

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


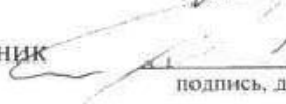

 УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
А.И. Демченко  
« 17 » 06 2016г.

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.01. - «Машиностроение»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШКИВОВ  
ГОЛОВНОГО БЛОКА ЭКСКАВАТОРА

Пояснительная записка

Руководитель	 подпись, дата	17.06 подпись, дата	КТН, доцент должность, ученая степень	А.И. Демченко инициалы, фамилия
Выпускник	 подпись, дата	17.06.2016. подпись, дата		И.В. Биркин инициалы, фамилия
Консультант: Организационно- экономический раздел	 подпись, дата	17.06.2016 подпись, дата	КТН, доцент должность, ученая степень	А.И. Демченко инициалы, фамилия
Нормоконтролер	 подпись, дата	17.06.16 подпись, дата	ст. преподаватель должность, ученая степень	С.Л. Бусыгин инициалы, фамилия

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

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
А.И. Демченко  
« 17 » 06 2016г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
В ФОРМЕ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студенту И.В. Биркину  
Группа ЗМТ 11-05Б Направление (специальность) 15.03.01 - «Машиностроение»  
Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии  
восстановления шкивов головного блока экскаватора»  
Утверждена приказом по университету № 4565/с от 02.05.2016  
Руководитель ВКР: А.И. Демченко, ПИ СФУ, Доцент

(инициалы, фамилия, место работы и должность)

Исходные данные для ВКР: 1. Чертеж изделия; 2. Программа выпуска;  
3. Технические условия на изготовление

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР):

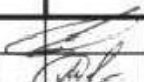

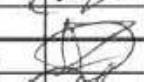
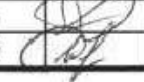
1. Технологическая часть
2. Конструкторская часть
3. Организационно-экономическая часть

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

1. Головной блок;
2. Технологический лист;
3. Устройство наплавочное;
4. Механизм перемещения горелки;
5. Механизм подъема горелки;
6. Техничко – экономические показатели.

Консультанты по разделам

Наименование раздела ВКР	Инициалы, фамилия преподавателя-консультанта по разделу
Организационно-экономический раздел	А.И. Демченко

				<b>БР – 15.03.01 – 071106890 ПЗ</b>			
Разраб.	Биркин		17.06.16	Разработка технологии восстановления шкивов головного блока экскаватора	Лист	Листов	
Пров.	Демченко		17.06.16		2	75	
Н. контр.	Бусьгин		17.06.16		ПИ СФУ		
Уте.	Демченко		17.06.16		Каф. «Машиностроение»		

**КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК**  
выполнения этапов ВКР

№ этапа	Срок	Текстовая часть	Графическая часть
1	с 09.05.2016	ТЧП - 40 %	лист № 1
	по 15.05.2016		
2	с 16.05.2016	КЧП – 40 %	лист № 2
	по 31.05.2016	ТЧП – 40 %	лист № 3
3	с 01.06.2016	КЧП – 60 %	лист № 4
	по 26.06.2016	ОЭЧ – 100 %	лист № 5
		ТЧП – 20 %	лист № 6
Всего	на 25.05.2016	100% по разделам	100%
ТЧП – технологическая часть			
КЧП – конструкторская часть			
ОЭЧ – организационно-экономическая часть			

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

А.И. Демченко

(подпись, дата)

Задание принял к исполнению

И.В. Биркин

(подпись, дата)


*БР – 15.03.01 – 071106890 ПЗ*

Лист

3

## РЕФЕРАТ

Целью проекта является разработка технологии восстановления шкивов головного блока экскаваторов.

Пояснительная записка к проекту состоит из введения, трех основных частей (технологическая часть, конструкторская часть, организационно-экономическая часть), заключения и приложений.

В основных разделах содержатся результаты работы над проектом: подробно описана технология восстановления как стальных, так и чугунных шкивов головного блока, разработана установка для наплавки, спроектирован участок, отвечающий нормам безопасности и экологичности, производятся необходимые расчеты и приводятся иллюстрации, а также рассчитан экономический эффект.

В заключении приводятся выводы по результатам работы над проектом.

Объем расчетно-пояснительной записки составляет 57 страниц. В них 3 иллюстрации, 13 таблиц, 18 ист. использованной литературы, приложения.

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

БР-150301-071106890-ПЗ

Лист

4

## СОДЕРЖАНИЕ

Перв. примен.									Лист
									7
									8
									9
									10
									12
									13
									15
									17
									18
									18
									19
									20
									20
									21
									23
									23
									24
									25
									25
									25
									26
									28
									28
									30
									31
									33
									36
									38
									40
									41
									41
									41
									42
									42
									43
									44
									45
									46
									46
									48
									49
									Лист
									5
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				



## ВВЕДЕНИЕ

Вскрышные работы при открытом способе разработки являются наиболее трудоемкими в общем процессе добычи полезных ископаемых. Поэтому вопросам их механизации уделяется основное внимание. По мере усложнения горно-геологических условий месторождений применение машин с большими линейными параметрами, возможностью работать как с нижним, так с верхним черпанием, высокой проходимостью, характерными для шагающих экскаваторов, становится все более перспективным.

Недостатками существующей организации и технологии ремонта экскаваторов являются большая продолжительность плановых и внеплановых ремонтов, на проведение которых затрачивается 10—15 % календарного времени. Предприятия при этом несут большие убытки. Основными задачами в организации ремонта являются: определение оптимального объема и периодичности технического обслуживания и ремонта экскаваторов, планирование и организация восстановительных работ, обеспечение ремонтной документацией, создание условий для качественного проведения ремонта и др.

