

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте
Факультет Техники и технологии
Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент

_____ А.В. Бобылев
_____ 20__ г.

Совершенствование конструкции механизма передвижения электродов
сталеплавильной печи

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
15.03.05.2021.334.ПЗ ВКР

Консультанты:
Безопасность жизнедеятельности

_____ А.В. Бобылев, доцент
_____ 2021 г.

Руководитель ВКР

_____ Т.Р. Хазиев, доцент
_____ 2021 г.

Автор ВКР
студент группы ФТТ-531

_____ Лоськов С.Н.
_____ 2021 г.

Нормоконтролер

_____ И.Н. Миронова, доцент
_____ 2021 г.

Златоуст 2021

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте
Факультет Техники и технологии

Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой
_____ /Бобылев А.В./
_____ 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента(ки)

Лоськова Станислава Николаевича

Группа ФТТ-531

1.Тема работы Совершенствование конструкции механизма передвижения
электродов сталеплавильной печи

утверждена приказом ректора университета от «26» апреля 2021 г. № 714-13/12

2.Срок сдачи студентом законченной работы «3» июля 2021 г.

3.Исходные данные к работе

3.1 Чертежи конструкции механизма передвижения электродов
с электрогидравлическим приводом

3.2 Существующая гидростанция механизма передвижения электродов дуговой
сталеплавильной печи ДСВ–10 ЭСПЦ–2 ООО «ЗМЗ»

3.3 Устройство и принцип работы дуговой сталеплавильной печи ДСВ–10 ООО
«ЗМЗ» ЭСПЦ–2

3.4 Материалы преддипломной практики

4.Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Аннотация
Оглавление
Введение
1 Технологический раздел
1.1 Описание состава и назначение Электросталеплавильного цеха 2 ООО «ЗМЗ»
1.2 Описание существующего технологического процесса Электросталеплавильного цеха №2
1.3 Описание технической характеристики и принципа работы дуговой сталеплавильной печи типа ДСВ-10 в Электросталеплавильном цехе №2
2 Конструкторский раздел
2.1 Сравнение и анализ механизма передвижения электродов
2.2 Гидравлическая схема существующего гидропривода механизма передвижения электродов
2.3 Анализ существующего гидропривода механизма передвижения электродов
2.4 Недостатки существующего гидропривода механизма передвижения электродов
2.5 Предлагаемая гидравлическая схема станции гидропривода передвижения электродов
2.6 Обоснование выбора гидравлических элементов и расчет гидравлической системы
2.7 Описание и достоинства предлагаемой гидроустановки механизма передвижения электродов
3 Выбор и эксплуатация оборудования
3.1 Описание комплекта гидрооборудования
3.2 Монтаж, подготовка комплекта гидрооборудования к работе
3.3 Техническое обслуживание
3.4 Возможные неисправности и методы их устранения
4 Безопасность жизнедеятельности
4.1 Мероприятия по противопожарной безопасности при работе с гидрооборудования
4.2 Требование к освещению места работы
5 Экономический раздел
5.1 Затраты на реконструкцию
Заключение
Библиография

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в листах формата А1)

1 Тема, цель, задачи. Теоретический чертеж	(1 лист)
2 Дуговая сталеплавильная печь типа ДСВ–10. Общий вид	(1 лист)
3 Дуговая сталеплавильная печь типа ДСВ–10. Общий вид (Вид А)	(1 лист)
4 Дуговая сталеплавильная печь типа ДСВ–10. Общий вид (Разрез Б-Б)	(1 лист)
5 Схема гидравлическая принципиальная гидра панели управления механизмом подъема электродов	(1 лист)
6 Станция гидропривода управления приводом передвижения электродов. Схема гидравлическая принципиальная	(1 лист)
7 Гидра панель управления механизмом передвижения электродов. Схема гидравлическая принципиальная	(1 лист)
8 Стойка панели гидрооборудования. Общий вид	(1 лист)
9 Выводы. Теоретический чертеж	(1 лист)

Всего 9 листа

6 Консультанты по проекту, с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Безопасность жизнедеятельности	Бобылев А.В.		

7 Дата выдачи задания 11 июня 2021 г.

Руководитель Хазиев Т.Р.
(ФИО)

_____ (подпись)

Задание принял к исполнению 11 июня 2021 г.

Студент-дипломник Лоськов С.Н.
(ФИО)

_____ (подпись)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов ВКР	Срок выполнения этапов ВКР	Отметка о выполнении
Введение	11.06.2021г.	
Технологический раздел	14.06.2021г.	
Конструкторский раздел	18.06.2021г.	
Безопасность жизнедеятельности	25.06.2021г.	
Экономический раздел	28.06.2021г.	
Оформление проекта	01.07.2021г.	
Сдача ВКР на кафедре	03.07.2021г.	

Зав. кафедрой _____ /А.В. Бобылев/

(подпись)

Руководитель ВКР _____ /Т.Р. Хазиев/

(подпись)

Студент _____ /С.Н. Лоськов/

(подпись)

АННОТАЦИЯ

Лоськов, С. Н. Совершенствование конструкции механизма передвижения электродов сталеплавильной печи. - Златоуст: Филиал ЮУрГУ в г. Златоусте, 2021, 64 стр., 9 ил., библиографический список – 19 наименований. Графическая часть: 8 листов чертежей ф. А1.

Работа включает в себя следующие разделы: технологический, конструкторский, организация производства, экономика производства, безопасность жизнедеятельности.

В ходе работы рассмотрена дуговая сталеплавильная печь ДСВ–10 электросталеплавильного цеха 2 ООО «Златоустовский металлургический завод». Проведен анализ существующей конструкции механизма передвижения электродов, сравнение типов приводов. Выявлены недостатки гидропривода, на основании которых предложено его совершенствование.

Разработана схема гидропривода, произведен расчет гидрооборудования, подобран комплект гидроаппаратуры.

Спроектирован порядок ввода гидропривода в эксплуатацию.

Выполнен расчет затрат на приобретение электрогидравлического привода.

Разработан ряд мероприятий по безопасности жизнедеятельности на производстве.

					15.03.05.2021.334.00.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Лоськов				Совершенствование конструкции механизма передвижения электродов сталеплавильной печи.	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Хазиев						4	84
Реценз.					Пояснительная записка	Филиал ЮУрГУ в г. Златоусте кафедра ТМСИ		
Н. Контр.	Миронова							
Утверд.	Хазиев							

Содержание

Введение.....	7
1 Технологический раздел	
1.1 Описание состава и назначения Электросталеплавильного цеха №2.....	9
1.2 Описание существующего технологического процесса электросталеплавильного цеха №2.....	11
1.3 Описание технической характеристики и принцип работы дуговой сталеплавильной печи типа ДСВ–10 в электросталеплавильном цехе №2.....	14
2 Конструкторский раздел	
2.1 Сравнение и анализ механизма передвижения электродов.....	18
2.2 Гидравлическая схема существующего гидропривода механизма передвижения электродов.....	22
2.3 Анализ существующего гидропривода механизма передвижения электродов.....	24
2.4 Недостатки существующего гидропривода механизма передвижения электродов.....	26
2.5 Предлагаемая гидравлическая схема станции гидропривода механизма передвижения электродов.....	26
2.6 Обоснование выбора гидравлических элементов и расчёт гидравлической системы.....	28
2.7 Описание и достоинства предлагаемой гидроустановки механизма передвижения электродов	36
3 Выбор и эксплуатация оборудования	
3.1 Описание комплекта гидрооборудования.....	38
3.2 Монтаж, подготовка комплекта гидрооборудования к работе.....	45
3.3 Техническое обслуживание.....	46
3.4 Возможные неисправности и методы их устранения.....	48
4 Безопасность жизнедеятельности	

15.03.05.2021.334.00.ПЗ

№ документа

Подпись

4

Введение

Широкое применение гидропривода в различных отраслях машиностроения и металлургии происходит благодаря его существенным преимуществам перед другими типами приводов и прежде всего возможностью получения больших усилий и мощностей при ограниченных размерах гидродвигателей.

