Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А И. Демченко

«____» _____ 2016 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

150205 – «Оборудование и технология повышения износостойкости деталей машин и аппаратов»

РАЗРАБОТКА РАБОЧЕГО МЕХАНИЗМА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ РАЗНЫХ ДИАМЕТРОВ ПРИ БЕСТРАНШЕЙНОМ РЕМОНТЕ

Пояснительная записка

Руководитель	_____	_____	А.А.Шайхадинов
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		О.В. Володин
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Рецензент	_____	_____	_____
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Консультанты: Организационно-экономический раздел	_____	_____	Е.Е. Качуровская
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Раздел безопасность и экологичность проекта	_____	_____	О.В. Чурбакова
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	_____	С.Л. Бусыгин
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А И. Демченко
«____» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме дипломного проекта

						ДП-150205.65 071016742 ПЗ			
Разраб.	Володин О.В.			Разработка рабочего механизма для разрушения трубопроводов разных диаметров при бестраншейном ремонте		Лит	Лист	Листов
Пров.	Шайхадинов А.А.						2	
						Каф. Машиностроение		
Н. контр.	Бусыгин С.Л.							
Утв.	Демченко А.И.							

Студенту Володину Олегу Владимировичу.
Группа: ЗМТ 10–06. Направление (специальность): 150205 «Оборудование и технология повышения износостойкости деталей машин и аппаратов».
Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка рабочего механизма для разрушения трубопроводов разных диаметров при бестраншейном ремонте».
Утверждена приказом по университету № 4106/с от 25.03.2016.
Руководитель ВКР: А.А. Шайхадинов, СФУ, доцент.
Исходные данные для ВКР: 1 Базовая технология и оборудование для восстановления трубопроводов бестраншейным способом «Grundoburst» фирмы «Tracto-Technik» (Германия); 2 Лабораторные модели рабочих органов для бестраншейного ремонта трубопроводов; 3 Авторские свидетельства и патенты на устройства и способы для бестраншейного ремонта трубопроводов.
Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР):

1 Конструкторская часть (разработка рабочего органа для бестраншейного ремонта трубопроводов);

2 Технологическая часть (разработка технологии бестраншейного ремонта трубопроводов);

3 Расчетная часть (прочностные, кинематические и прочие расчеты);

4 Организационно-экономическая часть;

5 Безопасность и экологичность проекта.

Перечень графического или иллюстративного материала с указанием основных чертежей, плакатов:

1 Краткая характеристика дипломного проекта (1 лист А1);

2 Результаты патентного поиска (1 лист А1);

3 Классификация рабочих органов установок для бестраншейного ремонта трубопроводов (1 лист А1);

4 Технологическая схема бестраншейного ремонта трубопроводов (2 листа А1);

5 Общий вид комплекта оборудования для бестраншейного ремонта трубопроводов (1 лист А1);

6 Сборочные и деталировочные чертежи предлагаемого рабочего органа (4 листа А1);

7 Смета затрат на разработку рабочего органа (1 лист А1).

Консультанты по разделам:

Наименование раздела ВКР	Кафедра; инициалы, фамилия преподавателя-консультанта по разделу
1 Экономический раздел	ЭММ; Е.Е. Качуровская
2 Безопасность и экологичность проекта	БиЭП; О.В. Чурбакова

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК
выполнения ВКР

№ этапа	Срок	Текстовая часть	Графическая часть
1	с 01.03.2016	КЧП – 25 %	лист №2
	по 15.03.2016		лист №3
2	с 16.03.2016	КЧП – 50 %	лист №4
	по 31.03.2016	ТЧП – 50 %	лист №5
3	с 01.04.2016	КЧП – 25 %	лист №6
	по 15.04.2016	ТЧП – 50 %	
		РЧП – 25 %	
4	с 16.04.2016	РЧП – 50 %	лист №7
	по 30.04.2016	ОЭЧП – 25 %	лист №8
		БиЭП – 25 %	
5	с 01.05.2016	РЧП – 25 %	лист №9
	по 15.05.2016	ОЭЧП – 25 %	лист №10
		БиЭП – 25 %	
6	с 15.05.2016	ОЭЧП – 50 %	лист №11
	по 31.05.2016	БиЭП – 50 %	лист №1
Всего	на 01.06.2016	100 % по разделам	100 %

КЧП – конструкторская часть проекта
ТЧП – технологическая часть проекта
РЧП – расчетная часть проекта
БиЭП – безопасность и экологичность проекта
ОЭЧП – организационно-экономическая часть проекта

« ___ » июня 2016 г.

Руководитель ВКР _____ А.А. Шайхадинов
(подпись)

Задание принял к исполнению _____ О.В. Володин
(подпись)

РЕФЕРАТ

Текст 68 с., 21 рис., 11 табл., 35 источников, 1 прил.

БЕСТРАНШЕЙНЫЙ, РЕКОНСТРУКЦИЯ, РЕМОНТ, РАБОЧИЙ МЕХАНИЗМ, ТРУБОПРОВОДЫ, РЕЗКА ТРУБ, РАЗРУШЕНИЕ ТРУБ, РАЗНЫЕ ДИАМЕТРЫ.

Объектом исследования является рабочий механизм для разрушения трубопроводов при их бестраншейном ремонте.

Цель работы – разработка эффективного оборудования для бестраншейного ремонта более широкого диапазона диаметров трубопроводов.

В процессе работы составлена классификация рабочих органов установок для бестраншейного ремонта трубопроводов. Предложена принципиально новая конструкция рабочего органа установок для бестраншейного ремонта старых трубопроводов разных диаметров. Разработаны сборочные и деталировочные чертежи этого рабочего органа. Даны предложения по охране труда и защите окружающей среды. Произведен расчет затрат на изготовление предлагаемого рабочего органа установок для бестраншейного ремонта трубопроводов и определен экономический эффект от внедрения результатов работы.

Преимущество разработанного рабочего органа по сравнению с базовым заключается в том, что в нем расширен диапазон диаметров ремонтируемых трубопроводов за счет возможности изменения положения вилок с дисковыми ножами и частей усеченного конуса расширителя в соответствии с диаметром разрушаемого старого трубопровода и диаметром протаскиваемого нового трубопровода.

Ожидаемое внедрение: ООО «Коммунальные технологии и строительство», г. Красноярск – служба генерального подрядчика ООО «Краском» (бывший Красноярский МУПП «Водоканал») и учебный процесс Сибирского федерального университета.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение…… 8

1 Результаты изучения литературно-патентного поиска существующих рабочих органов для бестраншейного ремонта трубопроводов…….. 9

1.1 Результаты изучения литературного обзора и классификация существующих рабочих органов для бестраншейного ремонта трубопроводов 9

1.2 Результаты изучения производственного опыта……..... 11

1.3 Результаты изучения патентного поиска……..... 13

1.4 Выводы по главе 1, цель и задачи дипломного проектирования 24

2 Описание предлагаемого технического решения..... 25

2.1 Конструкция предлагаемого рабочего органа……..... 25

2.2 Принцип действия предлагаемого рабочего органа……. 27

3 Определение параметров и расчет рабочего органа…… 28

3.1 Расчет усилия сопротивления перемещению рабочего органа при бестраншейном ремонте трубопроводов…… 28

3.2 Определение конструктивной производительности рабочего органа 32

3.3 Расчет потребной мощности двигателя силовой установки…... 33

3.4 Определение диаметра составных штанг…….. 34

3.5 Расчет опорной оси дискового ножа на срез……. 34

3.6 Подбор посадки подшипника скольжения…… 35

3.7 Расчет соединения болт–гайка на срез витков резьбы……. 38

4 Организационно-экономический раздел…….. 39

4.1 Трудоемкость разработки дипломного проекта……..... 39

4.2 Расчет затрат на разработку дипломного проекта…… 40

4.2.1 Материальные затраты……... 40

4.2.2 Затраты на оплату труда……. 41

4.2.3 Отчисления на социальные нужды……... 43

4.2.4 Амортизация основных фондов……. 43

4.2.5 Прочие затраты…… 44

4.3 Возможная (отпускная) цена…….. 45
4.4 Расчет себестоимости продукции (выполнения работ) на планируемом для условий предприятия оборудовании……... 46
4.4.1 Затраты на материалы……. 46
4.4.2 Основная заработная плата…… 47
4.4.3 Дополнительная заработная плата…… 48
4.4.4 Полная заработная плата…… 49
4.4.5 Затраты на износ (амортизацию) оборудования…..... 49
4.4.6 Затраты на все виды ремонта……. 50
4.1.7 Затраты на энергоносители……. 51
4.1.8 Цеховые расходы…… 52
4.1.9 Дополнительные капиталовложения…… 53
4.1.10 Срок окупаемости……. 53
5 Безопасность и экологичность проекта…… 54
5.1 Общая характеристика участка для изготовления рабочего органа 54
5.2 Объемно-планировочные решения здания участка…….. 55
5.3 Производственная санитария…….. 55
5.3.1 Освещенность рабочего места……... 56
5.3.2 Хозяйственно-питьевое водоснабжение……... 57
5.4 Анализ и устранение потенциальных опасностей и вредностей технологического процесса……. 58
5.5 Мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций….. 61
5.6 Экологичность проекта…… 62
Заключение……. 63
Список использованных источников……..... 65
Приложение…… 68

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проблема ремонта подземных трубопроводных коммуникаций России, имеющих большую протяженность и высокий износ, является одной из самых актуальных. Ситуация усугубляется еще и тем, что темпы старения трубопроводов в несколько раз опережают темпы их ремонта и замены. В связи с этим, работы, посвященные разработке и внедрению более эффективных технологий и оборудования для ремонта трубопроводных коммуникаций, на сегодняшний день очень востребованы и перспективны.

Подземные трубопроводы ремонтируют двумя методами. Первый метод – традиционный траншейный (открытый) – заключается в полной раскопке отработавшего трубопровода с последующим проведением ремонтных мероприятий. При этом данный метод сопряжен с большим объемом земляных работ, приводит к разрушению объектов по трассе ремонтируемого трубопровода, перекрытию автомобильных магистралей, низкопроизводителен, до́рог и не в состоянии выполнить требуемое количество ремонтных работ в сжатые сроки. Второй метод – бестраншейный (закрытый) – практически полностью исключает недостатки первого метода. Земляные работы при его реализации либо полностью отсутствуют («из колодца в колодец»), либо осуществляются только на начальном и конечном этапах работ («из приямка в приямок»).

Благодаря своим достоинствам, бестраншейные технологии с каждым годом находят все более и более широкое применение, успешно вытесняя траншейные технологии. При этом из всего многообразия способов бестраншейного ремонта трубопроводов одним из самых перспективных является способ, заключающийся в статическом разрушении старого изношенного трубопровода рабочим органом с ножами, его расширении и одновременном затягивании в образующуюся скважину плети нового пластмассового трубопровода.

Однако в результате анализа производственного опыта эксплуатации этого оборудования было выявлено ряд недостатков, один из которых заключается в том, что рабочий орган одного типоразмера имеет малый диапазон диаметров ремонтируемых трубопроводов. Для возможности ремонта трубопроводов всех диаметров необходимо большое количество рабочих органов разного типоразмера, что усложняет и удорожает данную технологию.

Данная работа, посвященная разработке универсального рабочего органа для бестраншейного ремонта более широкого диапазона диаметров трубопроводов, позволит исключить указанный недостаток.

1 Результаты изучения литературно-патентного поиска существующих рабочих органов для бестраншейного ремонта трубопроводов

1.1 Результаты изучения литературного обзора и классификация существующих рабочих органов для бестраншейного ремонта трубопроводов

Изучение литературных источников [1–9] по данной теме показало, что в настоящее время разработано большое количество различных по конструкции и принципу действия рабочих органов для бестраншейного ремонта трубопроводов. Их можно разделить (рисунок 1.1):

1. По возможности разрушения старого трубопровода:
   - разрушающие старый трубопровод;
   - не разрушающие старый трубопровод.
2. По виду движения рабочего органа из приямка в приямок:
   - поступательное;
   - возвратно-поступательное;
   - поступательное с вращением;
   - возвратно-поступательное с вращением.
3. По характеру последствий для старого трубопровода:
   - удаляющие старый трубопровод из скважины;
   - не удаляющие старый трубопровод из скважины.
4. По возможности увеличения диаметра старого трубопровода:
   - увеличивающие диаметр старого трубопровода;
   - не увеличивающие диаметр старого трубопровода.
5. По месту приложения нагрузки от привода к рабочему органу:
   - спереди (затягиванием);
   - сзади (толканием).
6. По характеру воздействия на старый трубопровод:
   - динамическое (ударное);
   - статическое (безударное).

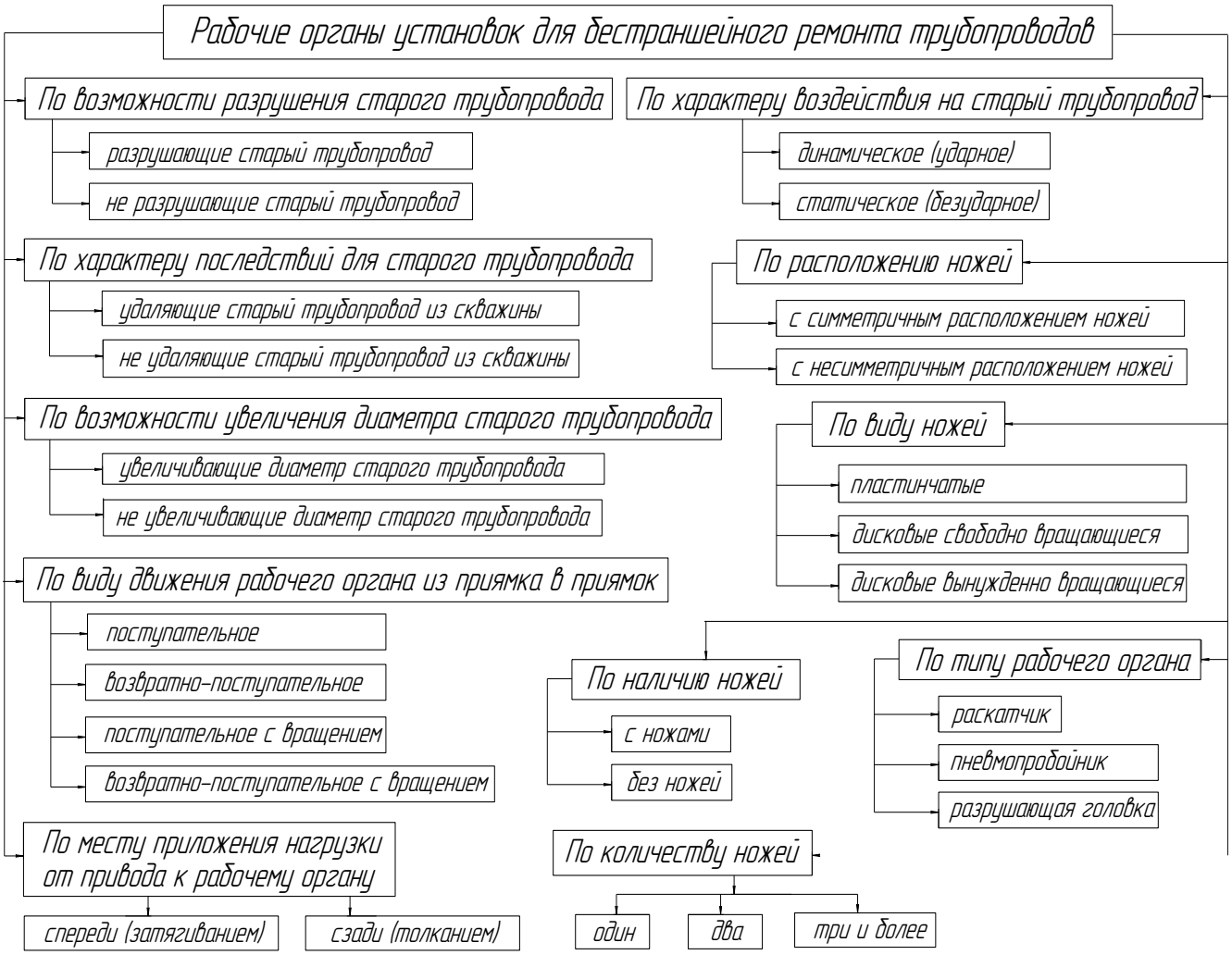


Рисунок 1.1 – Классификация рабочих органов установок для бестраншейного ремонта трубопроводов

7. По расположению ножей:

- с симметричным расположением ножей;
- с несимметричным расположением ножей.

8. По типу рабочего органа:

- раскатчик;
- пневмопробойник;
- разрушающая головка.

9. По виду ножей:

- пластинчатые;
- дисковые вращающиеся;
- дисковые неподвижные.

10. По наличию ножей:

- с ножами;
- без ножей.

11. По количеству ножей:

- один;
- два;
- три и более.

Использование бестраншейных технологий взамен традиционных траншейных позволит значительно уменьшить или полностью исключить земляные работы, сократить материальные и денежные затраты и трудоемкость процесса, обеспечить как экономический, так и экологический эффекты.

1.2 Результаты изучения производственного опыта

Впервые бестраншейные технологии ремонта трубопроводов были реализованы в середине прошлого века. Сегодня эти технологии широко используются во всем мире. Ежегодно в странах Западной Европы, а также в Швеции, Финляндии, США, Великобритании и Австралии ремонтируются без раскопки десятки и сотни тысяч км. труб.