Ремонт экскаваторов (и особенно мощных с вместимостью ковша 15 м<sup>3</sup> и более) — сложное производство. Специфика его состоит в том, что требуются специально оборудованная площадка, особые подъемно-демонтажные устройства (грузоподъемностью 500 т и выше), крановое и прессовое оборудование; переносное нестандартизированное металлорежущее оборудование и приспособления.

Перв. примен.						
Справ. №						
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106890-ПЗ	Лист
						7

Перв. примен.		1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ			
Справ. №					
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата	БР-150301-071106890-ПЗ
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	
					Лист 8



## 1.1. Описание изделия.

Барабаны и блоки — детали, имеющие непосредственный контакт с рабочими канатами экскаваторов. В процессе эксплуатации экскаватора вследствие жестких условий работы у барабанов главной лебедки и блоков наблюдаются следующие дефекты: износ рабочего профиля ручьев барабана и следы прядей каната; износ дна и стенок (реборд) ручья блока (рис. 1.1); износ посадочных отверстий барабана и блока (встречается редко); износ отверстий барабана под призонные болты или центрирующие втулки; местная деформация реборды блока; трещины спиц и реборд блока.

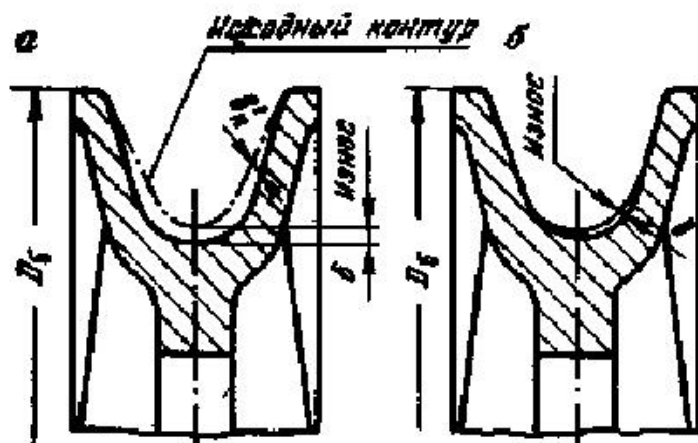


Рис. 1.1 Виды износов ручья блока: а - симметричные стенки ( $\delta_{п''}$ ) и дна ( $\delta$ ); б - асимметричный

Распространенные дефекты барабанов и блоков — это износ их рабочей части, т. е. искажение профиля ручьев и следы прядей каната. Нарушения рабочего профиля и чистоты поверхности приводят к резкому износу канатов. При капитальном ремонте экскаватора все эти нарушения должны быть устранены.

Альтернативой восстановлению может служить только замена барабанов и блоков. Однако стоимость нового барабана или блока значительно (на один – два порядка) превышает стоимость восстановления.

Перв. примен.  
Справ. №  
Подпись и дата  
Име. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подпись и дата  
Име. № подл.

Учитывая сказанное, разработка технологии и оборудования для восстановления блока является актуальной задачей.

## 1.2. Материал изделия

Для шагающих экскаваторов барабаны и блоки изготавливаются из стального литья 25Л, 35Л и 35ХМЛ. Для карьерных экскаваторов типа ЭКГ используют чугунные блоки, марка чугуна СЧ-18.

Сталь 25Л ГОСТ 977-75 поставляется в виде отливок. Ее назначение – станины прокатных станов, шкивы, траверсы, поршни, буксы, крышки цилиндров, плиты настильные, рамы рольгангов и тележек, мульды, корпуса подшипников, детали сварно-литых конструкций и другие детали, работающие при температуре от -40 до 450 °С под давлением. Свойства этой и других применяемых сталей приведены в таблицах:

Таблица 1.1 – Хим. состав стали 25Л

Химический элемент	%
Кремний (Si)	0.20-0.52
Марганец (Mn)	0.35-0.90
Медь (Cu), не более	0.30
Никель (Ni), не более	0.30
Сера (S), не более	0.045
Углерод (C)	0.22-0.30
Фосфор (P), не более	0.04
Хром (Cr), не более	0.30

Таблица 1.2 – Мех. свойства стали 25Л

Термообработка, состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	КСУ, Дж/м <sup>2</sup>
Нормализация 880-900 °С. Отпуск 610-630 °С.	<100	240	450	19	30	40
Закалка 870-890 °С, вода. Отпуск 610-630 °С.	<100	300	500	22	33	35
Нормализация 900 °С, воздух.	<400	305-315	520-530	21-23	27-28	62-64
Нормализация 900 °С, воздух. Закалка 880 °С. Отпуск 580 °С.	<400	365	580	22	44	88

БР-150301-071106890-ПЗ

Лист

10

Изм. Лист № докум. Подпись Дат

Таблица 1.3 – Технологические свойства стали 25Л

<b>Свариваемость</b>
ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой, ЭШС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.
<b>Обрабатываемость резанием</b>
В термообработанном состоянии при НВ 160 $K_{\text{ч, тв.спл.}} = 1,25$ , $K_{\text{ч, б.ст.}} = 1$ .
<b>Склонность к отпускной способности</b>
не склонна
<b>Флокеночувствительность</b>
не чувствительна

Таблица 1.4 – Хим. состав стали 35ХМЛ

Химический элемент	%
Кремний (Si)	0.20-0.40
Марганец (Mn)	0.40-0.90
Медь (Cu), не более	0.30
Молибден (Mo)	0.20-0.30
Никель (Ni), не более	0.30
Сера (S), не более	0.040
Углерод (C)	0.30-0.40
Фосфор (P), не более	0.040
Хром (Cr)	0.80-1.10

Таблица 1.5 – Механические свойства стали 35ХМЛ в зависимости от температуры отпуска

t отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	КСУ, Дж/м <sup>2</sup>	НВ
<i>Отливки сечением 30 мм. Закалка</i>						
600	740	830	22	52	78	250
650	700	830	26	55	108	238
700	640	760	32	60		225

