм, примем конструктивно } 90 \text{ мм.}$$

Диаметр заходной поверхности пуансона примем 13 мм.

Диаметр рабочей поверхности пуансона  $d_P$ , мм, равен

$$d_P = D_1 - 2 \times d, \quad (3.6)$$

где  $D_1$  – наружный диаметр пружины в свободном состоянии, мм.

$$d_P = 26 - 2 \times 6 = 14 \text{ мм.}$$

При выборе материалов для деталей устройства использованы рекомендации литературы [12]. Устройство показано на листах 2, 3 выпускной квалификационной работы.

### 3.4 Проектирование пружины устройства

Определим необходимую рабочую нагрузку пружины  $F_2$ , Н,

$$F_2 \geq k \times \frac{F_3}{6}, \quad (3.7)$$

где  $F_3$  – сила сжатия заневоливаемой пружины до соприкосновения витков, Н;

$k$  – коэффициент запаса,  $k = 1,5$ .

$$F_2 \geq 1,5 \times \frac{4769,27}{6} = 1192,32 \text{ Н.}$$

Внутренний диаметр пружины  $D_{01}$  исходя из конструктивных требований к устройству, не менее 11 мм, высота пружины при нагрузке  $F_2$  в поджатом состоянии  $l_2 = 24$  мм. Деформация пружины  $S_2$ , мм, при снятии

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

нагрузки должна составлять не менее 58 мм (ход ползуна пресса при заневоливании).

Известна зависимость, связывающая: осевое перемещение витков пружины  $S_2$ , мм; геометрические параметры  $d$ ,  $D$ , мм; физико-механические свойства материала; рабочее число витков  $i$  и нагрузку на пружину [13]

$$S_2 = \frac{8 \times F_2 \times D^3 \times i}{G \times d^4}, \quad (3.8)$$

где  $d$  и  $D$  – соответственно диаметр проволоки и средний диаметр пружины, мм;

$G$  – модуль сдвига материала пружины при кручении,  $G = 8,03 \times 10^{10}$  Па [2].

Методом последовательных приближений в программе Mathcad установлены следующие параметры проектируемой пружины:  $d = 3$  мм;  $i = 7$ ;  $D = 18$  мм. В практических расчетах цилиндрических пружин угол наклона витков  $\alpha_0$  в свободном состоянии принимают 8...12° [13]. Примем  $\alpha_0 = 12^\circ$ . Индекс пружины принимаем в пределах 4...12, равный 6.

$$S_2 = \frac{8 \times 1192,32 \times 0,018^3 \times 7}{8,03 \times 10^{10} \times 0,003^4} = 0,06 \text{ м.}$$

Осевое перемещение витков составляет 60 мм, что обеспечивает снятие заневоливаемой пружины с оправки устройства.

Высота пружины в сжатом состоянии  $l_3$ , мм, [13]

$$l_3 = i \times d + d, \quad (3.9)$$

$$l_3 = 7 \times 3 + 3 = 24 \text{ мм.}$$

Высота пружины в сжатом состоянии  $l_3$  совпадает с высотой пружины при приложении рабочей нагрузки  $l_2$ . Однако дальнейшее увеличение параметров пружины нецелесообразно исходя из габаритных размеров устройства.

Высоту пружины в предварительно поджатом состоянии  $l_1$ , мм, определим по формуле

$$l_1 = l_3 + S_{II}, \quad (3.10)$$

где  $S_{II}$  – ход ползуна прессы, равный 58 мм.

$$H_1 = 24 + 58 = 82 \text{ мм.}$$

Шаг витков пружины в свободном состоянии  $t$ , мм, [13]

$$t = \pi \times D \times \operatorname{tg} \alpha, \quad (3.11)$$

$$t = 3,14 \times 18 \times \operatorname{tg} 12 = 12 \text{ мм.}$$

Высота пружины в свободном состоянии  $l_0$ , мм, [13]

$$l_0 = t \times i + d, \quad (3.12)$$

$$l_0 = 12 \times 7 + 3 = 87 \text{ мм.}$$

Спроектированная пружина показана на чертеже *УКЗП.00.00.13*.

### 3.5 Расчет основных узлов и деталей по критериям работоспособности

#### 3.5.1 Расчет на прочность вкладыша и втулки

При испытании наиболее нагруженными являются места контакта втулки и нижнего вкладыша с витками пружины.

Определим площадь контакта поверхности втулки или вкладыша с опорным витком пружины  $S_K$ , м<sup>2</sup>,

$$S_K = b_1 \times L_1, \quad (3.13)$$

где  $b_1$  – ширина полоски контакта (рис. 6.4), м;

$L_1$  – длина полоски контакта, м, обычно равна  $\frac{3}{4}$  длины витка пружины [6].

$$L_1 = \frac{3}{4} \times \pi \times D_{сж}, \quad (3.14)$$

где  $D_{сж} = 20,64$  мм – средний диаметр сжатой пружины.

$$L_1 = \frac{3}{4} \times 3,14 \times 20,64 \times 10^{-3} = 48,63 \times 10^{-3} \text{ м.}$$

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

После обработки толщина свободного конца пружины должна быть не менее  $\frac{1}{4}$  высоты сечения [6]. Из этого условия определим ширину полоски контакта шлифованного витка пружины с поверхностью вкладыша  $b_1$ . Ширину полоски контакта определяем по схеме, показанной на рисунке 3.4.

$$b_1 = 2 \times \sqrt{r^2 - \left(\frac{1}{2} \times r\right)^2}, \quad (3.15)$$

где  $r$  – радиус витка пружины, мм.

$$b_1 = 2 \times \sqrt{0,003^2 - \left(\frac{1}{2} \times 0,003\right)^2} = 5,196 \times 10^{-3} \text{ м.}$$

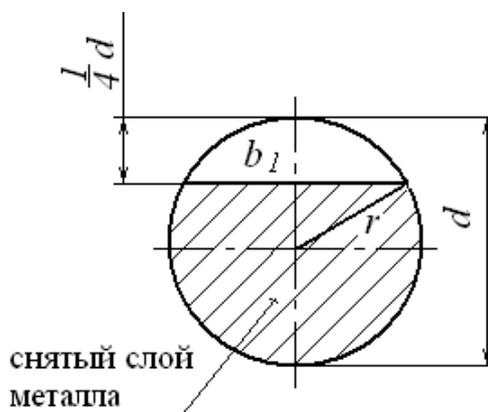


Рисунок 3.4 – Сечение сошлифованного опорного витка пружины

Напряжения, возникающие в зоне контакта вкладыша с пружиной [1]

$$\sigma_p = \frac{Q}{S_K} \quad (3.16)$$

$$\sigma_p = \frac{11270}{5,196 \times 10^{-3} \times 48,63 \times 10^{-3}} = 44601607 \text{ Па, или } 44,6 \text{ МПа.}$$

Предел текучести стали X12M  $\sigma_m = 1600$  МПа [5]. Коэффициент запаса по пределу текучести  $n_m$  [1] равен

$$n_m = \frac{\sigma_m}{\sigma_p}, \quad (3.17)$$

$$n_m = \frac{1600}{44,6} = 35,9.$$

Учитывая циклический характер нагружения и асимметричный цикл определим допустимый предел усталости  $\sigma_R$  материала вкладыша при  $10^6$  циклов работы [4].

$$\sigma_R = 0,6\sigma_s \quad (3.18)$$

$$\sigma_R = 0,6 \times 1800 = 1080 \text{ МПа.}$$

Коэффициент запаса по пределу усталости равен 24,2.

Кроме того, согласно требованиям безопасности при работе на гидравлических прессах [9] устройство должно соответствовать мощности пресса и выдерживать его максимальную нагрузку.

Напряжения  $\sigma_{p_{\max}}$ , возникающие в зоне контакта вкладыша с пружиной при максимальной нагрузке пресса  $Q_{\max} = 10 \text{ т.}$

$$\sigma_{p_{\max}} = \frac{Q_{\max}}{S_K}, \quad (3.19)$$

$$\sigma_p = \frac{9,8 \times 10000}{5,196 \times 10^{-3} \times 48,63 \times 10^{-3}} = 387840060 \text{ Па, или } 387,84 \text{ МПа.}$$

Коэффициент запаса по пределу текучести  $n_m$  [1] при максимальной нагрузке пресса

$$n_m = \frac{1600}{387,84} = 4,1.$$

Проверочный расчет показал наличие гарантированного запаса прочности рабочих элементов устройства. Запас прочности необходим также при испытании пружин с нешлифованными витками (уменьшается площадь контакта и возрастает рабочее давление).

### 3.5.2 Расчет на прочность траверсы

Схема нагружения траверсы показана на рисунке 3.5.

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

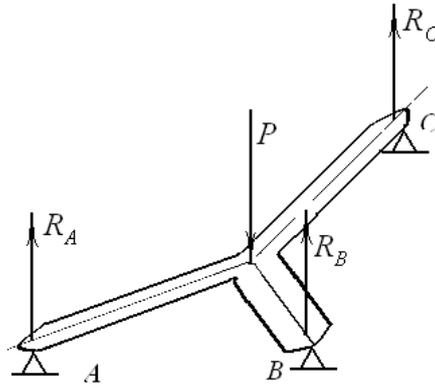


Рисунок 3.5 – Схема нагружения траверсы

Определяем реакции опор траверсы  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_C$ , Н,

$$R_A = R_B = R_C = \frac{F_3}{3}, \quad (3.20)$$

где  $F_3$  – сила сжатия заневоливаемой пружины до соприкосновения витков, Н.

$$R_A = R_B = R_C = \frac{4769,3}{3} = 1589,8 \text{ Н.}$$

Расчет траверсы упрощенно ведем по допускаемым напряжениям как для бруса прямоугольного сечения (рис. 3.6). При этом условие прочности по нормальным напряжениям [1]

$$\sigma_{\max} = \frac{M_x}{J_x} \times y_{\max} = \frac{M_x}{W_x} \leq [\sigma], \quad (3.21)$$

где  $\sigma_{\max}$  – максимальное нормальное напряжение при изгибе, МПа;

$M_x$  – максимальный изгибающий момент, Н×м;

$J_x$  – момент инерции сечения траверсы относительно оси  $x$ , м<sup>4</sup>;

$y_{\max}$  – точка, наиболее удаленная от нулевой линии, м;

$W_x$  – момент сопротивления сечения при изгибе, м<sup>3</sup>;

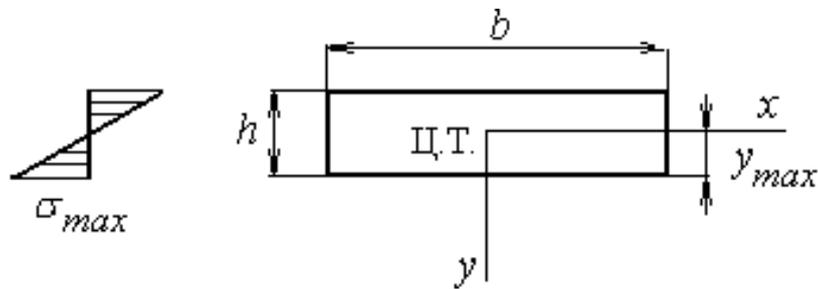


Рисунок 3.6 – Схема для определения нормальных напряжений в траверсе при изгибе

Определяем допускаемое напряжение, выбрав запас прочности 2 [1].

$$[\sigma] = \frac{\sigma_m}{1,5}, \quad (3.22)$$

где  $\sigma_m$  – предел текучести стали У10А – равен 700 МПа [5].

$$[\sigma] = \frac{700}{1,5} = 466,7 \text{ МПа.}$$

Для прямоугольного сечения траверсы

$$W_x = \frac{b \times h^2}{6}. \quad (3.23)$$

где  $b$  и  $h$  – соответственно ширина и толщина траверсы,  $b = 0,01$  м,  $h = 0,006$  м.

$$W_x = \frac{0,01 \times 0,006^2}{6} = 1,06 \times 10^{-7} \text{ м}^3$$

Максимальный изгибающий момент (рисунок 3.7)

$$M_x = R_A \times \frac{l}{2}, \quad (3.24)$$

где  $l/2$  – длина плеча траверсы,  $l/2 = 0,0275$  м.

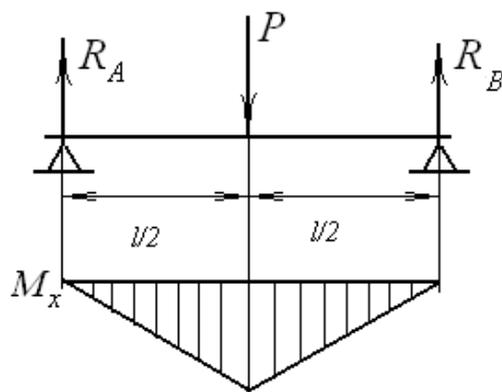


Рисунок 3.7 – Схема определения максимального изгибающего момента

$$M_x = 1589,8 \times 0,0275 = 43,72 \text{ Н}\times\text{м.}$$

Тогда максимальные напряжения, возникающие в сечении траверсы,

$$\sigma_{\max} = \frac{43,72}{1,06 \times 10^{-7}} = 412452830,2 \text{ Па или } 412,5 \text{ МПа.}$$

Расчетное напряжение в траверсе меньше допустимого.

### 3.5.3 Расчет на прочность резьбы толкателя

Стержни толкателей поз. 3 и 14 на чертеже *УКЗП.00.00.00.СБ* нагружены только растягивающей нагрузкой. Опасными являются сечения, ослабленные резьбой.

Условие прочности по напряжениям растяжения в стержне [10]

$$\sigma = \frac{F \times 4}{\pi \times d_1^2} \leq [\sigma] \quad (3.25)$$

где  $F$  – нагрузка, действующая на стержень толкателя, Н, равна силе сжатия спроектированной пружины  $F = 1192,32 \text{ Н}$ ;

$d_1$  – внутренний диаметр резьбы, мм,  $d_1 = 6.647 \text{ мм}$  [2];

$[\sigma]$  – допускаемое напряжение, МПа,

$$[\sigma] = 0,6 \times \sigma_m, \quad (3.26)$$

$$[\sigma] = 0,6 \times 700 = 420 \text{ МПа.}$$

$$\sigma = \frac{1192,32 \times 4}{\pi \times 0,0065^2} = 34359876,2 \text{ Па или } 34,4 \text{ МПа.}$$

Расчетное напряжение в толкателях меньше допускаемого.

В результате проверочных расчетов доказана надежность конструкции устройства.

### 3.6 Инструкция по технике безопасности

Устройство предназначено для заневоливания цилиндрических пружин сжатия плавно прилагаемой нагрузкой при мелкосерийном производстве. В качестве оборудования могут быть использованы: разрывная машина, настроенная на сжатие образцов или тарированный гидравлический пресс.

При эксплуатации устройства пользоваться защитным экраном из листовой стали, при работе на прессе – двуручным включением пресса [9].

Устройство, завезённое в холодное время в цех с улицы, выдержать в цехе 4...5 ч, только после этого использовать.

Устройство устанавливается по центру под ползун пресса (при наличии в плитах пресса крепёжных пазов устройство закрепить при помощи специальных прихватов). При установке использовать разметку или упоры.

В рабочей зоне пресса для установки и выемки пружины использовать пинцет.

При работе на трущиеся поверхности наносить смазочный материал типа ЦИАТИМ-203 (ГОСТ 8773-93).

Устанавливать и крепить устройство только при выключенном оборудовании, когда ползун пресса или захват машины находятся в верхней мёртвой точке.

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>33</i>

Пресс необходимо снабжать устройством для удержания подвижной траверсы в верхнем положении при проведении ремонтных и наладочных работ.

Пресс должен быть снабжен устройством в виде металлического корыта для улавливания стекающей смазки и рабочей жидкости, просачивающейся вследствие неплотности сальников.

Пресс должен быть снабжен устройством, предотвращающим самопроизвольное опускание подвижной траверсы под действием собственной массы при падении давления в сети, разрыва трубопровода высокого давления и других неполадках.

После работы проводить осмотр рабочих частей устройства, в случае необходимости своевременно ремонтировать. При мелкосерийном производстве достаточно иметь два комплекта рабочих частей устройства.

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		34

## 4 Безопасность жизнедеятельности на предприятии

### 4.1 Расчет искусственного освещения

В целях обеспечения освещения помещений предусматривается как естественное, так и искусственное освещение. Естественное освещение обеспечивается конструкцией здания и нами не рассматривается.

Для искусственного освещения принимаем светодиодный светильник ТЕГАС СН150АПК», 150 Вт, световой поток 21000 Лм. Импульсный источник питания, позволяющий работать в полную мощность даже при падении напряжения в сети.

Количество необходимых светильников определяется по формуле [11]

$$n_1 = \frac{k \times S_n \times E}{\eta_c \times F_n \times z}, \quad (4.1)$$

где  $k$  – коэффициент запаса,  $k = 1,5$  [11];

$S_n$  – площадь пола помещения,  $m^2$ ;

$E$  – общая освещенность по СНиП, для цехов по ремонту гидросистем и машин 300 лк.;

$\eta_c$  – коэффициент использования светопотока,  $\eta_c = 0,37$  [11];

$F_n$  – световой поток излучаемый одной лампой,  $F_n = 21000$  Лм;

$z$  – коэффициент неравномерности освещения,  $z = 0,734$  [11].

Приводим пример расчета для участков ремонта гидросистем, ремонтно-монтажного участка и заготовительного

$$n_1 = \frac{1,5 \times 456 \times 300}{0,37 \times 21000 \times 0,734} = 35,9 \text{ шт.}$$

Принимаем для участков 36 светильников.

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		35

## 4.2 Расчет искусственной вентиляции

Вентиляция производственных помещений предусматривается путем проветривания, а так же с помощью дополнительной общеобменной вентиляционной системы. Рассчитаем систему вентиляции для участка ремонта гидросистем.

Определяем необходимый воздухообмен по формуле [11]

$$L = k \times V_{II}, \quad (4.2)$$

где  $k$  – кратность воздухообмена, на производстве рекомендуется  $k = 20 \dots 40 \text{ ч}^{-1}$  [11];

$V_{II}$  – объем вентилируемого помещения,  $\text{м}^3$ ;

$$L = 20 \times 7,2 \times 105,7 = 15220,8 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определяем потери напора в воздухопроводе по формуле [11]

$$P = \frac{v^2 \times E}{2} \left( 1 - \lambda \times \frac{l}{d} + \sum \xi \right), \quad (4.3)$$

где  $d$  – диаметр воздухопровода, м;

$v$  – скорость движения воздуха в воздухопроводе,  $v = 10 \dots 14 \text{ м/с}$  [11];

$E$  – плотность воздуха,  $E = 1,2 \text{ кг/м}^3$  [11];

$\lambda$  – коэффициент, учитывающий потери давления на трение о стенки воздухопровода,  $\lambda = 0,02$  [11];

$l$  – длина воздухопроводов,  $l = 8 \text{ м}$ ;

$\sum \xi$  – суммарный коэффициент потерь давления в местах сопротивления,  $\sum \xi = 8$  [11].

$$d = \sqrt{\frac{4L}{\pi \times v}} = \sqrt{\frac{4 \times 15220,8}{3,14 \times 10 \times 3600}} = 0,73 \text{ м}. \quad (4.4)$$

Принимаем  $d = 0,73 \text{ м}$ .

$$P = \frac{10^2 \times 1,2}{2} \left( 1 - 0,02 \times \frac{8}{0,73} + 8 \right) = 526,8 \text{ Па}.$$

					СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Зная величину максимальных потерь и производительность, выбираем вентилятор ВР-80-75-8-1С с относительным диаметром колеса 0,95 м, типоразмера двигателя АІ4Р132S6 мощностью 5,5 кВт. Производительность вентилятора 7,7-19,09 м<sup>3</sup>/ час, полное давление 900-440 Па.