Гидроприводы отличаются высокой энергоемкостью, компактностью, небольшой инерционностью, удобством и легкостью управления, возможностью обеспечения рациональной компоновки. Гидропривод позволяет перейти к созданию новых машин с высоким уровнем автоматизации, робототехнических систем, гидроимпульсной и другой перспективной техники. Проектирование гидроприводов разнообразных по конструкции и назначению машин и механизмов возможно с использованием типовых, унифицированных и стандартных узлов и элементов, к которым относятся насосы, гидродвигатели различного назначения. Их использование позволяет сократить сроки проектирования и изготовления гидропривода и машины в целом, упрощается обслуживание и ремонт. Создание гидравлического привода с требуемыми параметрами и характеристиками базируется на применении определенных инженерных методов расчета и проектирования.

Состояние оборудования предприятий ведущих отраслей промышленности характеризуется низким уровнем обновления технологического оборудования, следствием чего является его моральный и физический износ. Единственным альтернативным способом обеспечения качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции становится модернизация существующего оборудования.

На «Златоустовском металлургическом заводе» разработана комплексная программа модернизации электросталеплавильного производства.

		№ документа	Подпись				
							15.03.05.2021.334.00.ПЗ
							6

В рамках этой программы в плане технических мероприятий запланирована реконструкция дуговых электропечей ДСВ–10 электросталеплавильного цеха №2.

Реконструкция электропечей ДСВ–10 предполагает совершенствование электрогидравлического привода с заменой гидравлической панели управления приводами перемещения электродов.

					15.03.05.2021.334.00.ПЗ	
		№ документа	Подпись			7

1 Технологический раздел

1.1 Описание состава и назначения Электросталеплавильного цеха №2

Электросталеплавильный цех №2 предназначен для выплавки высококачественных нержавеющих и специальных марок стали и сплавов, и быстрорежущих, и инструментальных легирующих марок.

Потребителями слитков являются: Прокатный цех №1, Молотовый цех.

Развес слитков составляет: 200, 500, 750, 1000, 2800, 3600 кг.

Разливка стали сифонная, а также предусмотрена возможность разлива стали сверху.

Часть слитков, после отжига передаются на склад слитков обдирочного отделения и склад слитков молотового цеха.

Надорванные слитки в горячем состоянии вместе с изложницами, с помощью автомобильного транспорта передаются в Прокатный цех №1 на прокатный стан «1150».

Главное здание по ширине имеет четыре пролета:

- шихтовый 22 м,
- печной 18 м,
- разливочный 18 м,
- вспомогательный 24 м.

Общая длина здания составляет 156 м и ширина 84 м.

Ширина шихтового пролета составляет 22 м, длина 156 м, высота до головки подкранового рельса 9 м.

В шихтовом пролете хранятся магнитные материалы, ферросплавы сыпучие материалы (известь, плавиковый шпат, магнезит).

Материалы хранятся в закромах.

									15.03.05.2021.334.00.ПЗ	
		№ документа	Подпись							8

В торце пролета расположен склад электродов.

В шихтовом пролете проложено два железнодорожных пути нормальной колеи. Один путь проложен у наружной стены здания, вдоль фронта закроев. Второй тупиковый, расположен в торце пролета со стороны печи. С противоположной стороны пролета предусмотрен автомобильный заезд.

Для взвешивания тележек с шихтой установлено двое весов железнодорожного типа грузоподъемностью по 30 тонн.

В пролете установлено три мостовых магнитных крана грузоподъемностью 10 тонн.

Для погрузки сыпучих материалов два магнитных крана оборудуются съемным моторным грейфером.

Ширина печного пролета 18 м, длина 156 м, высота до головки подкранового рельса 14 м.

В печном пролете установлены четыре печи: печь №10 объемом 5 тонн, печь №13, №14, №15 объемом по 10 тонн.

В этом пролете размещается печная подстанция и помещение понизительных трансформаторов для питания вспомогательных двигателей.

Между №10 и №13 печью размещен «Агрегат Комплексной Обработки Стали». АКОС состоит из двух агрегатов: «Агрегат Ковш – Печь», «установка Вакуум – Кислородного Рафинирования стали».

Торцевые пролеты печами незаняты. Один торец используется для уборки шлака, боя кирпича и мусора. Во втором торце расположены ремонтная и Электромастерская, молот МП-300 и горн для подогрева инструмента.

Для обслуживания печей в печном пролете сооружена рабочая площадка высотой 4 м с балконом, выходящая в шихтовый пролет.

В печном пролете установлены три мостовых крана грузоподъемностью по 20/5 тонн и Кранозавалочная машина грузоподъемностью 1,5 тонны.

Ширина разливочного пролета 18 м, длина 156 м, высота до головки подкранового рельса 14 м.

Для разливки стали в пролете установлены два тележечных конвейера на

						15.03.05.2021.334.00.ПЗ	
				№ документа	Подпись		

1.2 Описание существующего технологического процесса электросталеплавильного цеха №2

Шихтовые материалы поступают в шихтовый пролет цеха в ж/д вагонах по железнодорожному пути из копрового цеха и участка разделки легированного лома. Разгрузка материалов осуществляется при помощи электромагнитных кранов. Для разгрузки сыпучих материалов используются съемные моторные грейферы. Все шихтовые материалы хранятся в наземных закромах, дорогостоящие ферросплавы хранятся в кладовой под рабочей площадкой.

Основной шихтой для электропечей является стальной скрап, отходы предельных цехов, мягкая шихтовая болванка, а также ферросплавы. Шлакообразующие материалы – металлургическая известь, плавиковый шпат и специальные смеси. Окислитель – мартеновская руда и кислород.

Металлическая шихта электромагнитными кранами загружается в саморазгружающую бадью, которые установлены на самоходной тележке. В процессе загрузки производится взвешивание бадьи с шихтой на тридцати тонных весах, оборудованные электронным циферблатом. Бадья передается на тележке в печной пролет, где она захватывается специальной траверсой навешенной на крюк электромостового крана №7 или №8 грузоподъемностью 20/5 тонн и подается к электропечи.

Сыпучие материалы при помощи грейфера загружаются в металлические коробки. Коробки электромостовым краном подаются на балкон рабочей площадки печного пролета.

В случае необходимости в сушке или прокаливанию материалов, коробка устанавливается на выдвижную тележку нагревательной печи. После загрузки телега закатывается под свод в печь.

Дуговую сталеплавильную печь выкатывают из под свода, обслуживающий персонал заправляет стенки каркаса огнеупорной смесью, и загружают шихту.

					15.03.05.2021.334.00.ПЗ	
		№ документа	Подпись			11

После чего печь закатывают под портал и опускают свод печи, опускаются электроды и по токопроводящим кабелям подается электрический ток.

Электроды графитовые, диаметром 350 мм, имеют свой независимый механизм перемещения. Механизм перемещения электродов должен обеспечить быстрый подъем электродов в случае обвала шихты в процессе плавления, а также плавное опускание электродов во избежание их погружения в металл или ударов о нерасплавившиеся куски шихты.

Процесс плавки начинается за счет горения дуги между металлом и электродом. Во время плавки, при помощи мულдозавалочной машины №6, через рабочее окно печи в мульдах добавляют всевозможные добавки, в зависимости от марки выплавляемой стали, также добавляют шлакообразующие материалы.

Для увеличения скорости процесса плавки, и выжигания углерода из стали, печь продувают кислородом. Перед сливом стали берутся пробы и в специальных патронах отправляются при помощи пневмо-почты в лабораторию для анализа состава марки стали.

Шлак сливают через рабочее окно печи, для этого около печи отодвигается плитовой настил, поднимаются электроды, печь наклоняется в сторону печного пролета под углом 12–15 градусов, и жидкий шлак сливают через рабочее окно при поднятой заслонке в шлаковую чашу. После скачивания шлака, печь возвращается в исходное положение. Далее печь наклоняется в сторону разливочного пролета на 40 – 45 градусов и сливают сталь в сталеразливочный ковш.

Ковш с жидкой сталью подается для обработки на «Агрегат комплексной обработки стали», в дальнейшем (АКОС), состоит из двух агрегатов Агрегат Ковш – Печь (АКП) и установка Вакуум Кислородного Рафинирования стали (ВКР).

Сталеразливочный ковш емкостью 12 тонн с металлом устанавливается на сталевоз и подается под свод АКП на обработку металла, для того чтобы

произвести насыщение стали специальными добавками и довести ее до нужной марки, затем ковш подается обратно в разливочный пролет.

После обработки на АКП ковш со сталью подается в ВКР, которая предназначена для дальнейшего вакумирования металла в сталеразливочном ковше с целью дегазации металла и удаление не металлических включений без продувки кислородом в вакуум-камере или обезуглероживания коррозионностойких сталей с минимальными потерями хрома путем продувки металла кислородом в вакууме.