Таблица 1.6 – Технологические свойства стали 35ХМЛ

<b>Свариваемость</b>
ограниченно свариваемая. Способы сварки - РДС, АДС под газовой защитой. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка
<b>Обрабатываемость резанием</b>
В термообработанном состоянии при НВ 174-179 и $\sigma_B = 640$ МПа $K_{\text{ч, тв.спл.}} = 0,80$ , $K_{\text{ч, б.ст.}} = 0,76$

Перв. примен.  
Справ. №  
Подпись и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подпись и дата  
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106890-ПЗ

Перв. примен.	<table border="1"> <tr> <td colspan="4"><b>Склонность к отпускной способности</b></td> </tr> <tr> <td colspan="4">не склонна</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>Флокеночувствительность</b></td> </tr> <tr> <td colspan="4">чувствительна</td> </tr> </table>				<b>Склонность к отпускной способности</b>				не склонна				<b>Флокеночувствительность</b>				чувствительна			
	<b>Склонность к отпускной способности</b>																			
не склонна																				
<b>Флокеночувствительность</b>																				
чувствительна																				
Справ. №	<p>Чугун - сплав железа с углеродом (свыше 2 %), кремнием (до 5 %) и марганцем с примесями - серой и фосфором. В специальные чугуны дополнительно вводят хром, никель, молибден, титан, медь и др. Углерод в чугуне может находиться в химическом соединении в виде цементита Fe<sub>3</sub>C или в структурно-свободном состоянии в виде графита.</p> <p>Серый чугун (ГОСТ 1412-85) марок СЧ 10, СЧ 15, СЧ 18 и др. по химическому составу представляет собой сплав Fe-C-Si с примесями Mn, S, P. Наибольшее применение в промышленности имеет серый чугун, содержащий 2,4...3,8 % углерода. В зависимости от степени графитизации (графитных включений) структура чугуна может иметь перлитную, перлитно-ферритную или ферритную основу, что определяет область его применения в промышленности.</p> <p>Для стальных деталей характерны виды износа, перечисленные выше. Основным из них является износ рабочего профиля ручьев барабана и износ дна и стенок (реборд) ручки блока (рис. 1.1).</p> <p>Чугунные блоки менее подвержены таким видам износа, так как чугун является более твердым материалом, чем сталь. Основной проблемой для них являются сколы реборд шкива. Такие сколы могут составлять до 30 % от общей длины реборд изделия. Они значительно сокращают срок службы канатов экскаватора, и, самое главное, могут привести к соскальзыванию каната с блока в процессе работы экскаватора, что влечет очень серьезные последствия.</p>																			
	<h3>1. 3 Демонтаж, разборка</h3> <p>Процессы демонтажа-монтажа, разборки-сборки механизмов и устройств экскаватора являются самыми трудоемкими и ответственными при</p>																			
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата																
<p>БР-150301-071106890-ПЗ</p>				Лист 12																
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат																



Перв. примен.	<p>ремонте. Достоверная предварительная оценка технического состояния механизмов и устройств без разборки (диагностирование), соблюдение технологического процесса разборки, максимальное использование средств механизации — все это снижает трудоемкость данных работ и, как следствие, повышает качество ремонта и сокращает сроки пребывания машины в ремонте.</p> <p>Демонтаж сборочных единиц механизмов и устройств производится на ремонтной площадке в последовательности и объемах, установленных ремонтными документами. Здесь же может производиться и частичная разборка механизмов на подузлы. После чего их транспортируют на ремонтное предприятие, где и выполняется окончательная разборка на детали.</p> <p>После установки экскаватора в ремонтное положение производится демонтаж металлоконструкций и узлов, в том числе головного блока. Далее он транспортируется в цех ремонтного предприятия, где производится его поддетальная разборка на вращающихся столах – стендах.</p> <p>Распрессовка деталей выполняется в случае выбраковки одной из них или для доступа к другим деталям. Для этого применяют пресс-съемники различной конструкции: стационарные и переносные, гидравлические, винтовые и т.д.</p>				
	Справ. №				
Подпись и дата	<p style="text-align: center;">1. 4 Очистка, мойка</p> <p>Очистка и мойка деталей — обязательные операции технологического процесса ремонта. Тщательная очистка и мойка деталей, позволяющая более надежно и точно проводить дефектацию деталей, способствуют повышению качества ремонта экскаваторов. Очистка и мойка — это процесс удаления с поверхностей деталей следов загрязнения от горной массы, старого масла, коррозии и продуктов износа. Удаление загрязнений производится механической и струйной очисткой, а также погружением деталей в моющие средства. От грубых загрязнений (следы горной массы и старого масла)</p>				
	Име. № дубл.				
Взам. име. №					
Подпись и дата					
Име. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	<p style="text-align: center;">БР-150301-071106890-ПЗ</p>
					<p style="text-align: right;">Лист 13</p>