#### 4.3 Расчет отопления

Для нагрева воздуха в производственных и служебных помещениях используем центральное отопление с водным теплоносителем и ребристыми трубами в качестве нагревательных элементов. В данном разделе приводится расчет для участка ремонта гидросистем. Необходимое количество ребристых труб определяем по формуле [11]

$$n = \frac{V_{II} \cdot (g_0 + g_B) \times (t_B - t_H)}{k_T \times (t_{cp} - t_B) \times F}, \quad (4.5)$$

где  $V_H$  – объем помещения по наружному обмеру, м<sup>3</sup>;

$(g_0 + g_B)$  – расход тепла на отопление с учетом вентиляции,  $g_0 = 0,5$  Вт/м<sup>3</sup> °С,  $g_B = 0,2$  Вт/ м<sup>3</sup> °С [11];

$t_B$  – внутренняя температура в помещении, °С;

$t_H$  – окружающая температура (наружная),  $t = - 8$  °С;

$k_T$  – коэффициент теплоотдачи, для ребристых труб,  $k_T = 8,6$  Вт/м<sup>3</sup> °С;

$t_{CP}$  – средняя расчетная температура теплоносителя, °С,  $t_{CP} = 80$  °С;

$F$  – площадь поверхности нагрева одной батареи, м<sup>2</sup>,  $F = 4$  м<sup>2</sup> (для ребристых чугунных труб длиной 2 м) [21].

$$n = \frac{794 \times (0,5 + 0,2) \times (17 + 8)}{8,6 \times (80 - 17) \times 4} = 6,4 \text{ шт.}$$

Принимаем 7 ребристых труб длиной 2 м для отопления участка ремонта гидросистем. Число ребер на трубе 93.

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

#### 4.4 Санитарно-гигиенические мероприятия

Санитарно-техническое обеспечение цеха – это важное направление для создания благоприятных условий труда, сохранения здоровья рабочих, увеличения производительности труда.

Для создания условий соблюдения рабочими правил личной гигиены, и улучшения условий труда предусматриваем санитарно-бытовые помещения и удобства. Номенклатура помещений и устройств, их количество и размеры определяем по действующим нормативам и числу работающих.

Исходные данные и результаты расчетов санитарно-бытовых помещений и количество устройств приняты по нормативным данным [11] и представлены в таблице 3.1. В цехе работает 37 человек.

Таблица 4.1 - Количество санитарно-бытовых устройств цеха

наименование объектов (устройств)	нормативные данные (на одного чел., объект)	кол-во устройств (площадь)
душевые сетки	1 на 5 чел.	8
умывальники	1 на 25 чел.	2
краны с питьевой водой	1 на 50 чел.	1
туалет	1 на 30 чел.	2
шкаф для одежды	1 на 1чел.	37
аптечка медицинская	1 на участок	9
комната отдыха	1,2 м <sup>2</sup> на 1 чел.	44,4 м <sup>2</sup>

Указанное количество санитарно-бытовых устройств необходимы и достаточны для санитарно-технического обеспечения цеха.

#### 4.5 Подбор средств индивидуальной защиты

Все производственные рабочие участка ремонта гидросистем обеспечиваются средствами индивидуальной защиты (СИЗ):

– костюм х/б;

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>38</i>

– рукавицы комбинированные.

Для извлечения упавших в моечную ванну деталей использовать специальные приспособления (магниты, щипцы, совки) [11].

#### 4.6 Противопожарные средства

В данном подразделе проводится расчет необходимого пожарного запаса воды и технических средств пожаротушения.

Для определения потребного количества воды в пожарном резервуаре ( $Q_n$ , м<sup>3</sup>) используется формула [11]

$$Q_n = 3,6 \times q \times t \times z, \quad (4.6)$$

где  $q$  – расход воды при тушении пожара, л/с;

$t$  – время пожаротушения, ч;

$z$  – количество возможных одновременных единичных пожаров.

Степень огнестойкости здания II. Категория пожароопасности В, поэтому принимаем  $q = 10$  л/с [22]; для местности  $t = 3$  ч [22];  $z = 1$ .

$$Q_n = 3,6 \times 10 \times 3 \times 1 = 108 \text{ м}^3.$$

Для хранения пожарного запаса воды на расстоянии 100...150 м от цеха устраивают два стандартных закрытых водоема емкостью по 50 м<sup>3</sup> каждый. Для обеспечения пожарного водоснабжения в любых условиях устанавливается одна мотопомпа МП-600А производительностью 10 л/с.

Подбор противопожарных средств и расчет их количества для участка ремонта гидросистем производится по нормативным данным в форме таблицы 4.2.

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		39

Таблица 4.2 – Исходные данные и результаты расчета противопожарных средств

Объект, оборудуемый противопожарными средствами	Размеры (площадь, кол-во)	Нормативные данные (числ.) и кол-во (знам.) по видам противопожарных средств			
		пожарный щит	огнетушители		ящик для ветоши
			ОХП-10	ОУ-5	
Эвакуационные выходы (ЭВ), шт.	2	<u>1 на ЭВ</u> 2	–	–	–
Производственный участок (площадь), м <sup>2</sup>	106	–	<u>1 на участок</u> 1	–	<u>1 на участок</u> 1
Электрооборудование, шт.	3	–	–	<u>1 на участок</u> 1	–
Всего		2	1	1	1

Огнетушитель ОХП-10 располагается рядом с моечной ванной, а ОУ-5, предназначенный для тушения горячей электропроводки вблизи электрооборудования.

#### 4.7 Формирование здорового образа жизни работников

На предприятии выявлены недостатки в отношении к здоровому образу жизни со стороны сотрудников и руководителей. Поэтому предлагаем план проведения профилактической работы в данном коллективе.

##### 1. Организация досуга:

посещение спортивных мероприятий и физкультурных праздников;  
 проведение конкурсов и спортивных мероприятий;  
 лыжный выход на природу;  
 проведение спортивных игр (волейбол, футбол).

##### 2. Мероприятия по улучшению режима труда и отдыха:

установка яркого освещения;  
 проветривание помещений;  
 увеличение обеденного перерыва.

##### 3. Индивидуальные беседы с работниками о здоровом образе жизни.

4. Проведение лекционной работы на различные тематики (О вреде курения, алкоголя, о здоровой пище и т.д.).

5. Проведение обследований здоровья персонала - заключение договора с поликлиникой, предусматривающего ежегодное обследование сотрудников.

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		41

## 5 Организационно-экономический раздел

### 5.1 Поверочный расчет численности работающих и штата

По данным предприятия общий объем работ за год составил 73564,38 чел.- ч. Распределение трудоемкости работ по участкам предприятия представлено в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Распределение трудоемкости работ по участкам предприятия

№ п.п.	Наименование участка	Объем работ в процентах от общего объема, $C_i$ %	Объем работ на участке, чел.- ч.
1	Слесарно-механический	29	21520,79
2	Ремонтно-монтажный	42	30874,25
3	Ремонта электродвигателей	7	5447,05
4	Ремонта гидросистем	3	1635,70
5	Заготовительный	5	3560,22
6	Сварочный	4	1371,38
7	Изготовления строп и канатов	5	3815,03
8	Наружной мойки и др.	5	3904,74
	Итого по цеху:	100	73564,38

Списочная численность производственных рабочих по видам работ определяется по формуле [16]

$$N_j = \frac{T_j}{\Phi_{ДР} \times K}, \quad (5.1)$$

где  $N_j$  – количество рабочих для каждого вида работ (участка), чел;

$T_j$  – трудозатраты по каждому участку предприятия, чел.ч.;

$\Phi_{ДР}$  – действительный фонд времени рабочего, ч.;

$K$  – коэффициент перевыполнения норм,  $K = 1,05 \dots 1,15$ .

Действительный фонд времени рабочего [16] определяется по формуле

$$\Phi_{ДР} = (\Phi_{МН} - d_o \times t) \times \eta_H, \quad (5.2)$$

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

где  $\Phi_{MH}$  – фонд времени предприятия, час.;

$d_o$  – число отпускных дней за год;

$t$  – число часов в смену,  $t = 8$  часов;

$\eta_H$  – коэффициент, учитывающий невыход на работу по уважительным причинам,  $\eta_H = 0,97 \dots 0,98$ .

$$\Phi_{DP} = (1988 - 24 \times 8) \times 0,98 = 1760,1 \text{ ч.}$$

Для ремонтно-монтажного участка

$$N_{PM} = \frac{30874,25}{1760,1 \times 1,15} = 15,25 \text{ чел.}$$

Результаты расчета сведены в таблицу 5.2.

Число вспомогательных рабочих [3] принимаем в размере 5 % от среднего количества производственных рабочих

$$N_{VСП} = N_{IP} \times 0,05, \quad (5.3)$$

$$N_{VСП} = 37 \times 0,05 = 2 \text{ чел.}$$

Число ИТР принимаем в размере 14 % от среднегодового количества производственных и вспомогательных рабочих [3]

$$N_{ИТР} = (N_{IP} + N_{VСП}) \times 0,14, \quad (5.4)$$

$$N_{ИТР} = (37 + 2) \times 0,14 = 5,46 \text{ принимаем 6 чел.}$$

Число младшего обслуживающего персонала принимаем в размере 8 % от суммы среднегодового количества ИТР, производственных и вспомогательных рабочих [3]

$$N_{МОП} = (N_{IP} + N_{VСП} + N_{ИТР}) \times 0,08 \quad (5.5)$$

$$N_{МОП} = (37 + 2 + 6) \times 0,08 = 3,6 \text{ принимаем 4 чел.}$$

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Таблица 5.2 – Сводные данные по определению численности производственных рабочих по участкам

Наименование участка	Трудоемкость работы, $T_{уч}$ , чел. ч.	Коэф-т перевыполнения норм, $K$	Действительный фонд рабочего времени, $\Phi_{ДР}$ , ч	Число рабочих расчетное, чел.	Число рабочих фактическое, чел.
Слесарно-механический	21520,79	1,10	1936,1	11	11
Ремонтно-монтажный	30874,25	1,15	2024,1	15	14
Ремонта электродвигателей	5447,05	1,05	1848,1	3	4
Ремонта гидросистем	1635,70	1,05	1848,1	1	3
Заготовительный	3560,22	1,05	1848,1	2	3
Сварочный	1371,38	1,05	1848,1	1	3
Изготовления строп и канатов	3815,03	1,05	1848,1	2	3
Наружной мойки и др.	3904,74	1,05	1848,1	2	2
Итого рабочих, $N_{ПР}$				37	43

Численность счетно-конторских работников принимается 2...4 % от суммы основных и вспомогательных рабочих [3]

$$N_{СКР} = (N_{ПР} + N_{ВСП}) \times 0,04, \quad (5.6)$$

$$N_{СКР} = (37 + 2) \times 0,04 = 1,56 \text{ принимаем } 2 \text{ чел.}$$

Принятое количество основных производственных рабочих распределяем по разрядам [16] в следующем соотношении: I - 4%; II - 9%; III - 36%; IV - 41%; V - 7%; VI - 3% .

Средний разряд рабочих определяется по формуле [3]

$$a_{cp} = \frac{(1N_1 + 2N_2 + \dots + 6N_6)}{N_{cn}} \quad (5.7)$$

где  $N_1 \dots N_6$  – соответственно количество рабочих по разрядам, чел;

$N_{cn}$  – количество рабочих на участке, для которого определяется средний разряд.

Приводим пример определения среднего разряда для станочников

$$a_{cp} = \frac{(1 \times 2 + 3 \times 3 + 4 \times 4 + 5 \times 3)}{11} = 3,8.$$

Распределение рабочих по разрядам и средний разряд представлен в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Штатное расписание рабочих и служащих предприятия

Категория работников	Профессия, должность	Кол-во чел.	В том числе по разрядам						Средн. разр.
			I	II	III	IV	V	VI	
1. ИТР	Начальник произв-ва	1	-	-	-	-	-	-	-
	Инженер-технолог	1	-	-	-	-	-	-	-
	Начальник участка	3	-	-	-	-	-	-	-
	Техник-нормировщик	1	-	-	-	-	-	-	-
2. Производственные рабочие	Слесарь-монтажник	10	-	1	3	4	1	1	3,8
	Сварщик	2	-	-	1	1	-	-	3,5
	Станочник	11	-	1	3	4	3	-	3,8
	Слесарь по ремонту эл. двигателей	3	-	-	1	1	1	-	4,0
	Резчик	2	-	-	1	1	-	-	3,5
	Электрик	2	-	-	-	2	-	-	4,0
	Слесарь по ремонту гидроаппаратуры	2	-	-	-	2	-	-	4,0
	Слесарь по изготовлению СГП	2	-	-	-	2	-	-	4,0
	Мойщик	2	-	2	-	-	-	-	2,0
Аккумуляторщик	1	-	-	-	1	-	-	4,0	
3. Вспомогательные рабочие	Инструментальщик	1	-	-	-	-	-	-	-
	Разнорабочий	1	-	-	-	-	-	-	-
4. Счетно-конторские работники	Бухгалтер	1	-	-	-	-	-	-	-
	Счетовод	1	-	-	-	-	-	-	-
5. МОП	Уборщица	2	-	-	-	-	-	-	-
	Сторож	2	-	-	-	-	-	-	-
Итого работников		51		4	9	18	5	1	

Расчетное количество работников меньше, чем указанное в штатном расписании ОАО КПК «Автокрансервис» (таблица 1.3). Количество штатных работников достаточно для функционирования предприятия по ремонту грузоподъемных машин.

## 5.2 Поверочный расчет количества металлорежущих станков

При проектировании необходимо рассчитать количество основного оборудования: металлорежущих станков, моечных машин, стенов для обкатки и испытательных машин.

Действительный фонд времени оборудования [15]

$$\Phi_{ДО} = \Phi_{МН} \times Z \times \eta_0, \quad (5.8)$$

где  $\Phi_{ДО}$  – действительный фонд времени станочного оборудования, час.;

$\Phi_{МН}$  – фонд времени предприятия, час.;

$Z$  – количество смен работы станочного участка;

$\eta_0$  – коэффициент, учитывающий простои оборудования,  $\eta_0 = 0,95$ .

$$\Phi_{ДО} = 1988 \times 1 \times 0,95 = 1888,6 \text{ час.}$$

Количество металлорежущих станков рассчитываем по формуле [15]

$$S_{ст} = \frac{T_{ст} \times K_n}{\Phi_{ДО} \times \eta_u}, \quad (5.9)$$

где  $S_{ст}$  – количество металлорежущих станков, шт.;

$T_{ст}$  – годовая трудоемкость станочных работ чел. час.;

$K_n$  – коэффициент неравномерности загрузки механического оборудования ( $K_n = 1,0 \dots 1,3$ );

$\eta_u$  – коэффициент использования станочного оборудования ( $\eta_u = 0,85 \dots 0,90$ ).

$$S_{ст} = \frac{21520,79 \times 1,1}{1888,6 \times 0,9} = 13,92 \text{ шт.}, \text{ принимаем } 14 \text{ шт.}$$

Определяем необходимое количество станков по видам [3].

- токарные станки – 35...50 % – 5 шт.;

- точнольно-обдирочные станки – 8...10 % – 1 шт.;

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

- фрезерные станки – 10...12 % – 2 шт.;
- сверлильные станки – 10...15 % – 3 шт.;
- шлифовальные станки – 12...20 % – 2 шт.

Количество гибочных и точильно-обдирочных станков принято согласно технологическому процессу. Результаты сравнения расчетного количества станков с фактическим представлены в таблице 5.4.

Установлено, что расчетное количество станков превышает фактическое, необходимо закупать новое оборудование.

Таблица 5.4 – Сравнение фактического и расчетного количества металлорежущих станков

Вид станков	Фактическое количество	Расчетное количество
токарные станки	4	5
фрезерные станки	2	2
сверлильные станки	2	3
шлифовальные станки	1	2
точильно-обдирочные станки	1	1
Итого станков	10	14

### 5.3 Реконструкция участка ремонта гидросистем

Производственную площадь участков, рис. 5.1, [18] поверим по площади пола, занимаемой оборудованием и переходным коэффициентам

$$F_i = \sum F_{0ij} \times K, \quad (5.10)$$

где  $F_i$  – площадь  $i$ -го производственного участка, м<sup>2</sup>;

$F_{0ij}$  – площадь, занимаемая единицей оборудования на  $i$ -ом участке, м<sup>2</sup>;

$K$  – переходной коэффициент, учитывающий рабочие зоны, проезды и проходы.

Площади участков, в которых, кроме оборудования, в процессе ремонта находятся машины и сборочные единицы, уточняются с учетом площадей, занимаемых машинами и сборочными единицами [18]

$$F_i = (\sum F_{0ij} + \sum F_{iik}) \times K, \quad (5.11)$$

где  $F_{iik}$  – площадь, занимаемая машиной или сборочной единицей на  $i$ -ом участке, м<sup>2</sup>.

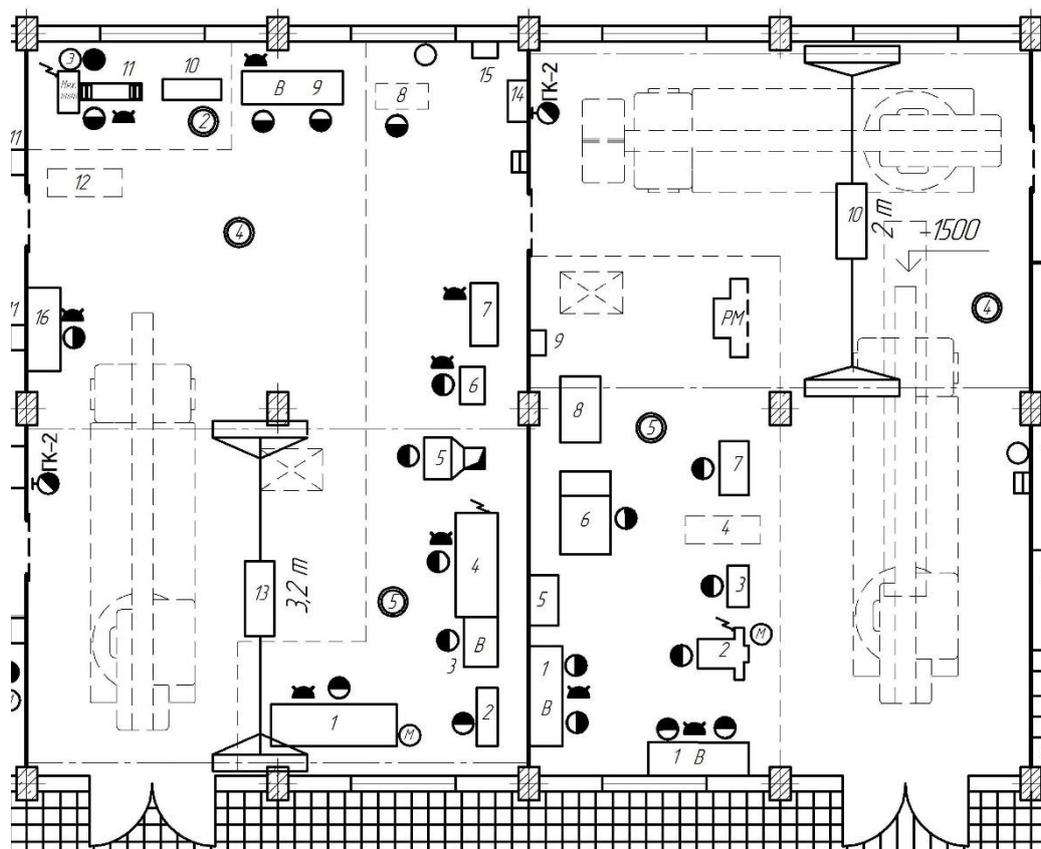


Рисунок 5.1 – Планировка участков ремонтно-монтажного 4 и ремонта гидросистем 5

Необходимые для подсчета площадей размеры указаны в ведомости технологического оборудования, а также определены по планировке предприятия. Результаты расчетов отражены в таблице 5.5.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20

Лист

48

Таблица 5.5 – Производственные площади расчетные и фактические

Наименование участка	Переходной коэффициент	Площадь, занимаемая оборудованием, м <sup>2</sup>	Расчетная площадь, м <sup>2</sup>	Фактическая площадь, м <sup>2</sup>
Ремонтно-монтажный	4,5...5,0	81,62	367,29	256,81
Ремонта гидросистем	3,5...5,0	26,12	130,6	153,33
Итого			497,89	410,14

Из анализа таблицы 5.1 можно сделать следующие выводы.