Прошедшая обработку на АКОСе готовая сталь из ковшей разливается в изложницы. Простые и более дешевые марки стали, выплавляемые в электропечи которые не нуждаются в последующей обработке на агрегате АКОС, направляют сразу же на сталеразливочную канаву, на разливку в изложницы. Разливка стали сифонная, а также предусмотрена возможность, разливка стали сверху. Изложницы установлены на сталеразливочной канаве в литейном пролете. В изложнице металл остывает, время нахождения металла в изложнице зависит, от марки стали.

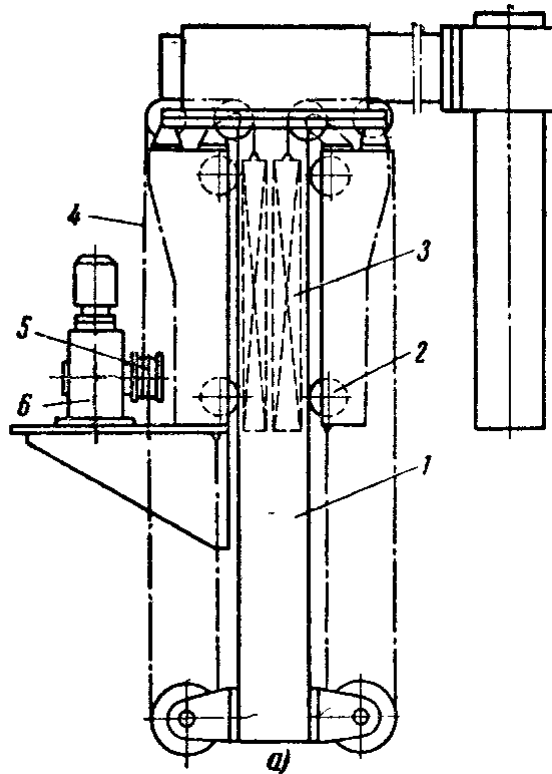
Слитки надрывают из изложницы краном, и вместе с изложницей в горячем состоянии устанавливаются на специальный автоприцеп и направляются в Прокатный цех №1 на стан «1150» и Прокатный цех №3 на КПК.

Часть слитков направляют на отжиг в камерные печи №1 и №2. Слитки после отжига направляются в ямы медленного охлаждения, после чего слитки передаются на склад слитков: обдирочного и молотового отделения.

1.3 Описание технической характеристики и принцип работы дуговой сталеплавильной печи типа ДСВ–10 в электросталеплавильном цехе №2

Дуговая сталеплавильная печь расположена в печном пролете Электросталеплавильного цеха №2. Всего в печном пролете расположены три дуговых сталеплавильных печи типа ДСВ–10.

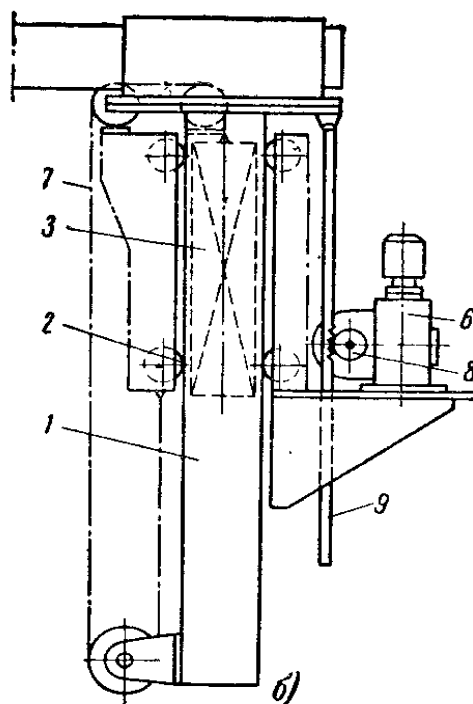
						15.03.05.2021.334.00.ПЗ
		№ документа	Подпись			13



1 – стойка; 2 – направляющий ролик; 3 – противовес; 4 – трос; 5 – барабан;
6 – электродвигатель с червячным редуктором.

Рисунок 1 – Схема механизма передвижения электродов
с канатно – барабанной передачей

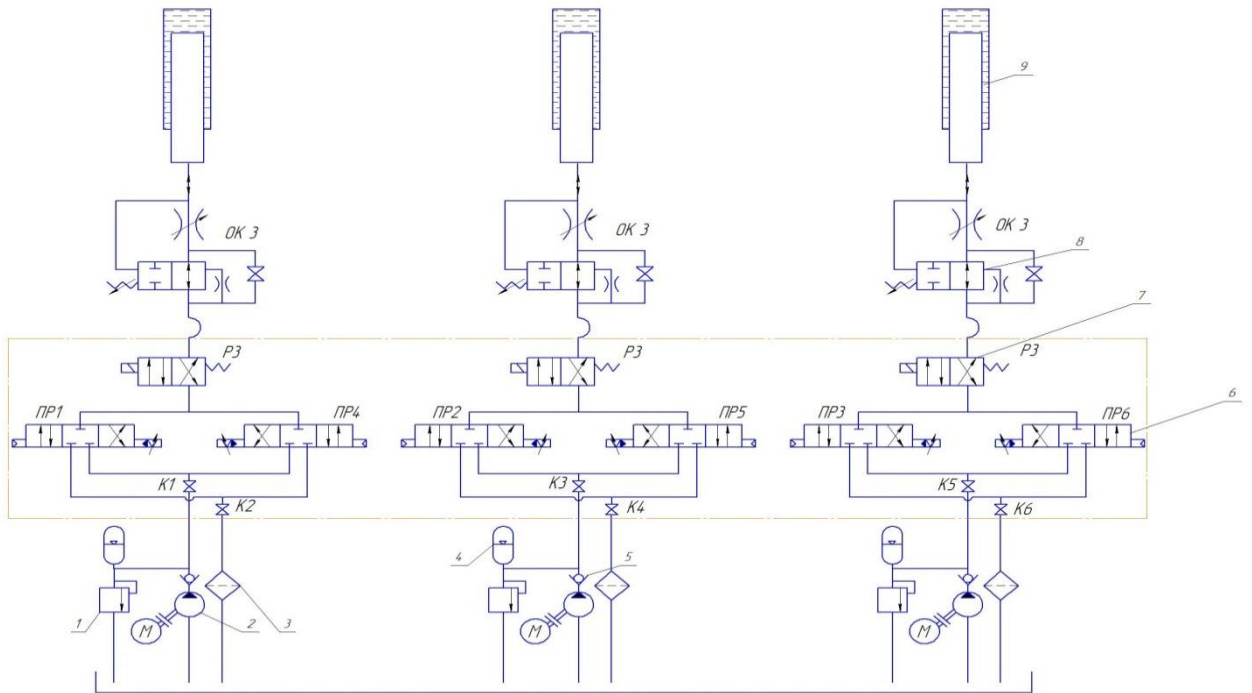
Также находят применение механизмы с жесткой связью, в которых канатную передачу заменяют реечной, указанной на рисунке 2. Реечный механизм по сравнению с канатным имеет большую надежность и простоту обслуживания, а также меньшую инерционность. Однако запаздывание достигает значительной величины и составляет от 75 до 150 мс.



1 – стойка; 2 – направляющий ролик; 3 – противовес; 6 – электродвигатель с червячным редуктором; 7 – трос; 8 – зубчатая шестерня; 9 – зубчатая рейка.

Рисунок 2 –Схема механизма передвижения электродов с электромеханической передачей

Наименьшее запаздывание (не более 60 мс) имеет гидравлический привод, представленный на рисунке 3, который выполняют с объемным и дроссельным управлением. Гидравлический привод с объемным управлением является электромеханическим приводом с гидравлической передачей, преимущество которого заключается в высоком КПД передачи, а недостаток в сложности и громоздкости. К преимуществам гидравлического механизма с дроссельным управлением относятся незначительные инерционность и время запаздывания, возможность быстрого изменения скорости перемещения электродов путем бесступенчатого регулирования, плавность движения, компактность.



- 1 – клапан предохранительный; 2 – насос; 3 – фильтр влагоотделитель;
 4 – гидравлический аккумулятор; 5 – клапан обратный;
 6 – преобразователь электрогидравлический; 7 – гидрораспределитель;
 8 – отсечной клапан; 9 – гидроцилиндр.