Перв. примен.	<p>наружные части экскаватора очищаются обычными средствами — скребками и щетками.</p> <p>Загрязнение внутренних поверхностей деталей экскаваторов остатками смазочных масел является наиболее распространенным видом загрязнения. Очистка деталей от старых смазок является весьма трудоемким процессом. Очистку-мойку деталей производят на ремонтных предприятиях в зависимости от условий ремонта различными методами. Допускается до 20 % деталей очищать в ваннах вручную и около 80 % в моечных механизированных установках. При ручной мойке в ваннах размеры ее должны быть не менее 3Х4 м и глубина не менее 0,6 м. Ванна должна иметь спускное устройство для периодического слива и очистки от грязи отработанного моющего состава, а также должна быть закрыта, когда процесс мойки прекращен. В этом случае для очистки рекомендуется применять различные моющие средства из растворителей. Применение бензина в качестве моющего средства должно быть ограничено (только, как исключение, для мойки подшипников качения).</p> <p>Наиболее перспективными моющими средствами являются растворы на основе синтетических моющих средств (СМС), которые обладают высокими поверхностно-активными свойствами, высокой растворяющей способностью, являются малотоксичными и позволяют организовать работу моечных установок по замкнутому циклу с многократным использованием моющих растворов.</p> <p>Моющие средства МЛ-51, МС-6 и Лабаמיד-101 предназначены для применения в струйных моечных установках, так как обладают умеренным пенообразованием. Расход их при температуре воды 75—95 °С составляет 16—26 г/л.</p> <p>Препарат МС-8 относится к универсальным моющим средствам. Его можно применять как для струйной, так и для ванной очистки деталей. Моющая способность и срок службы МС-8 выше, чем других СМС.</p> <p>Все СМС не вызывают коррозии, могут применяться для очистки деталей из любых металлов, включая цветные сплавы, и обладают высокой моющей способностью при температуре не ниже 75 °С. При температуре до 60 °С моющая способность СМС уменьшается в 2—3 раза. При</p>				
	Справ. №				
Подпись и дата					
	Име. № дубл.				
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Име. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106890-ПЗ
					Лист 14

непродолжительном хранении (10—15 дней) детали после мойки с применением СМС не требуют антикоррозионной обработки.

### 1.5 Дефектация

После завершения разборки узлов механизмов и устройств, очистки и мойки деталей экскаватора производится наиболее важный при ремонте процесс — дефектация. Под этим подразумевается определение физического (чаще геометрического), а не функционального несоответствия требованиям, установленным нормативной ремонтной документацией. Дефектами являются: отклонения размеров детали от допустимых, а также отклонения формы и взаимного расположения поверхности от установленных, частичное разрушение и повреждение рабочих поверхностей деталей и элементов конструкций; повреждение покрытий; нарушение герметичности гидро- и пневмооборудования и соединений; нарушение магнитноэлектрических и изоляционных свойств электрооборудования.

При дефектации детали подразделяются по следующим группам:

1. Детали годные, у которых обнаруженные отклонения не превышают допустимых требований ремонтной документации.

2. Детали, подлежащие ремонту, у которых обнаружены отклонения, превышающие допустимые, но восстановление их разрешается согласно требованиям ремонтной документации.

3. Детали негодные (брак), у которых обнаруженные отклонения превышают допустимые и они не подлежат восстановлению согласно требованиям ремонтной документации.

В группах 2 и 3 имеются детали, когда восстановление или выбраковка производится только парными деталями (в комплекте).

В зависимости от принадлежности к группе детали маркируются красками различных цветов: 1 группа — зеленой, 2 группа — белой, 3 группа — красной. У восстанавливаемых и негодных деталей дефектовщик краской того же цвета отмечает дефекты. Негодные детали сдаются в металлолом.

Однако только цветная маркировка деталей недостаточна.

Детали обязательного комплекта (плунжерные пары распределителей, цилиндров, роторная пара компрессора и т. п.) маркируют индексами 1-1, 2-2, 3-3 и т. д. или при левой (правой) установке — 1-1Л, 1-1П, 2-2Л

Перв. примен.					
Справ. №					
Подпись и дата					
Име. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Име. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Лист 15
БР-150301-071106890-ПЗ					

Перв. примен.	<p>(относительно продольной оси поворотной платформы, по ходу стрелы). При наличии одинаковых механизмов и устройств необходимо также маркировать основные детали, так как очень важно, чтобы детали были установлены на свои прежние места. Например, детали первого (от стрелы) справа редуктора поворотного механизма можно обозначить индексом 1П, второго слева соответственно 2Л. При симметричном расположении элементов деталей относительно базового корпуса правая сторона (торец) обязательно маркируется индексом П.</p> <p>При явно выраженных дефектах, имеющих браковочный признак, детали не маркируются.</p> <p>Оценка годности деталей — более сложный по объему процесс по сравнению с контролем новых деталей, изготавливаемых при ремонте машины, так как большой объем замеров производится с применением специального инструмента и приспособлений. Дефектации подвергаются все детали за незначительным исключением тех, которые входят в узлы, не подлежащие полной разборке. У деталей, подвергающихся дефектации, проверяются все параметры рабочих поверхностей деталей. Выборочный контроль параметров не допускается. При дефектации деталей необходимо соблюдать следующие правила.</p> <p>1. Независимо от объема поддетальной дефектации и степени разборки узлов все (максимально доступные) детали или их части должны быть визуально осмотрены для выявления деформаций и трещин.</p> <p>2. Места контроля должны быть обязательно очищены от следов масла и краски (при частичной разборке узлов), а при измерении деталей зубчатых зацеплений сняты заусенцы и накат металла.</p> <p>3. При наличии двух и более видов дефектов оценка их должна даваться полностью, независимо от выбраковочного признака по одному из них. Это правило относится только к деталям основных механизмов и устройств экскаватора.</p> <p>4. Оценка дефектов должна производиться по зонам наибольших износов. Очень важно при этом для определенных деталей фиксировать в ведомостях и положение этих зон (вверху или внизу, слева или справа) относительно деталей сопряжения данного узла.</p> <p>5. Рабочие места дефектировщика должны быть оборудованы удобными стендами, специализированными для каждого класса деталей.</p>				
	Справ. №				
Подпись и дата					
	Име. № дубл.				
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Име. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Лист 16