Расчетная площадь ремонтно-монтажного участка больше фактической на 30,1%. Необходима его реконструкция и расширение. Следует также отделить участок ремонта гидросистем.

Площадь цеха, занимаемую участками ремонтно-монтажным и ремонта гидросистем разбиваем на два производственных участка по общности проводимых технологических операций. Оборудование на участках располагаем по ходу технологического процесса.

Для транспортировки деталей по участкам и между участками, а также для перевозки материалов со склада в цех и перевозки готовой продукции на склад, применяются ручные тележки грузоподъемности до 1 т. Для перемещения тяжелых узлов и агрегатов на ремонтно-монтажном участке применяются кран-балки грузоподъемностью 2 и 3,2 т.

Предлагаемая перепланировка участка ремонта гидросистем показана на листе 5 выпускной квалификационной работы.

При проектировании участков и расстановке оборудования, так же учитывались проходы для тележек. Технологическое оборудование приведено в приложении А. Большинство производственного оборудования совпадает с исходным, однако добавлен стол для диагностики деталей гидрозамка.

После перепланировки необходимо рассчитать производственные площади участков. Расчет произведен по формуле (5.10). Результаты сведены в таблицу 5.6.

Таблица 5.6 – Сводные данные по расчету площадей участков цеха

Наименование участка	Переходной коэффициент	Площадь, занимаемая оборудованием, м <sup>2</sup>	Расчетная площадь, м <sup>2</sup>	Фактическая площадь, м <sup>2</sup>
Ремонтно-монтажный	4,5...5,0	91,06	409,77	304,42
Ремонта гидросистем	3,5...5,0	19,05	95,25	105,72
Итого			505,02	410,14

При реконструкции общая площадь участков не изменилась – 410,14 м<sup>2</sup>. Расчетная площадь участка ремонта гидросистем не превосходит фактическую. Разница между фактической и расчетной площадью ремонтно-монтажного участка уменьшилась с 30,1 до 25,7 %. Следовательно, площади участков выбраны правильно. При данной программе и фактической площади производственного здания дальнейшее увеличение фактической площадей ремонтно-монтажного участка невозможно.

#### 5.4 Расчет капиталовложений в проектируемый участок

Все расчеты по базовому и проектному вариантам выполнены на ПК в программе MathCAD.

Стоимость производственного здания с реконструированными участками и оборудования рассчитываем по формуле [17]

$$K_n = K_z + K_{об}, \quad (5.12)$$

где  $K_z$  – стоимость помещения цеха предприятия, тыс. руб.;

$K_{об}$ . – стоимость оборудования, приспособлений и др. цеха, тыс. руб.

##### 5.4.1 Расчет стоимости производственного здания

Стоимость производственного здания  $K_z$ , тыс. руб.,

$$K_z = K_0 + F_n \times C_m, \quad (5.13)$$

где  $K_0$  – остаточная стоимость строительной части, тыс. руб.;

$F_n$  – площадь участка под реконструкцию, м<sup>2</sup>.

Под реконструкцию проектируются участки общей площадью  $F_n = 410,14 \text{ м}^2$ .

$C_m$  – стоимость реконструкции квадратного метра участка, руб./м<sup>2</sup>.

$C_m$  можно принять в размере 900 руб./м<sup>2</sup> (по данным предприятия).

$$K_3 = 14106,1 + 410,14 \times 0,9 = 14475,226 \text{ тыс. руб.}$$

#### 5.4.2 Расчет стоимости оборудования участка

Для реконструируемого предприятия можно определить стоимость оборудования, приспособлений, инструмента, приняв его в размере 70 % от стоимости строительной части предприятия [17]. Следует прибавить стоимость спроектированного приспособления – 100 тыс. руб.

$$K_{об.} = 14475,226 \times 70/100 + 100 = 10232,658 \text{ тыс. руб.}$$

$$K_n = 14475,226 + 10232,658 = 24707,884 \text{ тыс. руб.}$$

#### 5.5 Себестоимость ремонта машин и оборудования

Себестоимость ремонта машин и оборудования рассчитываем по следующей формуле [17]

$$U_n = (C_n + C_{общ.пр}) / Q_{Г}, \quad (5.14)$$

где  $U_n$  – себестоимость приведенного ремонта, тыс. руб./ усл. рем.;

$C_n$  – прямые издержки по предприятию, руб./ год;

$C_{общ.пр}$  – общепроизводственные издержки по предприятию, руб./ год.;

$Q_{Г}$  – годовое количество приведенных ремонтов.

Прямые издержки по предприятию включают следующие статьи затрат

$$C_n = C_{зн} + C_{зч.м.}, \quad (5.15)$$

где  $C_n$  – прямые издержки по предприятию, руб./год;

$C_{зн}$  – оплата труда производственным рабочим с отчислениями, руб./ год;

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

$C_{зч.м.}$  – затраты на запасные части и ремонтные материалы, руб./ год.

Размер заработной платы производственным рабочим с отчислениями  $C_{зн}$ , руб./год, определяем по формуле

$$C_{зн} = (T_m \times m) \times O \quad (5.16)$$

где  $T_m$  – затраты труда по цеху производственным рабочим, чел. ч./ год;

$m$  – тарифная ставка по единому разряду рабочих, ( $m = 200$  руб./ч);

$O$  – коэффициент начисления на зарплату ( $O = 1,56$ ).

При определении затрат труда по ремонтному цеху производственными рабочими учитываем увеличение трудоемкости при восстановлении пружин. По проекту трудоемкость восстановления составляет 1,33 ч.

$$T_m = T_{мбаз} + 1,33 \times N, \quad (5.17)$$

где  $T_{мбаз}$  – затраты труда по цеху производственными рабочими по базовому варианту, чел.ч./ год;

$N$  – количество восстанавливаемых пружин в год, 300 шт.

$$T_m = 73564,38 + 1,33 \times 300 = 73963,38 \text{ чел. ч./ год.}$$

$$C_{зн} = 73963,38 \times 200 \times 1,56 = 23076,575 \text{ тыс. руб. / год.}$$

Затраты на запасные части и ремонтные материалы, можно определить в процентах к заработной плате с отчислениями производственных рабочих. В среднем этот процент можно принять 200 % [17]. Кроме того, следует вычесть затраты на приобретение новых гидрозамков. Стоимость нового гидрозамка 5800 руб.

$$C_{зч.м} = 23076,575 \times 200/100 - 5800 \times 300 = 44413,149 \text{ тыс. руб.}$$

$$C_n = 23076,575 + 44413,149 = 67489,724 \text{ тыс. руб.}$$

Общепроизводственные издержки определяются по формуле [17]

$$C_{общпр} = C_{ом} + A_3 + R_3 + A_{об} + R_{об} + C_{ом}' + C_{эл} + C_в + C_{охпр} + C_{рт} + C_{вм} + C_{тсм} + C_{пр} \quad (5.18)$$

где  $C_{ом}$  – оплата труда общепроизводственного персонала участка, руб./год.

$A_3$  – отчисления на амортизацию здания участка, руб./год;

$R_3$  – затраты на ремонт здания участка, руб./год;

$A_{об}$  – отчисления на амортизацию оборудования, руб./год;

$R_{об}$  – затраты на ремонт оборудования участка, руб./год;

Сот' – затраты на отопление участка, руб./год;

Сэл – затраты на электроэнергию потребляемую участком, руб./год;

Св – стоимость потребляемой участком воды, руб./год;

Сох.тр. – затраты на охрану труда, руб./год;

Срт – затраты на рационализацию и внедрение новой техники, руб./год;

Свм – затраты на вспомогательные материалы, руб./год;

Стсм – затраты на топливо и смазывающие материалы, руб./год;

Спр – прочие издержки, руб./год.

Затраты на оплату труда общепроизводственного персонала цеха определяем исходя из штатного расписания и установленных должностных окладов, а также отчисления в размере (1,56)

$$C_{омц} = \left( \frac{2 \times 50000 + 3 \times 40000 + 25000 + 3 \times 15000 + 2 \times 30000}{1} \right) \times 12 \times 1,56 = 6552,0 \text{ тыс. руб./год};$$

$$A_3 = 2 \times K_3 / 100;$$

$$A_3 = 2 \times 14475,226 / 100 = 289,505 \text{ тыс. руб./год};$$

$$R_3 = 1,5 \times K_3 / 100;$$

$$R_3 = 1,5 \times 14475,226 / 100 = 217,128 \text{ тыс. руб./год};$$

$$A_{об} = 10 \times K_{об} / 100;$$

$$A_{об} = 10 \times 10232,658 / 100 = 1023,269 \text{ тыс. руб./год};$$

$$R_{об} = 3,5 \times K_{об} / 100;$$

$$R_{об} = 3,5 \times 10232,658 / 100 = 358,143 \text{ тыс. руб./год}.$$

$$C_{ом}' = Q_{п} \times C_n, \quad (5.19)$$

где  $Q_{п}$  – годовая потребность пара на отопление и вентиляцию, т;

Сп – стоимость тонны пара, по данным предприятия  $C_n = 526$  руб.

$$Q_{п} = \frac{q \times H \times V}{t \times 1000}, \quad (5.20)$$

где  $q$  – средний расход тепла на 1 м<sup>3</sup> здания,  $q = 65$  кДж/ч [11];

$H$  – число часов в отопительном периоде,  $H = 4320$  ч [11];

$V$  – объем здания, м<sup>3</sup>,  $V = 7776$  м<sup>3</sup>;

					СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

$t$  – теплота испарения,  $t = 2261$  кДж/кг [11]

$$Q_{II} = \frac{65 \times 4320 \times 7776}{2261 \times 1000} = 965,72 \text{ т.}$$

$$C_{от}' = 965,72 \times 526 = 5079,706 \text{ тыс. руб./год.}$$

Затраты на электроэнергию определяются следующим образом [17]

$$C_{эл} = C_{эл.т} + C_{эл.ос}, \quad (5.21)$$

где  $C_{эл.т.}$  – затраты на технологическую электроэнергию

$$C_{элт} = \sum P_{уст} \times \Phi_D \times \eta_z \times C_э, \quad (5.22)$$

где  $\sum P_{уст}$  – установленная мощность силового электрооборудования, кВт;

$\Phi_D$  – действительный фонд рабочего времени, час;

$\eta_z$  – коэффициент загрузки оборудования по времени  $\eta_z = 0,25$ ;

$C_э$  – стоимость электроэнергии, 5,1 руб./(кВтч).

$$C_{элт} = 250 \times 1871,5 \times 0,25 \times 5,1 = 596,541 \text{ тыс. руб./год.}$$

$C_{эл.ос.}$  – затраты на осветительную электроэнергию

$$C_{эл.ос.} = 0,1 \times 596,541 = 59,65 \text{ тыс. руб./год.}$$

$$C_{эл} = 596,541 + 59,65 = 656,195 \text{ тыс. руб./год.}$$

Затраты на потребляемую воду определяются нормативом расхода воды в расчете на производственного работника ( $200 \text{ м}^3$ ) и ее стоимости (16 руб./  $\text{м}^3$ )

$$C_в = 37 \times 200 \times 16 = 118,400 \text{ тыс. руб./год.}$$

Затраты на охрану труда [11]

$$C_{ох.тр} = 2 \times 37 = 74 \text{ тыс. руб./год.}$$

Затраты на рационализацию и внедрение новой техники определяются в размере 0,5% от фонда заработной платы всего персонала работающего на участке

$$C_{р.т} = (23076,575 + 6552,0) \times 0,5/100 = 148,143 \text{ тыс. руб./год.}$$

Затраты на вспомогательные материалы 2 % от затрат на запасные части и ремонтные материалы

$$C_{в.м.} = 44413,149 \times 2/100 = 888,263 \text{ тыс. руб./год.}$$

Прочие затраты определяются в размере 2 % от зарплаты производственных рабочих

Затраты на ТСМ можно принять в размере 2 % от заработной платы производственных рабочих

$$C_{np} = 23076,575 \times 2/100 = 461,531 \text{ тыс. руб./год.}$$

$$C_{тсм} = 23076,575 \times 2/100 = 461,531 \text{ тыс. руб./год.}$$

Общепроизводственные издержки составят

$$\begin{aligned} C_{общ.} &= 6552,0 + 289,505 + 1023,269 + 358,143 + 5079,706 + 656,195 + \\ &+ 324,60 + 118,4 + 74 + 148,143 + 888,263 + 461,531 + 461,531 = \\ &= 11756,075 \text{ тыс. руб.} \end{aligned}$$

Подставляем полученные значения в формулу (5.14), получается

$$Q_r = T_r / 300,$$

$$Q_r = 73963,38 / 300 = 246,54 \text{ усл. рем.}$$

$$U_n = (67489,724 + 11756,075) / 246,54 = 321,426 \text{ тыс. руб./усл. рем.}$$

Годовая экономия от снижения себестоимости приведенного ремонта [17]

$$\mathcal{E}_c = (C_{расч.} - C_{проектн.}) Q_r, \quad (5.23)$$

где  $C_{расч.}$  – себестоимость приведенного ремонта (существующий цех), тыс. руб./ усл.рем.;

$C_{проектн.}$  – себестоимость приведенного ремонта по проекту, тыс. руб./усл. рем.;

$$\mathcal{E}_c = (347,362 - 321,426) \times 246,54 = 6394,379 \text{ тыс. руб. / год.}$$

## 5.6 Эффективность капитальных вложений

Эффективность капитальных вложений определяется следующими параметрами: снижением приведенных издержек, сроками окупаемости капитальных и дополнительных капитальных вложений без учета дисконтирования, Чистым дисконтированным доходом, индексом доходности и сроком окупаемости предприятия с учетом дисконтирования [16, 17].

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Первый показатель определяется по формуле

$$П_{np} = C_{общ.} + C_n + E_n \cdot K_{np}, \quad (5.24)$$

где  $K_{np}$  – капиталовложения в проектный участок;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений ( $E_n=0,15$ ).

$$П_{np} = 11756,075 + 67489,724 + 0,15 \times 24707,884 = 82951,982 \text{ тыс. руб./год.}$$

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений при проектировании определяется по формуле

$$T = (K_{np} - K_{баз}) / \mathcal{E}_c, \quad (5.25)$$

$$T = (24707,884 - 23980,370) / 6394,379 = 0,11 \text{ года.}$$

Наряду с обобщающими показателями по участку рассчитываются следующие удельные показатели:

- приведенные издержки на приведенный ремонт

$$П_{уд.} = П_{np} / Q_{Г}; \quad (5.26)$$

$$П_{уд.} = 82951,982 / 246,54 = 336,458 \text{ тыс. руб./усл. рем.};$$

- капиталовложения на приведенный ремонт

$$K_{н.уд.} = K_n / Q_{Г}, \quad (5.27)$$

$$K_{н.уд.} = 24707,884 / 246,54 = 100,217 \text{ тыс. руб. /усл. рем.}$$

Определяем годовой экономический эффект по формуле

$$\mathcal{E}_{год} = (П_{баз} - П_{проект}) \times Q_{Г} \quad (5.28)$$

$$\mathcal{E}_{год} = (362,030 - 336,458) \times 246,54 = 6304,762 \text{ тыс. руб.}$$

Валовая прибыль,  $П_B$ , тыс. руб., полученная в результате работы предприятия и внедрения новых разработок, выражается разностью прироста выручки  $B$ , тыс. руб., и издержек (затрат)  $Z$ , тыс. руб.

$$П_B = B - Z, \quad (5.29)$$

$$B = C_{расч.} \times Q_{Г}, \quad (5.30)$$

$$Z = C_{проектн.} \times Q_{Г}. \quad (5.31)$$

$$B = 347,362 \times 246,54 = 85640,178 \text{ тыс. руб.}$$

$$З = 321,426 \times 246,54 = 79245,80 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Pi_B = 85640,178 - 79245,80 = 6394,379 \text{ тыс. руб.}$$

Поскольку данная прибыль учитывается в структуре налогообложения, чистую прибыль определяем по следующей формуле

$$\Pi_q = (\Pi_B - A) \times \left(1 - \frac{НП}{100}\right) + A, \quad (5.32)$$

где  $A$  – амортизационные отчисления на здание и оборудование;

$НП$  – налог на прибыль (в настоящее время установлен в размере 20%).

$$\Pi_q = (6394,379 - 1312,770) \times \left(1 - \frac{20}{100}\right) + 1312,770 = 5378,057 \text{ тыс. руб.}$$

Чистый дисконтированный доход  $ЧДД$ , тыс. руб., за расчетный период

$$ЧДД = \sum_{m=0}^n \frac{\Pi_m}{(1+E)^m} - K_n, \quad (5.33)$$

где  $\Pi_m$  – денежные поступления, получаемые на  $m$ -ом шаге, тыс. руб.;

$E$  – норма дисконта, для проектов со средним уровнем риска норма дисконта составляет 0,1...0,2;

$n$  – расчетный период (за расчетный период принимаем нормативный срок службы оборудования – 8 лет).

Результаты расчетов по зависимости (5.33) сводим в таблицу 5.7

Поскольку  $ЧДД > 0$ , проект признается эффективным.

Индекс доходности проекта

$$ИД = \frac{ЧДД}{K_n}, \quad (5.34)$$

$$ИД = \frac{25378,435}{24707,884} = 1,03 > 1$$

Для определения срока окупаемости с учетом дисконтирования по данным таблицы 5.7 построим график зависимости чистых денежных поступлений с учетом нормы дисконтирования от количества лет рисунке 5.2.

Таблица 5.7 – Результаты определения ЧДД

Шаг, год (m)	Ежегодные денежные поступления, тыс. руб.	Суммарные денежные поступления, с учетом нормы дисконта тыс. руб.
0	0	5378,057
1	1500	11630,836
2	2000	17728,404
3	2500	23647,305
4	3000	29369,631
5	3500	34882,206
6	4000	40175,874
7	4500	45244,879
8	5000	50086,320
ЧДД		25378,435

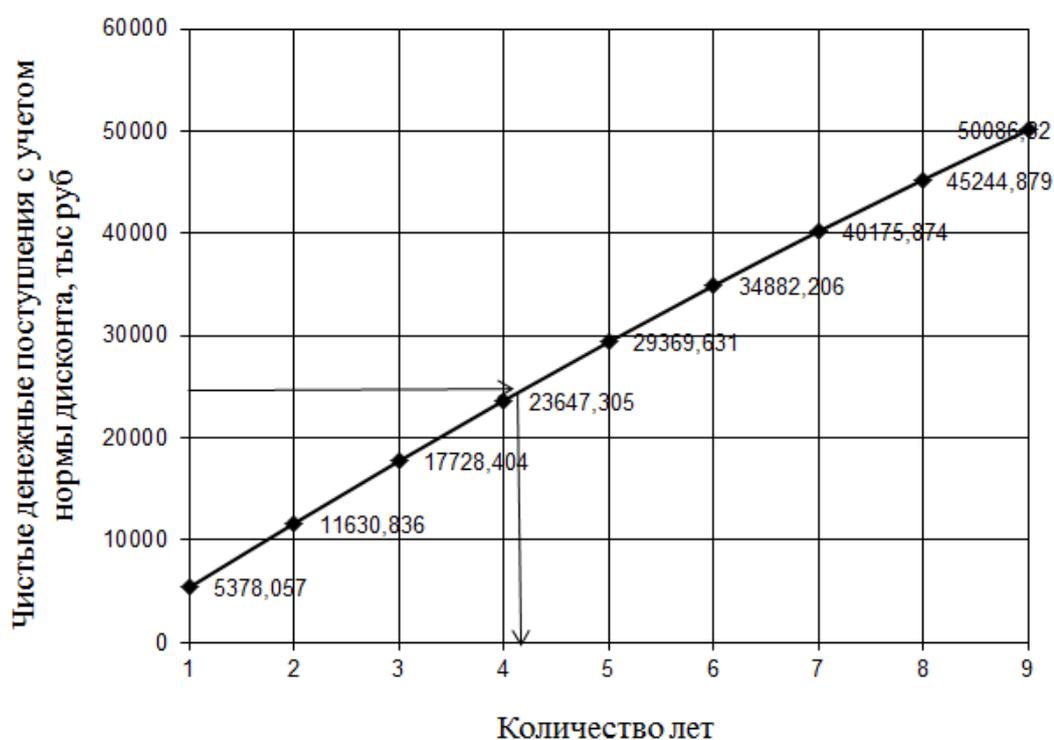


Рисунок 5.2 – Зависимость чистых денежных поступлений с учетом нормы дисконтирования от срока службы оборудования

Из графика видно, что срок окупаемости с учетом нормы дисконтирования составит около 4,2 года.