Рисунок 4 – Гидравлическая схема механизма передвижения электродов

В качестве источника гидроснабжения предлагается насосно-аккумуляторные станции. Каждая гидравлическая станция осуществляет работу только одного предназначенного ей гидроцилиндра.

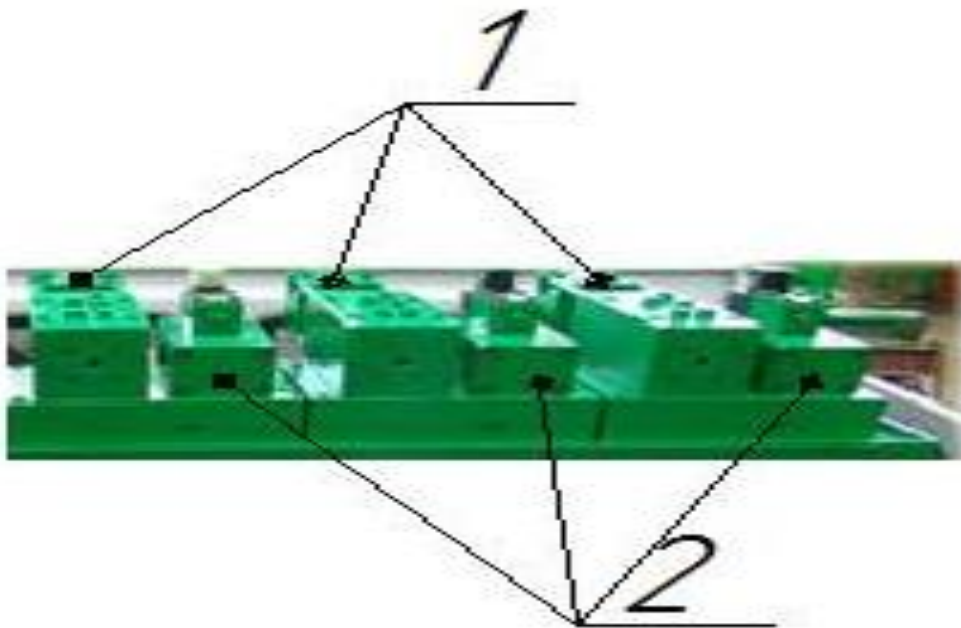
Рабочую жидкость подают к гидравлическому распределителю из маслобака насосом (с приводом от асинхронного двигателя) через обратный клапан или от аккумулятора управления насосом под давлением, определяемым настройкой обратного клапана. Гидравлический распределитель, через отсечной клапан и полый шток, сообщается с полостью исполнительного гидроцилиндра. Направление и скорость перемещения колонны с электродом зависит от

направления и величины смещения золотника распределителя от своего нейтрального положения. При соединении цилиндра через распределитель с напорной линией гидросистемы электрод поднимается, а при соединении со сливной линией – опускается.

Гидропанель управления механизмами передвижения электродов предназначена для пропорционального преобразования маломощного электрического сигнала, поступающего с управляющего контролера, в поток рабочей жидкости, подаваемой в гидроплунжеры передвижения электродов.

2.3 Анализ существующего гидропривода механизма передвижения электродов

Использование традиционных насосно–аккумуляторных станций на дуговых сталеплавильных печах было вынужденной необходимостью и заставляло мириться с присущими ей недостатками, так как только насосно аккумуляторная станция позволяла управлять случайными по времени гидравлическими расходами. К недостаткам насосно аккумуляторной станции можно отнести сложность в обслуживании, так как они имеют сосуды высокого давления с системой датчиков уровня жидкости и сопутствующей электроавтоматикой. Сосуды высокого давления, как правило, подвержены регистрации и контролю со стороны "Росгортехнадзора", и требуют соответствующей подготовки обслуживающего персонала.



1 – электрогидравлический преобразователь; 2 – отсечной гидрозамок.

Рисунок 5 – Гидропанель механизма передвижения электродов

Гидропанель смонтирована на раме как показано на рисунке 5, на верхнем основании которой расположены три электрогидравлических преобразователя пропорционального действия, и три отсечных гидрозамка с электрогидроуправлением.

В данной конструкции гидросистемы механизма передвижения электродов регулировать скорость потока подъема, опускания невозможно, так как существующий гидрораспределитель одинарного действия с пропорциональным электромагнитным управлением установленный в гидравлической системе способен изменять только направление потоков рабочей жидкости, но не способен поддерживать одно заданное значение расхода и не может контролировать плавное протекание потока рабочей жидкости, не возможно регулировать ход перемещения штока гидроцилиндра. Для того чтобы гидрораспределитель с пропорциональным электромагнитным управлением смог поддерживать заданное давления или расход рабочей жидкости,

		№ документа	Подпись		
15.03.05.2021.334.00.ПЗ					24

жидкости в данной конструкции предусмотрены гидропреобразователи.

В гидропреобразователях происходит преобразование механической энергии одного потока рабочей жидкости в механическую энергию другого потока с другим соотношением значений давления и расхода. Погрешности этих соотношений обусловлены механическими и объемными потерями в устройстве.

Все это усложняет гидросистему и в основном не обеспечивает качественное управление гидроприводом.

2.4 Недостатки существующего гидропривода механизма передвижения электродов

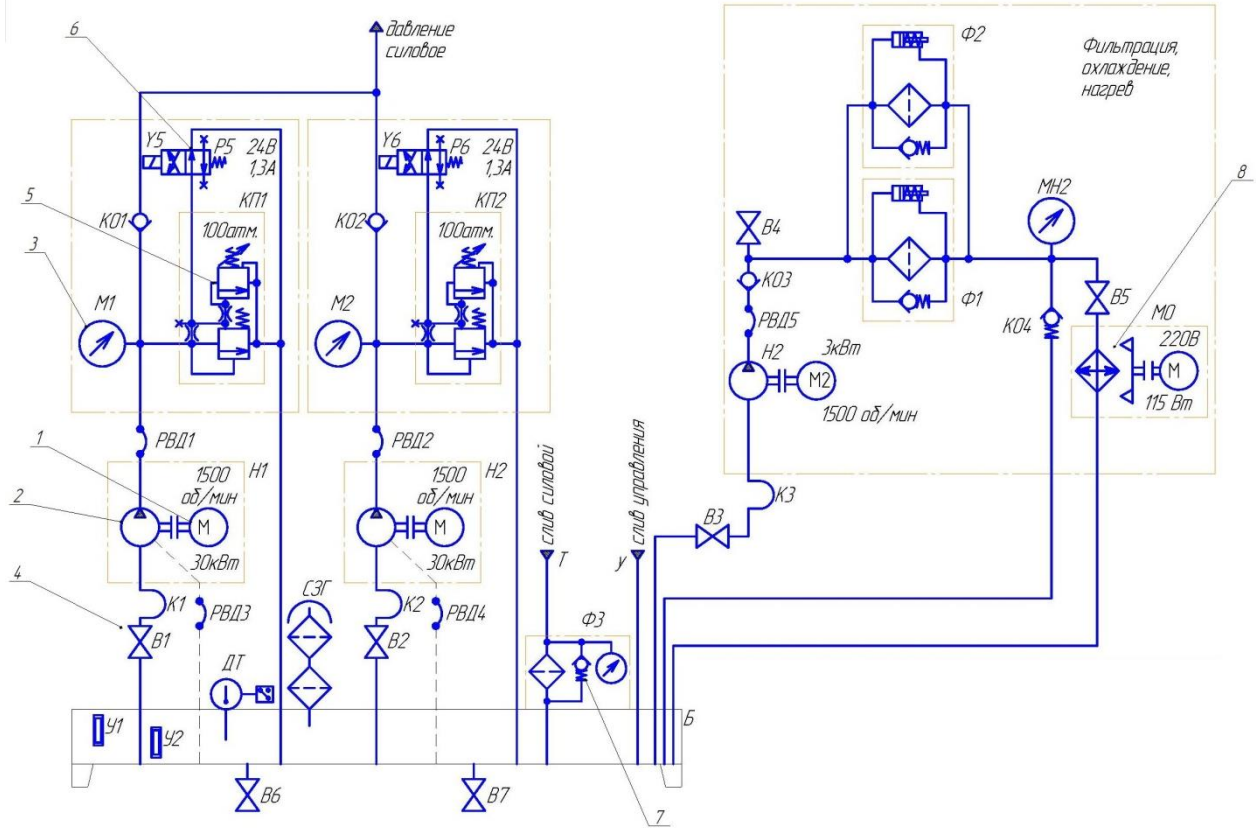
В существующей конструкции гидропривода механизма передвижения электродов был выявлен ряд недостатков:

- прерывистость подачи рабочей жидкости в гидросистеме;
- постепенное загрязнение каналов небольшого размера частицами вызванные износом движущихся частей;
- конструктивная сложность привода;
- отсутствие обратной связи по давлению в магистрали нагнетания не позволяет управлять давлением.