БР-150301-071106890-ПЗ



Перв. примен.	<p>6. Проверка состояния металлоконструкций и определение износов недемонтированных корпусных и прочих деталей должны производиться непосредственно на ремонтной площадке. Здесь же должно проверяться и состояние защитного покрытия конструкций.</p> <p>7. Освещенность объекта дефектации должна быть не менее 150 лк при общей освещенности в помещении 26—40 лк.</p> <p>При ремонте экскаваторов обнаружение дефектов производится визуальным, измерительным и неразрушающим контролем. Второй вид контроля наиболее объемен и производится с применением обычных универсальных и некоторых специальных инструментов.</p> <p>В настоящее время на Бородинском РМЗ применяют восстановление блоков с помощью ручной дуговой наплавки и последующей проточкой ручьев. Однако данную технологию используют только для стальных блоков. Чугунные блоки не восстанавливаются, а просто меняются на новые, что связано с большими материальными затратами. Это связано с отсутствием на предприятии технологии ремонта чугунных изделий с помощью сварки-наплавки.</p>					
	Справ. №					
Име. № подл.	Подпись и дата	<h3 style="text-align: center;">1.6 Выбор метода восстановления</h3> <p>Под восстановлением деталей понимается такая последовательность операций, в результате которых возобновляется годность деталей на уровне исходной. Исключение составляет лишь восстановление деталей при разрушениях. Здесь трудно добиться исходной годности, возможно лишь как-то приблизиться. Восстановление деталей экскаваторов экономически всегда целесообразно, так как стоимость изготовления деталей значительно выше любого метода восстановления. Одну и ту же деталь до расчетной работоспособности можно восстановить различными способами. Однако конструктивно-технологические особенности деталей экскаваторов таковы, что выбор способов восстановления весьма ограничен. В практике ремонта объем восстановительных работ экскаваторов охватывает не более 10 % деталей основных механизмов и устройств, остальные изношенные детали заменяются новыми.</p>				
	Име. № дубл.					
	Взам. име. №					
	Подпись и дата					
	Име. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106890-ПЗ	Лист 17

Перв. примен.	<p>Широкое применение получил метод наплавки и сварки. Не менее эффективным методом стал электромеханический способ восстановления (ЭМС).</p> <p>Для восстановления стальных блоков мною предлагается изменить способ наплавки – использовать автоматическую наплавку в среде углекислого газа. При этом является обязательной термическая обработка — отжиг после наплавки. Затем выполняется проточка, при этом выдерживаются размеры профиля ручья по чертежу.</p> <p>Блоки, выполненные из чугуна, также предлагается восстанавливать автоматической наплавкой при помощи оборудования, указанного выше. Отличительной особенностью является необходимость не только предварительного подогрева изделия, но и поддержание высокой температуры во время наплавки. Для этого предлагается обложить деталь асбестовой подкладкой и во время наплавки дополнительно подогревать деталь газовыми горелками.</p>			
	Справ. №			
Подпись и дата	<p style="text-align: center;">1.7 Технические условия на подготовку к восстановлению</p> <p>Наплавке подлежат детали, прошедшие дефектировку, имеющие износ поверхностей в пределах, установленных ремонтной документацией, а также новые детали для упрочнения рабочих поверхностей. Детали с трещинами к наплавке не допускаются. Ржавчину с наплавляемой поверхности удаляют газовым пламенем (горелка, резак) или механическим способом. При повторном восстановлении полностью удаляют ранее наплавленные слои до основного металла. Выступы на наплавляемой поверхности высотой свыше 5 мм удалить механическим способом или газовой резкой.</p>			
	Ине. № дубл.			
Подпись и дата	<p style="text-align: center;">1.8 Выбор сварочных материалов</p> <p>Для стальных шкивов материал присадочной проволоки – Нп-Г13А, обеспечивающая твердость наплавленного металла НВ 220-280, диаметр</p>			
	Взам. инв. №			
Ине. № подл.				
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись
БР-150301-071106890-ПЗ				Лист
				18

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

проволоки – 1,6 мм. Род тока – постоянный, обратной полярности, источник питания – выпрямитель серии ВДУ.

Таблица 1.7 – Хим. состав проволоки Нп-Г13А

Химический элемент	%
Кремний (Si)	≤ 0.40
Марганец (Mn)	12,5-14,5
Никель (Ni), не более	≤ 0.60
Сера (S), не более	0.030
Углерод (C)	1,00-1,20
Фосфор (P), не более	0.035
Хром (Cr)	≤ 0.60

Для чугунных шкивов материал присадочной проволоки – ППЧ-3, ППАНЧ-5 или ППАНЧ-2, диаметр проволоки – 3 мм. Проволока порошковая, самозащитная, предназначена для сварки током 300-500 А. Род тока – постоянный, обратной полярности, источник питания – выпрямитель серии ВДУ.

Таблица 1.8 – Хим. состав проволоки ППЧ-3

Химический элемент	%
Кремний (Si)	3,30-4,00
Марганец (Mn)	0,40-0,80
Алюминий (Al)	0,60-0,90
Титан (Ti)	0,40-0,60
Углерод (C)	5,70-6,50

Все материалы должны храниться в сухом помещении.

### 1.9 Выбор оборудования для сварки – наплавки

Для автоматической наплавки в качестве источника питания можно использовать любой выпрямитель (например – серии ВДУ), обеспечивающий необходимый ток сварки и падающую внешнюю характеристику. В частности, можно применить ВДУ-506. Применение ВДУ целесообразно из-

Перв. примен.	за их универсальности – возможности применения для полуавтоматической сварки в среде углекислого газа.			
	Для автоматической наплавки используем полуавтомат А-1197, который предназначен для сварки-наплавки в защитной среде углекислого газа, под флюсом, открытой дугой порошковой проволокой или проволокой сплошного сечения.			
Справ. №	Технические данные:			
	Диаметр электродной проволоки, мм			
Подпись и дата	- сплошного сечения		1,6-2	
	- порошковой		1,6-3	
	скорость подачи проволоки, м/час		90-900	
	Число ступеней		20	
	Номинальный сварочный ток, А			
	- при ПВ=60%		500	
	- при ПВ=100%		350	
	Диапазон регулирования тока, А		80-500	
	Напряжение питающей сети, В		220, 380	
	Габаритные размеры с тележкой, мм			
Име. № дубл.	- длина		960	
	- ширина		660	
	- высота		560	
Взам. инв. №	Вес, кг		35	
	Возможно применение любого подающего механизма, предназначенного для подачи порошковой проволокой и держателя А-725Б, который может подключаться к любому подающему механизму.			
Подпись и дата	1.10 Технология наплавки			
	1.10.1. Общие положения.			
Име. № подл.	Наплавке подлежат детали, прошедшие дефектацию и имеющие такие			
	БР-150301-071106890-ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
				Лист 20

Перв. примен.