Экономические показатели сводим в таблицу 5.8. Как видно из таблицы 5.8 предлагаемая конструкторская разработка и организационно-экономические мероприятия обеспечивают снижение себестоимости

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

условного ремонта на 7,5 % при производственной программе в 246,54 условный ремонт. Годовой экономический эффект - 6304,76 тыс. руб. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений с учетом ЧДД составит 4,2 года. Можно сделать вывод, что реконструированный цех более экономичен и менее трудоемок. Это говорит о целесообразности его внедрения.

Таблица 5.8 — Экономическая эффективность проекта цеха предприятия

Показатели	Значение показателей		Отношение проектируем. к базовому, %
	Базового участка	Проектируемого участка	
Трудоемкость ремонтов, чел.ч./год	73564,38	73963,38	100,5
Численность производственных рабочих, чел.	43	37	86,0
Годовые издержки по ремонтному предприятию, тыс. руб.	16321,93	11756,08	72,0
Себестоимость условного ремонта, тыс. руб./усл. рем.	347,36	321,43	92,5
Экономия от снижения себестоимости условного ремонта, тыс. руб.	-	6394,38	-
Приведенные издержки по предприятию, тыс. руб.	88775,25	82951,98	93,4
Капитальные вложения, тыс. руб.	23980,37	24707,88	103,0
Годовой экономический эффект, тыс. руб./год.	-	6304,76	-
Срок окупаемости доп. капитальных вложений с учетом ЧДД, лет	-	4,2	-

## Заключение

В результате выполненного анализа установлено, что в большинстве случаев причиной поломки гидрозамков является плохое качество пружин.

Установлена целесообразность восстановления пружин гидрозамка с применением контактного заневоливания. При этом бракованные пружины на сборку не поступают, ресурс отремонтированных гидрозамков превосходит ресурс новых.

В результате реконструкции предложена рациональная технологическая планировка. Участок ремонта гидросистем отделен от ремонтно-монтажного, оборудование расставлено по ходу технологического процесса, повышена эффективность использования производственных площадей.

Разработан технологический процесс упрочнения пружины контактным заневоливанием. Спроектировано устройство для контактного заневоливания пружин. Выполнены расчеты на прочность основных его элементов.

Решен комплекс вопросов организации и экономии производства, выполнены соответствующие расчеты и составлена таблица технико-экономических показателей проекта. В соответствии с заданием выполнены разработки по технике безопасности, охране труда и окружающей среды.

Годовая экономическая эффективность разработок составляет 6304,76 тыс. рублей. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений с учетом ЧДД - 4,2 года.

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>60</i>

## Список использованных источников

1. Александров, А.В. Сопротивление материалов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин. – М. : Высш. шк., 2003 – 560 с.
2. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. – М.: Машиностроение, 2006. – 728 с., ил.
3. Белых, В.В. Методические указания. Курсовой и дипломный проекты по надежности и ремонту машин.– Ставрополь : СтГАУ, 2004 – 40 с.
4. Дунаев, П.Ф. Детали машин. Курсовое проектирование / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. – М.: Машиностроение, 2003. – 536 с., ил.
5. Журавлёв, В.Н. Машиностроительные стали. Справочник / В.Н. Журавлёв, О.И. Николаева. — М. : Машиностроение, 1981. — 391 с.
6. Землянушнова, Н.Ю. Повышение качества пружин. Монография / Н.Ю. Землянушнова, Ю.М. Тебенко. — Ставрополь : СевКавГТУ, 2001. — 92 с.
7. Землянушнова, Н.Ю. Расчет винтовых цилиндрических пружин сжатия при контактном заневоливании. Монография. — Ставрополь : АГРУС, 2008. — 136 с.
8. Землянушнова, Н.Ю. Исследование применения контактного заневоливания при восстановлении пружин (отчет о проведении НИР) / Тебенко Ю.М., Проциков Б.П., Землянушнов Н.А., Фадеев В.В., Доронина Н.П. – ФГНУ «Центр информационных технологий и систем органов исполнительной власти» Зарегистрировано в государственном фонде неопубликованных документов 11.05.2011 ИК регистрационный номер 01201055083. – 334 с.
9. Золотников, С.Л. Техника безопасности при работе в кузнечно-штамповочных цехах / С.Л. Золотников, В.Л. Михайлова. — М. : Высшая школа, 1978. — 96 с.
10. Иванов, М.Н. Детали машин : учебник / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. – 13-е изд., перераб. – Москва : Высшая школа, 2010. – 408 с.

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>61</i>

11. Практикум по безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. А. Андрианов, А. А. Андрианов, Е. А. Высоцкая, А. С. Корнев ; под ред. Е. А. Андрианов. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж : Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2016. — 214 с.

12. Ковка и штамповка. Листовая штамповка. Т4. / Под ред. А.Д. Матвеева // Справ. в 4 т. — М. : Машиностроение, 1987. — 544 с.

13. Пономарёв, С. Д. Расчёт упругих элементов машин и приборов / С.Д. Пономарёв, Л.Е. Андреева. — М. : Машиностроение, 1980. — 324 с.

14. Сидоренко, С.А. Проектирование технологической оснастки (практикум) / С.А. Сидоренко, Н.Ю. Землянушнова, Р.В. Герасимов. — Ставрополь : Изд-во СКФУ, 2019. — 222 с.

15. Тебенко, Ю. М. Проблемы производства высокоскоростных пружин и пути их решения. Монография. — Ставрополь: ООО «Мир Данных», 2007. — 152 с.

16. Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование : учеб. пособие / М. Ф. Пашкевич, А. А. Жолобов, В. И. Аверченков и др. — Старый Оскол : ТНТ, 2015. — 444 с.

17. Шапран, Ю.М. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов по ремонту машин / Ю.М. Шапран, А.В. Толмачев. — Ставрополь, 1992. — 14 с.

18. Юдин, М.И. Организация ремонтно-обслуживающего производства в сельском хозяйстве / М.И. Юдин, Н.И. Стукопин, О.Г. Ширай. — Краснодар : КГАУ, 2002. — 944 с.

19. ГОСТ 31.1066.03-97 Межгосударственный стандарт. Приспособления к металлорежущим станкам. Оправки центровые для точных работ. Общие технические условия.

20. ГОСТ 9753 -88 Прессы гидравлические одностоечные. Параметры и размеры. Нормы точности.

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>62</i>

21. ГОСТ 1816-76 Трубы отопительные чугунные ребристые и чугунные соединительные части к ним. Технические условия.

22. СНиП 2.04.02-84 "Водоснабжение. Наружные сети и сооружения".

					<i>СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>63</i>

Приложение А - Ведомость оборудования и оснастки  
реконструированных участков

№ поз.	Наименование	Модель или тип	Краткая характеристика	Кол-во	Адрес предприятия-изготовителя
1	2	3	4	5	6
Участок ремонта гидросистем					
1	Стенд гидравлический для испытания гидроцилиндров и гидрораспределителей		3,000×1,000	1	АООТ «Сектор», г. Калуга
2	Стеллаж для деталей и узлов	ОРГ-1468 05-320	1,400×0,500	1	
3	Верстак на одно рабочее место	ОРГ-1468 01 060А	1,200×0,800	1	
4	Приспособление для ремонта гидроцилиндров		2,500×1,000	1	ООО КПК «Автокрансервис», г. Ставрополь
5	Ванна для мойки деталей в керосине		1,050×1,450	1	
6	Стенд универсальный для испытания масляных фильтров и насосов	КИ-1575	0,900×0,600	1	НПКФ «Гидравлика» Украина, г. Харьков
7	Стеллаж для фильтров	ОРГ-1468 05-450	1,500×0,650	1	
	Набор инструментов			1	«Слесарно-монтажный инструмент», Нижегородская обл., Вачский район, с. Арефино
8	Ванна моечная передвижная	ОМ-1316	1,250×0,620	1	
9	Верстак на два рабочих места	ТУ-7-012 ЭССР	2,400×0,800	1	
	Металлическая корзина для мелких деталей			1	
	Набор инструментов			1	Павловский инструментальный завод, Нижегородская обл., г. Павлово
10	Гидравлический монтажно-запрессовочный пресс	П6320	10 т	1	«Металлист», г. Оренбург

Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6
11	Стенд для сборки гидроцилиндров		1,000×0,500	1	
12	Тележка для перевозки деталей	ОПТ-1468 18-500	1,790×0,670	1	
	Набор инструментов			1	Сосновское ОАО «Металлист», Нижегородская обл., п. Сосновское.
13	Стол диагностирования	P-525	1,500×0,800	1	
14	Тумбочка для инструмента	ОГР-1468 18-230	0,600×0,400	1	
Ремонтно-монтажный участок					
1	Верстак на два рабочих места	ТУ-7-012 ЭССР	2,400×0,800	2	
2	Стол диагностирования	P-525	2,000×0,800	1	
3	Стенд универсально-диагностический, настройки приборов безопасности. Компьютер		2,000×1,200	1	
	Вольтамперметр	КИ-1093	стационарный	1	
4	Шкаф для приборов	ОРГ-4945-ГОСНИТ И	1,200×0,700	1	
5	Шкаф для монтажа приспособлений	ОРГ-0609	1,590×0,960	1	
6	Стол монтажный	2222-1 УМ	1,300×0,700	1	
7	Тумбочка для инструмента	ОГР-1468 18-230	0,600×0,400	2	
8	Ларь для ветоши	ОГР-1468 07-191А	1,000×0,500	2	
9	Кран электрический балочный		2 т.	1	
10	Кран электрический балочный		3,2 т.	1	
	Набор инструментов			1	«Слесарно-монтажный инструмент», Нижегородская обл., Вачский район, с. Арефино
	Прибор для проверки электрооборудования	Э-214	переносной	1	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20

Лист

65

Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6
11	Тележка для перевозки деталей	ОПТ-1468 18-500	1,790×0,670	1	





**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**

**ФГАОУ ВО «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ  
КОНТАКТНОГО  
ЗАНЕВОЛИВАНИЯ ПРУЖИН**

**СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП. 00.00.00.ВС**

Дипломник \_\_\_\_\_ А.Ж. Фернанду

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Руководитель:

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Н.Ю. Землянушнова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Руководитель:

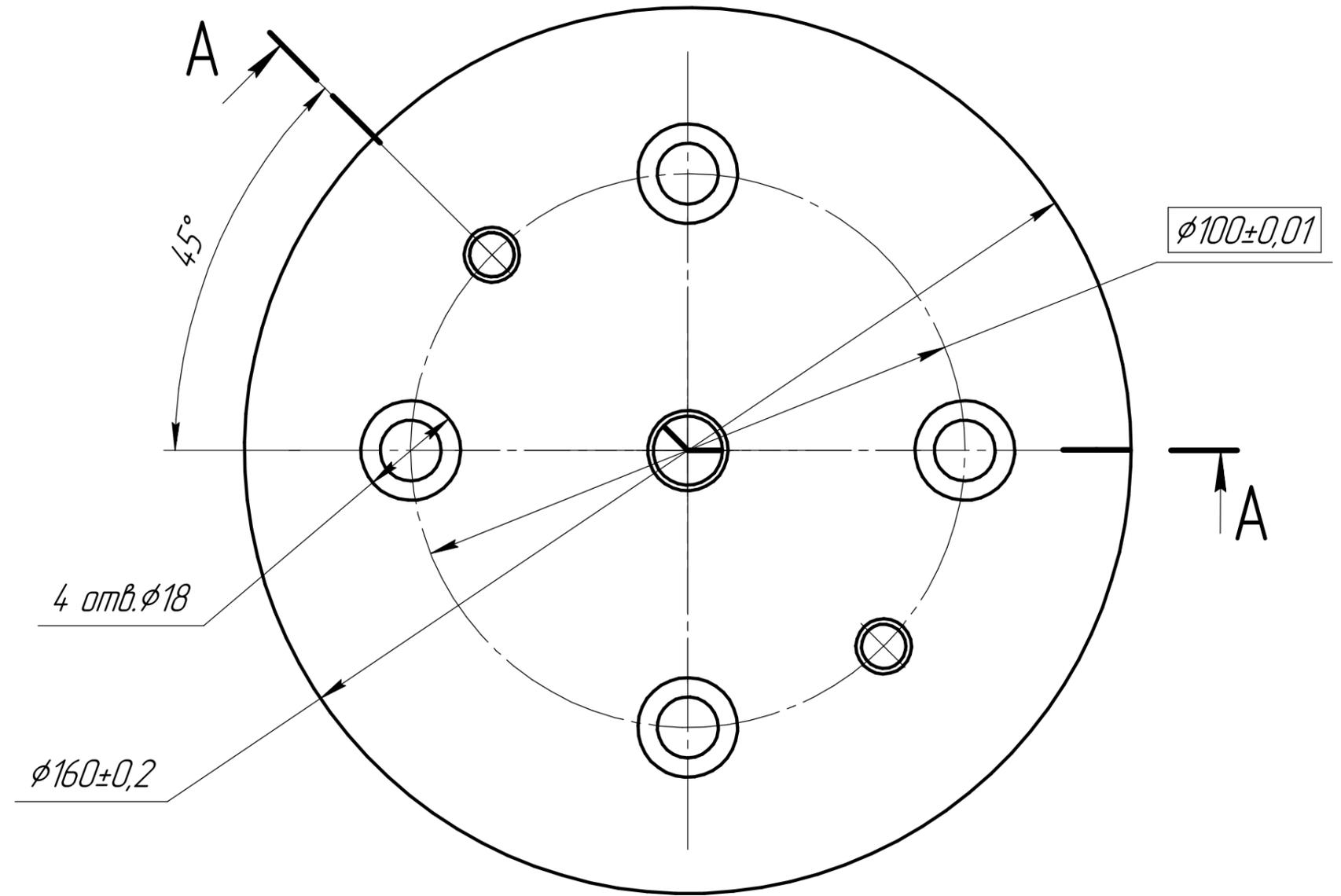
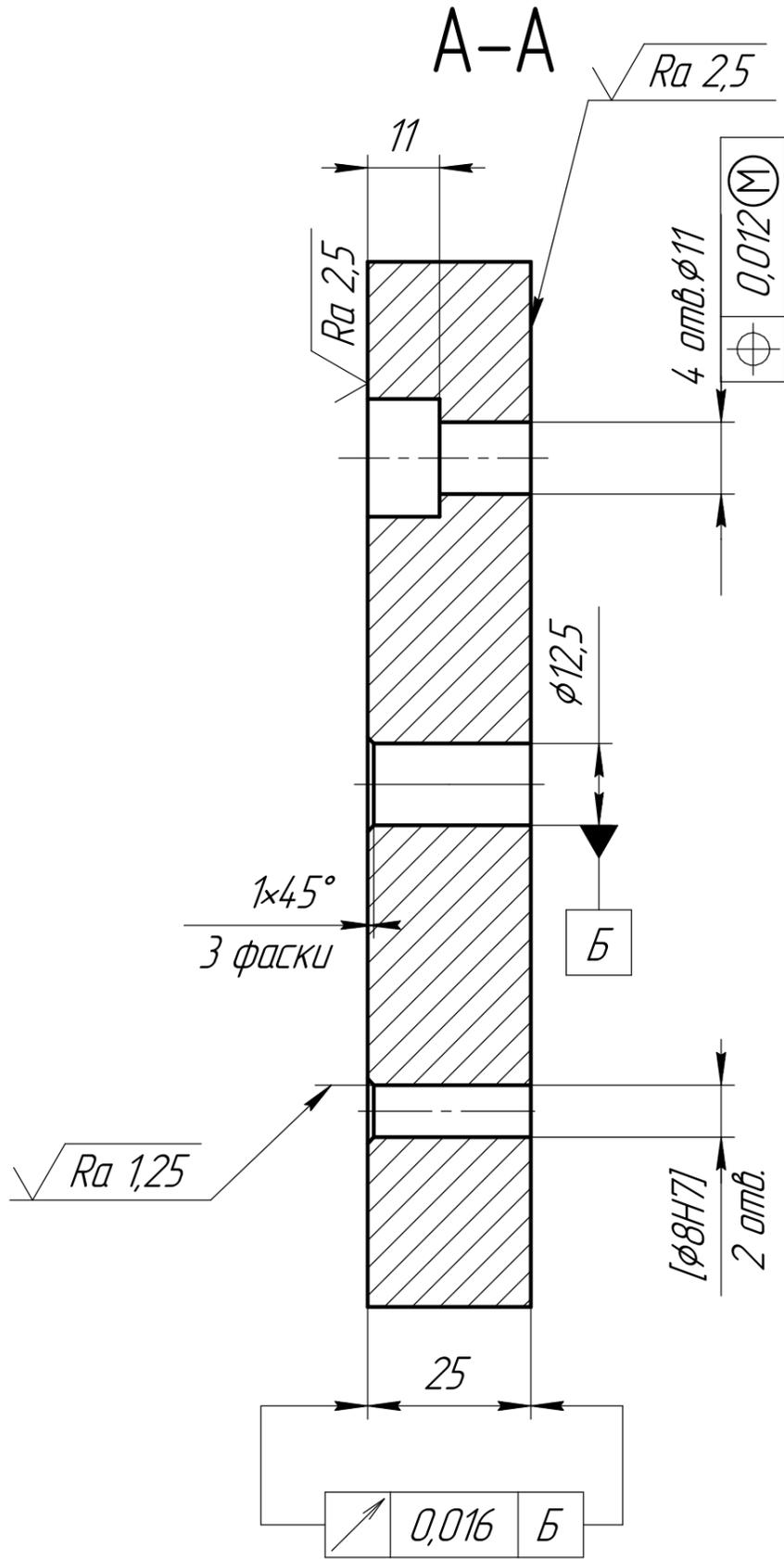
к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Н.Ю. Землянушнова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			УКЗП.00.00.00.СБ	Сборочный чертёж	1	
				<u>Детали</u>		
A3	1		УКЗП.00.00.01	Плита верхняя	1	
A4	2		УКЗП.00.00.02	Траверса	1	
A4	3		УКЗП.00.00.03	Толкатель	3	
A3	4		УКЗП.00.00.04	Плита промежуточная	1	
A3	5		УКЗП.00.00.05	Прокладка	1	
A3	6		УКЗП.00.00.06	Пуансонодержатель	1	
A4	7		УКЗП.00.00.07	Плита подвижная	1	
A3	8		УКЗП.00.00.08	Стакан	1	
A4	9		УКЗП.00.00.09	Вкладыш	1	
A3	10		УКЗП.00.00.10	Плита нижняя	1	
A3	11		УКЗП.00.00.11	Пуансон	1	
A4	12		УКЗП.00.00.12	Втулка	1	
A3	13		УКЗП.00.00.13	Пружина	6	
A3	14		УКЗП.00.00.14	Винт ступенчатый	3	
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Винты ГОСТ 117638-84		
		15		M10-6d×40.109.30XГСА	4	
		16		M10-6d×100.109.30XГСА	4	