В России в этом вопросе отмечается значительное отставание от передовых стран. В нашей стране бестраншейные технологии ремонта трубопроводов впервые были опробованы около 15–20 лет назад. Основоположниками перспективных технологий стали города: Москва, Санкт-Петербург и Новосибирск. Однако внедрение бестраншейных способов в других городах РФ, в частности в Красноярске, по ряду причин, идет крайне медленно.

Изучение производственного опыта применения технологий и оборудования для бестраншейного ремонта трубопроводов показало, что в настоящее время наиболее широкое применение нашли технологии, базирующиеся на раскатчиках, пневмопробойниках и разрушающих головках. Рассмотрим конструкцию и принцип действия каждого вида рабочего органа более подробно.

1. Рабочий орган раскатчика состоит из двух частей – передней для разрушения трубопровода и задней для образования скважины (рисунок 1.2). Раскатчики представляют собой ряд установленных на подшипниках качения друг за другом на эксцентриковом валу конических катках. Оси катков смещены и развернуты относительно вала таким образом, что при вращении и осевой подаче вала ввертываются в трубу и грунт по винтовой линии.

Рисунок 1.2 – Раскатчик фирмы «БОС» (Россия) для разрушения трубопроводов при их бестраншейном ремонте

2. При применении пневмопробойников рабочий орган состоит из собственно пневмопробойника и специальной насадки-расширителя, с заостренными (для стальных трубопроводов) или тупыми (для чугунных, асбестоцементных, керамических и т. п. труб) ножами (рисунок 1.3). Пневмопробойники имеют обтекаемый цилиндрический корпус, в котором размещены ударник и воздухораспределительный механизм. Ударник под действием сжатого воздуха наносит удары по корпусу расширителя, передвигая его и разрезая или разламывая старый трубопровод.

а *б*

Рисунок 1.3 – Разрушающий наконечник фирмы «Комбест» (Россия):
а – с тупыми ножами; *б* – с заостренными ножами

3. Другой вид рабочих органов, разрушает старую трубу с помощью гидродомкратов. Они также состоят из насадки-расширителя, оснащенной пластинчатыми или дисковыми ножами (рисунок 1.4), но в их конструкции отсутствует пневмопробойник.

а *б*

Рисунок 1.4 – Разрушающая головка «Grundoburst» фирмы «Tracto-Technik» (Германия): *а* – с пластинчатыми ножами; *б* – с дисковыми ножами

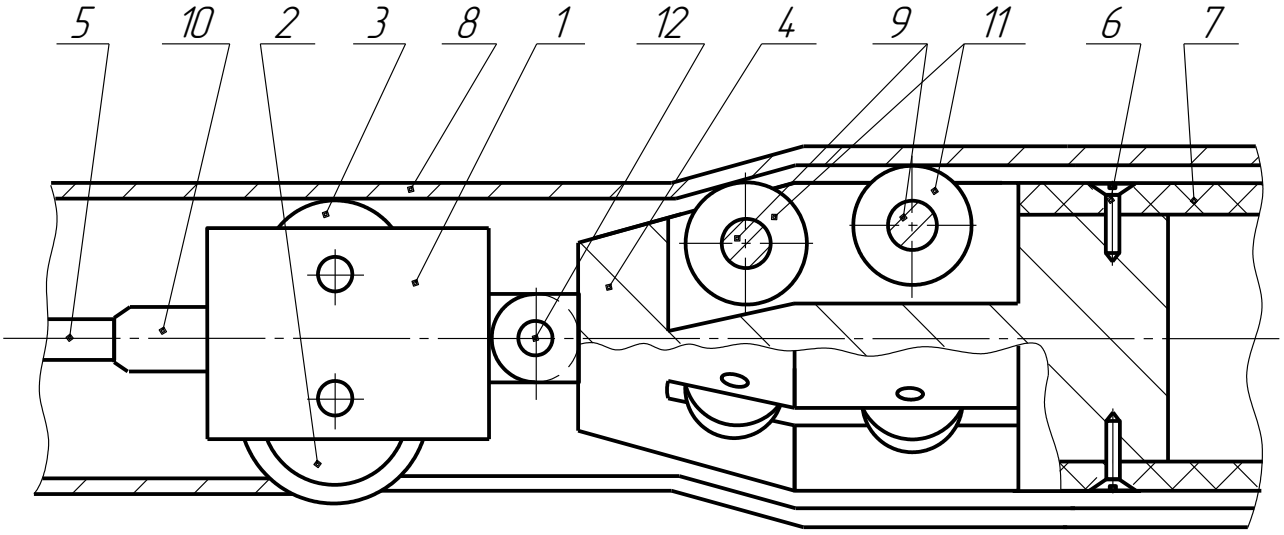
Перемещение разрушающей головки осуществляется безударно. Благодаря мощному силовому воздействию гидродомкратов рабочий орган движется по заменяемому трубопроводу, разрушает его, впрессовывает обломки в окружающий массив грунта и затягивает в образовавшуюся скважину новый, чаще всего пластмассовый, трубопровод.

1.3 Результаты изучения патентного поиска

По теме работы были изучены авторские свидетельства и патенты РФ на изобретения и полезные модели за последние 50 лет. Из них для анализа отобрано 9 наиболее интересных.

Патент на полезную модель № 46330 РФ, кл. F16 L1/028. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов. Устройство состоит из труборазрушающего рабочего органа с режущим элементом и опорным катком, расширителя для увеличения диаметра скважины и тягового элемента (рисунок 1.5). В расширителе выполнены три равномерно удаленных друг от друга радиальных паза, в которых установлено, по меньшей мере, по одному опорному катку. Один из пазов расположен напротив режущего элемента, а режущий элемент выполнен в виде свободно вращающегося дискового ножа. Опорные катки, установленные в расширителе, позволяют уменьшить усилия, необходимые для движения устройства и разрушения старого трубопровода. При этом сила трения скольжения расширителя о внутреннюю поверхность старого трубопровода заменяется на менее энергоемкую силу трения качения. Выполнение режущего элемента в виде свободно вращающегося дискового ножа позволит дополнительно уменьшить

усилия, необходимые для разрушения старого трубопровода за счет снижения сил трения, а также увеличить ресурс режущего элемента, т. к. у вращающегося дискового ножа при его вращении в работу поочередно включается новый участок режущей кромки, в то время как у неподвижного клинового ножа в работе постоянно находится только один участок.



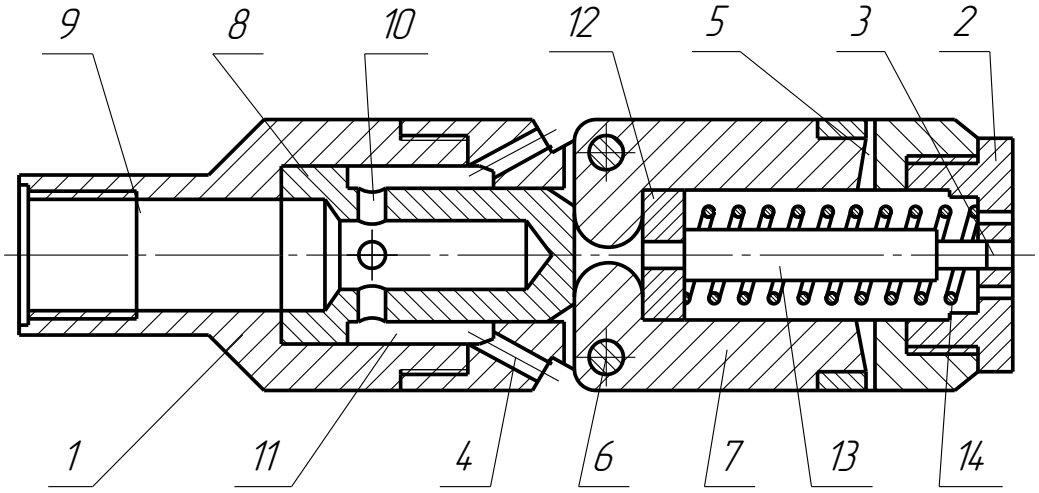
1 – труборазрушающий рабочий орган; *2* – режущий элемент; *3, 11* – опорные катки; *4* – расширитель для увеличения диаметра скважины; *5* – тяговый элемент; *6* – винты; *7* – новый трубопровод; *8* – старый трубопровод; *9* – оси; *10* – крюк; *12* – шарнир.

Рисунок 1.5 – Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов

Патент на изобретение № 2080969 РФ, кл. B23 D21/14. Устройство для резки труб. Устройство содержит снабженный упорной плитой и каналами для выхода рабочей жидкости в трубное пространство разъемный полый корпус, в радиальных пазах которого установлены резцы, и размещенный в корпусе поршень с центральным каналом (рисунок 1.6). Поршень выполнен ступенчатым с образованием между наружной поверхностью поршня и внутренней поверхностью конуса кольцевой полости. В поршне устройства выполнены сообщающиеся с центральным каналом поршня и с кольцевой полостью радиальные каналы. Каналы для выхода рабочей жидкости в трубное пространство соединены с кольцевой полостью. В упорной плите корпуса устройства выполнено осевое отверстие. Резцы установлены в радиальных пазах корпуса на осях с возможностью поворота относительно корпуса. Устройство

также снабжено подпружиненным толкателем резцов, а толкатель резцов снабжен ступенчатым хвостовиком, установленным с возможностью возвратно-поступательного перемещения в осевом отверстии упорной плиты.

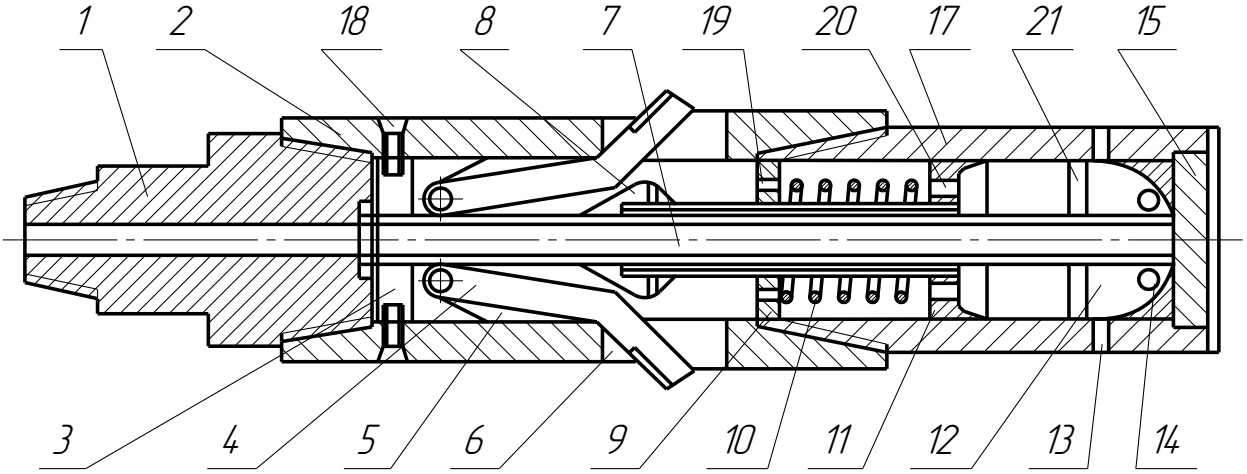
Данное устройство используется при резке труб путем подачи устройства во внутритрубное пространство разрезаемой колонны труб. Жидкость из трубного канала поступает в центральный канал, затем по радиальным каналам попадает в кольцевую полость, через каналы выходит из корпуса в межтрубное пространство и по нему поднимается к устью скважины. Вследствие того, что суммарный проход радиальных каналов меньше прохода трубного канала, на поршень воздействует давление жидкости, обусловленное скоростным напором. Под действием силы, вызванной этим давлением, поршень движется вниз и своим торцом нажимает на резцы, заставляя их поворачиваться вокруг осей. При повороте резцы выходят из радиальных пазов. При этом резцы воздействуют на толкатель, который перемещается вместе со ступенчатым хвостовиком в осевом отверстии. Толкатель, перемещаясь, сжимает пружину, которая другим концом упирается в упорную плиту. С того момента как резцы коснутся внутренней поверхности отрезаемой обсадной трубы, начинается процесс резания.



1 – корпус; *2* – плита; *3, 6* – отверстие; *4, 9, 10* – канал; *5* – паз; *7* – резец; *8* – поршень; *11* – полость; *12* – толкатель; *13* – хвостовик; *14* – пружина.

Рисунок 1.6 – Устройство для резки труб

Патент на изобретение № 2012771 РФ, кл. Е21 В29/00. Устройство для резки труб в скважине. Устройство включает корпус с окнами, жестко связанные с корпусом переводник для соединения с колонной труб и трубку-фильтр, резцы, установленные в окнах корпуса, шарнирно связанные с корпусом и подпружиненные относительно него, упорное кольцо с каналами и подпружиненный относительно упорного кольца поршень жестко связанный с конусом, установленным с возможностью взаимодействия с резцами (рисунок 1.7). Устройство снабжено жестко связанным с нижним торцом корпуса стаканом с радиальными каналами, перфорированной перегородкой, установленной в полости стакана над его радиальными каналами и шаривами, размещенными в полости стакана под перегородкой с возможностью перекрытия радиальных каналов при вращении устройства, при этом поршень размещен под резцами и выполнен с периферийными отверстиями для сообщения полости колонны труб через трубку-фильтр, полость стакана, периферийные отверстия поршня и окна корпуса с пространством скважины за корпусом.



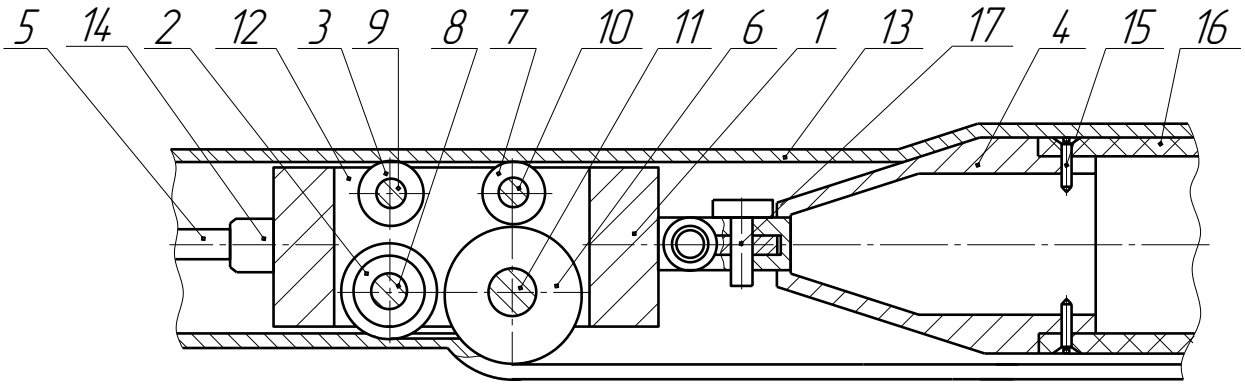
1 – переводник; *2* – корпус; *3* – подвеска; *4* – резец; *5*, *10* – пружина; *6* – окно; *7* – фильтр; *8*, *18* – конус; *9* – уплотнительное кольцо; *11* – поршень; *12* – стакан; *13*, *20* – канал; *14* – шарик; *15* – пробка; *16* – углубление; *17* – цилиндр; *19* – отверстие.

Рисунок 1.7 – Устройство для резки труб в скважине

Устройство для резки труб в скважине относится к восстановлению и ремонту скважин путем резки и последующего подъема труб. Для повышения надежности

работы и упрощения конструкции устройство снабжено жестко связанным с нижним торцом корпуса стаканом с радиальными каналами и перфорированной перегородкой. Последняя установлена в полости стакана над его радиальными каналами. В полости стакана под перегородкой размещены шарики с возможностью перекрытия радиальных каналов при вращении устройства. Поршень размещен под резцами и выполнен с периферийными отверстиями для сообщения полости колонны труб через трубку-фильтр, полости стакана, периферийные отверстия поршня и окна корпуса с пространством скважины за корпусом. Необходимая нагрузка на резцы создается за счет увеличения перепада давления под поршнем.

Патент на полезную модель № 49941 РФ, кл. F16 L1/028. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов. Устройство содержит труборазрушающий рабочий орган с режущим элементом и опорным катком, расширитель для увеличения диаметра скважины и тяговый элемент (рисунок 1.8).