Справ. №

дефекты, как излом реборд и износ рабочего профиля. Питание наплавочной установки производится от источников тока на обратной полярности («минус» на детали). Ежедневно в конце рабочей смены осматривают мундштук наплавочной головки и защищают от брызг наплавленного металла. Перед наплавкой последующего валика отрезают зашлакованный конец электродной проволоки.

### 1.10.2 Восстановление стальных деталей

При изломе реборд шкива более 30 % реборда срезается на тяжелом токарном станке 1А665 на глубину излома. Место среза зачищается от пыли и грязи, обезжиривается любым доступным способом (обжиг, промывка любым обезжиривающим раствором). При изломе реборд шкива менее 30 % дефектная область подвергается зачистке с помощью шлифмашинки, затем также обезжиривается.

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Таблица 1.9 – Технические характеристики 1А665

Наибольший диаметр установленного изделия над станиной, мм.:	1600
суппортом, мм:	1250
Наибольшая длина устанавливаемого изделия, мм.:	8000
Количество скоростей шпинделя	24
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин.	1,26-1600
Мощность электродвигателя, кВт:	15

Далее осуществляется предварительный подогрев перед наплавкой. В случае локального восстановления (например – небольшой скол реборды) подогрев осуществляется газовой горелкой до температуры 250-300 °С. В случае необходимости подогрева больших зон изделия (при износе реборд

более 30 %, а также при необходимости восстановления профиля) подогрев производится в электрической печи ИПБ2К-2 до той же температуры.

Таблица 1.10 – Технические характеристики печи ИПБ2К-2

Параметры печи	ИПБ2К-2
Установленная мощность, кВт	50-180 +/-5
Максимальная температура, °С	1100
Напряжение питания печи, В	380
Число фаз	3
Расход охлаждающей воды, м3/ч	0,54
Масса печи, кг	4500
Температура воды на выходе/входе, °С	80/25
Габаритные размеры печи, мм	2300*2100 H1200

Кран-балкой, снабженной специальным захватом, шкив извлекается из печи, устанавливается на вал установки и поджимается пневмоприжимом. Сварочная горелка при помощи механизмов вертикального и горизонтального перемещения подводится к месту наплавки. При включении установки шкив начинает вращаться со скоростью наплавки, одновременно включается сварочный полуавтомат. Наплавляется первый слой. После наплавки первого слоя механизмом вертикального перемещения сварочная горелка поднимается на высоту наплавленного слоя. Наплавляется второй слой и т.д. до необходимой высоты наплавки.

После наплавки шкив кран-балкой снимается с установки и помещается в печь, нагретую до температуры 350-400 °С и охлаждается вместе с печью до температуры около 100 °С. Дальнейшее охлаждение допустимо проводить на воздухе.

При изломе реборд шкива менее 30 % наплавка также производится на установке. При помощи привода вращения место наплавки устанавливается в необходимое положение относительно сварочной головки. Наплавка

Перв. примен.  
Справ. №  
Подпись и дата  
Име. № дубл.  
Взам. име. №  
Подпись и дата  
Име. № подл.



Перв. примен.	<p>производится полуавтоматом при таких-же режимах. Далее деталь поступает в печь, где медленно охлаждается таким-же образом, что и в первом случае.</p> <p>После термообработки шкив поступает на токарную обработку, где с помощью токарного станка 1А665 осуществляется проточка ручья до необходимых размеров и удаление наплывов наплавленного металла с внешних сторон шкива.</p>			
	Справ. №	<p style="text-align: center;">1.10.3 Восстановление чугунных деталей</p> <p>Восстановление чугунных шкивов производится аналогично стальным. Отличие состоит в том, что при наплавке проводится и сопутствующий подогрев изделия. Он осуществляется газовыми горелками, закрепленными на наплавочной установке. Температура подогрева 250-300 °С.</p>		
Подпись и дата		<p style="text-align: center;">1.10.4 Восстановление посадочного отверстия</p> <p>Износ посадочного отверстия шкива – довольно редкое явление. Сам по себе износ посадочного отверстия минимален, однако возникает биение шкива, что может отрицательно сказаться на его работе и может повлечь более серьезные дефекты – трещины – вплоть до излома.</p> <p>Применение наплавки для восстановления посадочного отверстия неприемлемо по нескольким причинам: Во-первых, из-за малого диаметра отверстия сложно обеспечить доступ в зону износа. Во-вторых, могут возникнуть чрезмерные термические напряжения. В-третьих, после наплавки большая часть наплавленного металла была бы срезана при последующей токарной обработке.</p> <p>Я предлагаю использовать метод восстановления ремонтной втулкой. Восстановление методом ремонтной втулки вполне надежно, экономически целесообразно и позволяет многократно использовать детали.</p>		
	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Ине. № подл.
<p style="text-align: right;">Лист 23</p>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

Перв. примен.