2.5 Предлагаемая гидравлическая схема станции гидропривода механизма передвижения электродов

Гидравлическая схема представленная на рисунке 6, предназначена для поднятия, опускание электродов.

					15.03.05.2021.334.00.ПЗ	
		№ документа	Подпись			25



1 – Электродвигатель; 2 – насос; 3 – манометр; 4 – кран шаровый; 5 – клапан предохранительный; 6 – гидрораспределитель; 7 – фильтр влагоотделитель; 8 – Маслоохладитель.

Рисунок 6 – Гидравлическая схема станции механизма передвижения электродов

Гидропривод системы управления включает элементы механизма привода, состоящего из гидронасоса, элементы механизма управления, состоящие из системы распределительных устройств гидрораспределителей, элементы исполнительных механизмов и устройств гидродвигателей; элементы вспомогательных устройств, состоящие из бака для рабочей жидкости, магистральных фильтров, трубопроводов, запорных устройств (гидроклапанов, вентиляей).

Из гидравлического бака по всасывающему трубопроводу рабочая жидкость

поступает к насосу, который нагнетает ее по напорной линии к насосной полости гидрораспределителя. После этого работа гидропривода зависит от того, в какое положение будет поставлен золотник гидрораспределителя.

Гидропривод оснащен двумя одноступенчатыми станциями (рабочая, резервная) не зависящих друг от друга, станцией регенерации рабочей жидкости (фильтрация, охлаждение).

Установка очистки и кондиционирования включает в себя системы фильтрации, подогрева и охлаждения рабочей жидкости.

Система очистки рабочей жидкости реализуется по циркуляционной схеме: фильтрационная установка постоянно перекачивает рабочую жидкость из условно грязной полости бака через фильтры тонкостью 10 мкм в чистую полость. Фильтры снабжены электронными датчиками и загрязнённости.

В контур установки включается высокоэффективный водяной пластинчатый теплообменник, включающийся автоматически для поддержания заданной температуры рабочей жидкости. К теплообменнику подводится холодная и горячая вода, подача той или другой воды для охлаждения или подогрева рабочей жидкости гидроустановки. Установка очистки и кондиционирования используется также для заправки питательного бака рабочей жидкостью, и ее скачивания при замене.

2.6 Обоснование выбора гидравлических элементов и расчёт гидравлической системы

Расчет гидравлической системы производим на основании исходных данных гидравлического привода механизма передвижения электродов дуговой сталеплавильной печи ДСВ–10 представленных в таблице 2.

		№ документа	Подпись		15.03.05.2021.334.00.ПЗ	27

Таблица 2 – Исходные данные

Параметр	Размерность	Числовое значение
Суммарный вес колонны, электродержателя, электрода, механизма зажима и части веса подвижных кабелей, Q	кН	125
Расстояние оси гидроцилиндра до оси крайних роликов, a	м	0,85
Расстояние от оси крайних роликов до центра тяжести, b	м	0,7
Расстояние между осями роликов в вертикальной плоскости, e	м	2,5
Расстояние между осями роликов в горизонтальной плоскости, l	м	0,5
Условное давление в гидроцилиндре	МПа	10
Диаметр ролика	м	0,11
Диаметр цапфы ролика	м	0,05
Диаметр плунжера гидроцилиндра подъема электродов	мм	180
Требуемый ход гидроцилиндра подъема электродов	мм	2000
Время подъема электродов	м/мин	3-6
Площадь поршня гидроцилиндра наклона печи и выката ванны	см ²	314
Ход гидроцилиндра наклона печи и выката ванны	мм	2600

Здесь и далее расчет проведем по среднему времени срабатывания механизма или по скорости движения гидроцилиндров.

2.6.1 Расчёт параметров механизма перемещения электродов

Площадь плунжера цилиндра $F_{пл}$, $см^2$, перемещения электродов определяется по формуле

$$F_{пл} = \frac{\pi \times D_{пл}^2}{4}, \quad (1)$$

где $D_{пл}$ – диаметр плунжера гидроцилиндра, см.

$$F_{пл} = \frac{3,14 \times 18^2}{4} \approx 254 \text{ см}^2.$$

Скорость перемещения v_n , см/мин, электродов определяется по формуле

$$v_n = \frac{L_{пл}}{t_1}, \quad (2)$$

где $L_{пл}$ – ход плунжера гидроцилиндра, мм;

t_1 – время подъема электродов, м/мин.

$$v_n = \frac{2000}{4,5} = 445 \text{ см / мин}$$

Требуемый расход Q_1 , л/мин, на выдвижение штока цилиндра определяется по формуле

$$Q_1 = v_n \times F_{пл}, \quad (3)$$

где v_n – скорость перемещения, см/мин;

$F_{пл}$ – площадь плунжера цилиндра, см².

$$Q_1 = 445 \times 254 = 112776 \text{ см}^3 / \text{мин} \approx 112 \text{ л} / \text{мин}.$$

Ориентировочное давление P , МПа, гидронасоса определяются по формуле

$$P = P_r \times \Sigma \Delta P, \quad (5)$$

где P_r – давление в гидроцилиндре, МПа;

P – суммарные потери давления в гидроприводе, МПа.

Суммарное потери давления $\Sigma \Delta P$, МПа, в гидросистеме определяются по формуле

$$\Sigma \Delta P = (0,1-0,2) \times P_r, \quad (6)$$

где (0,1-0,2) – коэффициент запаса, учитывающий потери давления;

P_r – давление в гидроцилиндре, МПа.

$$\Sigma \Delta P = 0,2 \times 10 = 2 \text{ МПа}.$$

Ориентировочное давление P , МПа, гидронасоса определяются по формуле
(5)

		№ документа	Подпись						
									30

Диаметр сливного трубопровода, $d_{\text{слив}}$, мм, определяется по формуле 7

$$d_{\text{тр.с}} = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{112}{2}} = 34 \text{ мм}$$

Толщина стенки трубопровода, S , мм, определяется по формуле

$$S = k \cdot \frac{P \cdot d_{\text{тр}}}{2 \cdot \sigma_{\text{д}}}, \quad (8)$$

где k – коэффициент безопасности, при напряжённом режиме работы $k=3$;

P – максимальное давление действующее в системе, МПа;

$D_{\text{тр}}$ – внутренний диаметр трубопровода, мм;

$\sigma_{\text{д}}$ – допустимое напряжение материала, для стали 20 $\sigma_{\text{вр}} = 400-500$ МПа.

Толщина стенки всасывающего, $S_{\text{в}}$, мм, трубопровода определяется по формуле 8

$$S_{\text{в}} = 3 \cdot \frac{25 \cdot 39}{2 \cdot 450} = 3,2 \text{ мм.}$$

Толщина стенки напорного, $S_{\text{н}}$, мм, трубопровода определяется по формуле 8

$$S_{\text{н}} = 3 \cdot \frac{25 \cdot 21}{2 \cdot 450} = 1,7 \text{ мм.}$$

Толщина стенки сливного трубопровода, $S_{\text{с}}$, мм, определяется по формуле 8

$$S_{\text{с}} = 3 \cdot \frac{25 \cdot 34}{2 \cdot 450} = 2,8 \text{ мм.}$$

					15.03.05.2021.334.00.ПЗ	
		№ документа	Подпись			34

На основании расчетов выбираем трубопроводы, результаты сводим в таблицу 3.

Таблица 3– Расчетные данные трубопроводов

Всасывающий трубопровод	труба $\frac{40 \times 4 \text{ГОСТ} 8734 - 75}{\text{сталь} 20 \text{ГОСТ} 8733 - 87}$
Напорный трубопровод	труба $\frac{21 \times 2,5 \text{ГОСТ} 8734 - 75}{\text{сталь} 20 \text{ГОСТ} 8733 - 87}$
Сливной трубопровод	труба $\frac{34 \times 3 \text{ГОСТ} 8734 - 75}{\text{сталь} 20 \text{ГОСТ} 8733 - 87}$

В качестве рабочей жидкости используется масло на минеральной основе. Исходя из этого, напорные трубопроводы в соответствии с правилами ПБ 03-585-03 относятся к группе Б(в) и категории I, а сливные трубопроводы относятся к группе Б(в) и категории IV.