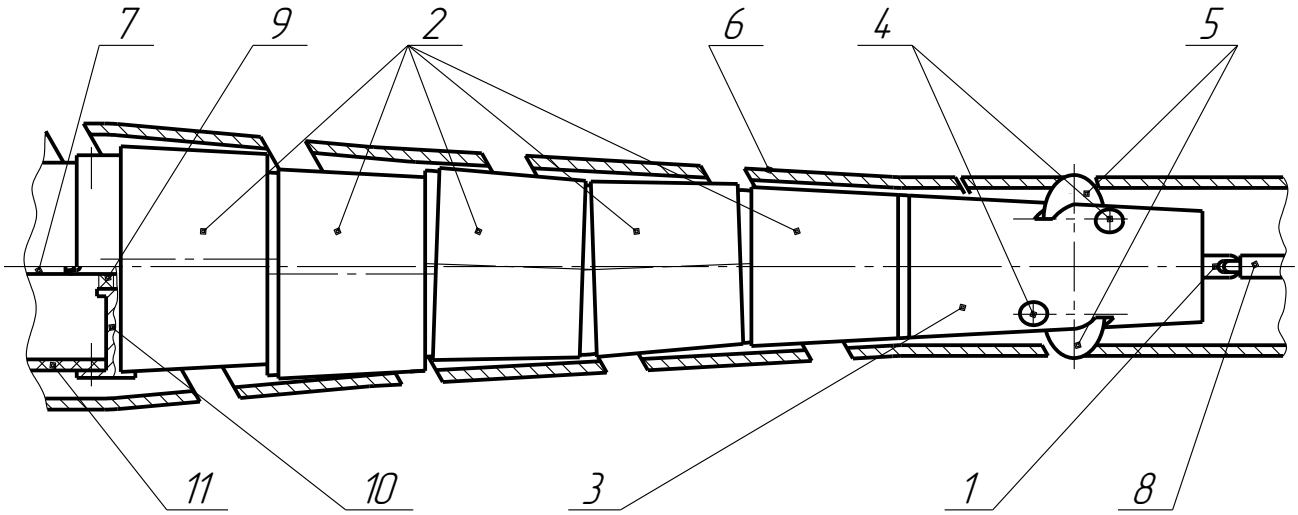
1 – труборазрушающий рабочий орган; *2* – режущий элемент;
3 – опорный каток; *4* – расширитель для увеличения диаметра скважины;
5 – тяговый элемент; *6* – разрывающий ролик; *7* – опорный каток; *8, 9, 10, 11* – оси;
12 – радиальный паз; *13* – разрушаемый старый трубопровод; *14* – крюк;
15 – винты; *16* – новый трубопровод; *17* – крестообразный шарнир.

Рисунок 1.8 – Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов

Режущий элемент выполнен в виде свободно вращающегося дискового ножа, выступающего за границу внутренней поверхности разрушаемого трубопровода на величину, меньшую толщины его стенки. За режущим элементом в труборазрушающем органе установлен разрывающий ролик, выступающий за

границу внутренней поверхности разрушаемого трубопровода на величину, бóльшую толщины его стенки. За опорным катком в одной с разрывающим роликом плоскости поперечного сечения и диаметрально от него установлен дополнительный опорный каток. Выполнение режущего элемента в виде свободно вращающегося дискового ножа позволяет поочередно включать в процесс резания всю режущую кромку ножа и, тем самым, увеличить его ресурс. Кроме того, резание старого трубопровода осуществляется на меньшую глубину путем его неполного разрезания, что также приводит к увеличению ресурса режущего элемента за счет уменьшения его затупления о стенки старого трубопровода и исключения возможности повреждения о твердые включения, находящиеся в грунте (камни, бетон и др.).

Патент на полезную модель № 60167 РФ, кл. F16 L1/028. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов. Устройство содержит приводной вал, установленные на нем с эксцентриситетом с возможностью вращения катки и крепление для нового трубопровода. Головной каток выполнен коническим и с радиальными пазами, выполненными под углом 15–60 градусов к его продольной оси, с установленными в них дисковыми ножами. Крепление для нового трубопровода расположено на шарикоподшипнике, установленном на приводном валу (рисунок 1.9).

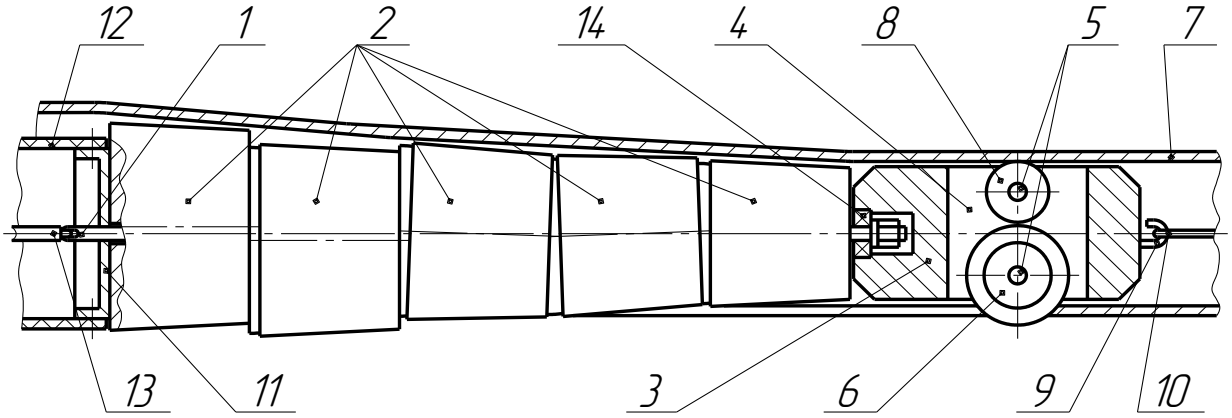


1 – приводной вал; *2* – катки; *3* – головной каток; *4* – оси; *5* – дисковые ножи;
6 – старый трубопровод; *7, 8* – тяги; 9 – шарикоподшипник;
10 – крепление; *11* – новый трубопровод.

Рисунок 1.9 – Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов

Применение головного катка с дисковыми ножами позволит значительно снизить усилия на разрушение старого трубопровода. Кроме того, использование шарикоподшипника для крепления нового трубопровода исключит его вращение и позволит избежать перекручивания и разрыва нового трубопровода.

Патент на полезную модель № 60096 РФ, кл. F16 L1/028. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов. Устройство содержит приводной вал, установленные на нем с эксцентриситетом с возможностью вращения конические катки и цилиндрический головной каток. В головном катке выполнен радиальный паз, в котором установлены дисковый нож и опорный каток, расположенный напротив дискового ножа. Между головным и последующим катками на приводном валу установлен подшипник качения (рисунок 1.10).



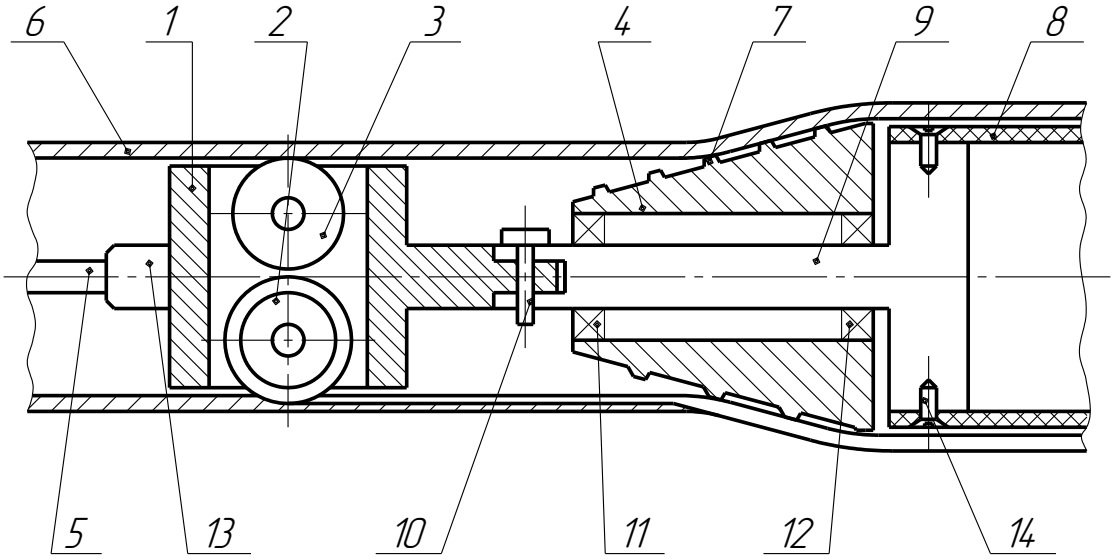
1 – приводной вал; *2* – конические катки; *3* – цилиндрический головной каток; *4* – радиальный паз; *5* – оси; *6* – дисковый нож; *7* – старый трубопровод; *8* – опорный каток; *9* – крюк; *10* – трос; *11* – лебедка; *12* – новый трубопровод; *13* – тяга; *14* – подшипник качения.

Рисунок 1.10 – Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов

Дисковый нож, установленный в радиальном пазу цилиндрического головного катка, позволяет разрушать старый трубопровод посредством менее энергоемкого его разрезания, а не разламывания. Также снижение усилий, необходимых для движения устройства и разрушение старых стальных трубопроводов, достигается с помощью опорного катка, установленного напротив дискового ножа. При этом происходит замена силы трения скольжения на менее энергоемкую силу трения качения. Кроме того, опорный каток предупреждает перекос устройства. Расположение подшипника

качения на приводном валу между головным и последующим катками исключает вращение головного катка, что позволяет осуществлять разрезание старого стального трубопровода не по винтовой, а по прямой линии. Это сокращает путь, проходимый ножом (длину реза) и, соответственно, снижает усилия, затрачиваемые на разрушения старых стальных трубопроводов.

Патент на полезную модель № 60168 РФ, кл. F16 L1/028. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов. Устройство содержит труборазрушающий рабочий орган с дисковым ножом и опорным катком, расширитель для увеличения диаметра скважины и тяговый элемент (рисунок 1.11). Дисковый нож выступает за границу внутренней поверхности разрушаемого трубопровода на величину меньшую толщины его стенки, а на наружной поверхности расширителя для увеличения диаметра скважины выполнена винтовая резьба. По оси симметрии расширителя выполнено сквозное цилиндрическое отверстие с установленным в нем пальцем. Между внутренней поверхностью расширителя и наружной поверхностью пальца расположены подшипники качения.

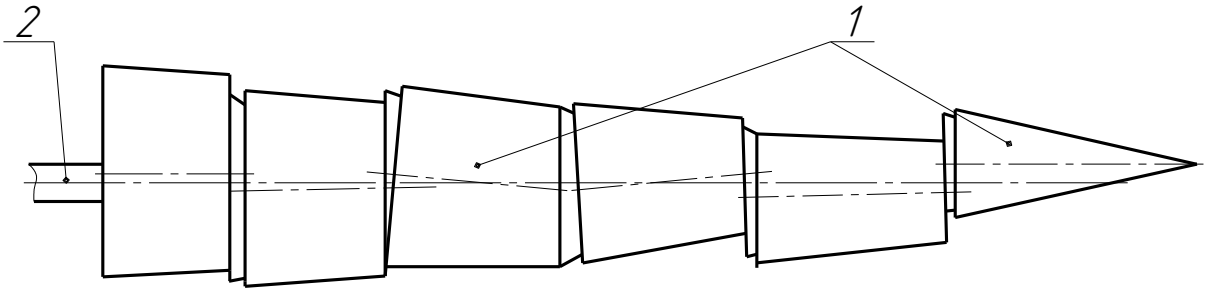


1 – труборазрушающий рабочий орган; *2* – дисковый нож;
3 – опорный каток; *4* – расширитель для увеличения диаметра скважины;
5 – тяговый элемент; *6* – старый трубопровод; *7* – винтовые борозды; *8* – новый трубопровод; *9* – палец;
10 – болт; *11, 12* – подшипники качения; *13* – крюк; *14* – винты.

Рисунок 1.11 – Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов

Выступ дискового ножа за границу внутренней поверхности разрушаемого трубопровода на величину меньшую толщины его стенки позволяет повысить надежность устройства за счет уменьшения затупления дискового ножа о стенки старого трубопровода и исключения возможности его повреждения о твердые включения, находящиеся в грунте (камни, бетон и др.). Кроме того, выполнение на наружной поверхности расширителя винтовой резьбы обеспечивает ввертывание расширителя в старый трубопровод по винтовой линии, существенно облегчая движение устройства и разрушение старого трубопровода, а также снижая вероятность поломки расширителя.

Авторское свидетельство на изобретение № 1218734 СССР, кл. E02 F5/18. Устройство для образования скважин в грунте раскаткой. Устройство состоит из вала с катками и установленных между их смежными торцами защитных колец с плоской и сферической торцевыми поверхностями (рисунок 1.12). Катки установлены на валу посредством подшипников и эксцентричных втулок, зафиксированных на валу шпонками. Подшипниковые узлы закрыты крышками. В процессе работы катки спирально обкатываются по скважине, расширяя ее.

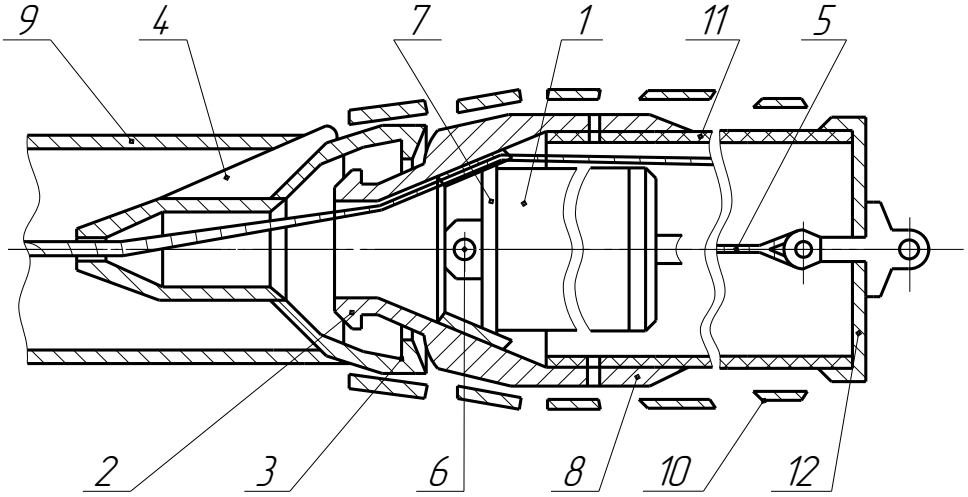


1 – катки; *2* – приводной вал.

Рисунок 1.12 – Устройство для образования скважин в грунте раскаткой

Патент на изобретение № 2115053 РФ, кл. F16 L1/028. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов. Устройство содержит ударный механизм, труборазрушающий орган, расширитель и натяжной трос, закрепленный на ударном механизме (рисунок 1.13). Труборазрушающий орган с ножом свободно установлен на натяжном тросе и контактирует с головной частью ударного механизма. Расширитель размещен на ударном механизме и вдавливает осколки заменяемого разрушенного трубопровода в грунт с образованием

скважины диаметром больше диаметра заменяемого трубопровода. При разрушении заменяемого трубопровода новую трубу соединяют с расширителем и втягивают ее во вновь образованную скважину.



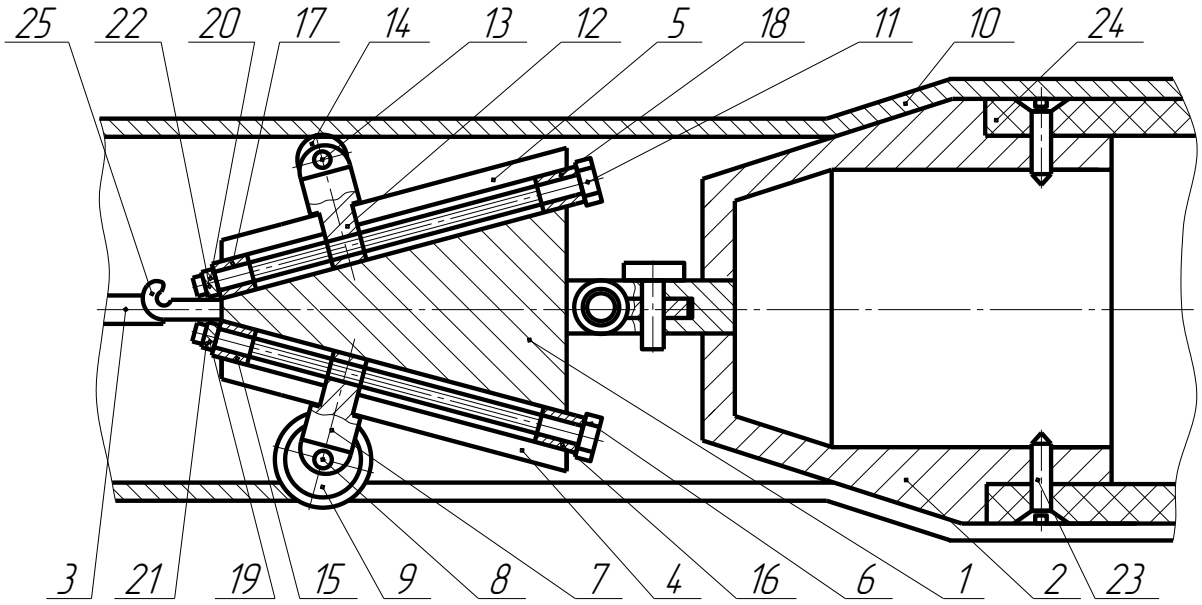
1 – ударный механизм; *2* – труборазрушающий орган; *3* – коническая втулка; *4* – неподвижный нож; *5* – трос; *6* – соединение; *7* – головная часть; *8* – расширитель; *9* – заменяемая труба; *10* – обломки старого трубопровода; *11* – новая труба; *12* – скважина.