Справ. №

Метод заключается в следующем. Изношенное отверстие растачивают до размера обычно по А или А<sub>3</sub> с учетом толщины втулки, затем изготавливают втулку и запрессовывают ее в отверстие. Отверстие во втулке окончательно растачивают до размера по чертежу. При этом отклонение от соосности не более 0,1 мм. Использовать расточной станок 2А620.

При восстановлении необходимо особо обращать внимание на толщину стенки втулки, ее материал и тип посадки.

Толщина стенок втулок для шкивов головного блока составляет 8-15 мм. Материал втулок - сталь 40Х при НВ 240-265.

Наиболее распространенные посадки при выполнении ремонтных втулок Пр1<sub>3</sub> и Пр2<sub>2а</sub>. Чистота поверхности отверстия не ниже Ra = 2,5 мкм, втулки наружной поверхности — Ra = 1,25 мкм.

Размеры отверстий во втулках должны соответствовать размерам отверстий ремонтируемых деталей согласно чертежу. Установки дополнительных стопорных винтов не требуется.

### 1.10.5 Режимы наплавки

Форма и размеры валиков находятся в прямой зависимости от рода и полярности тока, напряжения, скорости подачи электрода, вылета и расположения электрода по отношению к плоскости наплавляемой поверхности.

Скорость наплавки выбирается в зависимости от требуемых размеров валика и величины сварочного тока.

Режимы наплавки применены, исходя из рекомендаций [2].

Таблица 1.11 - Режимы наплавки

Диаметр проволоки, мм	I <sub>св.</sub> , А	U <sub>д.</sub> В	Скорость, м/ч		Шаг наплавки, мм	Смещение электрода с зенита, мм	Вылет электрода, мм	Расход защитного газа, л/мин
			Подачи	Наплавки				
1,6	150-200	20-26	140-210	25-30	3,5-6	6-12	15-25	10-15

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.



3	300-480	28-32	140-210	10-25	5-7,5	9-15	18-30	14-18
---	---------	-------	---------	-------	-------	------	-------	-------

Все режимы сварки подлежат тщательной обработке перед операцией наплавки.

### 1.11 Контроль качества

Основной задачей контроля качества наплавки является определение соответствия восстановленных деталей техническими условиями на ремонт.

#### 1.11.1. Стадии контроля.

Предварительный контроль - выбраковка деталей, подлежащих наплавке и подготовка их к наплавке; проверка наплавочных материалов на соответствие их ГОСТу.

Текущий контроль — соблюдение технологии и режимов наплавки.

Приемочный контроль — определение пригодности восстановленных деталей к эксплуатации.

#### 1.11.2. Дефекты наплавленной поверхности.

1.11.2.1. Трещины в наплавленном слое и в зоне сплавления с основным металлом детали. Трещины являются наиболее опасным дефектом наплавленной поверхности, так как под воздействием быстроизменяющихся нагрузок или тепловых колебаний могут развиваться и привести к преждевременному выходу детали из строя. Возникновение трещин зависит от содержания углерода и серы в наплавленном металле, от недостаточного предварительного подогрева детали перед наплавкой и т. д.

1.11.2.2. Поры в наплавленном металле. Поры могут образоваться при использовании влажного или отсыревшего флюса, при наличии ржавчины на

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

БР-150301-071106890-ПЗ

Лист  
25

Перв. примен.	наплавляемых поверхностях, при недостаточном слое флюса. Поры являются менее опасным дефектом, чем трещины, но снижают износостойкость и прочность наплавленного металла.			
	Справ. №	1.11.2.3. Несплавление наплавленного металла с основным металлом детали. Несплавления могут образоваться при несоответствии выбранной скорости наплавки величине тока и напряжению дуги, неправильной установке электрода, загрязнении наплавляемых поверхностей, нарушении параметров режима наплавки. Эти дефекты могут привести к отколу наплавленного слоя в процессе работы восстановленной детали.		
Подпись и дата		Причиной поверхностных дефектов наплавленного слоя может явиться и плохая устойчивость дуги.		
	Име. № дубл.	1.11.3. Методы контроля.		
Взам. име. №		Восстановленные детали контролируют с целью определения качества выполненной наплавки. В зависимости от условий работы и назначения детали, применяемые методы контроля могут быть различные. Естественно контроль особо ответственных деталей необходимо производить весьма тщательно и не ограничиваться только одним методом.		
	Подпись и дата	1.11.3.1. Внешний осмотр.		
Име. № подл.		Проводится после очистки наплавленной поверхности от шлака. Внешнему осмотру подвергаются все восстановленные и упрочненные детали независимо от их назначения и последующего метода контроля.		
	Этот вид контроля часто может быть достаточным для приемки восстановленных деталей, поэтому необходимо тщательно осматривать всю поверхность наплавленного слоя. При внешнем осмотре можно обнаружить трещины, поры, наплавы металла и другие дефекты, выходящие на поверхность наплавленного слоя.			
Соответствие детали размерам, предусмотренным чертежом, проверяют путем замеров измерительным инструментом, шаблоном и т.д.				
				Лист
БР-150301-071106890-ПЗ				26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