2.6.5 Выбор гидроаппаратуры и фильтрации рабочей жидкости

Согласно расчетам и гидросхеме выбираем гидроаппарату:

–Клапан пропорциональный Rexroth типа 4WRE(E) 10 распределитель прямого действия с электрической обратной связью для установки на плите, давление на входе 31,5 МПа, расход рабочей жидкости 180 л/мин.

–Гидроклапан обратный управляемый Yuken CPG-06-E-04-50 давление на входе 25 МПа, расход рабочей жидкости 125 л/мин.

–Фильтр–влагоотделитель центробежного действия номинальное давление 0,63 МПа, тонкость фильтрации 25мкм.

–Распределитель управления Yuken DSG-01-2B2-D24-N-70 максимальное рабочее давление 35 МПа, максимальный расход 110 л/мин.

2.7 Описание и достоинства предлагаемой гидроустановки механизма передвижения электродов

Пропорциональные гидрораспределители с обратной связью по положению золотника обеспечивают более высокую точность регулирования расхода масла, чем гидрораспределители без нее. Электроника гидрораспределителя отслеживает положение золотников основного каскада и пилота в реальном времени, что позволяет позиционировать их с более высокой точностью и скоростью, а следовательно – точнее и быстрее регулировать расход масла через гидрораспределитель.

Основными преимуществами пропорциональных гидрораспределителей с встроенной электроникой являются компактные размеры (не требуется место в шкафу для внешнего усилителя), удобство монтажа (минимум проводов) и простота ввода в эксплуатацию (минимум регулировочных элементов):

- эффективная эксплуатация гидравлического оборудования;
- чувствительное управление соответствующих функций;
- возможность автоматизации процессов;
- упрощение гидросхем, пропорциональный клапан может заменить несколько клапанов, к примеру, распределительный клапан и регулятор расхода.

Вывод

В ходе выполнения конструкторского раздела было проведено сравнение и анализ механизма передвижения электродов. Выявлены недостатки гидропривода. На основе выявленных недостатков существующего гидропривода, предложена его замена.

Произведен расчет, были определены основные параметры гидропривода, подобраны составные части.

					15.03.05.2021.334.00.ПЗ	
		№ документа	Подпись			36

3 Выбор и эксплуатация оборудования

3.1 Описание комплекта гидрооборудования

Комплект гидрооборудования показанный на рисунке 7 состоит из рамы 1, которая представляет собой сварную конструкцию из трубы прямоугольного сечения. В верхней части по всей длине рамы на вваренных пластиках закреплены четыре гидравлических модуля (три основных, один резервный) с гидроаппаратурой 2. Гидравлические модули объединены коллектором выходным 3 и через краны шаровые 4, 5, 6 объединены с напорным, сливным и дренажным (слив управления) коллекторами. В нижней части рамы установлены трубодержатели для крепления напорного 7, сливного 8 и дренажного (слив управления) 9 коллекторов. Справа на раме установлена клеммная коробка 10.

					15.03.05.2021.334.00.ПЗ	
		№ документа	Подпись			37

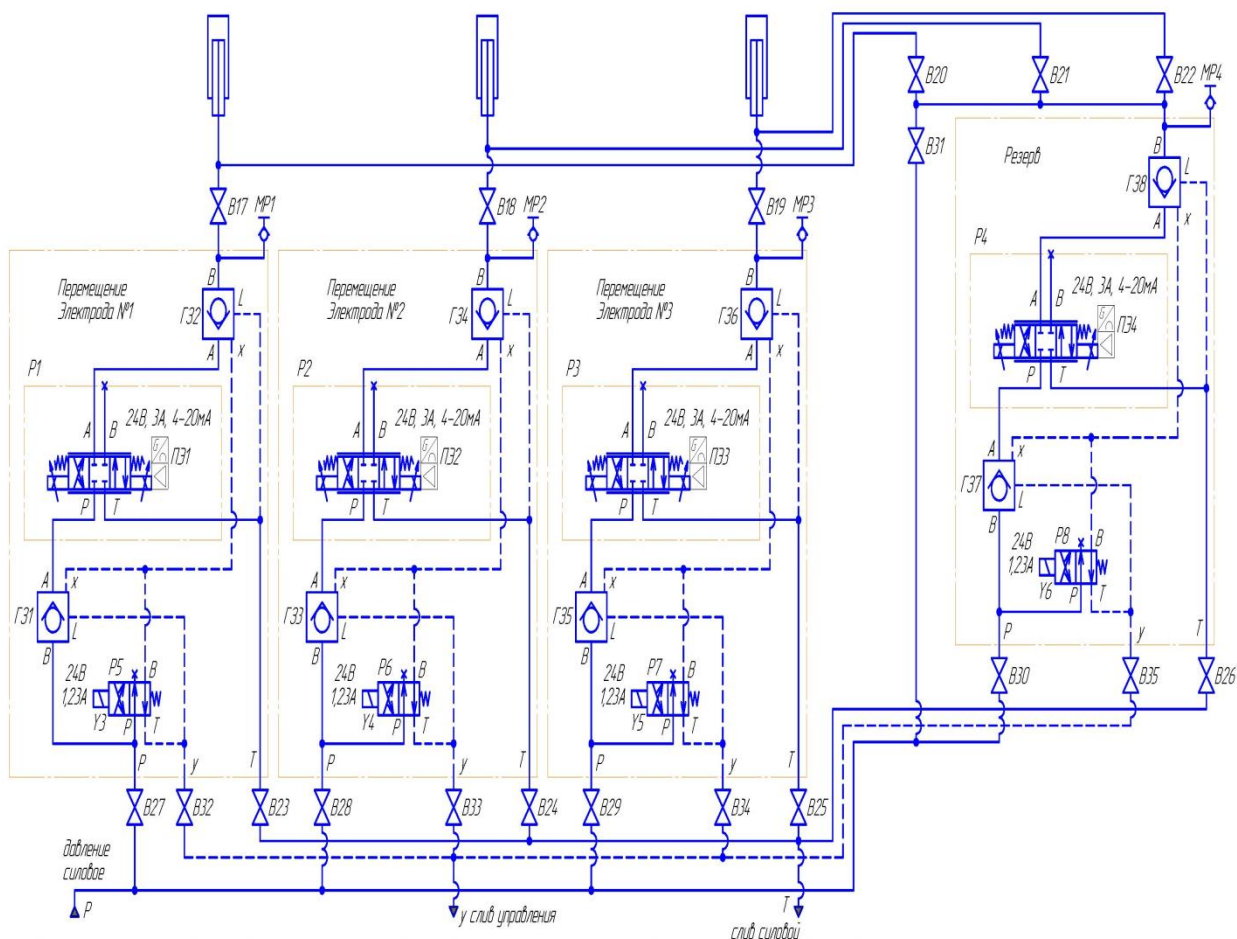


Рисунок 10 – Схема работы гидрооборудования

Рабочая жидкость к комплекту гидрооборудования подводится от источника гидропитания по магистрали «Р» (давление силовое) и отводится по магистралям «Т» (слив силовой) и «у» (слив управления).

К гидравлическим модулям рабочая жидкость подводится по линии «Р» (давление силовое) через краны шаровые В27, В28, В29, В30.

От гидравлических модулей рабочая жидкость через краны шаровые В17, В18, В19, В20, В21, В22 подается в цилиндры (гидроплунжера) перемещения электрододержателей и отводится по линии «Т» (слив силовой) через краны шаровые В23, В24, В25, В26 и по линии «у» (слив управления) через краны шаровые В32, В33, В34, В35.

Постоянно в работе находятся три гидравлических модуля (распределители Р1, Р2,

3.3 Техническое обслуживание

К техническому обслуживанию комплекта гидрооборудования, проведению профилактических мероприятий и ремонтных работ могут допускаться лица, сдавшие техминимум на знание гидрооборудования и прошедшие соответствующий инструктаж по технике безопасности при работе с этим оборудованием.

Периодически осматривать оборудование гидросистемы надлежит:

–помощникам начальников цехов по оборудованию – не реже одного раза в месяц;

–механикам – не реже двух раз в месяц;

–мастерам по гидравлике – не реже двух раз в неделю;

–слесарям-гидравликам – ежесменно.