Рисунок 1.13 – Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов

Все вышеперечисленные конструкции рабочих органов для бестраншейного ремонта трубопроводов обладают существенным недостатком, заключающимся в том, что данные рабочие органы одного типоразмера имеют малый диапазон диаметров ремонтируемых трубопроводов. Для возможности ремонта трубопроводов всех диаметров требуется большое количество рабочих органов разного типоразмера, что усложняет и удорожает технологию ремонта. В связи с этим необходима разработка универсального рабочего органа для бестраншейного ремонта более широкого диапазона диаметров трубопроводов, что позволит успешно исключить указанный недостаток. С этой целью рассмотрим еще один патент на изобретение.

Патент на изобретение № 2359164 РФ, кл. F16 L1/028, B23 D21/14. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов. Устройство содержит труборазрушающий рабочий орган с дисковым ножом и опорным катком, расширитель для увеличения диаметра скважины и тяговый элемент (рисунок 1.14). Труборазрушающий рабочий орган выполнен коническим, в котором параллельно его образующей на всю длину труборазрушающего рабочего органа и симметрично

относительно друг друга выполнены два фигурных паза. В каждом пазу через всю его длину установлен болт, с размещенной на нем вилкой. На оси одной из вилок установлен дисковый нож, а на оси другой вилки установлен опорный каток. Болты с обоих концов размещены во втулках, установленных в пазах. На концах болтов противоположных их концам с головками на оси симметрии болта и перпендикулярно ей выполнено по сквозному отверстию, в каждом из которых установлен штифт.



1 – корпус; *2* – расширитель для увеличения диаметра скважины; *3* – тяговый элемент; *4*, *5* – фигурные пазы; *6*, *11* – болты; *7*, *12*– вилка; *8*, *13*– ось; *9* – дисковый нож; *10* – старый трубопровод; *14* – опорный каток; *15*, *16*, *17*, *18*– втулки, *19*, *20* – сквозные отверстия; *21*, *22* – штифты, *23* – винты; *24* – новый пластмассовый трубопровод; *25* – крюк.

Рисунок 1.14 – Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов

Устройство для бестраншейного ремонта подземных трубопроводов по патенту № 2359164 обладает существенным преимуществом по сравнению с другими рассмотренными устройствами. Предложенное в них техническое решение позволит разрушать старые трубопроводы разных диаметров. Учитывая это достоинство, целесообразно в дальнейшем при разработке нового эффективного оборудования для бестраншейного ремонта трубопроводов принять за прототип устройство по патенту № 2359164.

1.4 Выводы по главе 1, цель и задачи дипломного проектирования

Изучение литературно-патентного обзора показало, что:

1. На сегодняшний день подземные трубопроводные коммуникации России имеют большую протяженность и высокий износ, при этом темпы старения трубопроводов в несколько раз опережают темпы их ремонта и замены.

2. Традиционные траншейные способы ремонта трубопроводов не в состоянии выполнить требуемое количество ремонтных работ в сжатые сроки, в связи с тем, что они сопряжены с большим объемом земляных работ, приводят к разрушению объектов по трассе ремонтируемого трубопровода, перекрытию автомобильных дорог, низкопроизводительны и неэкономичны.

3. Внедрение способов бестраншейного ремонта трубопроводов взамен траншейных практически полностью исключают указанные недостатки. При этом из всего их многообразия одним из наиболее перспективных является способ, заключающийся в статическом разрушении старого трубопровода рабочим органом с ножами, его расширении и одновременном затягивании в образующуюся скважину нового пластмассового трубопровода. Преимуществом данного способа является то, что он позволяет увеличить пропускную способность инженерных сетей. Кроме того, статическое разрушение труб значительно снижает вероятность осыпания грунта и повреждения проходящих рядом подземных коммуникаций.

4. Выявлен недостаток рабочих органов для разрушения старых трубопроводов при их бестраншейном ремонте данным способом, заключающийся в том, что рабочий орган одного типоразмера имеет малый диапазон диаметров ремонтируемых трубопроводов.

С учетом выше перечисленного могут быть сформулированы цель и задачи дипломного проектирования.

Цель: разработка эффективного оборудования для бестраншейного ремонта более широкого диапазона диаметров трубопроводов.

Задачи:

1. Составить классификацию рабочих органов установок для бестраншейного ремонта трубопроводов.

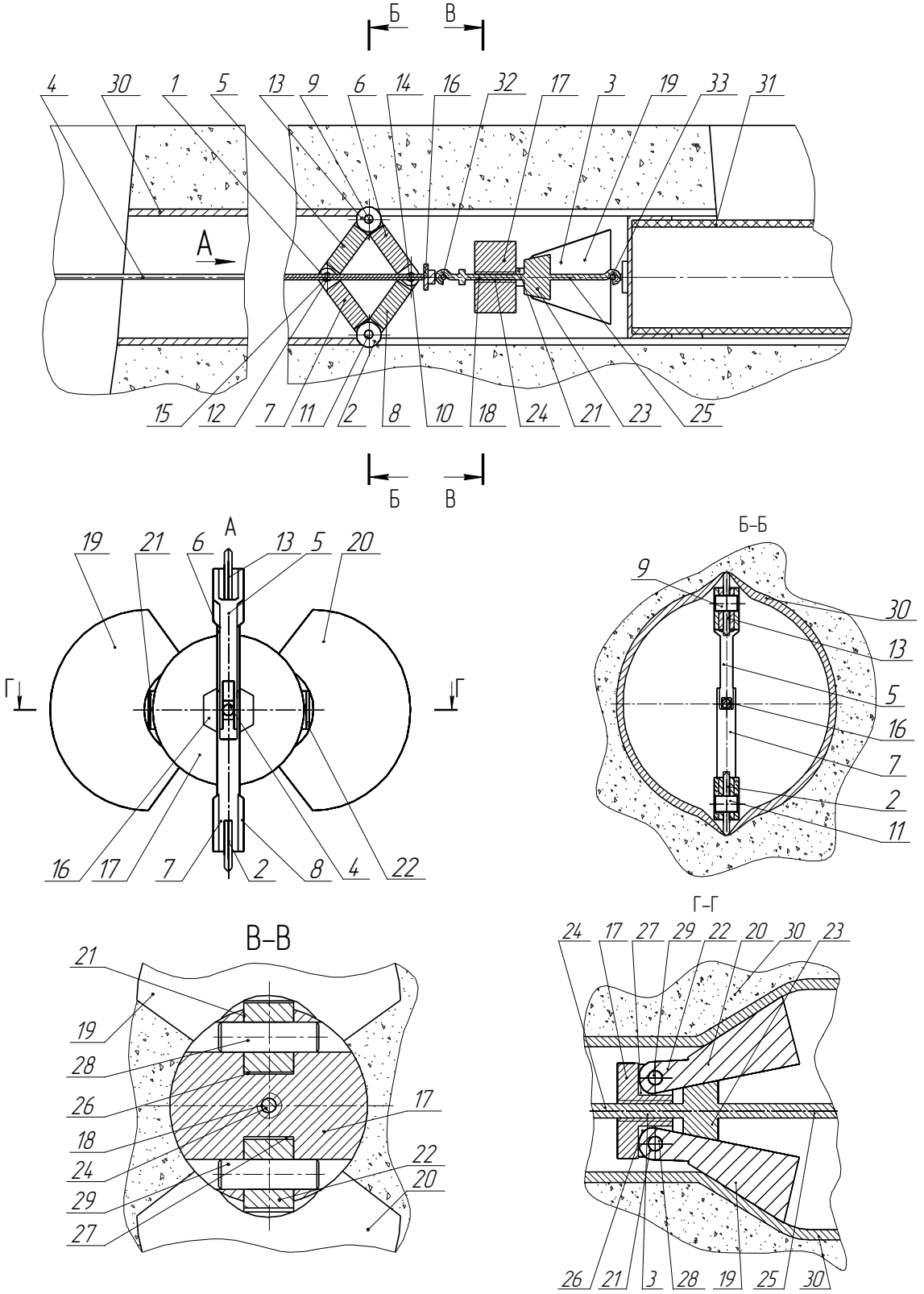
2. Предложить конструкцию рабочего органа установок для бестраншейного ремонта более широкого диапазона диаметров трубопроводов.

3. Разработать сборочные и деталировочные чертежи предлагаемого рабочего органа.

2 Описание предлагаемого технического решения

2.1 Конструкция предлагаемого рабочего органа

Рабочий орган для бестраншейного ремонта более широкого диапазона диаметров трубопроводов содержит (рисунок 2.1) труборазрушающий корпус 1 с дисковым ножом 2, расширитель 3 для увеличения диаметра скважины и тяговый элемент 4. Труборазрушающий корпус 1 выполнен в виде двух верхних вилок 5, 6 и двух нижних вилок 7, 8, подвижно соединенных между собой и установленных на осях 9–12. Причем каждая из вилок с обоих концов соединена с одной вилкой, образуя ромб. На концах нижних вилок 7, 8, которые соединены между собой, установлен дисковый нож 2, а напротив его на концах верхних вилок 5, 6, соединенных между собой, установлен дополнительный дисковый нож 13. В оси 10, соединяющей верхнюю вилку 6 с нижней вилкой 8, выполнено сквозное отверстие 14, а в оси 12, соединяющей верхнюю вилку 5 с нижней вилкой 7, – сквозное отверстие 15. При этом отверстия 14, 15 выполнены соосно. Отверстие 14 выполнено с резьбой. В отверстиях 14, 15 установлен болт 16 с возможностью фиксированного перемещения. Расширитель 3 состоит из соединительного цилиндрического элемента 17 со сквозным осевым отверстием 18, выполненным с резьбой, и двух одинаковых частей 19, 20 усеченного конуса, выполненных заодно с проушинами 21, 22. Между частями 19, 20 усеченного конуса расположен малый усеченный конус 23, выполненный заодно с передним и задним стержнями 24, 25. На переднем стержне 24 выполнена резьба, взаимодействующая с резьбой отверстия 18 цилиндрического элемента 17. В цилиндрическом элементе 17 выполнены равноудаленные относительно его оси радиальные пазы 26, 27, в которых на осях 28, 29 установлены проушины 21, 22 (фиг. 4) частей 19, 20 усеченного конуса. Труборазрушающий рабочий орган 1 для разрушения старого трубопровода 30 соединен с расширителем 3 и новым трубопроводом 31 разъемными соединениями 32, 33.



1 – труборазрушающий корпус; *2* – дисковый нож; *3* – расширитель; *4* – тяговый элемент; *5, 6* – верхние вилки; *7, 8* – нижние вилки; *9–12, 28, 29* – оси; *13* – дополнительный дисковый нож; *14, 15* – сквозные отверстия; *16* – болт; *17* – цилиндрический элемент; *18* – сквозное осевое отверстие; *19, 20* – части усеченного конуса; *21, 22* – проушины; *23* – малый усеченный конус; *24, 25* – передний и задний стержни; *26, 27* – радиальные пазы; *30* – старый трубопровод; *31* – новый трубопровод; *32, 33* – разъемные соединения.

Рисунок 2.1 – Рабочий орган для бестраншейного ремонта более широкого диапазона диаметров трубопроводов

2.2 Принцип действия предлагаемого рабочего органа

Предлагаемый рабочий орган работает следующим образом.

Перед работой осуществляют регулировку положения дисковых ножей 2, 13 труборазрушающего корпуса 1 в соответствии с диаметром разрушаемого старого трубопровода 30. Для этого посредством вращения болта 16 в резьбовом отверстии 14 оси 10 производят изменение положения вилок 5–8. При этом меняется угол наклона вилок 5–8 и, соответственно, – межосевое расстояние между дисковыми ножами 2, 13. Также осуществляют регулировку положения частей 19, 20 усеченного конуса расширителя 3 в соответствии с диаметром разрушаемого старого трубопровода 30 и диаметром протаскиваемого нового трубопровода 31. Для этого посредством вращения переднего стержня 24 в резьбовом отверстии 18 соединительного цилиндрического элемента 17 производят изменение положения малого усеченного конуса 23 внутри частей 19, 20 усеченного конуса расширителя 3. При приближении малого усеченного конуса 23 к соединительному цилиндрическому элементу 17 части 19, 20 усеченного конуса расширителя 3 расходятся, а при удалении – наоборот, сходятся. Затем, располагая в одном из приямков, устройство заводят в старый трубопровод 30, предварительно соединив с новым пластмассовым трубопроводом 31 и пропущенным через старый трубопровод 30 тяговым элементом 4 с гидродомкратом (на рисунке 2.1 не показан). После включения гидродомкрата, он с помощью тягового элемента 4 начинает статически (безударно) затягивать труборазрушающий рабочий орган 1 с расширителем 3 и новым пластмассовым трубопроводом 31 в старый трубопровод 30. Двигаясь вперед, труборазрушающий рабочий орган 1 разрезает старый трубопровод 30 дисковыми ножами 2, 13 на две части, раздвигает, деформирует и вдавливает его частями 19, 20 усеченного конуса расширителя 3 в грунт, одновременно затягивая новый пластмассовый трубопровод 31 по формируемой скважине. После выхода устройства из скважины его разбирают и прочищают от возможных загрязнений, например, частицами грунта, отложениями, ржавчиной и обломками старого трубопровода 30, а затем, в случае необходимости, подготавливают к разрушению старого трубопровода и протаскивания нового трубопровода других диаметров.

Преимущество предлагаемого рабочего органа заключается в том, что он позволяет разрушать старые трубопроводы разных диаметров.

3 Определение параметров и расчет рабочего органа

3.1 Расчет усилий сопротивления перемещению рабочего органа при бестраншейном ремонте трубопроводов

Уравнение баланса сил, возникающих при бестраншейном ремонте трубопроводов с возможностью увеличения их диаметра и действующих на рабочий орган (рисунок 3.1) может быть записано в виде, формула (3.1) [1]

$$F_{т} = F_{с} = F_{р} + F_{д} + F_{в} + F_{п} \pm F_{ин}, \qquad (3.1)$$

где $F_{т}$ – сила тяги силовой установки, Н; $F_{с}$ – суммарная сила сопротивления перемещению рабочего органа, направленная вдоль оси трубопровода, Н; $F_{р}$ – сопротивление разрезанию старого трубопровода, Н; $F_{д}$ – сопротивление деформированию (расширению) предварительно разрезанного старого трубопровода, Н; $F_{в}$ – сопротивление движению рабочего органа, обусловленное необходимостью вдавливания разрезанной части старого трубопровода в грунт, Н; $F_{п}$ – сопротивление протаскиванию плети нового трубопровода, Н; $F_{ин}$ – суммарные силы инерции рабочего органа и плети нового трубопровода, Н.

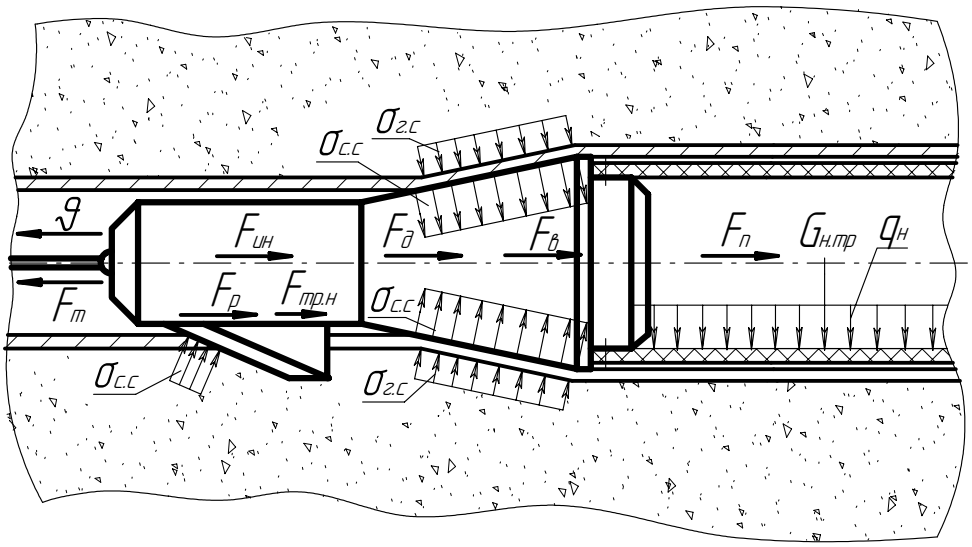
Силами инерции $F_{ин}$ можно пренебречь, поскольку скорость движения рабочего органа незначительна (не более 0,025 м/с). Также пренебрежем силой $F_{д}$. Тогда силы $F_{с}$, $F_{р}$, $F_{в}$, $F_{п}$, в свою очередь, равны, формулы (3.2–3.5) [1]

$$F_{с} = F_{р} + F_{в} + F_{п}, \qquad (3.2)$$

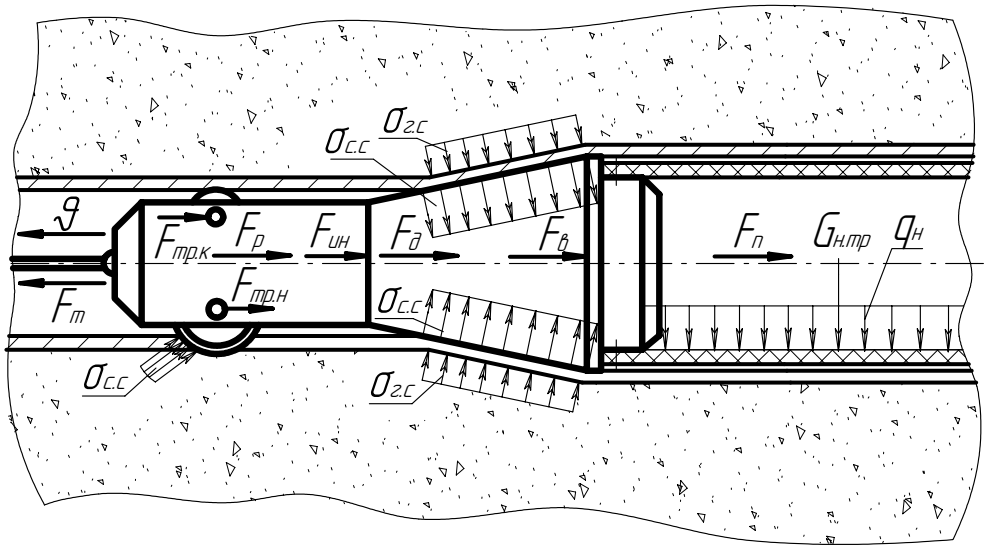
$$F_{р} = \sigma_{с.с} \cdot S \cdot (1+f)\, n_{п} K_{з} \Rightarrow \begin{cases} F_{р.д} = (1+f_{д})\, n_{п}\, K_{з} \sigma_{с.с}\, \delta_{с}^{\,2} \mathrm{tg}\dfrac{\beta}{2}, \\ F_{р.пл} = (1+f_{пл})\, n_{п} K_{з} \sigma_{с.с} \sin\alpha\ \mathrm{tg}\dfrac{\beta}{2} \left(\dfrac{\delta_{с}}{\cos\alpha}\right)^{2}, \end{cases} \qquad (3.3)$$

$$F_{в} = \sigma_{г.с} \cdot S_{г.с} \cdot (\sin\alpha_{р} + f_{с\text{-}с} \cdot \cos\alpha_{р}) \Rightarrow F_{в} = \frac{\pi \cdot \sigma_{г.с} \cdot d_{с}^{\,2} \cdot (K_{у}+1)}{4} \times$$
$$\times (\sin\alpha_{р} + f_{с\text{-}с} \cdot \cos\alpha_{р}) \cdot \sqrt{(K_{у}-1)^{2} \cdot \mathrm{ctg}^{2}\alpha_{р} + (K_{у}^{\,2}-1)}, \qquad (3.4)$$

$$F_{п} = G_{н} \cdot (f_{п\text{-}с} \pm i) \Rightarrow F_{п} = \pi \cdot (f_{п\text{-}с} \pm i) \cdot \gamma_{н} \cdot \delta_{н} \cdot L \cdot (D_{н} - \delta_{н}). \qquad (3.5)$$