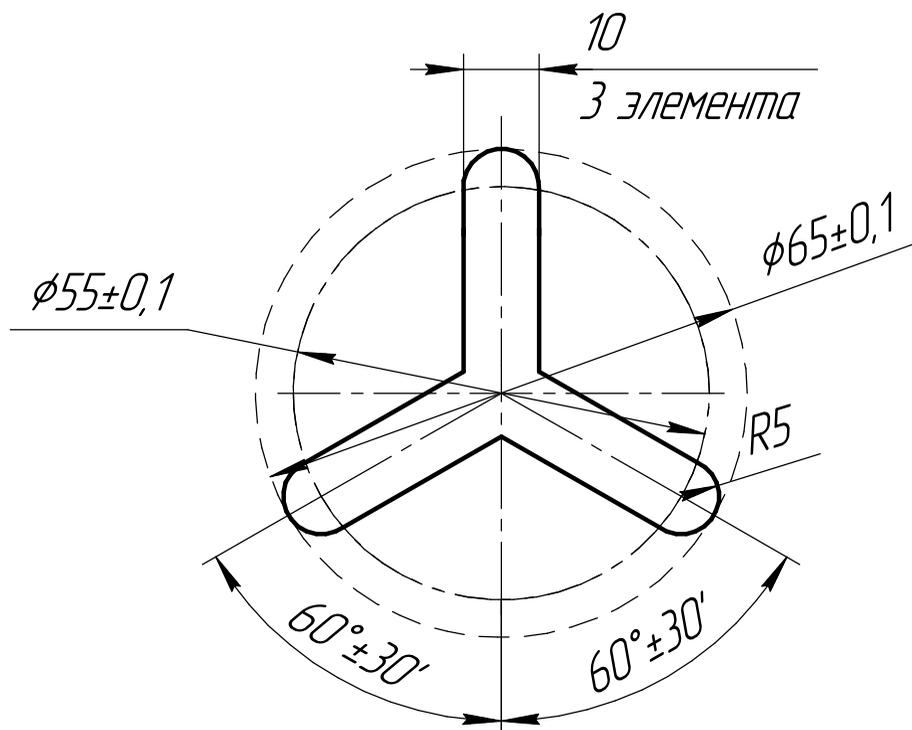
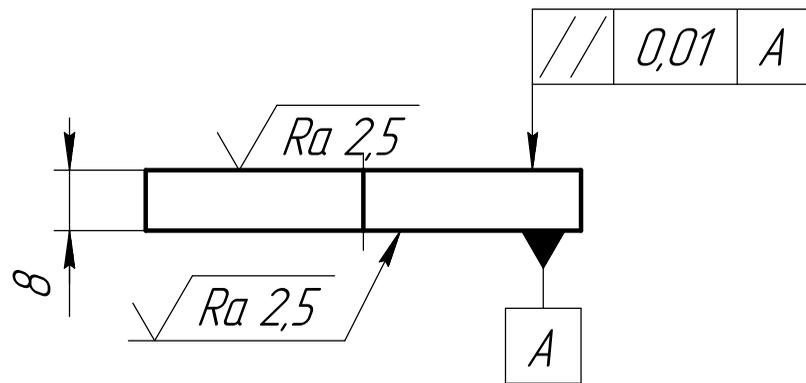
					СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП.00.00.00			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Устройство для контактного заневоливания пружин	Литера	Лист	Листов
Разраб.		Фернанду А.Ж.				У	1	2
Провер.		Землянщина Н.Ю.						
Консульт.		Землянщина Н.Ю.						
Н. контр.		Землянщина Н.Ю.						
Зав. каф.		Землянщина Н.Ю.						
						СКФУ КТМ-δ-о-16-2		





1. HRC 40..45.
2. Отверстия в квадратных скобках обработать совместно с деталями поз. 4, 5 и 6.
3. Неуказанные предельные отклонения: отверстий H14, валов h14, остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП.00.00.01				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Фурнанду А.Ж.			
Провер.	Землянщина Н.Ю.			
Консульт.	Землянщина Н.Ю.			
Н. контр.	Землянщина Н.Ю.			
Руковод.	Землянщина Н.Ю.			
Зав. каф.	Землянщина Н.Ю.			
Плита верхняя			Лит.	Масса
			У	3,5
			Лист	Листов 1
Сталь 45 1050-88			СКФУ	
			КТМ-д-о-16-2	

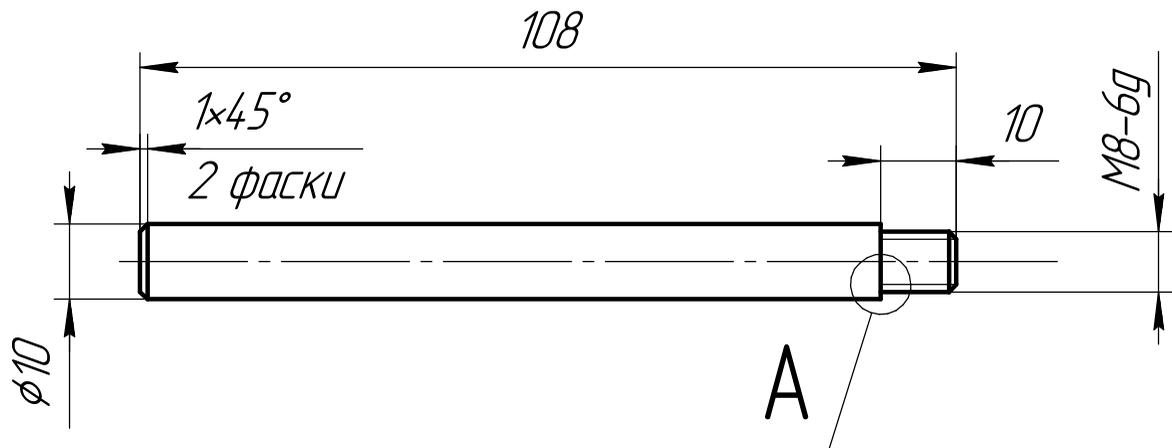


1. HRC 56...59.
2. Неуказанные предельные отклонения: валов  $h14$ , остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

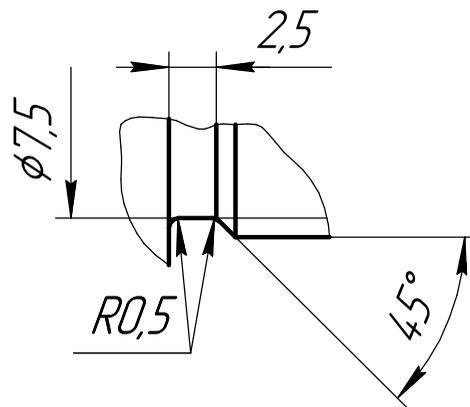
					СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП.00.00.02			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<h1>Траверса</h1>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Фернанду А.Ж.					У	0,1	1:1
Провер.	Землянцшнова Н.Ю.					Лист		
Консульт.	Землянцшнова Н.Ю.					Листов 1		
Н. контр.	Землянцшнова Н.Ю.					СКФУ		
Руковод.	Землянцшнова Н.Ю.				КТМ-δ-о-16-2			
Зав. каф.	Землянцшнова Н.Ю.				Сталь У10А ГОСТ 1435-90			

СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП.00.00.03

$\sqrt{Rz 40 (\checkmark)}$



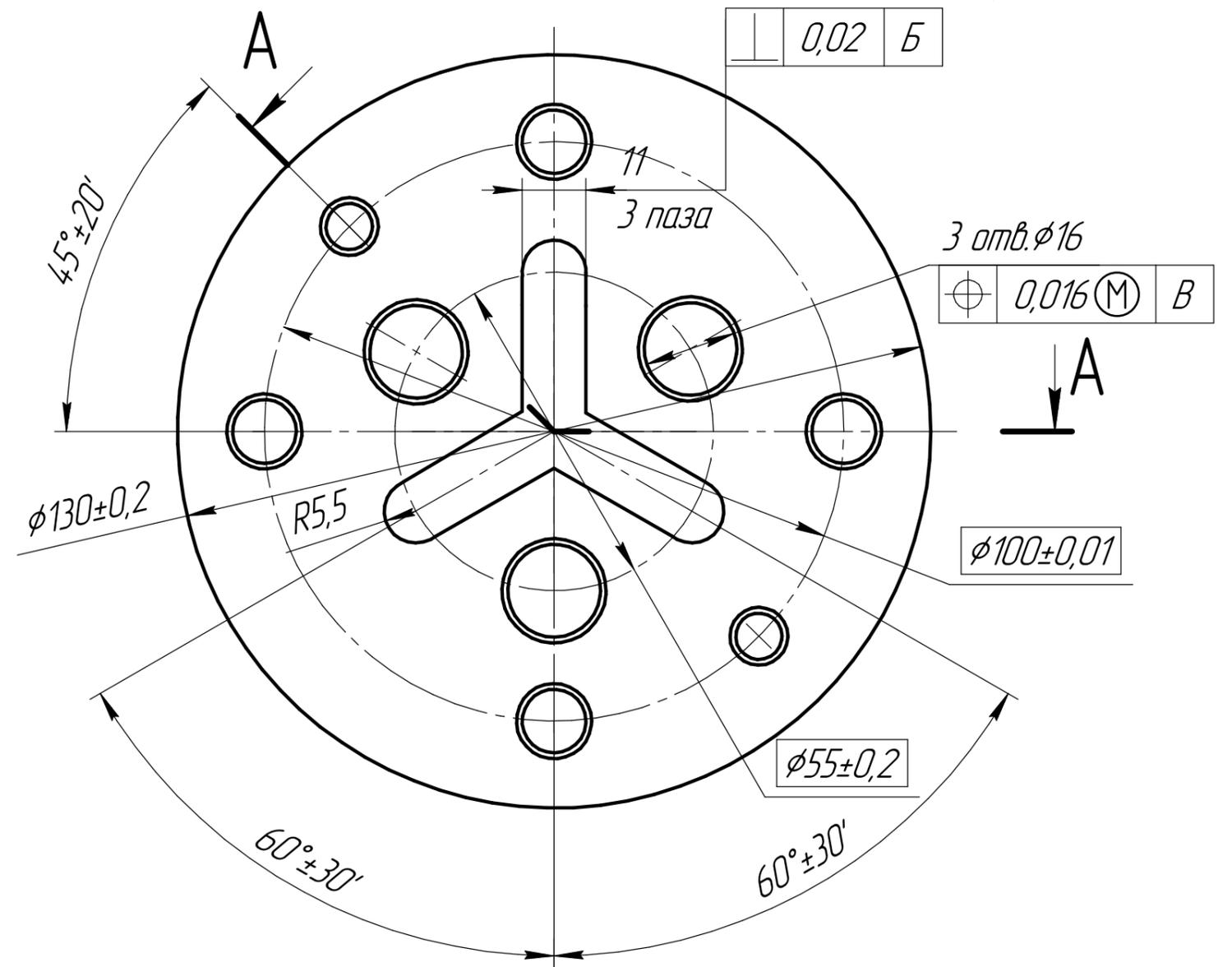
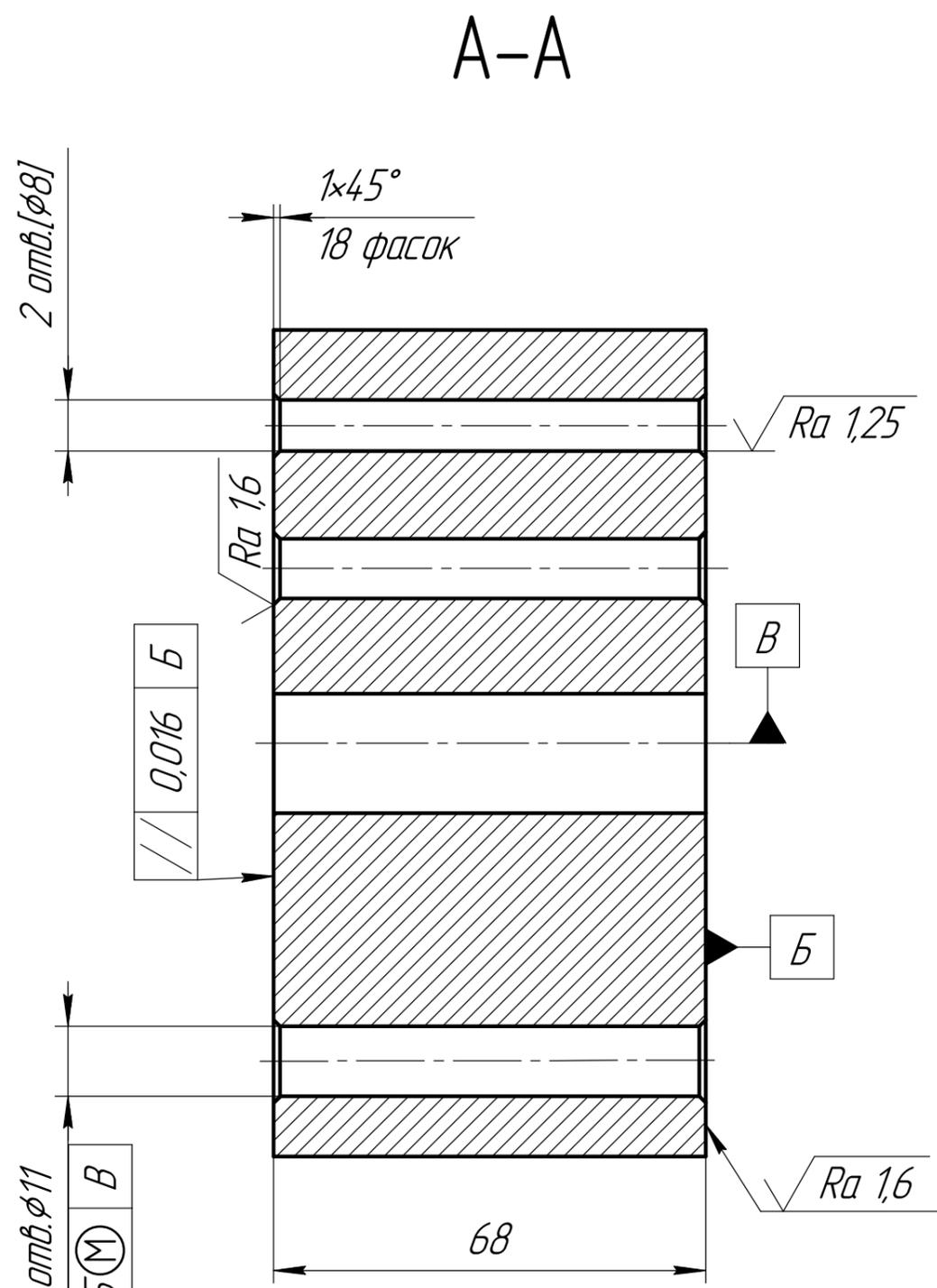
A (2,5:1)



1. HRC 48...52.
2. Неуказанные предельные отклонения: валов h14, остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

					СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП.00.00.03			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<h1>Толкатель</h1>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Фернанду А.Ж.				У	0,06	1:1
Провер.		Землянцшнова Н.Ю.				Лист		
Консульт.		Землянцшнова Н.Ю.				Листов 1		
Н. контр.		Землянцшнова Н.Ю.				СКФУ		
Руковод.		Землянцшнова Н.Ю.			КТМ-д-о-16-2			
Зав. каф.		Землянцшнова Н.Ю.			Сталь У10А ГОСТ 1435-90			

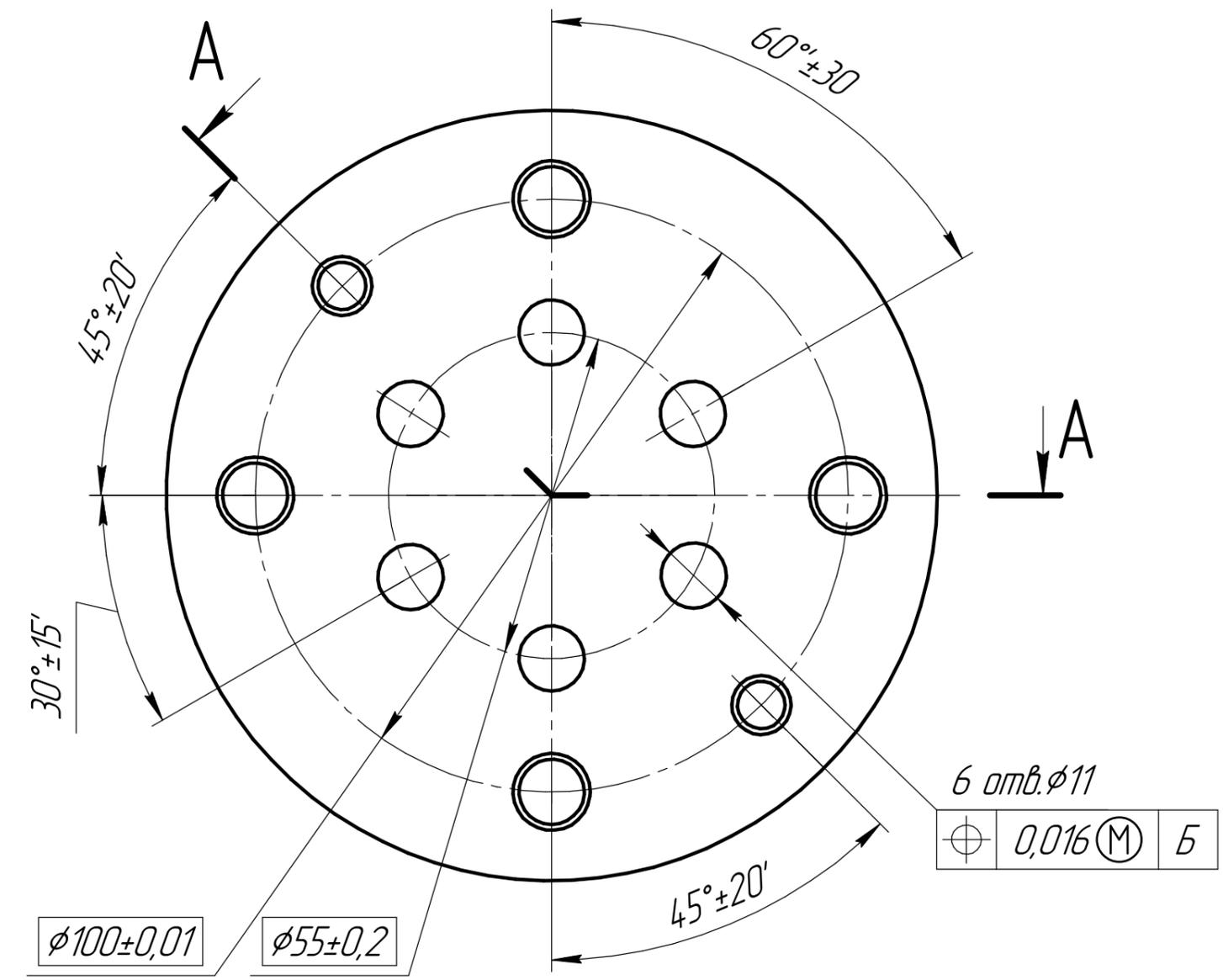
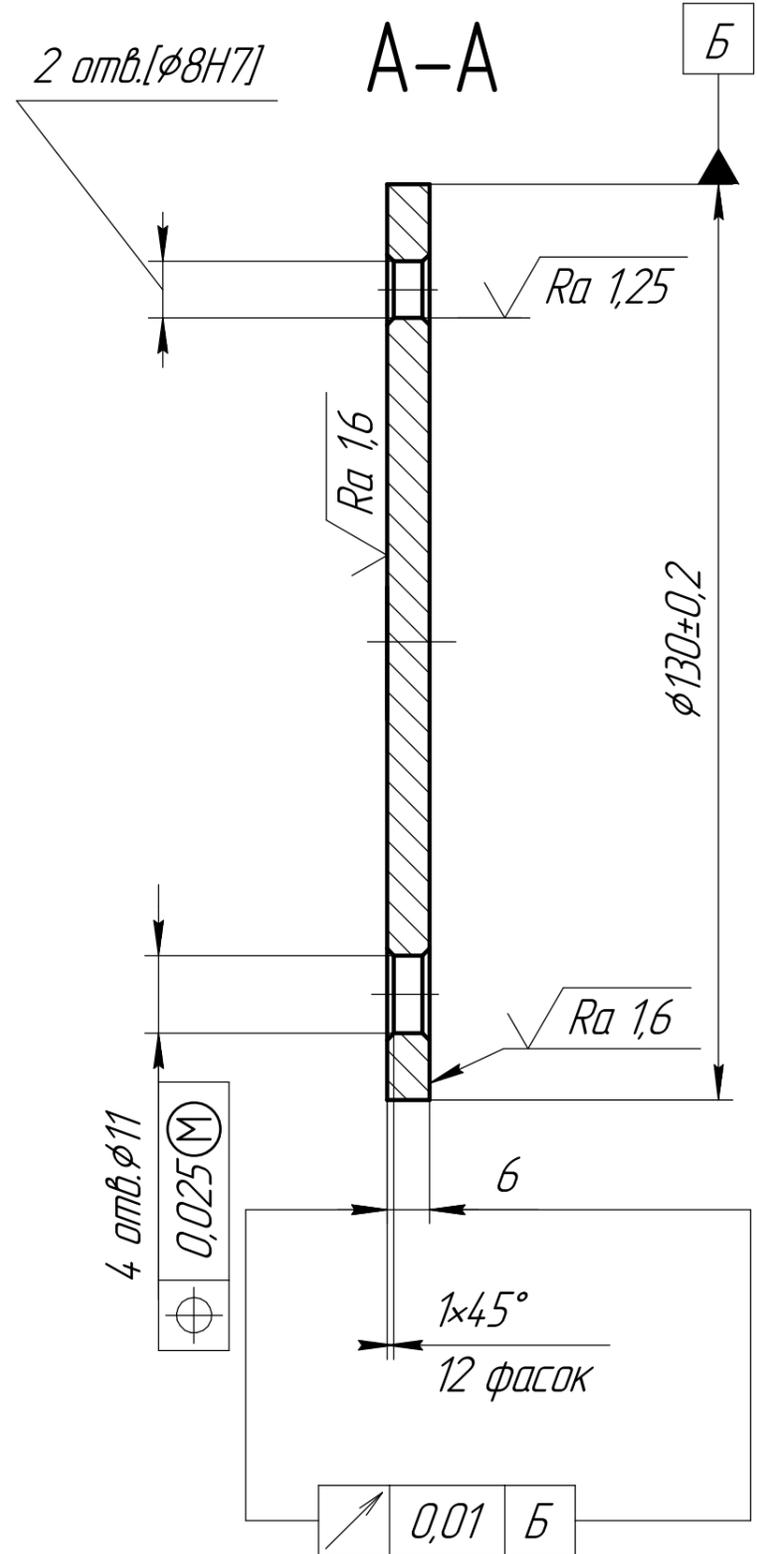
$\sqrt{Rz 40 (\checkmark)}$