При периодических осмотрах следует проверять:

–состояние и работоспособность гидроаппаратуры;

–наличие всех контрольно-измерительных приборов, предусмотренных проектом и исправность их действия;

–состояние электропроводов;

–уровень рабочего давления;

–безотказность выполнения блокировок и работы сигнализирующих устройств;

–состояние трубопроводов и арматуры, крепления гидравлических устройств, отсутствие утечек рабочей жидкости в местах соединения труб и стыковыми плоскостями гидроаппаратуры;

–чистоту оборудования и аппаратуры гидросистем и помещения, в котором оно расположено.

Место расположения гидрооборудования необходимо содержать в образцовом порядке и чистоте.

Элементы, временно удаляемые из гидросистем, а также и места их установки, следует предохранять от загрязнения.

Рабочее давление не должно превышать наибольших значений давления, оговоренных в технических параметрах.

Если при проверке обнаружен необычный шум, стук, удары, повышенная вибрация, работа должна быть остановлена до обнаружения и устранения причин, вызывающих ненормальную работу гидропривода.

Техническое обслуживание комплекта гидрооборудования проводить согласно руководствам по эксплуатации гидроаппаратуры.

3.4 Возможные неисправности и методы их устранения

Перечень возможных неисправностей в процессе использования гидрооборудования по назначению и рекомендации по действиям при их возникновении приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Возможные неисправности и методы их устранения

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
Утечка рабочей жидкости по стыковым плоскостям аппаратов.	Недостаточная затяжка аппаратов. Нарушение формы или целостности резиновых колец.	Затянуть крепежные винты. Заменить уплотнение.
Наличие воздуха в системе.	Недостаточный уровень рабочей жидкости в баке.	Долить рабочую жидкость в бак.

Продолжение таблицы 4

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
<p>Электрододержатели не перемещаются вверх-вниз.</p>	<p>Неисправны пропорциональные распределители. Заклинены гидрозамки. Неисправен распределитель управления. Неправильная комбинация открытия кранов Низкое давление в гидросистеме.</p>	<p>Проверить наличие сигналов управления на пропорциональных блоках. Промыть гидрозамки. Проверить наличие сигнала на катушках управления, при необходимости промыть распределители. Проверить комбинацию открытия кранов. Настроить давление согласно технической характеристике.</p>

Вывод

В данном разделе разработан комплект гидрооборудования. Представлено конструктивное его расположение с описанием принципа работы, порядок ввода в эксплуатацию, возможные неисправности и способы их устранения.

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Мероприятия по противопожарной безопасности при работе с гидрооборудованием

Работа гидроприводов должна производиться при тщательном соблюдении правил пожарной безопасности. Основные требования пожарной безопасности при обслуживании и эксплуатации гидропривода регламентируются специальными ГОСТами, установленными в каждой отрасли (например, Правила ППБО-136-86 — в металлургии).

Смысл этих правил сводится к следующему:

- при загорании масла допускаются все средства тушения, кроме воды;
- обязательность наличия огнетушителей, ящиков с песком и вспомогательного инструмента в местах хранения масел и расположения насосных станций;
- гидроаппаратура управления насосными станциями и гидроприводами должна быть во взрывобезопасном исполнении;
- оборудование маслоподвалов, насосно-аккумуляторных станций, агрегатов, технологических линий должно подвергаться регулярному осмотру и предупредительному ремонту; при обнаружении утечки масла необходимо принять немедленные меры по ее устранению;
- при очистке гидропривода и его аппаратов от загрязнителей запрещается использовать бензин, керосин и другие легковоспламеняющиеся и горючие жидкости.

Более частные, но зачастую не менее важные, правила соблюдения противопожарной безопасности определяются специальными рабочими инструкциями.

					15.03.05.2021.334.00.ПЗ	
		№ документа	Подпись			49

В местах производства работ с легко воспламеняющимися жидкостями применение открытого огня (сварка, паяльные лампы и т.д.) запрещается. В подразделениях, применяющих горючие жидкости, выполнение работ искрообразующим инструментом не допускается. Оборудование и электроустановки должны быть защищены от статического электричества в соответствии с требованиями. При работе с легко воспламеняющимися жидкостями должны быть предварительно подготовлены средства пожаротушения. Места пролива горючие жидкости необходимо засыпать песком или опилками. Загрязненный песок или опилки следует собирать деревянной лопатой, применение стальных лопат и совков запрещается. Обтирочная ветошь должна применяться только из хлопчатобумажных и льняных тканей. Применять ветошь из синтетического материала, шерсти и шелка запрещается.

4.2 Требование к освещению места работы

Освещение рабочего места – важный фактор создания нормальных условий труда. Неудовлетворительное освещение может исказить информацию, получаемую человеком посредством зрения, кроме того оно утомляет не только зрение, но вызывает утомление организма в целом, отрицательно сказывается на состоянии центральной нервной системы. Неправильное освещение может являться причиной производственного травматизма.

В производственных помещениях предусматривается естественное, искусственное и совмещенное освещение. Помещения с постоянным пребыванием персонала должны иметь естественное освещение. При работе в темное время в производственных помещениях используют искусственное освещение. В случаях выполнения работ наивысшей точности применяют совмещенное освещение. В качестве источников искусственного освещения применяют газоразрядные лампы и лампы накаливания.

					15.03.05.2021.334.00.ПЗ	
		№ документа	Подпись			

$$i = \frac{16}{(4+4) \cdot 1} = 2$$

Рассчитывается расстояние L , м, между соседними рядами ламп по формуле

$$i = \frac{1}{2} \lambda_c \cdot h, \quad (11)$$

где λ_c – коэффициент наивыгоднейшего расположения светильников, м;

h – высота подвески светильника, м.

$$L = \frac{1}{2} 1,5 \cdot 1 = 0,75 \text{ м}$$

Рассчитывается количество $n_{\text{лр}}$, шт, ламп (светильников) по длине помещения в одном ряду осветительной установки.

$$n_{\text{лр}} = \frac{A - \frac{2L}{3}}{L} + 1, \quad (12)$$

где A – длина помещения, м;

L – расстояние между соседними рядами ламп (светильников), м.

$$n_{\text{лр}} = \frac{4 - \frac{2 \cdot 0,75}{3}}{0,75} + 1 = 2,6 \text{ шт}$$

Дробное значение $n_{\text{лр}}$ округляется до целого значения числа в большую сторону

Принимаем $n_{\text{лр}} = 3$ шт.

S – освещаемая площадь, м²;

z – коэффициент неравномерности освещенности, значение которого для

ламп накаливания – 1,15, для газоразрядных – 1,1;

k_3 – коэффициент запаса, учитывающий эксплуатационное снижение освещенности с запланированной вследствие загрязнения светильников и ламп, а также уменьшения светового потока ламп в процессе их эксплуатации;

η – коэффициент использования светового потока;

n – количество ламп (светильников), шт.

$$F_{\text{расч}} = \frac{150 \cdot 16 \cdot 1,5 \cdot 1,15}{0,44 \cdot 6} = 1568 \text{лм}$$

Рассчитывается фактическая освещенность $E_{\text{ф}}$, лк, при использовании выбранных ламп по формуле

$$E_{\text{ф}} = E_{\text{н}} \frac{F_{\text{факт}}}{F_{\text{расч}}}, \quad (15)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормируемая освещенность, лк;

$F_{\text{факт}}$ – световой поток выбранной лампы, лм;

$F_{\text{расч}}$ – расчетный световой поток, лм.

$$E_{\text{ф}} = 150 \frac{4600}{1568} = 440 \text{лк}$$

Рассчитывается суммарная мощность осветительной установки P_{Σ} , Вт, по формуле

$$P_{\Sigma} = P_{\text{л}} \cdot n, \quad (16)$$

где P_l – мощность выбранной лампы, Вт;

n – фактическое число ламп осветительной установки, шт.

$$P_{\Sigma} = 300 \cdot 6 = 1800 \text{Вт.}$$

Вывод

Раздел безопасность жизнедеятельности включает в себя мероприятия по противопожарной безопасности при работе с гидрооборудованием. Отображено требования к освещению места работы, произведен расчет и подобрано соответствующее освещение.

					15.03.05.2021.334.00.ПЗ	
		№ документа	Подпись			55

5 Экономический раздел

5.1 Затраты на реконструкцию

Основные средства играют одну из решающих ролей в формировании конечного финансового результата деятельности любого предприятия.