а



б

Рисунок 3.1 – Расчетная схема нагружения рабочего органа с ножами:

а – пластинчатыми; *б* – дисковыми

Величины усилий сопротивления перемещению рабочего органа при бестраншейном ремонте трубопроводов, определим по формулам (3.6, 3.7) [1], получаемым подстановкой формул (3.3–3.5) в (3.2)

$$F_{\text{с.д}} = \left(1 + f_{\text{д}}\right) \cdot n_{\text{п}} \cdot K_{\text{з}} \cdot \sigma_{\text{с.с}} \cdot \delta_{\text{с}}^{\,2} \cdot \operatorname{tg}\frac{\beta}{2} + \frac{\pi \cdot \sigma_{\text{г.с}} \cdot d_{\text{с}}^{\,2} \cdot \left(K_{\text{у}} + 1\right)}{4} \times$$
$$\times \left(\sin\alpha_{\text{р}} + f_{\text{с-с}} \cdot \cos\alpha_{\text{р}}\right) \cdot \sqrt{\left(K_{\text{у}} - 1\right)^2 \cdot \operatorname{ctg}^2\alpha_{\text{р}} + \left(K_{\text{у}}^{\,2} - 1\right)} +$$
$$+ \pi \cdot \left(f_{\text{п-с}} \pm i\right) \cdot \gamma_{\text{н}} \cdot \delta_{\text{н}} \cdot L \cdot \left(D_{\text{н}} - \delta_{\text{н}}\right), \qquad (3.6)$$

$$F_{\text{с.пл}} = \left(1 + f_{\text{пл}}\right) \cdot n_{\text{п}} \cdot K_{\text{з}} \cdot \sigma_{\text{с.с}} \cdot \sin\alpha \cdot \operatorname{tg}\frac{\beta}{2} \cdot \left(\frac{\delta_{\text{с}}}{\cos\alpha}\right)^2 + \frac{\pi \cdot \sigma_{\text{г.с}} \cdot d_{\text{с}}^{\,2} \cdot \left(K_{\text{у}} + 1\right)}{4} \times$$
$$\times \left(\sin\alpha_{\text{р}} + f_{\text{с-с}} \cdot \cos\alpha_{\text{р}}\right) \cdot \sqrt{\left(K_{\text{у}} - 1\right)^2 \cdot \operatorname{ctg}^2\alpha_{\text{р}} + \left(K_{\text{у}}^{\,2} - 1\right)} +$$
$$+ \pi \cdot \left(f_{\text{п-с}} \pm i\right) \cdot \gamma_{\text{н}} \cdot \delta_{\text{н}} \cdot L \cdot \left(D_{\text{н}} - \delta_{\text{н}}\right), \qquad (3.7)$$

где $F_{\text{с.д}}$, $F_{\text{с.пл}}$ – усилия сопротивления перемещению рабочего органа, оснащенного дисковыми и пластинчатыми клиновыми ножами, Н; $\delta_{\text{с}}$ – толщина стенки отработавшего стального трубопроводов, м; $K_{\text{з}}$ – коэффициент, учитывающий затупление ножа; $K_{\text{у}}$ – коэффициент превышения наибольшего диаметра расширителя рабочего органа над внутренним диаметром разрушаемого трубопровода; $f_{\text{д}}$, $f_{\text{пл}}$ – коэффициенты трения качения дисковых ножей и трения скольжения пластинчатых ножей по поверхности прорези в старом трубопроводе; α – угол скоса пластинчатого ножа, град; $n_{\text{п}}$ – количество прорезей в старом трубопроводе; $\sigma_{\text{с.р}}$ – предел прочности на растяжение материала старого трубопровода, Па; $\sigma_{\text{г.у}}$ – максимальное сопротивление грунта уплотнению в зоне его примыкания к трубопроводу, Па; $\alpha_{\text{р}}$, β – углы образующей конуса расширителя с осью рабочего органа и заострения ножа, град; $d_{\text{с}}$, $D_{\text{н}}$ – внутренний диаметр старого и наружный диаметр нового трубопроводов, м; $f_{\text{п-с}}$, $f_{\text{с-с}}$ – коэффициенты трения скольжения пластмассы по стали (материал нового трубопровода по материалу старого) и стали по стали (материал расширителя рабочего органа по материалу старого трубопровода); $\gamma_{\text{н}}$ – объемный вес материала нового трубопровода, Н/м^3.

Допущения и ограничения:

$\lambda = 180^{\circ}$, $F_{\text{д}} \approx 0$, $F_{\text{ин}} \approx 0$, $d_{\text{с}} = \text{const}^*$, $D_{\text{н}} = \text{const}^*$, $\delta_{\text{с}} = \text{const}^*$, $\delta_{\text{н}} = \text{const}^*$,
$K_{\text{з}} = 1$, $\sigma_{\text{с.р}} = \text{const}^*$, $\sigma_{\text{г.с}} = \text{const}^*$, $\vartheta = \text{const}^*$, $d_{\text{с}} \le 0{,}5$ м, ножи двухскосые.

* В пределах рассматриваемой захватки.

Построим распределения сопротивлений движению рабочего органа $F_{\text{с}}$ для средних и тяжелых условий его работы (рисунок 3.2). При этом средние условия работы соответствуют сочетаниям средних значений факторов в диапазоне их изменения, а тяжелые – значениям факторов, лежащих на границе диапазона этого изменения, приводящего к увеличению сопротивления движению рабочего органа.

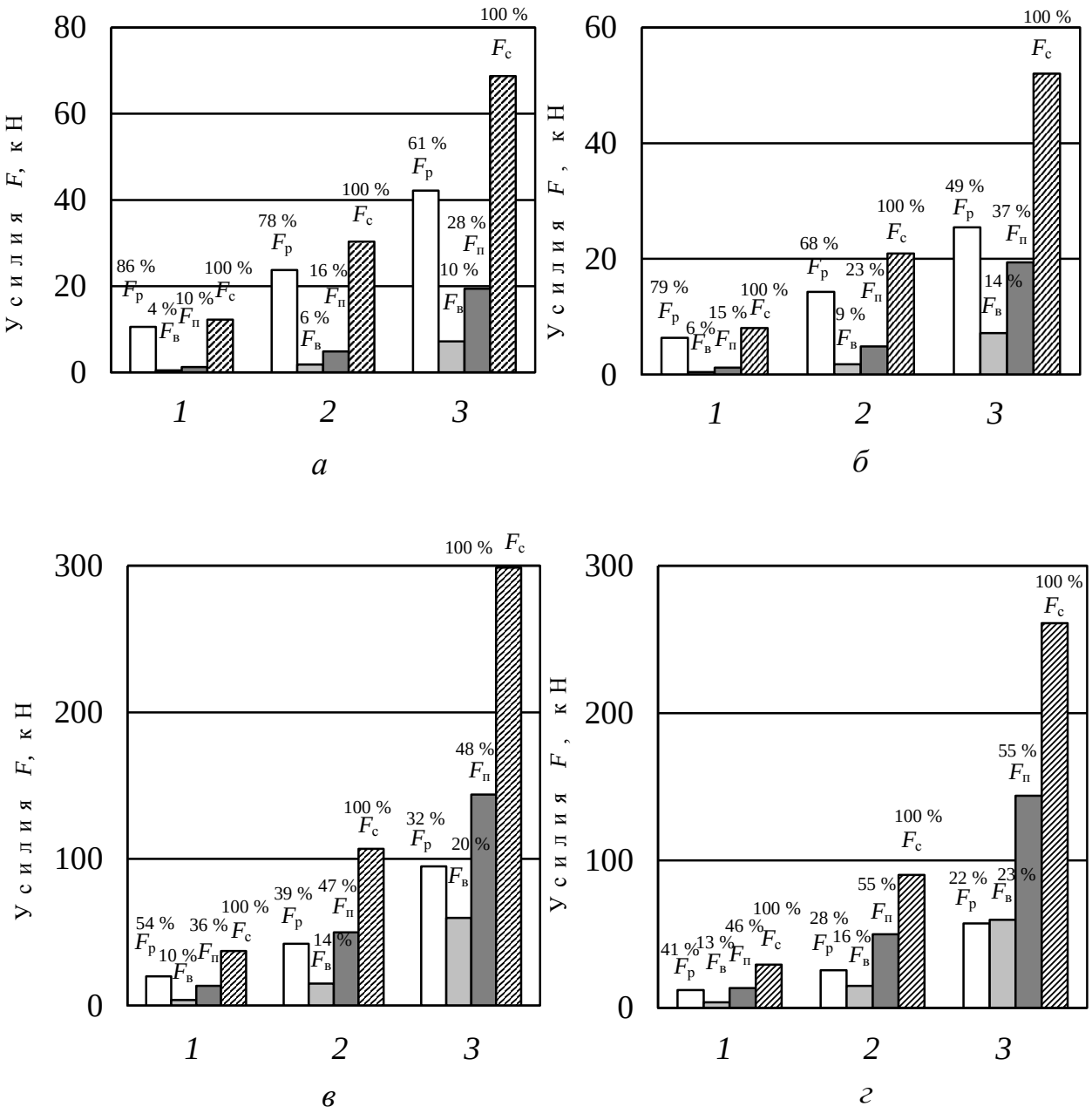


Рисунок 3.2 – Гистограммы распределения средних (*а*, *б* – при: δ_{c1} = 0,004 м; δ_{c2} = 0,006 м; δ_{c3} = 0,008 м; $f_{c\text{-}c}$ = 0,18; $K_у$ = 1,2; $\sigma_{г.с}$ = 0,06·10^6 Па; $f_{п\text{-}с}$ = 0,5; i = 0; L = 100 м; $D_н/\delta_н$ = 17,6) и максимальных (*в*, *г* – при: δ_{c1} = 0,0055 м; δ_{c2} = 0,008 м; δ_{c3} = 0,012 м; $\delta_{н1}$ = 0,022 м; $\delta_{н2}$ = 0,040 м; $\delta_{н3}$ = 0,055 м; $K_у$ = 1,3; $\sigma_{г.с}$ = 0,2·10^6 Па; $f_{п\text{-}с}$ = 0,55; i = 0,05; L = 300 м) усилий сопротивления движению рабочего органа установки для бестраншейного ремонта стальных трубопроводов диаметром 100 мм (*1*), 200 мм (*2*), 400 мм (*3*) с использованием пластинчатых (*а*, *в*) и дисковых (*б*, *г*) ножей (материал отработавших трубопроводов – Сталь ВСт. 3 сп; материал новых трубопроводов – полиэтилен; $n_п$ = 1; $K_з$ = 1,5; α = 45°; β = 45°; $\sigma_{с.р}$ = 500·10^6 Па; $f_{пл}$ = 0,5; $f_д$ = 0,28; $\alpha_р$ = 15°; $\gamma_н$ = 10000 Н/м^3)

Сопротивления для средних условий рекомендуется использовать при определении средней производительности установки для ремонта трубопроводов, а сопротивления для тяжелых условий – при прочностном расчете рабочего органа.

Из гистограмм распределения составляющих сопротивления движению рабочего органа (рисунок 3.2) следует, что при средних условиях его работы наибольшими из всех сопротивлений являются усилия разрезания старого трубопровода $F_р$, а при тяжелых – усилия протаскивания $F_п$.

3.2 Определение конструктивной производительности рабочего органа

Конструктивную производительность рабочего органа установки для бестраншейного ремонта трубопроводов найдем по формуле (3.8) [1]

$$П_к = \frac{3600 \cdot \eta_э \cdot \eta_н \cdot \eta_г \cdot N_п \cdot \vartheta_х}{3600 \cdot \eta_э \cdot \eta_н \cdot \eta_г \cdot N_п + \vartheta_х \cdot F_{с.д}}, \qquad (3.8)$$

где $П_к$ – конструктивная производительность рабочего органа установки для бестраншейного ремонта трубопроводов; м/ч; $\eta_э$, $\eta_н$, $\eta_г$ – КПД электродвигателя, насоса и гидроцилиндра установки; $N_п$ – потребляемая мощность установки, Вт; $\vartheta_х$ – скорость холостого хода штока гидроцилиндра установки, м/ч.

При $\eta_э = 0{,}95$; $\eta_н = 0{,}8$; $\eta_г = 0{,}9$; $N_п = 43$ кВт; $\vartheta_х = 270$ м/ч; $F_{с.д} = 61{,}84 \cdot 10^3$ Н конструктивная производительность рабочего органа установки для бестраншейного ремонта трубопроводов равна

$$П_к = \frac{3600 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}9 \cdot 43 \cdot 10^3 \cdot 270}{3600 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}9 \cdot 43 \cdot 10^3 + 270 \cdot 61{,}84 \cdot 10^3} = 233{,}22 \text{ м/ч.}$$

Итак, конструктивная производительность рабочего органа установки для бестраншейного ремонта трубопроводов составляет $П_к = 233{,}22$ м/ч.

3.3 Расчет потребной мощности двигателя силовой установки

Потребную мощность двигателя силовой установки определим по формуле (3.9) [1]

$$N_{\text{дв}} = k_{\text{з}} \cdot \left(\frac{F_{\text{с.д}} \cdot \vartheta_{\text{р.н}}}{\eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{г}}} \right) + G_{\text{п.ш}} \cdot f_{\text{с-с}} \cdot \vartheta_{\text{р.н}}, \tag{3.9}$$

где $N_{\text{дв}}$ – потребная мощность двигателя силовой установки, Вт; $k_{\text{з}}$ – коэффициент запаса мощности на преодоление непредвиденных препятствий (вмятин отработавшего трубопровода, его утолщений стенки, образования пробки из ржавчины и т. д.); $\vartheta_{\text{р.н}}$ – нормативная скорость рабочего хода штока гидроцилиндра, м/с; $G_{\text{п.ш}}$ – вес плети штанг, Н.

Вес плети штанг определяется как произведение веса одной штанги на количество штанг на длине захватки, формула (3.10)

$$G_{\text{п.ш}} = G_{\text{ш}} \cdot n = \frac{L}{l_{\text{ш}}} \cdot m_{\text{ш}} \cdot g, \tag{3.10}$$

где $G_{\text{ш}}$ – вес одной штанги, Н; $m_{\text{ш}}$ – масса одной штанги, кг; $l_{\text{ш}}$ – длина одной штанги, м; L – длина захватки (расстояние между приямками), м; n – количество штанг, помещающихся на длине равной длине захватки; g – ускорение свободного падения, м/с^2.