1. HRC 40...45.
2. Размер в квадратных скобках обработать совместно с деталями поз. 1, 5 и 6.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий H14, валов h14, остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

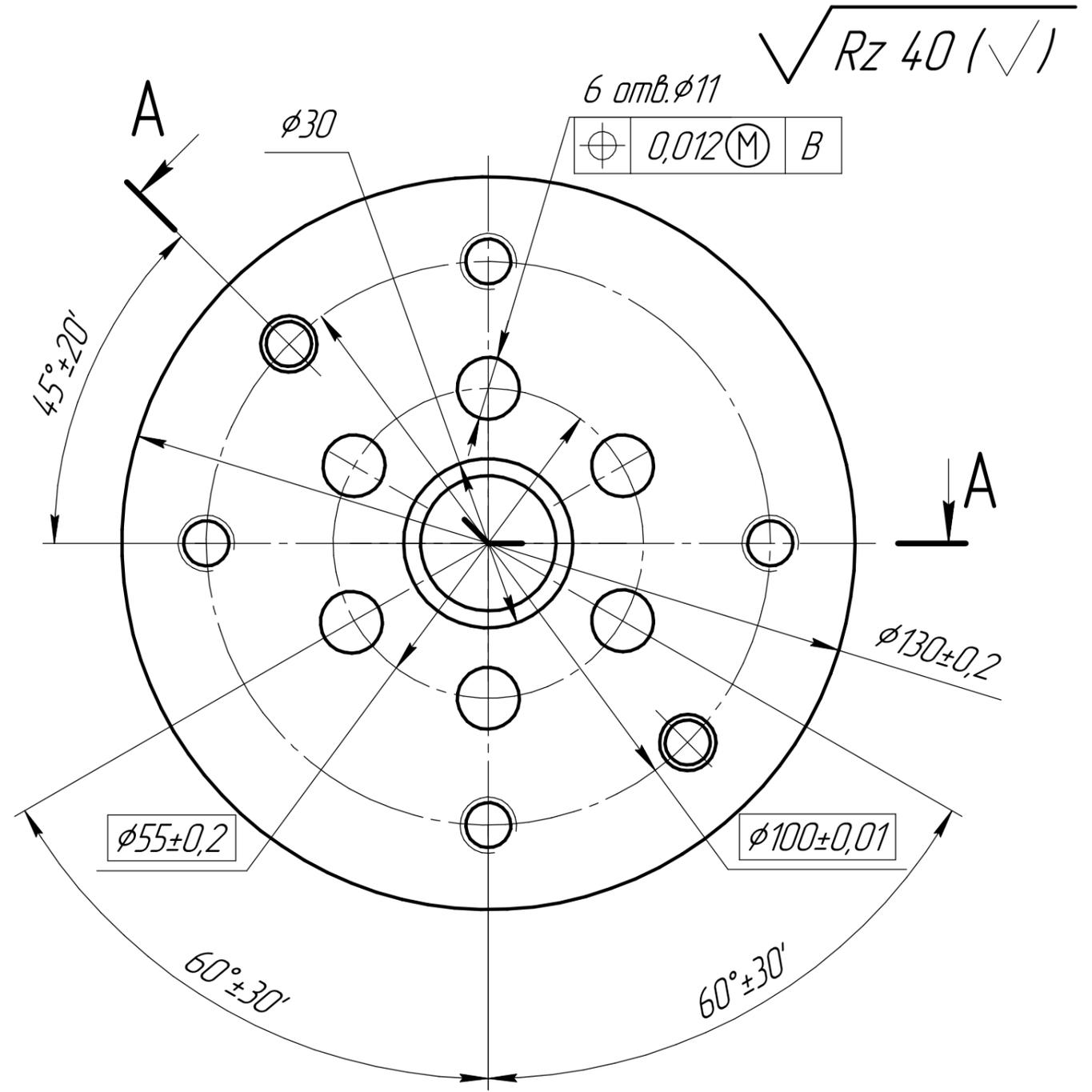
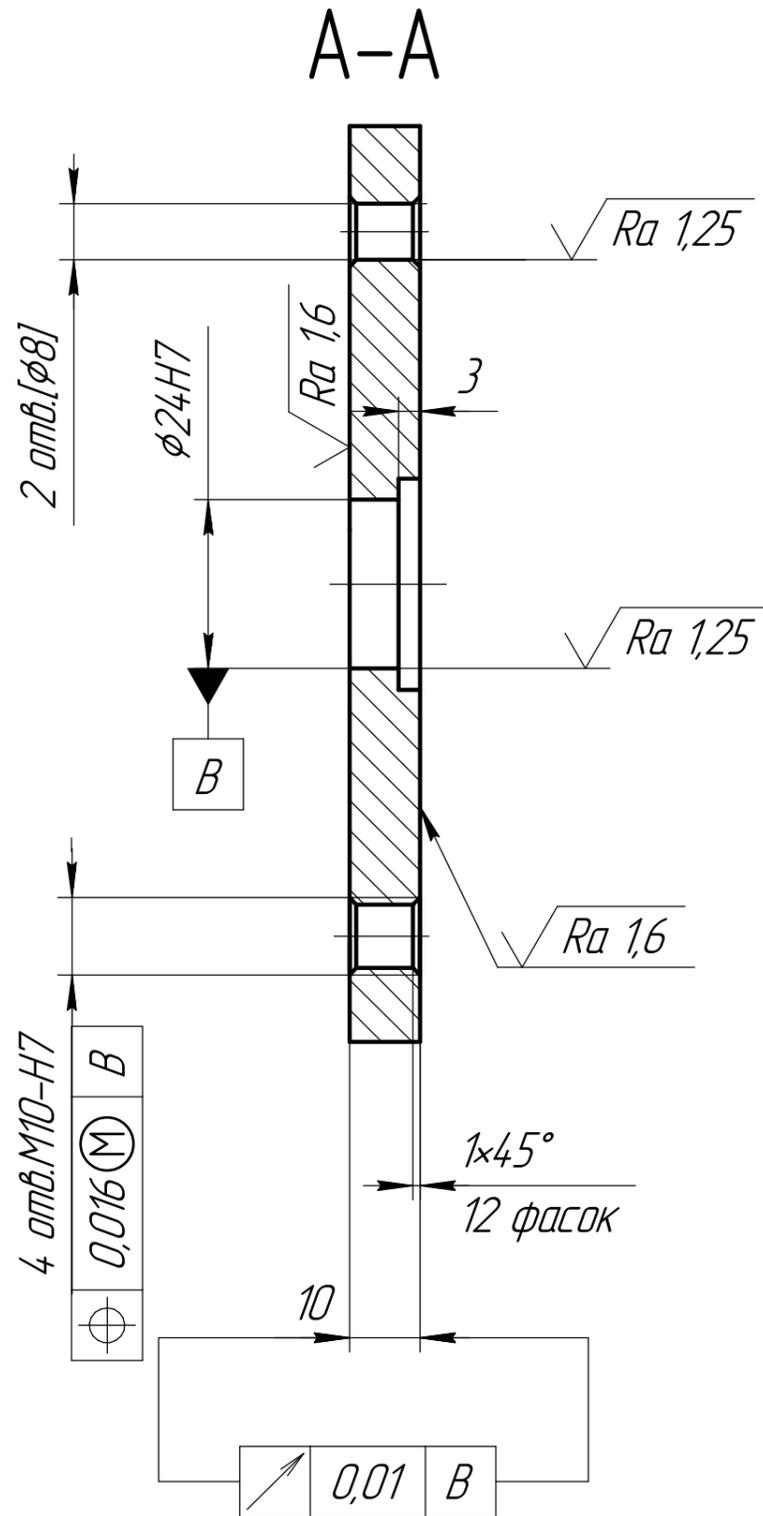
				СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП.00.00.04				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Плита промежуточная</b>  <b>Сталь 45 1050-88</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Фернанду А.Ж.				У	6,5	1:1
Провер.		Землянщина Н.Ю.				Лист	Листов 1	
Консульт.		Землянщина Н.Ю.						
Н. контр.		Землянщина Н.Ю.						
Руковод.		Землянщина Н.Ю.						
Зав. каф.		Землянщина Н.Ю.						

$\sqrt{Rz\ 40\ (\checkmark)}$



1. HRC 40...45.
2. Размер в квадратных скобках обработать совместно с деталями поз. 1, 4 и 6.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров:  $H14, h14, \pm \frac{IT14}{2}$ .

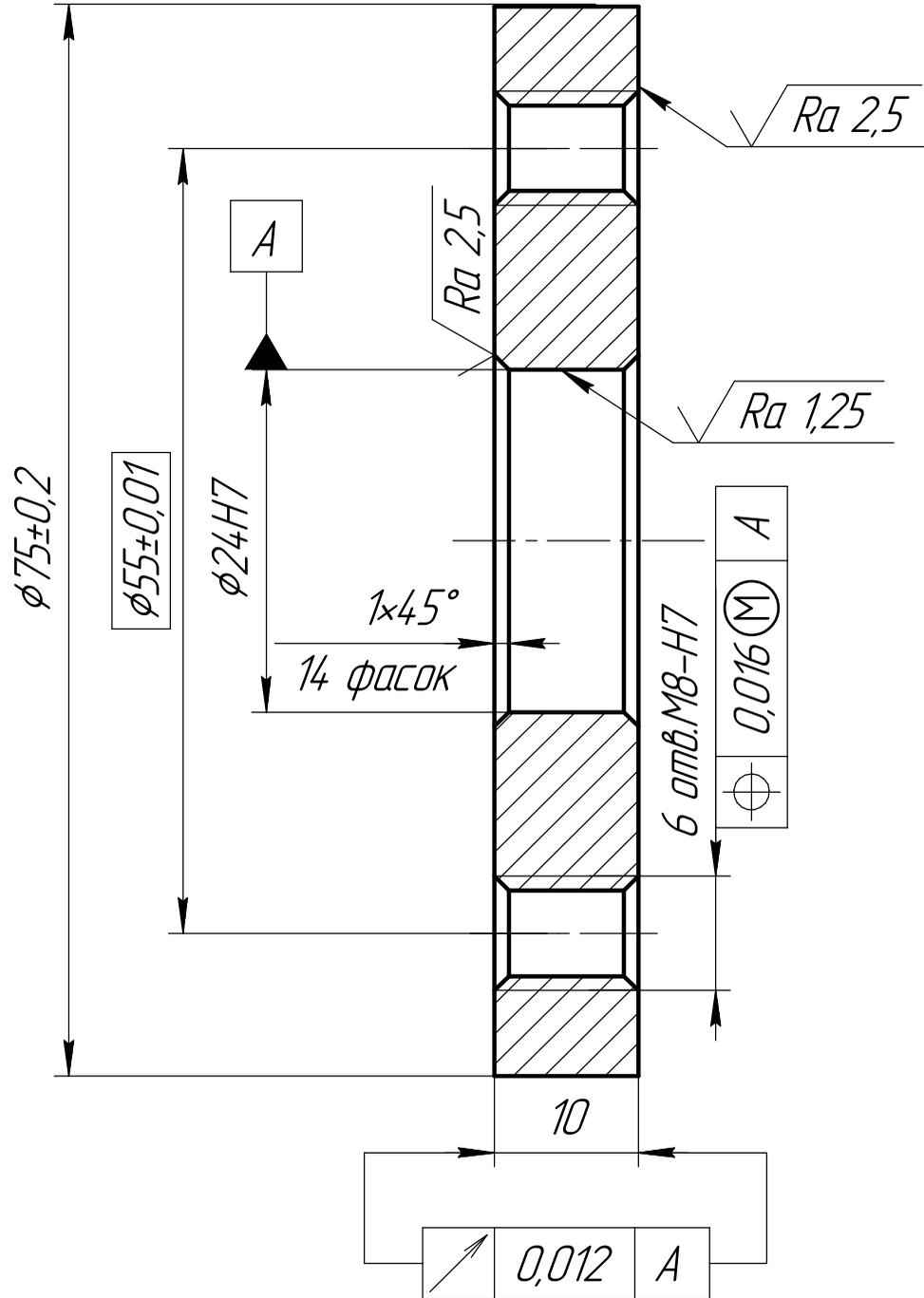
					СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП.00.00.05			
					<h1>Прокладка</h1>	Лист	Масса	Масштаб
						у	0,6	1:1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист		Листов 1	
Разраб.		Фернанду А.Ж.						
Провер.		Землянщина Н.Ю.						
Консульт.		Землянщина Н.Ю.						
Н. контр.		Землянщина Н.Ю.						
Руковод.		Землянщина Н.Ю.						
Зав. каф.		Землянщина Н.Ю.						
					Сталь 45 1050-88		СКФУ КТМ-д-о-16-2	



1. HRC 40..45.
2. \* Отверстия обработать совместно с деталями поз. 1, 4 и 6.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, h14, ±  $\frac{IT14}{2}$ .

				СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20УКЗП.00.00.06				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пуансонодержатель	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Фернанду А.Ж.					У	1,0	1:1
Провер.	Землянщина Н.Ю.					Лист	Листов 1	
Консульт.	Землянщина Н.Ю.					Сталь 45 1050-88		
Н. контр.	Землянщина Н.Ю.					СКФУ КТМ-δ-о-16-2		
Руковод.	Землянщина Н.Ю.							
Зав. каф.	Землянщина Н.Ю.							

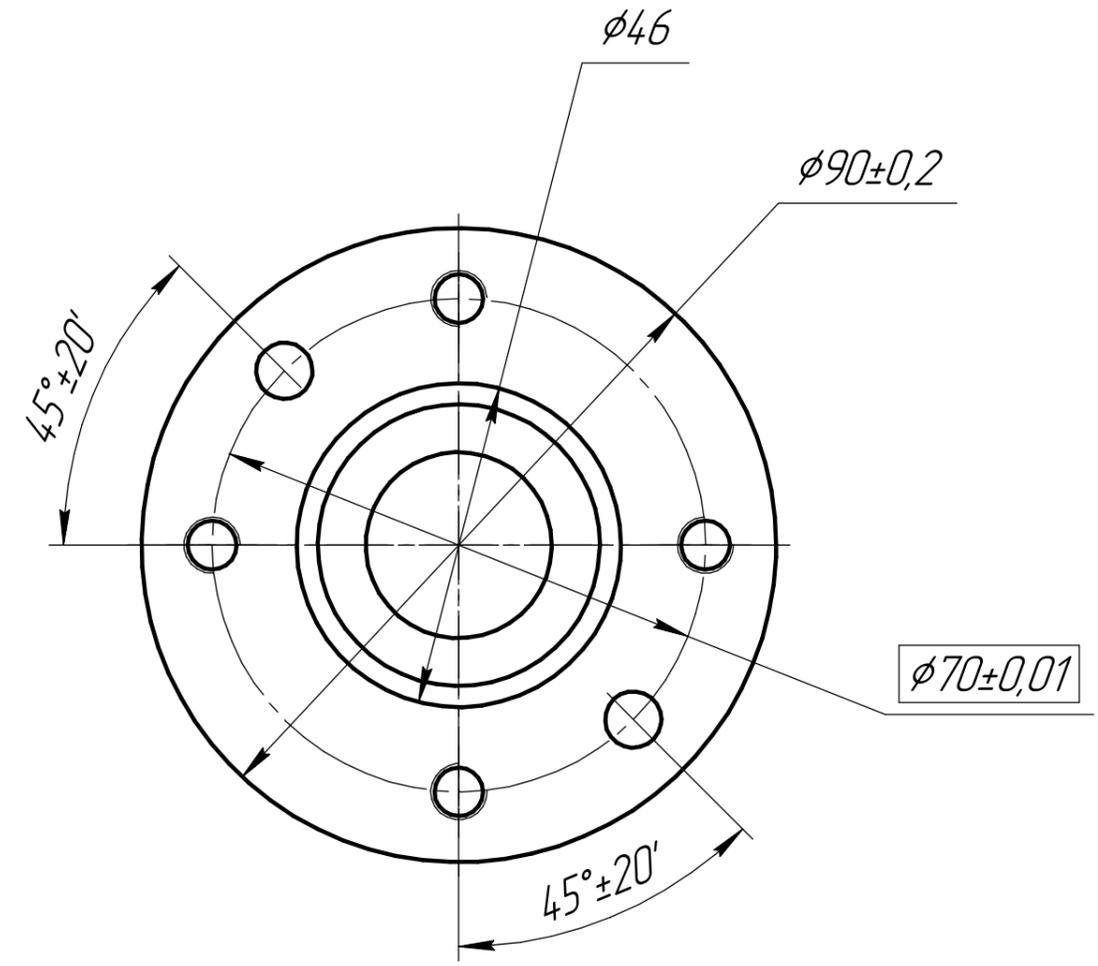
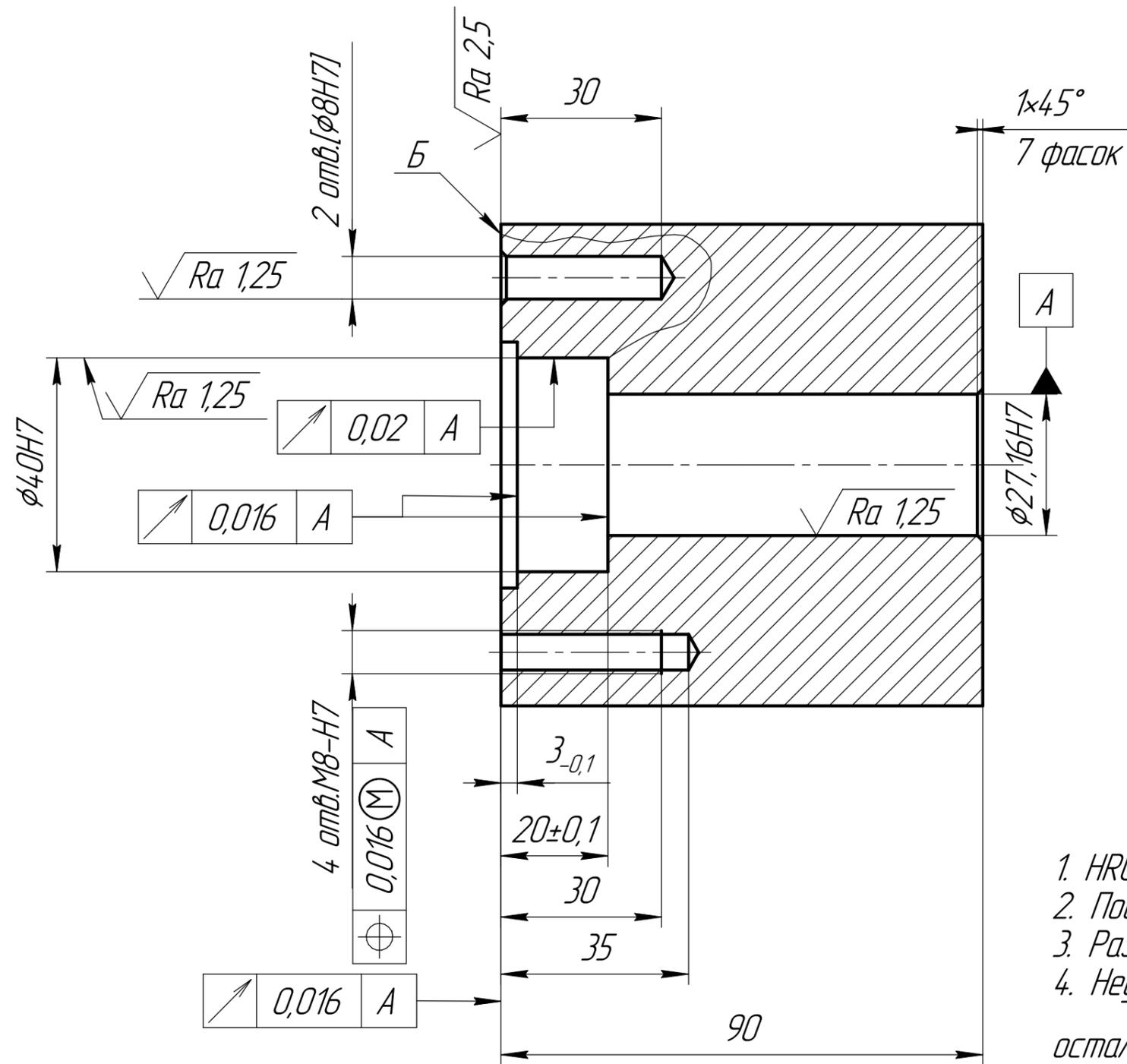
$\sqrt{Rz\ 40\ (\checkmark)}$