Поддержание на балансе предприятий физически и морально устаревшего оборудования препятствует нормализации их финансового положения и постоянно увеличивает затраты на его обслуживание и ремонты.

Основным фактором повышения эффективности использования основных средств является их обновление и техническое совершенствование. Внедрение научно-технического прогресса повышает уровень механизации и автоматизации производства, повышает производительность труда работников, помогает сэкономить материальные затраты

Капитальные затраты носят характер единовременных затрат - это затраты на приобретение оборудования, а также на монтаж оборудования и другие.

Расходы связанные с приобретением.

Капитальные вложения на реконструкцию $K_{доп}$, руб, определяется по формуле

$$K_{доп} = K_{дем} + K_n + K_{уб}, \quad (17)$$

где $K_{дем}$ – затраты на демонтаж старого оборудования;

K_n – сметная стоимость нового оборудования, приведены в таблице 8;

$K_{уб}$ – убытки от недоамортизации демонтируемого оборудования.

Таблица 8 - Капитальные затраты на внедрение

Вид затрат	Количество	Цена, т. руб.	Стоимость, т. руб.
Гидравлический бак			
Насос Yuken A145-FR-03-S-D24-60	1шт	172,8	172,8
Электродвигатель A225M4	2шт	246,2	492,4
Фильтр влагоотделитель	2шт	105,7	211,4
Обратный клапан управляемый Yuken	3шт	15,4	46,2
CPG-06-E-04-50	8шт	2,5	20
Клапан пропорциональный Rexroth типа			
4WRE(E) 10	4шт	78	234
Кран шаровой	20шт	3	60
Распределитель управления Yuken DSG-			
01-2B2-D24-N-70	4шт	9,3	37,2
Трубопровод d=65мм	10м	1,82	18,2
Трубопровод d=35мм	10м	1,18	11,8
Трубопровод d=56мм	10м	1,65	16,5
ИТОГО		1306000	

При расчёте $K_{дем}$ учитывается величина, равная 20% от сметной стоимости оборудования.

$$K_{дем} = 1306000 \times 0,2 = 261200 \text{ руб.}$$

При расчёте K_n учитывается величина, равная отпускной цене завода-изготовителя, затраты на транспортировку, которые составляют 3% от этой цены, складские – 2% и на монтаж – 20%.

		№ документа	Подпись			
					15.03.05.2021.334.00.ПЗ	
						57

$$K_H = 1306000 \times 3 + 1306000 \times 2 + 1306000 \times 02 = 679120 \text{ руб.}$$

Убытки $K_{уб}$, руб, от недоамортизации демонтируемого оборудования определяется по формуле

$$K_{уб} = K_{\text{смет}} - K_{\text{смет}} \times H_A \times T_{\text{факт}} / 100, \quad (18)$$

где $K_{\text{смет}}$ – сметная стоимость демонтируемого оборудования;

H_A – норма амортизации демонтируемого оборудования, % ;

$T_{\text{ф}}$ – фактический срок службы демонтируемого оборудования.

$$K_{уб} = 856900 - 856900 \times 13 \times 7 / 100 = 77121 \text{ руб.}$$

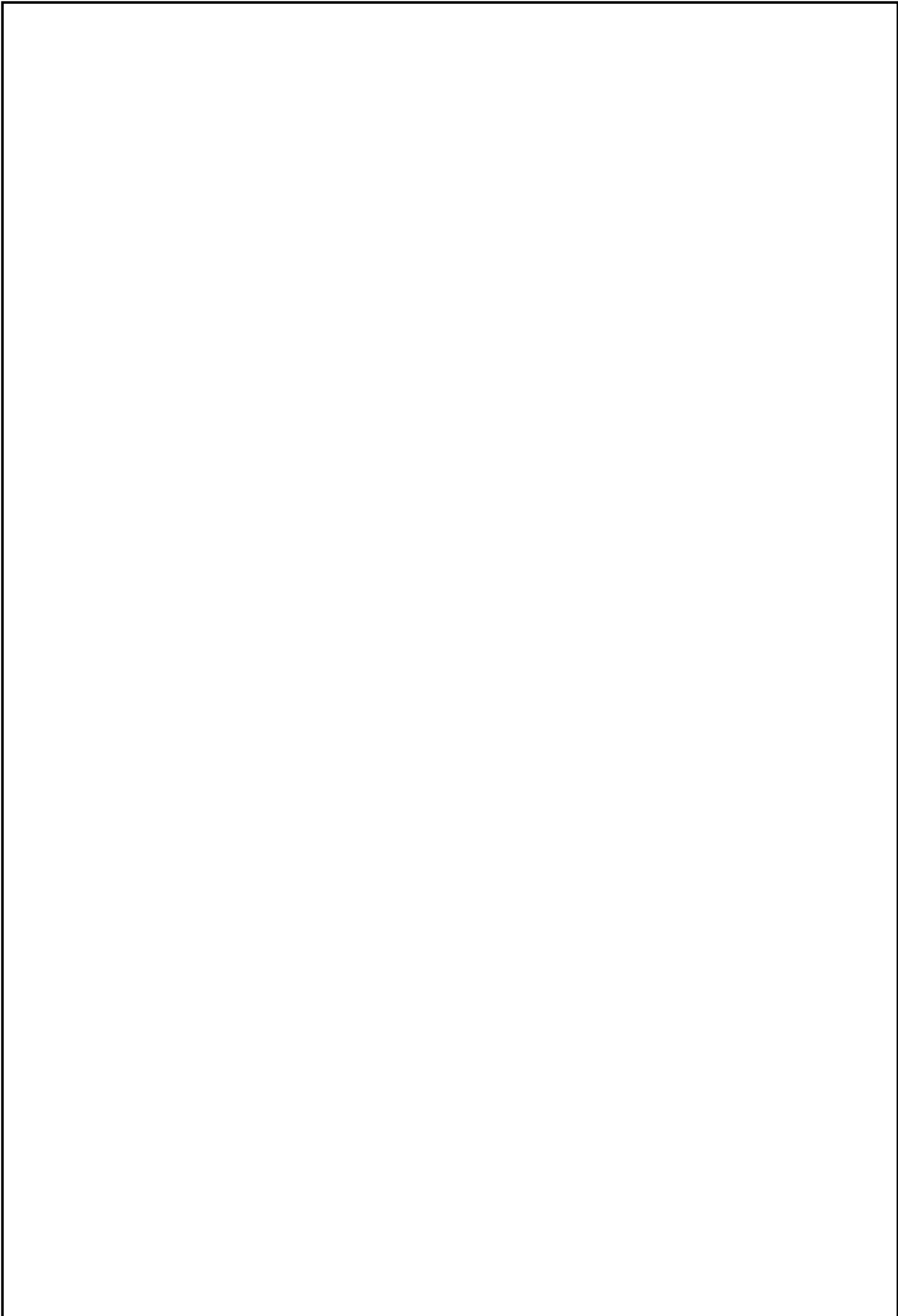
Капитальные вложения $K_{\text{доп}}$, руб, определяется по формуле (17)

$$K_{\text{доп}} = 261200 + 679120 + 77121 = 1017441 \text{ руб.}$$

Вывод

В экономическом разделе проведен расчет капитальных вложений на реконструкцию и определена стоимость затрат на приобретение оборудования.

					15.03.05.2021.334.00.ПЗ	
		№ документа	Подпись			58



					15.03.05.2021.334.00.ПЗ	
		№ документа	Подпись			59

Заключение

В ходе выпускной квалификационной работе были решены задачи связанные с техническим и экономическим обоснованием совершенствования конструкции механизма передвижения электродов сталеплавильной печи ДСВ–10 ЭСПЦ–2 ООО «ЗМЗ».

Совершенствование конструкции вызвана морально изношенное и физически устаревшее оборудование на более новое и надежное.

В конструкторском разделе проведен сравнительный анализ механизмов передвижения электродов. Выявлены недостатки гидропривода, на основе которых предложено его совершенствование. Выполнены расчеты гидрооборудования с подбором комплектующей аппаратуры.

В экономической части выполнен расчет затрат на приобретение электрогидравлического привода.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» разработаны мероприятия: соблюдение правил пожарной безопасности, требований к освещению места работы с расчетом освещенности помещения.

		№ документа	Подпись					15.03.05.2021.334.00.ПЗ	60