При L = 100 м; $l_{\text{ш}}$ = 0,75 м; $m_{\text{ш}}$ = 13 кг; g = 9,8 м/с^2 вес плети штанг равен

$$G_{\text{п.ш}} = \frac{100}{0,75} \cdot 13 \cdot 9,8 = 16986,67 \text{ Н} \approx 17 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

При $k_{\text{з}}$ = 2; $F_{\text{с.д}}$ = 61,84·10^3 Н; $\vartheta_{\text{р.н}}$ = 0,033 м/ч; $\eta_{\text{н}}$ = 0,8; $\eta_{\text{г}}$ = 0,9; $G_{\text{п.ш}}$ = 17·10^3 Н; $f_{\text{с-с}}$ = 0,4 потребная мощность двигателя силовой установки равна

$$N_{\text{дв}} = 2 \cdot \left(\frac{61,84 \cdot 10^3 \cdot 0,033}{0,8 \cdot 0,9} \right) + 17 \cdot 10^3 \cdot 0,4 \cdot 0,033 = 5893,07 \text{ Вт} \approx 5,9 \cdot 10^3 \text{ Вт}.$$

Итак, потребная мощность двигателя силовой установки составляет $N_{дв} = 5{,}9 \cdot 10^3$ Вт.

3.4 Определение диаметра составных штанг

В процессе протягивания новой трубы составная штанга испытывает нагрузки на растяжение, рисунок 3.3. При этом растягивающее усилие может достигать значений $N_{max} = 7 \cdot 10^5$ Н.

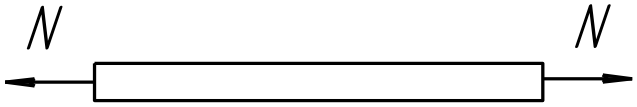


Рисунок 3.3 – Растягивающие усилия, действующие на составную штангу

Учитывая, что сечение штанги круглое, ее диаметр $d_ш$ определим как [18]

$$d_ш = \sqrt{\frac{4N_{max}}{\pi \sigma_т}}, \tag{3.11}$$

где N_{max} – максимальное усилие растяжения штанги, Н; $\sigma_т$ – предел текучести материала штанги, Па.

При $N_{max} = 7 \cdot 10^5$ Н; $\sigma_т = 360 \cdot 10^6$ Па

$$d_ш = \sqrt{\frac{4 \cdot 7 \cdot 10^5}{3{,}14 \cdot 3600 \cdot 10^5}} = 0{,}05\,м = 50\,мм.$$

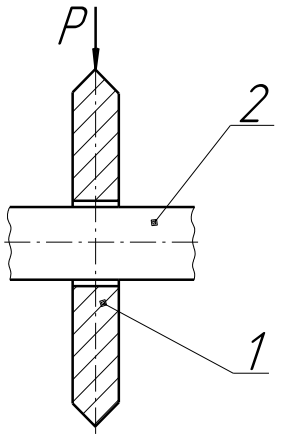
Следовательно, чтобы не разрушиться от растягивающих усилий равных $N_{max} = 7 \cdot 10^5$ Н, диаметр штанг $d_ш$ должен быть не менее 50 мм.

3.5 Расчет опорной оси дискового ножа на срез

Определим допускаемое усилие, перпендикулярно действующее через дисковый нож на опорную ось (рисунок 3.4) и не вызывающее ее среза [18]

$$P \le \tau \cdot \frac{\pi \cdot d_{ос}^{\ 2}}{4}, \qquad (3.12)$$

где $d_{ос}$ – диаметр опорной оси, м; τ – предел прочности материала оси на срез, Па.



1 – режущий дисковый нож; *2* – ось.

Рисунок 3.4 – Расчетная схема оси дискового ножа

При $d_{ос} = 30 \cdot 10^{-3}$ м; $\tau = 216 \cdot 10^{6}$ Па

$$P \le 216 \cdot 10^{6} \cdot \frac{3{,}14 \cdot (30 \cdot 10^{-3})^{2}}{4} = 152{,}6 \cdot 10^{3}\ \text{Н} = 152{,}6\ \text{кН}$$

Итак, усилие, вызывающее срез опорной оси режущего дискового ножа не должно превышать P = 152,6 кН.

3.6 Подбор посадки подшипника скольжения

Рассмотрим силовую установку, в которой имеются подшипники скольжения. Подберем для них посадку.

Исходные данные: угол охвата подшипника 180 градусов, число оборотов цапфы n = 600 мин$^{-1}$, диаметр цапфы d = 150 мм, длина запрессовки l = 180 мм; нагрузка P = 58,8 кН. Вкладыш выполнен из цинкового сплава ЦАМ 10–5 с шероховатостью поверхности, соответствующей R_{Z1} = 3,2 мкм; цапфа стальная закаленная (R_{Z2} = 1,6 мкм). Для смазывания подшипника применяется индустриальное масло И–20, имеющее при $t_{раб}$ = 50°С динамическую вязкость μ = 0,017 Па·с.

Расчет

Окружная скорость цапфы

$$\vartheta = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60 \cdot 1000}, \qquad (3.14)$$

$$\vartheta = \frac{3{,}14 \cdot 150 \cdot 600}{60 \cdot 1000} \approx 4{,}7 \text{ м/с}.$$

Угловая скорость цапфы

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \qquad (3.15)$$

$$\omega = \frac{3{,}14 \cdot 600}{30} \approx 63 \text{ рад/с}.$$

Относительный зазор в подшипнике

$$\psi = 0{,}8 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt[4]{\vartheta}, \qquad (3.16)$$

$$\psi = 0{,}8 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt[4]{4{,}7} \approx 0{,}0012.$$

Оптимальный диаметральный зазор

$$S = \psi \cdot d, \qquad (3.17)$$

$$S = 0{,}0012 \cdot 150 \approx 0{,}18 \text{ мм}.$$

Коэффициент нагруженности подшипника

$$C_P = \frac{P \cdot \psi^2}{\mu \cdot \omega \cdot l \cdot d}, \qquad (3.18)$$

$$C_P = \frac{58800 \cdot (0{,}0012)^2}{0{,}017 \cdot 0{,}15 \cdot 0{,}18 \cdot 63} \approx 2{,}93.$$

Относительный эксцентриситет при l/d = 1,2 и C_P = 2,93 равен χ = 0,76.

Наименьшая толщина масляного слоя при найденном диаметральном зазоре

$$h_{\min} = 0,5 \cdot S(1-\chi), \tag{3.19}$$

$$h_{\min} = 0,5 \cdot 0,18 \cdot (1-0,76) = 0,0216 \text{ мм} = 21,6 \text{ мкм}.$$

Для обеспечения жидкостной смазки необходимо удовлетворить условие неразрывности масляного слоя

$$h_{\min} \geq h_{\text{ж.с}} \geq k_{\text{ж.с}} \left(R_{Z1} + R_{Z2} + \Delta_{\text{д}}\right), \tag{3.20}$$

где $h_{\text{ж.с}}$ – толщина масляного слоя, при котором обеспечивается жидкостная смазка, мкм; $k_{\text{ж.с}}$ – коэффициент запаса надежности по толщине масляного слоя; $\Delta_{\text{д}}$ – добавка, учитывающая отклонения нагрузки, скорости, температуры от расчетных, а также механические включения в масло и другие неучтенные факторы, мкм.

Приняв $k_{\text{ж.с}}$ = 2 и $\Delta_{\text{д}}$ = 2 мкм, получим

$$h_{\text{ж.с}} = 2 \cdot (3,2 + 1,6 + 2) = 13,6 \text{ мкм, т. е. } h_{\min} > h_{\text{ж.с}}.$$

Коэффициент запаса надежности по толщине масляного слоя

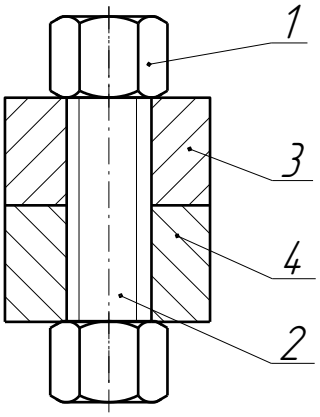
$$k_{\text{ж.с}} = \frac{h_{\min}}{R_{Z1} + R_{Z2} + \Delta_{\text{д}}}, \tag{3.21}$$

$$k_{\text{ж.с}} = \frac{21,6}{3,2 + 1,6 + 2} \approx 3,2 > 2, \text{ т. е. запас достаточный.}$$

Проведенный расчет показывает, что при $S_{\text{опт}}$ = 0,18 мм подшипник работает в условиях жидкостной смазки. Указанному зазору, который принимаем за средний, наиболее близко соответствует посадка $\varnothing 150\, H7/d7$ с зазорами: $S_{\min T}$ = 145 мкм, S_{m} = 185 мкм и $S_{\max T}$ = 225 мкм.

3.7 Расчет соединения болт–гайка на срез витков резьбы

Корпус силовой установки крепится к основанию при помощи болтов с гайками, рисунок 3.5. Рассчитаем это соединение на срез витков резьбы.



1 – гайка; *2* – болт; *3* – корпус силовой установки; *4* – основание.

Рисунок 3.5 – Крепление корпуса силовой установки к основанию

Усилия, вызывающие срез витков резьбы болта и гайки равны

$$Q_{рб} = \pi \cdot d_1 \cdot k_б \cdot H \cdot k_m \cdot \tau_{вб}, \quad (3.22)$$

$$Q_{рг} = \pi \cdot d_2 \cdot k_г \cdot H \cdot k_m \cdot \tau_{вг}, \quad (3.23)$$

где $k_б$, $k_г$ – коэффициенты полноты резьбы болта и гайки; d_1, d_2 – внутренний и наружный диаметры резьбы, м; $\tau_{вб}$, $\tau_{вг}$ – пределы прочности материалов болта и гайки на срез, Па; k_m – коэффициент, учитывающий характер изменения деформаций витков по высоте втулки при наличии в резьбе пластических деформаций; H – длина резьбы, м.

$k_б = k_г = 0{,}87$ (для метрической резьбы); $k_m = 0{,}7$ (для крупного шага резьбы); $H = 40 \cdot 10^{-3}$ м; $d_1 = 15{,}6 \cdot 10^{-3}$ м; $d_2 = 16 \cdot 10^{-3}$ м; $\tau_{вб} = 96 \cdot 10^6$ Па; $\tau_{вг} = 70 \cdot 10^6$ Па. Тогда

$$Q_{рб} = 3{,}14 \cdot 15{,}6 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}87 \cdot 40 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}7 \cdot 96 \cdot 10^6 = 114{,}55 \cdot 10^3 \text{ Н} = 114{,}55 \text{ кН}$$

$$Q_{рг} = 3{,}14 \cdot 16 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}87 \cdot 40 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}7 \cdot 70 \cdot 10^6 = 85{,}67 \cdot 10^3 \text{ Н} = 85{,}67 \text{ кН}.$$

Итак, при осевом выталкивающем усилие $Q_{рб} = 85{,}67$ кН произойдет срез витков резьбы гайки, а при $Q_{рг} = 114{,}55$ кН – срез витков болта.

4 Организационно-экономический раздел

При создании сложной новой техники возникает необходимость в улучшении планово-организационных работ, что возможно только на основе математизации и автоматизации плановых расчетов и их анализа. Решения, принимаемые по вопросам планирования, организации и контроля производственной деятельности, должны получить строгую научную основу в условиях экономико-математического моделирования планово-производственных задач.

4.1 Трудоемкость разработки дипломного проекта

Для определения трудоемкости разработки, прежде всего, составляется перечень всех основных этапов и видов работ, которые должны быть выполнены. Все виды работ и их трудоемкость приведена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость разработки

Наименование работы	Продолжительность, дней
0. Получение задания	0
1. Литературный обзор	10
2. Патентный поиск	8
3. Изучение производственного опыта	15
4. Предложение технического решения (схема)	5
5. Разработка конструкции предложенного технического решения	15
6. Проведение конструкторских расчетов	5
7. Разработка технической документации	10
8. Анализ полученных результатов	8

На рисунке 4.1 показан сетевой график разработки дипломного проекта.

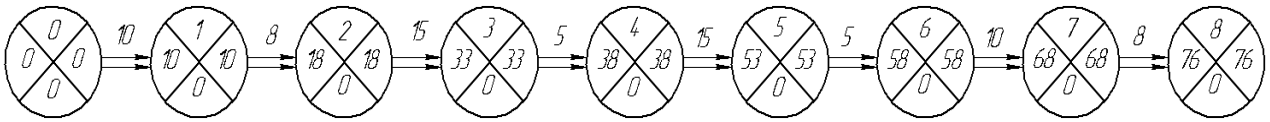


Рисунок 4.1 – Сетевой график разработки дипломного проекта

Определяем продолжительность пути *L* (таблица 4.2)

Таблица 4.2 – Продолжительность пути

Обозначение пути	Последовательность событий пути	Продолжительность, дней
L	0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8	76

4.2 Расчет затрат на разработку дипломного проекта

Определение затрат на разработку производится путем составления соответствующей сметы, которая включает следующие статьи:

1. Материальные затраты.
2. Затраты на оплату труда.
3. Отчисления на социальные нужды.
4. Амортизация основных фондов.
5. Прочие затраты.

4.2.1 Материальные затраты

В статью «Материальные затраты» включаются затраты на основные и вспомогательные материалы, топливо и энергию, необходимые для разработки дипломного проекта.

Рассчитаем затраты на электроэнергию, потребляемую в процессе разработки дипломного проекта.

Общая сумма затрат на электроэнергию $З_э$ рассчитывается по формуле (4.1)

$$З_э = \sum_{i=1}^{n} M_i \cdot K_i \cdot T \cdot Ц, \quad (4.1)$$

где M_i – паспортная мощность i-го электрооборудования, кВт; K_i – коэффициент использования мощности i-го электрооборудования (принимается K_i = 0,7–0,9); T – время работы i-го оборудования за весь период разработки дипломного проекта, ч; Ц – цена электроэнергии, руб/кВт); i – вид электрооборудования; n – количество электрооборудования.

Подставив значения в формулу (4.1), получим

$З_э$ = 0,55 · 0,8 · 425 · 2,16 + 0,2 · 0,8 · 4 · 2,16 = 405,29 руб.

Полученные результаты занесем в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Паспортная мощность, Вт	Коэффициент использования мощности	Время работы оборудования, ч	Цена электроэнергии, руб/(кВт · ч)	Сумма, руб.
Ноутбук Samsung R528	550	0,8	425	2,16	504,9
МФУ HP PHOTOSMART B109n-z	200	0,8	4	2,16	1,39
ИТОГО затраты на электроэнергию					506,29

4.2.2 Затраты на оплату труда

В статью «Затраты на оплату труда» включаются расходы по оплате труда всех работников, занятых разработкой дипломного проекта (дипломника, руководителей и консультантов дипломного проекта, привлеченных лиц).

Общая сумма затрат на оплату труда $З_{тр}$ определяется по формуле (4.2)

$$З_{тр} = \sum_{i=1}^{n} ЧС_i \cdot T_i, \quad (4.2)$$

где $ЧС_i$ – часовая ставка i-го работника, руб.; T_i – трудоемкость разработки дипломного проекта, чел.·ч; i – категория работника; n – количество работников, занятых разработкой дипломного проекта.

Часовая ставка работника может быть рассчитана по формуле (4.3)

$$ЧС_i = ЗП_i / ФРВ_i, \quad (4.3)$$

где $ЗП_i$ – месячная заработная плата i-го работника, руб; $ФПР_i$ – месячный фонд рабочего времени i-го работника, час.

Трудоемкость разработки АИС для дипломника определяется по данным таблицы 4.1.

Для руководителя и консультантов Федерального агентства по образованию РФ установлены следующие нормы затрат рабочего времени на одну дипломную работу, ч:

- руководитель работы 20;
- консультант по БЖД 2;
- консультант по экономической части 2.

Занесем данные в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Затраты на оплату труда

Работник	Трудоемкость разработки, чел·ч	Часовая ставка, руб/ч	Сумма, руб
Дипломник	456	43,33	19758,48
Научный руководитель	20	82,76	1655,2
Консультант по организационно-экономическому разделу	2	50	100
Консультант по разделу экологичности и безопасности проекта	2	50	100
ИТОГО затраты на оплату труда			21613,68

4.2.3 Отчисления на социальные нужды

В статью «Отчисления на социальные нужды» включаются сумма единого социального налога и взносы на страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний, которые составляют соответственно 29,8 % и 0,2 % от затрат на оплату труда всех работников, занятых разработкой дипломного проекта.

Отчисления на социальные нужды определим по формуле (4.4)

$$З_{соц.н} = З_{тр} \cdot k_c, \quad (4.4)$$

где k_c = 30 %.

$З_{соц.н}$ = 21613,68 · 0,3 = 6484,11 руб.

4.2.4 Амортизация основных фондов

В статью «Амортизация основных фондов» включается сумма амортизационных отчислений от стоимости оборудования и приборов, используемых при разработке дипломного проекта. Амортизационные отчисления рассчитываются по форме, приведенной в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Амортизация основных фондов

Наименование оборудования	Стоимость оборудо-вания, руб.	Годовая норма амортизации, %	Эффективный фонд времени работы оборудования, ч/год	Время работы оборудования для разработки АИС, ч	Сумма, руб.
Ноутбук Acer Aspire 5560G – 434054C50 Mnkk	20950	20	1981	456	964,48
МФУ HP PHOTOSMART B109n-z	3590	33,33	100	5	59,84
ИТОГО амортизация основных фондов					1024,32

Общая сумма амортизационных отчислений определяется по формуле (4.5)

$$З_{АМ} = \sum_{i=1}^{n} \frac{Ф_i \cdot Н_{Ai} \cdot T_i}{100 \cdot T_{эфi}}, \quad (4.5)$$

где $Ф_i$ – стоимость i-го оборудования, руб.; $Н_{Ai}$ – годовая норма амортизации i-го оборудования, %; $Т_i$ – время работы i-го оборудования за весь период разработки дипломного проекта, ч; $T_{эфi}$ – эффективный фонд времени работы i-го оборудования за год, ч/год; i – вид оборудования; n – количество оборудования.