1. HRC 40..45.

2. Неуказанные предельные отклонения размеров:  $H14, h14, \pm \frac{IT14}{2}$ .

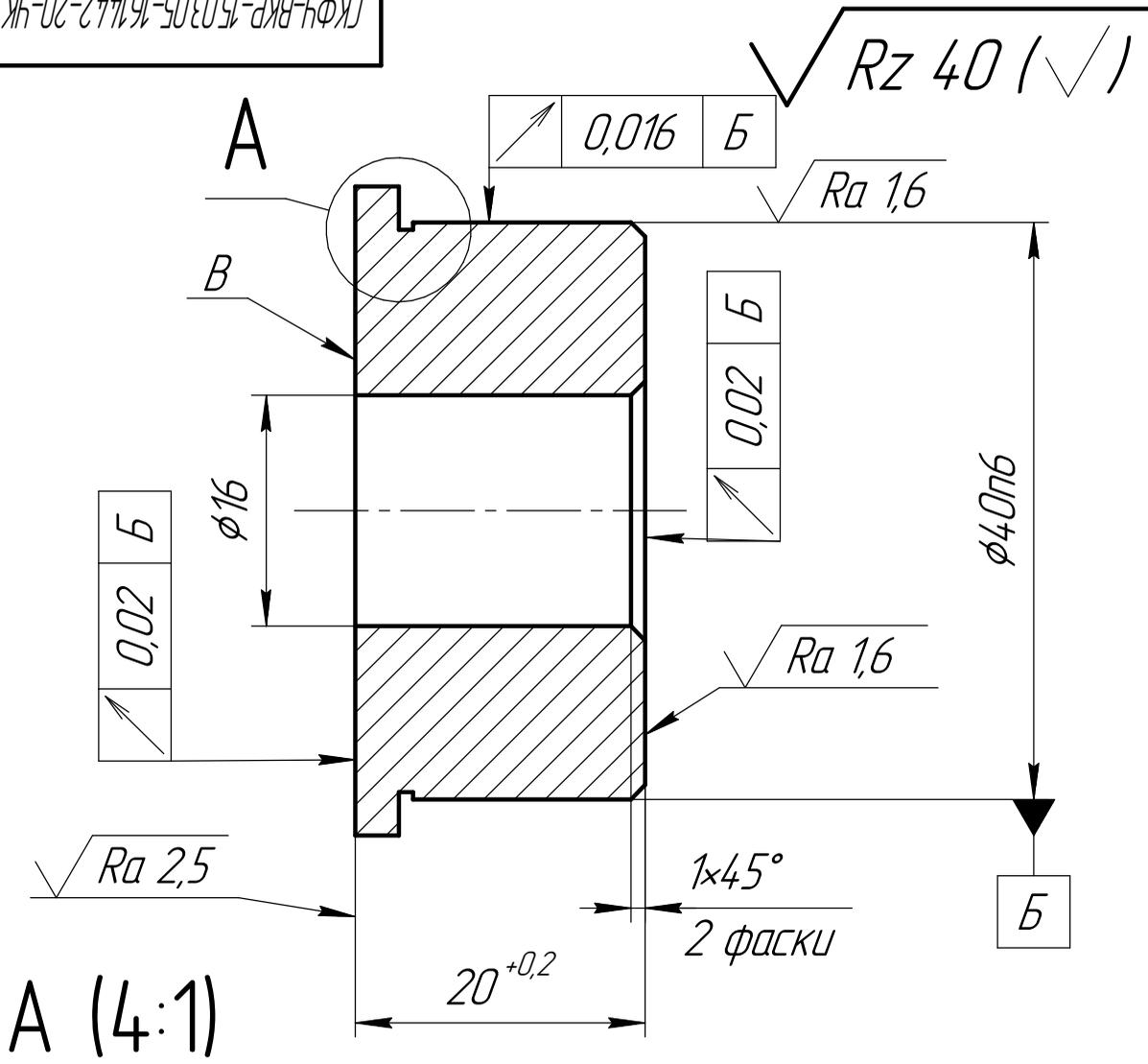
					СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП.00.00.07			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Плита подвижная	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Фернанду А.Ж.					У	0,3	2:1
Провер.	Землянщина Н.Ю.					Лист	Листов 1	
Консульт.	Землянщина Н.Ю.					Сталь 45 1050-88		
Н. контр.	Землянщина Н.Ю.					СКФУ КТМ-δ-о-16-2		
Руковод.	Землянщина Н.Ю.							
Зав. каф.	Землянщина Н.Ю.							



1. HRC 56..61.
2. Поверхность Б обработать совместно с деталью поз. 9.
3. Размер в квадратных скобках обработать совместно с деталью поз. 10.
4. Неуказанные предельные отклонения: отверстий H14, валов h14, остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

					СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП.00.00.08			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<h1>Стакан</h1>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Фернанду А.Ж.				У	3,9	1:1
Провер.		Землянщина Н.Ю.						
Консульт.		Землянщина Н.Ю.						
Н. контр.		Землянщина Н.Ю.						
Руковод.		Землянщина Н.Ю.						
Зав. каф.		Землянщина Н.Ю.						
					Сталь У10А ГОСТ 1435-90	СКФУ КТМ-д-о-16-2		

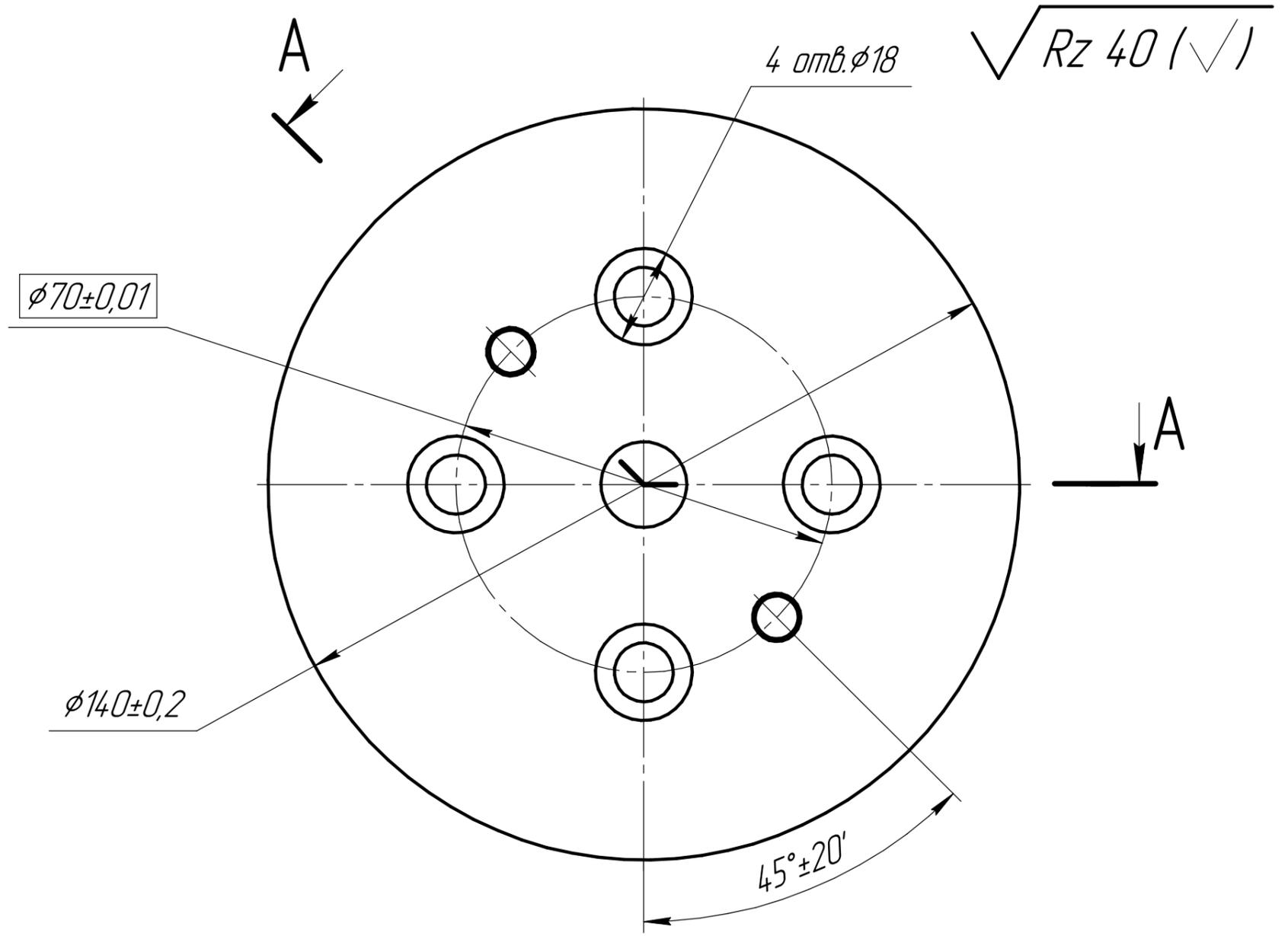
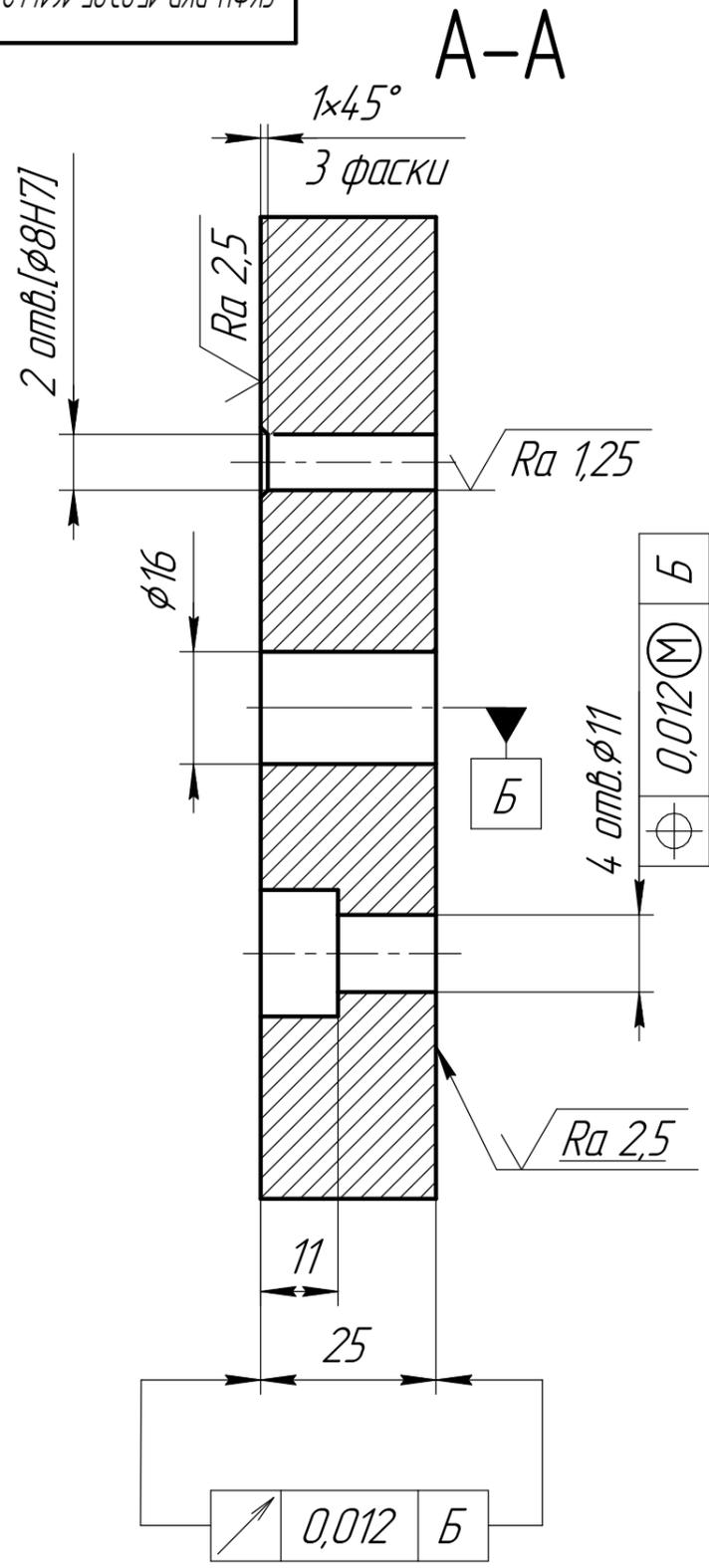
СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП.00.00.09



1. HRC 56...59.
2. Поверхность В обработать совместно с деталью поз. 8.
3. Неуказанные предельные отклонения: отверстий H14, валов h14, остальных  $\pm IT14/2$ .

					СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП.00.00.09			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<h1>Вкладыш</h1>	Лит.	Масса	Масштаб
						У	0,16	2:1
Разраб.		Фернанду А.Ж.				Лист		Листов 1
Провер.		Земляншина Н.Ю.				СКФУ		
Консульт.		Земляншина Н.Ю.				КТМ-д-о-16-2		
Н. контр.		Земляншина Н.Ю.						
Руковод.		Земляншина Н.Ю.						
Зав. каф.		Земляншина Н.Ю.						

X12M ГОСТ 5950-83



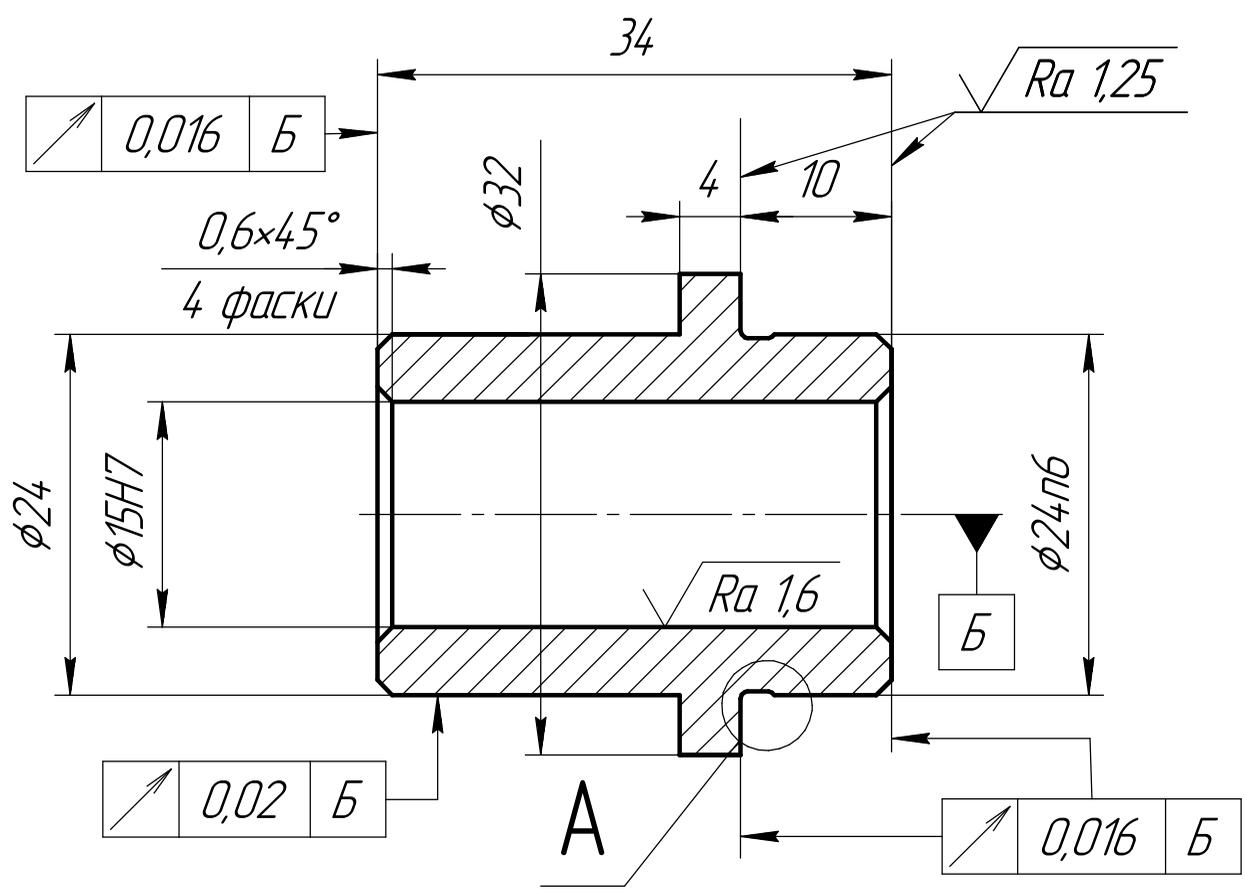
1. HRC 40..45.
2. Размер в квадратных скобках обработать совместно с деталью поз. 8
3. Неуказанные предельные отклонения: отверстий H14, валов h14, остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

					СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП.00.00.10			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Плита НИЖНЯЯ</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Фернанду А.Ж.				У	2,9	1:1
Провер.		Землянщина Н.Ю.				Лист 1		
Консульт.		Землянщина Н.Ю.						
Н. контр.		Землянщина Н.Ю.						
Руковод.		Землянщина Н.Ю.			Сталь 45 ГОСТ 1050-88			
Зав. каф.		Землянщина Н.Ю.			СКФУ КТМ-д-о-16-2			

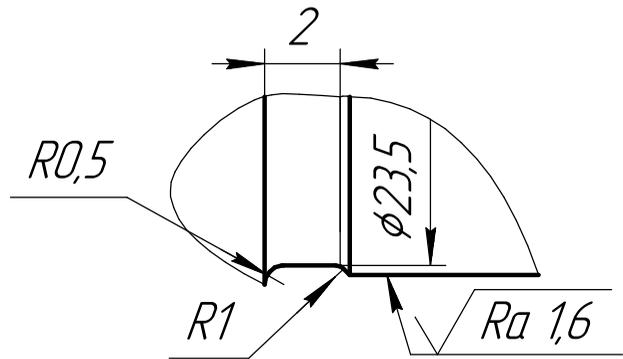


СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП.00.00.12

$\sqrt{Rz\ 40\ (\checkmark)}$



A(5:1)



1. HRC 40...45.

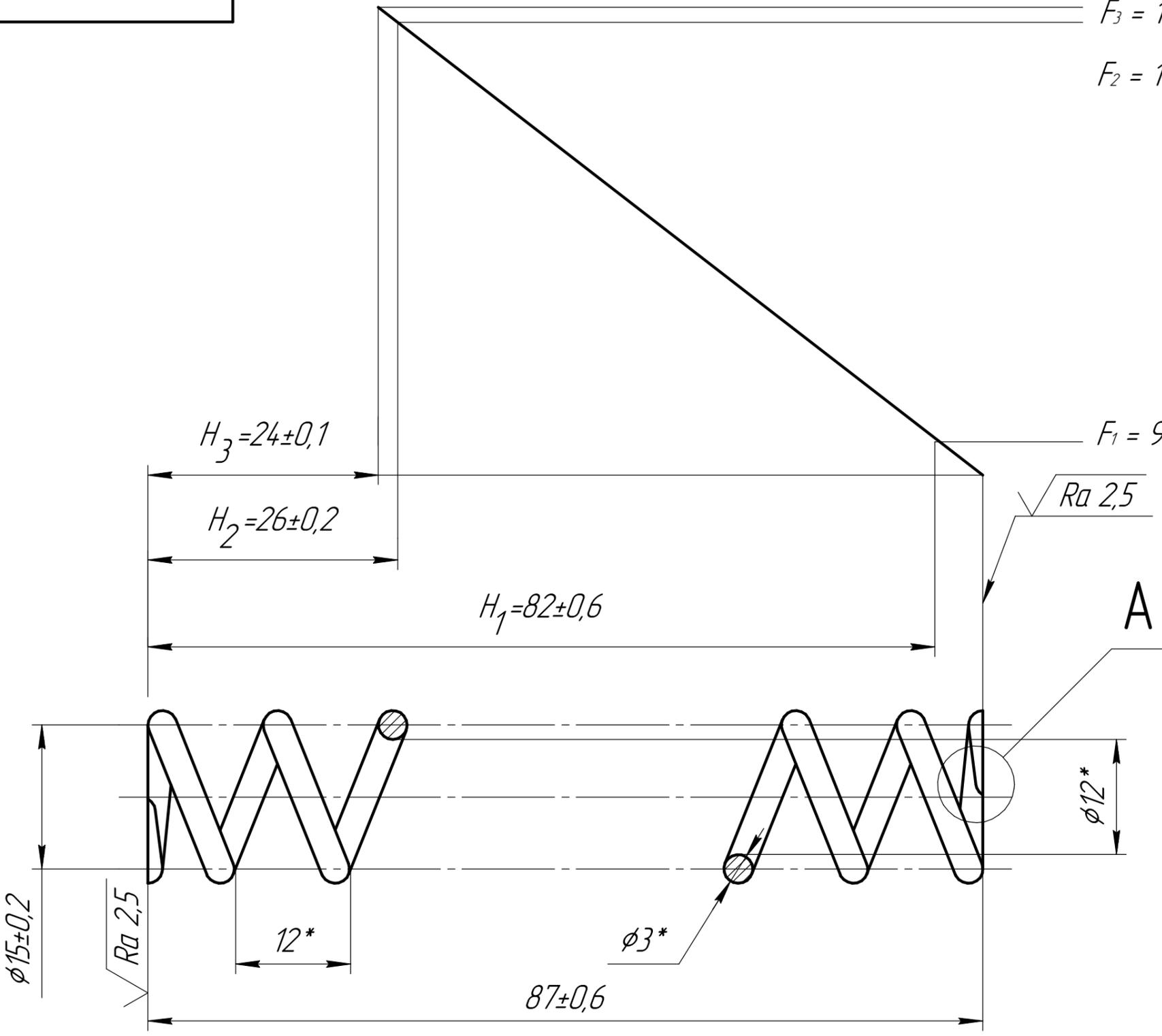
2. Неуказанные предельные отклонения: валов h14, остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

					СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП.00.00.12			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<h1>Втулка</h1>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Фернанду А.Ж.				У	0,07	2:1
Провер.		Земляншина Н.Ю.				Лист 1 / Листов 1		
Консульт.		Земляншина Н.Ю.				СКФУ		
Н. контр.		Земляншина Н.Ю.				КТМ-д-о-16-2		
Руковод.		Земляншина Н.Ю.			Х12М ГОСТ 5950-83			
Зав. каф.		Земляншина Н.Ю.						

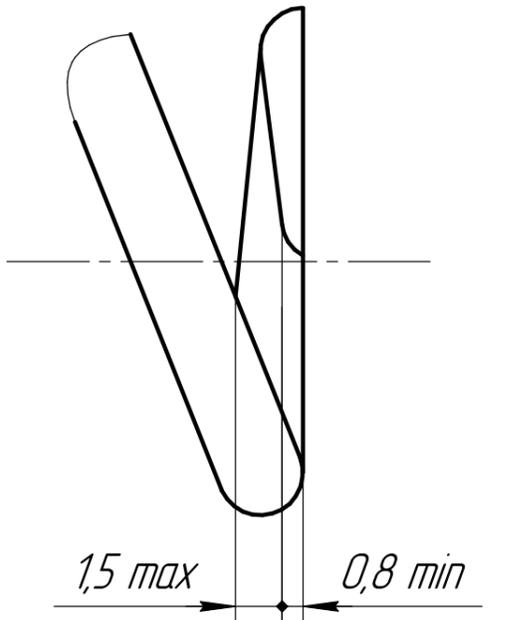


$F_3 = 1192 \pm 119 \text{ Н}$

$F_2 = 1132 \pm 113 \text{ Н}$



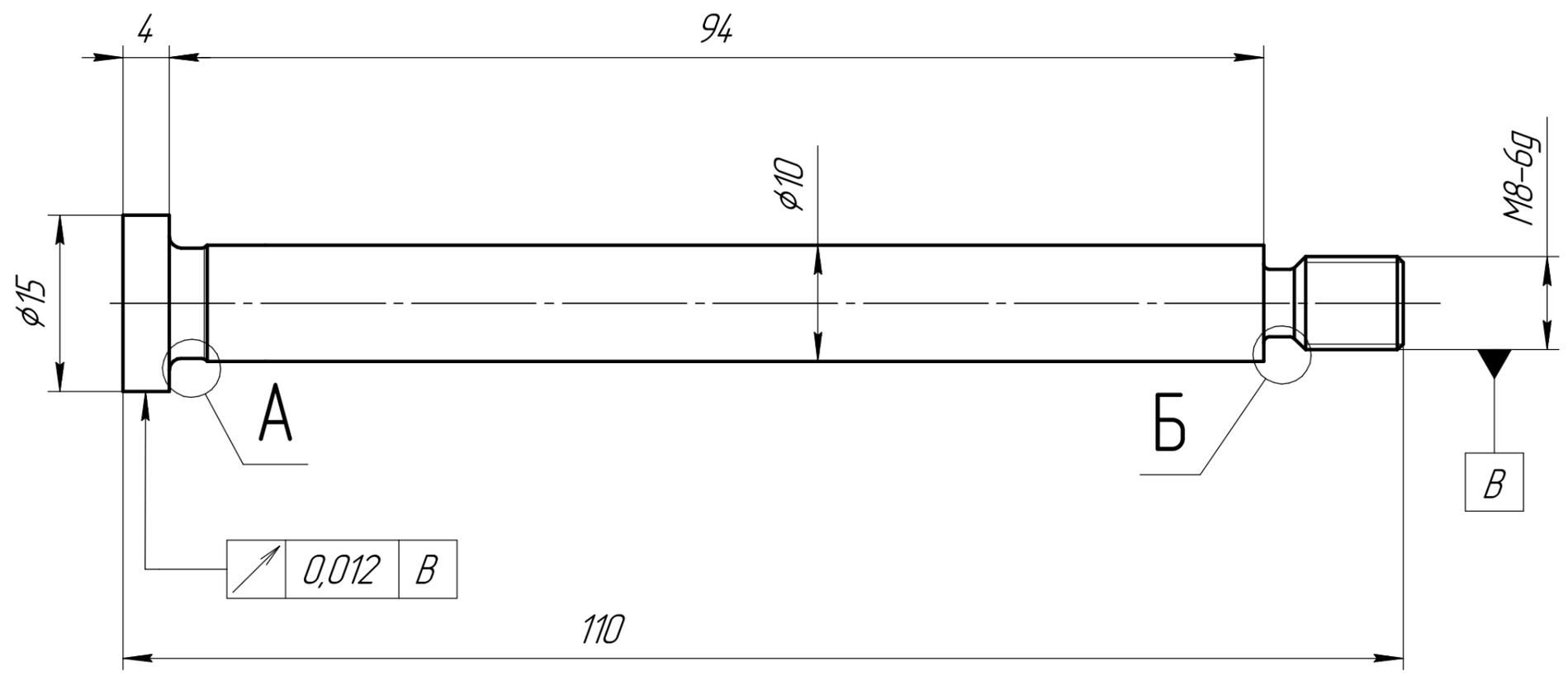
A(4:1)



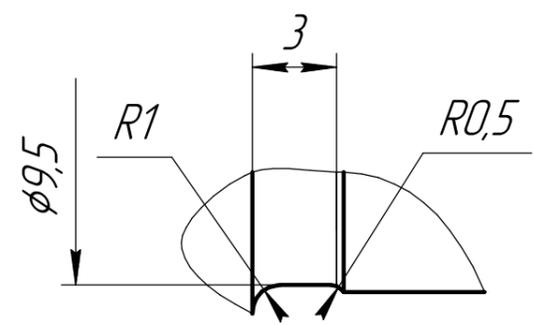
$F_1 = 95 \pm 9 \text{ Н}$

1. \* Размер для справок.
2. Полное число витков 8,5.
3. Рабочее число витков 7.
4. Направление навивки правое.
5. Заневоливание на 24 часа.
6. Остальные технические требования по ГОСТ 16118-90

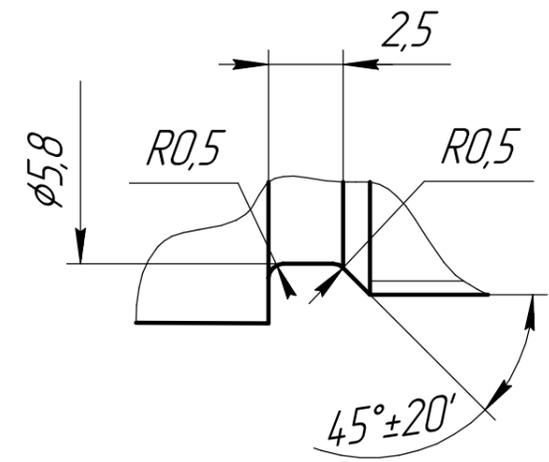
					СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП.00.00.13			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Пружина</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Фернанду А.Ж.				У	0,02	2:1
Провер.		Земляншина Н.Ю.						
Консульт.		Земляншина Н.Ю.						
Н. контр.		Земляншина Н.Ю.						
Руковод.		Земляншина Н.Ю.						
Зав. каф.		Земляншина Н.Ю.						
					60С2 ГОСТ 14959-89			
					Лист 1 из 1			
					СКФУ КТМ-д-о-16-2			



A(4:1)



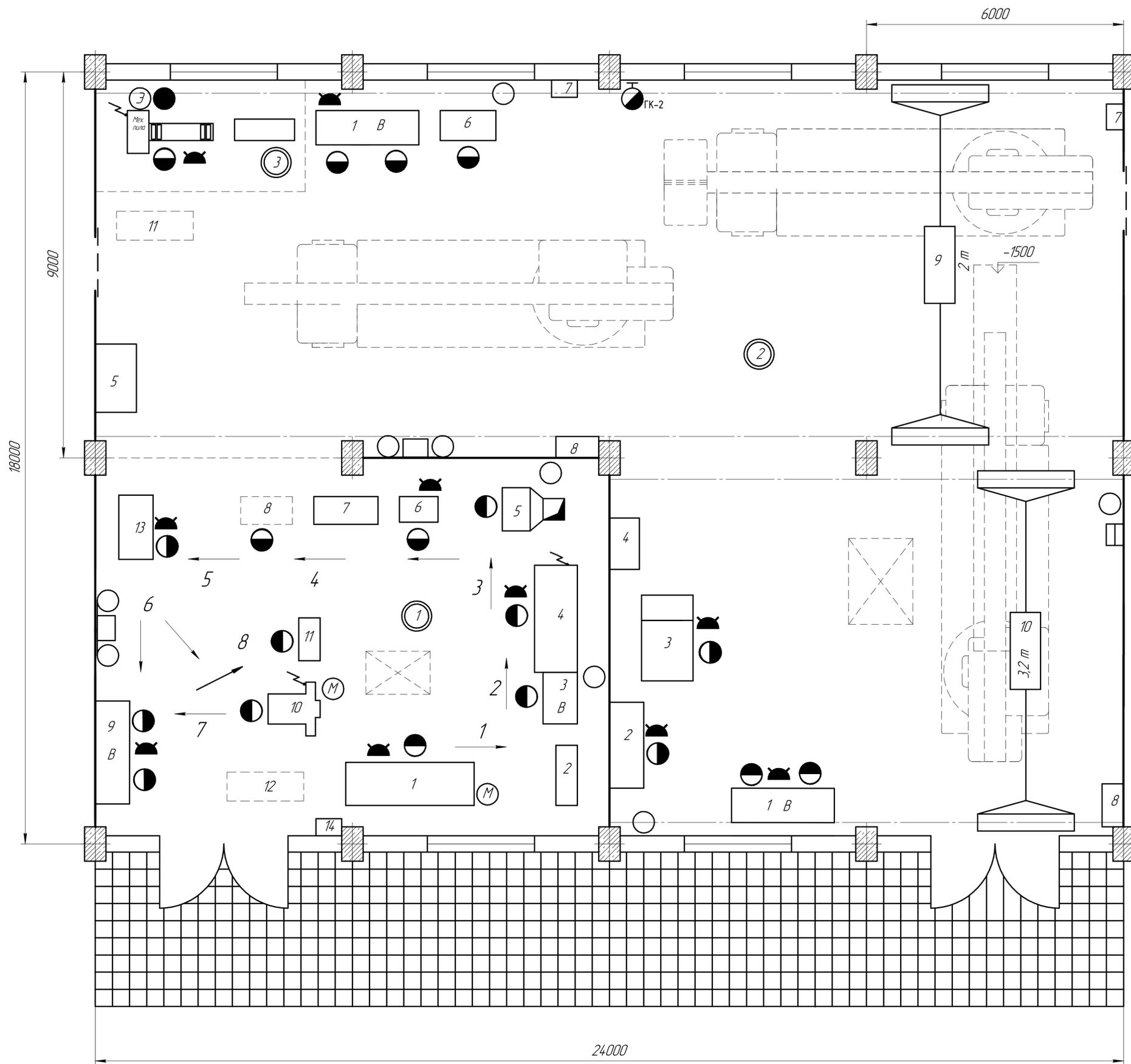
B(4:1)



1. HRC 45...48.  
 2. Неуказанные предельные отклонения: валов  $h14$ , остальных  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

				СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20-УКЗП.00.00.14				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Винт ступенчатый</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Фернанду А.Ж.					У	0,07	2:1
Провер.	Землянщина Н.Ю.					Лист		
Консульт.	Землянщина Н.Ю.					Листов 1		
Н. контр.	Землянщина Н.Ю.							
Руковод.	Землянщина Н.Ю.				Сталь У10А ГОСТ 1435-90	СКФУ КТМ-д-о-16-2		
Зав. каф.	Землянщина Н.Ю.							





Условные обозначения

- Потребитель электроэнергии
- Подвод сжатого воздуха
- Подвод эмульсии
- Подвод масла
- Местное освещение
- Рабочее место
- Люк
- Противопожарный кран ГК-2
- Огнетушитель ОП-5, ОПХ, ОУ-2
- Ящик с песком
- Номер участка
- Обозначение оборудования
- Место для узлов и деталей
- Верстак
- Металлическая перегородка
- Железобетонная колонна
- Капитальная стена
- Бетонная площадка
- Окно
- Раздвижные металлические двери
- Граница неогороженного участка
- Ворота
- Передвижное оборудование
- Перемещение деталей гидрозамка по ходу технологического процесса
- Противопожарный щит с набором инвентаря

Зона	Поз.	Наименование	Примечание
	1	Участок ремонта гидросистем	
	2	Ремонтно-монтажный участок	
	3	Заготовительный участок	

СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
Разраб.	Фернанду А.К.		
Пробер.	Земляникова И.		
Консульт.	Земляникова И.		
Н. контр.	Земляникова И.		
Руковод.	Земляникова И.		
Утв.	Земляникова И.		

Планировка участков ремонта гидросистем и ремонтно-монтажного		
Лит.	Масштаб	Масштаб
У	—	150
Лист		Листов 1
СКФУ КТМ-д-а-16-2		

<b>Показатели</b>	<b>Значение показателей</b>		<b>Отношение проектируемого к базовому, %</b>
	<i>Базового участка</i>	<i>Проектируемого участка</i>	
<i>Трудоемкость ремонтов, чел.ч./год</i>	73564,38	73963,38	100,5
<i>Численность производственных рабочих, чел.</i>	43	37	86
<i>Годовые издержки по предприятию, тыс. руб.</i>	16321,93	11756,08	72,0
<i>Себестоимость условного ремонта, тыс. руб./усл. рем.</i>	347,36	321,43	92,5
<i>Экономия от снижения себестоимости условного ремонта, тыс. руб.</i>	-	6394,38	-
<i>Приведенные издержки по предприятию, тыс. руб.</i>	88775,25	82951,98	93,4
<i>Капитальные вложения, тыс. руб.</i>	23980,37	24707,88	103,0
<i>Годовой экономический эффект, тыс. руб./год</i>	-	6304,76	-
<i>Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений с учетом ЧДД, лет</i>	-	4,2	-

					СКФУ-ВКР-15.03.05-161442-20			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Технико-экономические показатели проекта	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Формат	АХ				у	—	—
Проблр.	Землеустройство					Лист	Листов 1	
Консульт.	Землеустройство					СКФУ		
И. контр.	Землеустройство					КТМ-б-а-16-2		
Руковод.	Землеустройство							
Утв.	Землеустройство							