Годовые нормы амортизации оборудования принимаются по справочнику или определяются исходя из возможного срока полезного использования оборудования по формуле (4.6)

$$Н_{Ai} = 100/T_{Ni}, \quad (4.6)$$

где T_{Ni} – возможный срок использования i-го оборудования, год.

Возможный срок полезного использования оборудования может быть принят от 3 до 10 лет.

4.2.5 Прочие затраты

В статью «Прочие затраты» включаются расходы на содержание административно-управленческого и учебно-вспомогательного персонала, на отопление, освещение и текущий ремонт помещений, канцелярские, командировочные и прочие хозяйственные расходы. Затраты по этой статье принимаются в размере 70–75 % от затрат на оплату труда.

$З_{пр}$ = 21613,68 · 0,75 = 16210,26 руб.

На основании полученных данных по отдельным статьям составляется смета затрат на разработку АИС по форме, приведенной в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Смета затрат на разработку дипломного проекта

Статьи затрат	Сумма, руб.
1. Материальные затраты, в том числе:	
▪ материалы;	–
▪ электроэнергия	506,29
2. Затраты на оплату труда	21613,68
3. Отчисления на социальные нужды	6484,11
4. Амортизация основных фондов	1024,32
5. Прочие затраты	16210,26
ИТОГО по смете	45838,66

4.3 Возможная (отпускная) цена

Величина возможной (отпускная) цены должна устанавливаться с учетом эффективности, качества и сроков ее выполнения на уровне, отвечающем экономическим интересам заказчика (потребителя) и исполнителя.

Отпускная цена ($Ц_Д$) рассчитывается по формуле 4.7

$$Ц_Д = З_{НИР} \cdot \left(1 + \frac{Р}{100}\right), \tag{4.7}$$

где $З_{НИР}$ – затраты на разработку (из табл. 4.6), руб.; Р – средний уровень рентабельности, %; Р принимается в размере 20–30 %.

$$Ц_Д = 45838{,}66 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 55006{,}39 \text{ руб.}$$

4.4 Расчет себестоимости продукции (выполнения работ) на планируемом для условий предприятия оборудовании

Технологическая себестоимость включает основные материалы (сырье, покупные полуфабрикаты, комплектующие изделия, заготовки); вспомогательные материалы на технологические нужды; топливо и энергию на технологические нужды; заработную плату (основную и дополнительную) основных производственных рабочих; отчисления на социальные нужды; расходы на подготовку производство новых изделий и технологий; расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Эти затраты могут различаться по вариантам (базовому и новому).

4.4.1 Затраты на материалы

Затраты на материалы рассчитывают по формуле (4.8)

$$С_м = У_н \cdot Ц_м \cdot К_{т.з} – У_о \cdot Ц_о, \quad (4.8)$$

где $С_м$ – затраты на основные материалы, руб/шт; $У_н$ – норма расхода материала на единицу продукции (черный вес) (таблица 4.7), кг/шт; $Ц_м$ – оптовая цена на материал равна 70 руб/кг; $К_{т.з}$ – коэффициент, учитывающий транспортно заготовительные расходы (принимается по материалам базового предприятия) равен 1,05; $У_о$ – вес реализуемых отходов материала (30 % от черного веса), руб/кг; $Ц_о$ – цена реализуемых отходов материала равна 7 руб/кг.

$$С_м = 472,5 \cdot 70 \cdot 1,05 – 55,77 \cdot 7 = 10548,99 \text{ руб.}$$

Таблица 4.7 – Затраты на материалы

Наименование материала	Масса погонного метра, кг/м	Длина потребления материала, м	Масса потребляемого материала, кг
Стержень	7,41	1,32	9,580
Цилиндр	40,55	0,87	32,400
Вилка	3,12	0,69	4,600
Малый конус	7,32	3,20	21,700
Расширитель	24,52	14,20	329,200
Нож	10,25	0,05	2,100
Стакан	78,26	0,25	28,355
Основание	14,75	3,21	44,565
		Общая масса, кг	472,500

4.4.2 Основная заработная плата

Основная заработная плата производственных рабочих складывается из тарифного плана с учетом коэффициента, включающего районную доплату к заработной плате, приработок и доплаты по премиальным системам, формула (4.9)

$$З_о = С_ч \cdot К_р \cdot t_{ш.к}, \quad (4.9)$$

где $З_о$ – заработная плата производственных рабочих, руб/шт; $С_ч$ – часовая ставка среднего разряда, руб/ч; $К_р$ – коэффициент, учитывающий районные доплаты к заработной плате и северные надбавки равен 60 %; $t_{ш.к}$ – штучное калькуляционное время, ч.

Основная заработная плата токаря равна:

$З_о = 85 \cdot 1,6 \cdot 38 = 5168$ руб.

Основная заработная плата слесаря сборщика равна:

$З_о$ =85 · 1,6 · 33 = 4488 руб.

4.4.3 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата включает оплату всех видов отпусков, времени выполнения гособязанностей, доплаты подросткам и другие виды оплаты, предусмотренные базовым предприятием; определяется в процентах к основной заработной плате по формуле (4.10)

$$З_д = (З_о/100) \cdot К_д, \quad (4.10)$$

где $К_д$ – процент к основной заработной плате, учитывающий сумму дополнительной заработной платы составляет 15 %.

Дополнительная заработная плата токаря равна:

$З_д$ = (5168/100) · 15 = 775,2 руб.

Дополнительная заработная плата слесаря сборщика равна:

$З_д$ = (4488/100) · 15 = 673,2 руб.

Страховые взносы на обязательное страхование 26 %; страхование от несчастных случаев на производстве 2,1 %, формула (4.11)

$$О_с = (З_о + З_д) \cdot С/100, \quad (4.11)$$

$О_с$ = (5168+4488+775,2+673,2) · 0,281 = 3120,34 руб,

где С – процент отчисления страховых взносов на обязательное страхование и страхование от несчастных случаев; С = 28,1 % (26 % – единый социальный налог; 2,1 % – страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний).

4.4.4 Полная заработная плата

Полная заработная плата производственных рабочих складывается из суммы основной и дополнительной заработной платы формула (4.12)

$$З = З_о + З_д. \quad (4.12)$$

Полная заработная плата токаря по формуле (4.12) равна:

З = 5168 + 775,2 = 5943,2 руб.

Полная заработная плата слесаря сборщика по формуле (4.12) равна

З = 4488 + 673,2 = 5161,2 руб.

4.4.5 Затраты на износ (амортизацию) оборудования

Износ (амортизация) оборудования, приходящийся на единицу продукции по конкретной операции, рассчитываются по формуле (4.13)

$$А = (К_{об} \cdot м_j \cdot а)/N_j \cdot 100, \quad (4.13)$$

где А – амортизационные отчисления, руб/шт; $К_{об}$ – балансовая стоимость оборудования, руб; $м_j$ – коэффициент занятости оборудования изготовление продукции j-го наименования; а – норма амортизационных отчислений равна 10,7 % (по нормативам отрасли); N_j – годовой объем выпуска продукции, 20 шт/год.

Затраты на амортизацию токарно-винторезного станка 1К625Д равны:

А = (425000 · 0,4 · 10,7)/20 · 100 = 909,50 руб.

Затраты на амортизацию установки воздушно-плазменной резки УВПР–0401 по формуле (4.13) равны:

А = (41500 · 0,1 · 10,7)/20 · 100 = 22,20 руб.

Затраты на амортизацию дрели электрической BE 630 Sup T (AEG) по формуле (4.13) равны:

А = (5800 · 0,1 · 10,7)/20 · 100 = 3,10 руб.

4.4.6 Затраты на все виды ремонта

Затраты на все виды ремонта и осмотр оборудования определяют по существующим отраслевым нормативам количество ремонтов и себестоимости одного ремонта и осмотра. Суммарные затраты на ремонт за ремонтный цикл зависят от группы ремонтной сложности оборудования и средних затрат по всем видам ремонта за цикл, приходящихся на единицу ремонтной сложности оборудования. Расчет выполняется по формуле (4.14)

$$C_р = [(W \cdot R \cdot k_э)/(T_{р.ц} \cdot \beta_п \cdot \beta_м \cdot \beta_у \cdot \beta_т \cdot \beta_р) + t_{р.эл} \cdot C_{р.эл}] \cdot t_{ш.к}, \quad (4.14)$$

где $C_р$ – затраты на все виды ремонта, руб/шт.; W – затраты на все виды ППР за ремонтный цикл, приходящиеся на единицу ремонтной сложности основной части данного вида оборудования, руб; R – группа ремонтной сложности основной части данного оборудования, ед; $k_э$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт электрической части оборудования; $T_{р.ц}$ – длительность ремонтного цикла основной части оборудования, ч; $\beta_п$, $\beta_м$, $\beta_у$, $\beta_т$, $\beta_р$ – коэффициенты, учитывающие влияние на длительность ремонтного цикла соответственного типа производства, обрабатываемого материала, условий обработки и характера помещений, размера и веса оборудования, величины основного параметра машины; $t_{р.эл}$ – трудоемкость ремонта электронной части станка с ЧПУ, приходящаяся на один час работы, ч; $C_{р.эл}$ – стоимость ремонта электронной части, приходящаяся на один час работы, руб/ч; $t_{ш.к}$ – штучно-калькуляционное время, ч.

Затраты на ремонт токарно-винторезного станка 1К625Д по формуле (4.14) равны

$C_р = [(250 \cdot 2 \cdot 2,3)/(15 \cdot 0,3 \cdot 0,4) + 3 \cdot 0,8] \cdot 0,6 = 164,28$ руб.

Затраты на ремонт установки воздушно-плазменной резки УВПР–0401 по формуле (4.14) равны

$C_р = [(85 \cdot 3 \cdot 4,5)/(5 \cdot 0,5) + 10 \cdot 0,9] \cdot 0,1 = 9,97$ руб.

Затраты на ремонт дрели электрической BE 630 Sup T (AEG) по формуле (4.14) равны

$C_р = [(35 \cdot 2 \cdot 4,5)/(3 \cdot 0,5) + 4 \cdot 0,9] \cdot 0,1 = 6,17$ руб.

4.4.7 Затраты на энергоносители

Затраты на энергоносители по операции включают затраты на силовую электроэнергию, сжатый воздух, пар, воду и т. д., рассчитывают по формуле (4.15)

$$З_{э.с} = [(N_у \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w)/h_m] \cdot t \cdot Ц_э, \quad (4.15)$$

где $З_{э.с}$ – затраты на силовую электроэнергию по операции, руб/шт.; $N_у$ – суммарная установленная мощность электродвигателей, кВт; k_N, $k_{вр}$ – средние коэффициенты загрузки электродвигателей соответственно по мощности и времени; $k_{од}$ – средний коэффициент одновременности работы электродвигателей; k_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сетях предприятия; h_m – средний коэффициент полезного действия электродвигателей; t – норма штучного времени на операцию, ч; $Ц_э$ – средняя стоимость электроэнергии, руб/кВт·ч.

$З_{э.с.} = [(15 \cdot 0,5 \cdot 7 \cdot 0,3 \cdot 0,8)/0,65] \cdot 1,5 \cdot 15 = 436,15$ руб.

4.4.8 Цеховые расходы

Величина цеховых расходов складывается из следующих видов затрат:

а) на содержание зданий, сооружений, инвентаря (амортизация, ремонт, отопление, освещение, уборка) в расчете на 1 м^2 производственной площади

б) на прочие расходы.

Первый вид затрат определяют по формуле (4.16)

$$С_{зд} = (F_{об} \cdot k_f \cdot С_{зд.г})/N, \quad (4.16)$$

где $С_{зд}$ – затраты на содержание зданий, сооружений, инвентаря, руб/шт.; $F_{об}$ – площадь, занимаемая оборудованием, м^2; k_f – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь (проходы, проезды и т. д.); $С_{зд.г}$ – годовые затраты на содержание зданий, сооружений, инвентаря, приходящиеся на 1 м^2 производственной площади, руб/м^2; N – годовая программа выпуска продукции, шт/год.

$$С_{зд} = (60 \cdot 1{,}05 \cdot 1150)/20 = 3622{,}50 \text{ руб.}$$

Прочие расходы при калькулировании себестоимости подлежат косвенному распределению. К ним относят: заработную плату руководителей и специалистов, служащих цеха; затраты на охрану труда и технику безопасности; затраты на рационализацию и изобретательство и др. Если в цехе уровень механизации и автоматизации труда невысокий, то прочие расходы распределяют пропорционально основной заработной плате (без доплат по премиальным системам) производственных рабочих, формула (4.17)

$$С_{пр} = З_о^1 \cdot К_{пр}, \quad (4.17)$$

где $С_{пр}$ – прочие расходы, руб/шт; $З_о^1$ – основная заработная плата (без доплат по премиальным системам) производственных рабочих, руб/шт; $К_{пр}$ – коэффициент, учитывающий величину прочих расходов.

$$С_{пр} = 6964{,}1 \cdot 1{,}75 = 12187{,}20 \text{ руб.}$$

4.4.9 Дополнительные капиталовложения

Дополнительные капиталовложения требуются на закупку следующего оборудования:

- токарно-винторезной станок 1К625Д (стоимость – 425000,00 руб);
- установка для воздушно-плазменной резки (стоимость – 41500,00 руб);
- дрель электрическая BE 630 Sup T (AEG) (стоимость – 5800 руб).

Итого: 472300,00 руб.

Исходя всех расчетов по статьям затрат заполняем таблицу калькуляции себестоимости рабочего органа установок для бестраншейного ремонта трубопроводов (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Калькуляция себестоимости (рабочий орган установок для бестраншейного ремонта трубопроводов)

Наименование статей затрат	Ед. изм.	Вариант	
		проектируемый	базовый
Годовой выпуск продукции	шт/год	20	40
Сырье и основные материалы	руб/шт	10548,99	–
Топливо и энергия на технологические цели	руб/шт	436,15	–
Полная заработная плата производственных рабочих	руб/шт	11204,4	–
Отчисления на социальные нужды	руб/шт	3120,34	–
Общепроизводственные расходы	руб/шт	1115,22	–
Общехозяйственные расходы	руб/шт	3622,50	–
Прочие расходы	руб/шт	12187,20	–
Полная себестоимость	руб/шт	40132,21	26500,00
Затраты на рабочий орган для труб другого диаметра	руб/шт	–	26500,00
Итого затрат	(руб/шт) год	802644,20	1060000,00
Дополнительные капиталовложения	руб	472300,00	–
Срок окупаемости	лет	1,4	–

Срок окупаемости оборудования зависит от многих факторов, таких как, правильная работа менеджеров по продажам и сбыт продукции, а также получение подрядов на ремонт трубопроводов бестраншейным методом.

Итак, себестоимость предлагаемого рабочего органа установок для бестраншейного ремонта трубопроводов равна 40132,21 руб, а его рыночная стоимость – 50250,00 руб. Прибыль с продажи составляет 10117,79 руб, а срок окупаемости – 1,4 года.

5 Безопасность и экологичность проекта

Введение

В настоящее время большое значение приобретает совершенствование безопасности труда, создание здоровых и безопасных условий труда, позволяющих ликвидировать производственный травматизм и профессиональные заболевания.

В настоящее время компьютерная техника широко применяется во всех областях деятельности человека. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов.

Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой. Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной рабочей позы человека.

В процессе работы с компьютером необходимо соблюдать правильный режим труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются значительное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках.

5.1 Общая характеристика участка для изготовления рабочего органа

При проведении работ для изготовления рабочего органа возможно возникновение опасных и вредных факторов: незащищенные подвижные элементы производственного оборудования, повышенная загазованность помещений отработавшими газами, опасность поражения электрическим током, возникновение пожара.

Требования безопасности при производственном изготовлении регламентированы ГОСТ 12.1.005–75 [26], ГОСТ 12.4.051–78 [27], ГОСТ 12.1.004–91 [28], санитарными нормами организации технологических процессов и гигиеническими требованиями к производственному оборудованию, Правилами по охране окружающей среды, Правилами пожарной безопасности для СТО.

5.2 Объемно-планировочные решения здания участка

Участок для изготовления рабочего органа занимает площадь 40 м^2. Максимальная высота помещения от уровня чистого пола до нижней кромки строительных балок на опоре составляет 5,2 м.

На участке имеется следующее оборудование: токарный станок, фрезерный станок и установка для воздушно-плазменной резки. Также установлены шкафы для инструментов и столы. Расстояние между оборудованием и строительными конструкциями соответствует нормам размещения технологического оборудования по ОНТП–01–91.

5.3 Производственная санитария

К работам по техническому обслуживанию на постах относится к категории работ IIб (работы с интенсивностью энергозатрат 201–250 ккал/ч). В таблицах 5.1 и 5.2 приведены оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата соответственно.

Таблица 5.1 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, ºС	Температура поверхностей, ºС	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	IIб (233–290)	17–19	16–20	60–40	0,2

Таблица 5.2 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, ºС		Температура поверхностей, ºС	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже опти-мальных значений	Диапазон выше опти-мальных значений			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	IIб (233–290)	15–16,9	19,1–22	14–23	15–75	0,2	0,4

В холодный период времени для обеспечения оптимальных параметров микроклимата используется центральная система отопления, а в теплый период система вентиляции, а также их совместная работа.

Для категории работ IIб – величина интегрального показателя тепловой нагрузки среды (ТНС–индекса) для профилактики перегревания организма равна 19,5–23,9 С.

5.3.1 Освещенность рабочего места

Информацию об окружающей среде человек получает в основном (до 90 %) через зрительный анализатор. Поэтому полнота и качество информации, поступающей через органы зрения, зависят во многом от освещения. Правильно спроектированное и выполненное освещение рабочих мест, комнат отдыха способствуют безопасности и общему психологическому состоянию работающих.

В рассматриваемом помещении совмещается естественное и искусственное освещение.

Искусственное освещение

В помещении используется комбинированное освещение. Естественное освещение обеспечивают 3 оконных проема, расположенных на стене помещения, ориентированной на юг здания, площадью 11,29 м^2. Дополнительно установлены светильники с четырьмя люминесцентными лампами PHILIPS TL–D, обладающими высокой световой отдачей.

Рабочее место расположено боковой стороной к оконному проему так, что естественный свет падает с левой стороны. Освещенность поверхности составляет 400–450 лк. Освещение не создает бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана 250 лк.

Для обеспечения нормативных значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол оконных проемов и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

Освещенность рабочего места удовлетворяет санитарным нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03.

5.3.2 Хозяйственно-питьевое водоснабжение

На нужды одного человека по санитарным нормам определено 25 литров воды в смену, из них 3 литра на питьевые нужды, на один кран умывальника расход составляет 180 л/г.

Данные питьевого водоснабжения приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Хозяйственно-питьевое водоснабжение

Цех, участок, отделение	Количество работающих	Для хозяйственных целей $q_х$, л	Для питья $q_п$, л в смену
Холодный	9	225	27

5.4 Анализ и устранение потенциальных опасностей и вредностей технологического процесса

Опасность поражения электрическим током

Электропитание оборудования на участке производится от трехфазной сети с изолированной нейтралью (сеть *IT*) напряжением 220/380 В переменного тока промышленной частоты 50 Гц.

Поражение электрическим током возможно по следующим причинам: случайного прикосновения человека (или приближения на опасное расстояние) к токоведущим частям, находящимся под напряжением; случайного прикосновения человека к металлическим нетоковедущим частям электрооборудования, оказавшимся под напряжением.

Электробезопасность на участке обеспечиваем с помощью:

- расположения токоведущих частей на недоступной высоте;
- изоляция токоведущих частей и рабочего места;
- применение малых напряжений;
- выравнивание потенциала;
- защитное заземление;
- защитное отключение.

Также используем дополнительные электрозащитные средства:

- указатели напряжения;
- изолирующие клещи;
- предупреждающие плакаты;
- временные ограждения;
- электромонтерский инструмент с изолирующими ручками;
- защитные очки;
- противогазы.

Зададимся исходными данными. Участок в соответствии с ПУЭ (7-е издание) по опасности поражения током относится к 2-му классу – средне опасные. Сопротивление заземляющего устройства должно быть менее или равно 4 Ом.

Грунт – суглинок. Заземляющие стержни располагаем по контуру помещения, имеющего в плане размеры 8×5 м.

Глубина заложения стержней от поверхности земли H = 0,5 м. Примем в качестве заземляющих электродов стержни длиной $l_с$ = 3 м из стальных труб диаметром d = 50 мм. Соединение заземлителей производим на сварке стальной полосой шириной b = 50 мм. Удельное сопротивление грунта с учетом сезонных колебаний влажности для вертикальных стержней $\rho_{о.с.}$, Ом·м, находим по формуле (5.1) [32]:

$$\rho_{о.с.} = \psi_в \cdot \rho_о = 1,5 \cdot 100 = 150 \text{ Ом} \cdot \text{м}, \tag{5.1}$$

где $\psi_в$ – коэффициент сезонности для вертикальных электродов; $\psi_в$ = 1,5; $\rho_о$ – удельное электрическое сопротивление грунта; $\rho_о$ = 100 Ом·м.

Находим расстояние от поверхности земли до середины стержня (t, м) по формуле (5.2):

$$t = H + 0,5 \cdot l_с = 0,5 + 0,5 \cdot 3 = 2 \text{ м}. \tag{5.2}$$

Находим сопротивление растеканию тока с одиночного стержня $R_с$, Ом

$$R_с = \frac{\rho_{о.с.}}{2 \cdot \pi \cdot l_с} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_с}{d} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_с}{4 \cdot t - l_с} \right) = \\ = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3} \right) = 41,2 \text{ Ом}. \tag{5.3}$$

Предварительное количество заземлителей, $n_{пр}$, шт

$$n_{пр} \cdot \eta_с = \frac{R_с}{R_з} = \frac{41,2}{4} \approx 10, \tag{5.4}$$

где $\eta_с$ – коэффициент использования вертикальных стержней; $R_з$ – сопротивление растекания тока заземляющего устройства, Ом; $R_з$ = 4 Ом.

Находим длину соединительной полосы по длине контура комплекса $l_п$, м

$$l_п = 2 \cdot (8+5) = 26 \text{ м.} \quad (5.5)$$

Расстояние между стержнями a, м

$$a = \frac{l_п}{n_{пр} \cdot \eta_с} = \frac{26}{10} = 2,6 \text{ м.} \quad (5.6)$$

Определяем отношение расстояния между заземлителями к их длине, $a/l_п$

$$a / l_п = 2,6/3 = 0,87 \quad (5.7)$$

Удельное сопротивление грунта для соединительной полосы $\rho_{с.п}$ (Ом·м), определяем по формуле

$$\rho_{с.п} = \psi_г \cdot \rho_о = 3 \cdot 100 = 300 \text{ Ом} \cdot \text{м.} \quad (5.8)$$

где $\psi_г$ – коэффициент сезонности для горизонтальных электродов; $\psi_г = 3,0$; $\rho_о$ – удельное электрическое сопротивление грунта; $\rho_о = 100$ Ом·м.

Находим сопротивление растеканию тока соединительной полосы $R_п$, Ом

$$R_п = \frac{\rho_{с.п}}{2\pi \cdot l_п} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_п^2}{b \cdot H} = \frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 26} \cdot \ln \frac{2 \cdot 26^2}{0,05 \cdot 0,5} = 5,552 \text{ Ом.} \quad (5.9)$$

По таблице принимаем коэффициент использования вертикальных стержней $\eta_с = 0,76$ и коэффициент использования горизонтальных полосовых заземлителей $\eta_п = 0,56$.

Находим результирующие сопротивление заземляющего устройства $R_{з.у}$, Ом

$$R_{з.у} = \frac{R_с \cdot R_п}{R_с \cdot \eta_п + R_п \cdot n_{пр} \cdot \eta_с} = \frac{41,2 \cdot 5,552}{41,2 \cdot 0,56 + 5,552 \cdot 10 \cdot 0,76} = 3,6 \text{ Ом.} \quad (5.10)$$

$R_{з.у} < R_з \Rightarrow 3{,}6 < 4$ Ом – условие электробезопасности выполняется.

Уточним количество стержней, шт

$$n = \frac{n_{пр} \cdot \eta_с}{\eta_с} = \frac{10}{0,76} = 13 \qquad (5.11)$$

Размещаем стержни по периметру производственной части с интервалом в 2,6 метра.

5.5 Мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций

Пожарная безопасность

Помещение учебной аудитории по категории опасности относится к категории «Д». Так как в аудитории отсутствуют горючие материалы, способные взрываться, легковоспламеняющиеся жидкости и пыли, горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы. В аудитории находятся только негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Для предотвращения пожара применяются следующие меры:

– исключение попадания посторонних предметов в токоведущие части;

– применение предохранителей и автоматических выключателей, системы защиты от перегрузок и перенапряжения;

– системы оповещения о пожаре (звуковая, световая);

– эвакуационные выходы с обозначением указательного табло;

– периодическая проверка оборудования на предмет исправности;

– периодически проверять оборудование на предмет исправности;

– наличие порошкового и углекислотного огнетушителя типа ОП–3 (3), ОУ–2.

5.6 Экологичность проекта

Проблема окружающей среды и рационального использования природных ресурсов является одной из наиболее важных задач на сегодняшний день. Для снижения вредного влияния производства на окружающую среду при проектировании участка предусматривается предохранительные мероприятия: вокруг предприятия организуется санитарно-защитная зона, которую озеленяют и благоустраивают, производства с вредными выделениями оборудуются вентиляциями и очистными сооружениями. Так же существует широкая программа по разработке и освоению высокопроизводительного и не вредного оборудования. Ведется в больших размерах посадка лесонасаждений. Не допускается ввод в эксплуатацию промышленных объектов до окончания строительства очистных сооружений.

Выводы по главе 5

В результате рассмотрения вопросов по охране труда и технике безопасности для данного проекта, при соблюдении соответствующих правил и норм, данный проект будет относительно безопасным и экологичным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы были сделаны следующие выводы:

1. В настоящее время подземные трубопроводные коммуникации России имеют большую протяженность и высокий износ, при этом темпы старения трубопроводов в несколько раз опережают темпы их ремонта и замены.

2. Традиционные траншейные способы ремонта трубопроводов не в состоянии выполнить требуемое количество ремонтных работ в сжатые сроки, в связи с тем, что они сопряжены с большим объемом земляных работ, приводят к разрушению объектов по трассе ремонтируемого трубопровода, перекрытию автомобильных дорог, низкопроизводительны и неэкономичны.

3. Существует способы бестраншейного ремонта трубопроводов. Они обладают рядом преимуществ по сравнению с траншейными способами, исключая их недостатки.

4. Наиболее перспективным является способ бестраншейного ремонта трубопроводов, заключающийся в статическом разрушении старого трубопровода рабочим органом с ножами, его расширении и одновременном затягивании в образующуюся скважину нового пластмассового трубопровода. Преимуществом данного способа является то, что он позволяет увеличить пропускную способность инженерных сетей. Кроме того, безударное разрушение труб значительно снижает вероятность осыпания грунта и повреждения проходящих рядом подземных коммуникаций.

5. Выявлен недостаток рабочих органов для разрушения старых трубопроводов при их бестраншейном ремонте данным способом, заключающийся в том, что рабочий орган одного типоразмера имеет малый диапазон диаметров ремонтируемых трубопроводов.

6. С целью исключения выявленного недостатка необходима разработка универсального рабочего органа для бестраншейного ремонта более широкого диапазона диаметров трубопроводов.

По итогам выполнения дипломного проекта были получены следующие результаты:

1. Составлена классификация рабочих органов установок для бестраншейного ремонта трубопроводов.

2. Предложена конструкция рабочего органа установок для бестраншейного ремонта более широкого диапазона диаметров трубопроводов.

3. Разработаны сборочные и деталировочные чертежи предлагаемого рабочего органа.

4. Даны предложения по охране труда и защите окружающей среды.

5. Произведен расчет затрат на изготовление рабочего органа установок для бестраншейного ремонта трубопроводов. Срок окупаемости предлагаемого технического решения составил 1,4 года.

Преимущество предлагаемого рабочего органа заключается в том, в нем расширен диапазон диаметров ремонтируемых трубопроводов за счет возможности изменения положения вилок с дисковыми ножами и частей усеченного конуса расширителя в соответствии с диаметром разрушаемого старого трубопровода и диаметром протаскиваемого нового трубопровода.

В результатах работы заинтересовалось ООО «Коммунальные технологии и строительство», г. Красноярск – служба генерального подрядчика ООО «Краском» (бывший Красноярский МУПП «Водоканал») где и предусмотрено их внедрение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Емелин, В. И. Бестраншейный ремонт трубопроводов статическим способом с увеличением их диаметра: монография / В. И. Емелин, А. А. Шайхадинов; ред. В. И. Емелин. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т; Политехн. ин-т, 2007. – 240 с.

2. Емелин, В. И. Эластичный торообразный привод для внутритрубных работ: монография / В. И. Емелин, Р. М. Авдеев; ред. В. И. Емелин. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005 – 167 с.

3. Емелин, В. И. Бестраншейный ремонт трубопроводов: Метод. указания по лабораторным работам / Сост. В. И. Емелин, Р. М. Авдеев, А. А. Шайхадинов. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2002. – 28 с.

4. Емелин, В. И. Бестраншейная реконструкция трубопроводных коммуникаций: Метод. указания по лабораторным работам / Сост. В. И. Емелин, Р. М. Авдеев, А. А. Шайхадинов. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. – 27 с.

5. Шайхадинов, А. А. Контроль качества бестраншейного ремонта трубопроводов: Метод. указания по лабораторным работам / Сост. А. А. Шайхадинов, В. И. Емелин, Р. М. Авдеев. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2004. – 34 с.

6. Емелин, В. И. Бестраншейная замена подземных трубопроводов: Метод. указания по лабораторным работам / Сост. В. И. Емелин, А. А. Шайхадинов. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. – 35 с.

7. Емелин, В. И. Бестраншейная замена отработавших трубопроводов с их предварительным разрушением статическим способом: Рекомендации по проектированию и производству работ / В. И. Емелин, А. А. Шайхадинов. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. – 66 с.

8. Емелин, В. И. Проектирование рабочих органов установок для бестраншейного ремонта стальных трубопроводов: метод. указания по курсовому и дипломному проектированию / сост. В. И. Емелин, А. А. Шайхадинов. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – 16 с.

9. Шайхадинов, А. А. Классификация и выбор способов бестраншейного ремонта трубопроводов / А. А. Шайхадинов, А. Е. Митяев // Вестн. Краснояр. гос. техн. ун-та. Вып. 41. Машиностроение. – Красноярск, 2006. – С. 206–212.

10. Емелин, В. И. Силы сопротивления при бестраншейной реконструкции трубопроводов с возможностью увеличения их диаметра / В. И. Емелин, А. А. Шайхадинов // Вестн. Краснояр. гос. техн. ун-та. Вып. 32. Машиностроение. – Красноярск, 2003. – С. 53–68.

11. Емелин, В. И. Пути повышения производительности комплекса оборудования для бестраншейной замены трубопроводов / В. И. Емелин, А. А. Шайхадинов // РОБТ. 2004. №5. – С. 28–30.

12. Емелин, В. И. Комплекс оборудования для бестраншейной реконструкции трубопроводных коммуникаций / В. И. Емелин, А. А. Шайхадинов // Механизация строительства. 2005. №1 – С. 14–17.

13. Емелин, В. И. Рабочие органы для разрушения старых трубопроводов / В. И. Емелин, А. А. Шайхадинов // РОБТ. 2006. №3. – С. 17–19.

14. Балаховский, М. С. Восстановление трубопроводов установками фирмы «Вермеер» / М. С. Балаховский // Механизация строительства. 2003. №3. – С. 2–9.

15. Возиянов, В. И. Обновление старых трубопроводов с помощью протяжки полиэтиленовых труб бестраншейным способом / В. И. Возиянов, Н. А. Гнилорыбов // РОБТ. 1998. №1. С. 19–20.

16. Григоращенко, В. А. Бестраншейная реконструкция подземных трубопроводов / В. А. Григоращенко, В. Д. Плавских, В. А. Харькин // Строительная техника и технологии. 2002. №3. – С. 76–77.

17. Гумен, Е. С. Использование гидравлических разрушителей для проведения бестраншейного ремонта трубопроводов / Е. С. Гумен // РОБТ. 2004. №5. – С. 39–40.

18. Писаренко, Г. С. Справочник по сопротивлению материалов. / Г. С. Писаренко, А. П. Яковлев, В. В. Матвеев. 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наукова думка, 1988. – 737 с.

19. Фесик, С. П. Справочник по сопротивлению материалов / С. П. Фесик. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Будівельник, 1982. – 280 с.

20. Дунаев, П. Ф. Детали машин. Курсовое проектирование / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М.: Высш. шк., 1980. – 399 с.

21. Решетов, Д. Н. Детали машин / Д. Н. Решетов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1974. – 655 с.

22. Якушев, А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения / А. И. Якушев, Л. Н. Воронцов, Н. М. Федотов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.

23. Долин, П. А. Справочник по технике безопасности / П. А. Долин. – М.: Энергоиздат, 1984. – 824 с.

24. Кондрасенко, В. Я. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие / В. Я. Кондрасенко, А. И. Жуков. – Красноярск: КГТУ, 1999. – 245 с.

25. Безопасность жизнедеятельности в техносфере: Учеб. пособие / Под ред. О. Н. Русак, В. Я. Кондрасенко. – Красноярск: КГТУ, 2001. – 431 с.

26. ГОСТ 12.1.005–75. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

27. ГОСТ 12.4.051–78 ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов слуха. Общие технические требования и методы испытаний.

28. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. Взамен ГОСТ 12.1.004–85.

29. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

30. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031–01. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

31. ГОСТ 12.1.003–83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – дата введ. с 01.07.84 до 01.07.89. – М: Изд-во стандартов, 1984. – 9 с.

32. ГОСТ 12.1.019–79*. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – введен 01.07.1980. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 6 с.

33. ГОСТ 12.4.026–01. ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 32 с.

34. ГОСТ 12.2.007.9–88. ССБТ. Оборудование электротехническое. Требования безопасности.

35. НПБ 105–03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – дата введ. 01.08.2003. – М.: Изд-во стандартов, 2003.