Перв. примен.	<p>1.11.3.2. Металлографические методы контроля.</p> <p>При металлографических методах контроля качество наплавленного металла определяется путем исследования образцов, материал которых соответствует материалу испытываемых деталей.</p> <p>Металлографические методы позволяют определить макро- и микроструктуру металла детали. При этом вполне четко можно обнаружить внутренние дефекты наплавов: поры, трещины, непровары и т. д.</p> <p>Недостаток этих методов состоит в том, что дефекты могут быть обнаружены только на поверхности образцов, поэтому для получения надежных результатов необходимо изготавливать и исследовать большое количество образцов.</p>				
	Справ. №	<p>1.11.3.3. Механические испытания.</p> <p>При механических испытаниях металла определяют предел прочности, предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение, угол загиба, ударную вязкость и др., для чего изготавливают специальные образцы. Порядок определения механических свойств установлен ГОСТ 6996—66.</p> <p>Основными показателями качества наплавленной поверхности при восстановлении и упрочнении деталей экскаваторов являются твердость и износостойкость.</p> <p>Твердость можно замерять непосредственно на детали переносными приборами для определения твердости УЗИТ-2М, ТЭМП-1 и др. Более точно твердость измеряют на микрошлифах прибором Роквелла, Бринелля и др. Определение микротвердости специальными приборами (типа ПМТ-3) позволяет установить твердость отдельных структурных составляющих.</p> <p>Определение износостойкости наплавленной поверхности производится на образцах с помощью специальных установок типа ОБ-260 конструкции ИЭС им. Е. О. Патона (УАН) - для плоских образцов, или МИ-1М — для цилиндрических образцов.</p>			
Име. № подл.	Подпись и дата	<p>1.11.3.4. Магнитопорошковый метод контроля.</p>			
	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № инв.	Име. № подл.
<p>Изм. Лист № докум. Подпись Дат</p>					<p>Лист 27</p>

БР-150301-071106890-ПЗ

Перв. примен.	<p>Наиболее рациональным видом неразрушающего контроля в данном случае представляется магнитная дефектоскопия.</p> <p>Если намагнитить деталь, то в месте дефекта неизбежно искажение магнитного поля. Это выявляют с помощью магнитного порошка. Данным способом хорошо обнаруживаются поверхностные дефекты и дефекты, расположенные близко к поверхности, что при заданной геометрии шкива является очень выгодным.</p>																								
	Справ. №	<p style="text-align: center;">1.12 Сборка и монтаж</p> <p>Восстановленные детали после контроля поступают на место сборки, где происходит сборка головного блока. Монтаж головного блока на экскаватор производится на ремонтной площадке.</p>																							
Подпись и дата		<p style="text-align: center;">1.13 Планировка цеха</p> <p>Участок по восстановлению шкивов головного блока находится в ремонтном цехе Бородинского РМЗ. Он включает складочное место, место разборки – сборки (там-же производятся работы, не требующие спецоборудования), установку для восстановления шкивов, станки для механической обработки и др. Планировка приведена в графической части проекта.</p> <p>Высота от пола до отметки головки рельса подкранового пути составляет 9,65 м. Высота от пола до нижнего уровня затяжки строп и перекрытия 12,35 м. Ширина пролета 18 м, шаг колонн 12 м. Длина участка 36 м.</p> <p>Таким образом, общий объем помещения участка составляет:</p>																							
	Ине. № дубл.	$V_{\text{уч}} = b * l * H \tag{1.1}$																							
Взам. инв. №		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подпись</td> <td>Дат</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">БР-150301-071106890-ПЗ</td> <td style="text-align: center;">Лист 28</td> </tr> </table>														Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106890-ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106890-ПЗ					Лист 28															
Подпись и дата																									
	Ине. № подл.																								

Перв. примен.	<p>Где <math>b</math> – ширина, м;  <math>L</math> – длина, м;  <math>H</math> – высота, м;</p> $V_{\text{уч}} = 18 \cdot 36 \cdot 12,35 = 8002,8$ <p>Площадь участка</p> $S = b \cdot l \tag{1.2}$ $S = 18 \cdot 36 = 648 \text{ м}^2$ <p>Общее количество рабочих составляет 8 чел. (включая основных и вспомогательных).</p> <p>Площадь производственного помещения, приходящаяся на 1 человека составляет:</p> $S = 6488 = 81 \text{ м}^2 > 4,5 \text{ м}^2$ <p>Где <math>4,5 \text{ м}^2</math> – допускаемая величина.</p> <p>Объем производственного помещения, приходящийся на 1 человек, составит:</p> $V = 800,28 = 1000,35 \text{ м}^3 > 15 \text{ м}^3$ <p>где <math>15 \text{ м}^3</math> – допускаемая величина.</p>					
	Справ. №					
Подпись и дата						
	Име. № дубл.					
Взам. име. №						
	Подпись и дата					
Име. № подл.						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106890-ПЗ

Справ. №	Перв. примен.					
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106890-ПЗ	Лист
						30

## КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

БР-150301-071106890-ПЗ

## 2.1 Установка для наплавки

Установка предназначена для наплавки цилиндрических деталей в среде защитного газа. Основные ее части: рама, привод вращения наплавляемой детали, привод зажатия наплавляемой детали, механизм перемещения горелки, механизм подъема горелки, узел опорный приводной. Имеется возможность закрепить газовую горелку для подогрева наплавляемой детали во время наплавки.

Рама.

Сварная конструкция из швеллеров и листа предназначена для крепления всех узлов установки.

Привод

Предназначен для передачи вращения от электродвигателя к узлу опорному приводному с необходимой скоростью, и ступенчатому регулированию скорости вращения.

Состоит:

- 1) электродвигатель;
- 2) редуктор червячный;
- 3) зубчатая передача;
- 4) соединительные муфты.

Ступенчатое регулирование осуществляется сменными шестернями, которые находятся в зубчатой передаче. Комплект сменных шестерен прилагается.

Плавная регулировка скорости вращения осуществляется сменой скорости вращения вала двигателя постоянного тока.

Механизм перемещения горелки.

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106890-ПЗ

Лист

31

Перв. примен.	<p>Механизм предназначен для крепления горелки сварочной и ее перемещения в плоскости в двух перпендикулярных направлениях</p> <p>Горелка крепится между скобами поз. 7 и зажимается болтами поз. 11. При помощи болтов поз. 11 горелку можно закрепить со смещением, относительно центра, в ту или другую сторону до 20 мм.</p> <p>При помощи болтов поз. 8 кронштейн поз. 1 с закрепленной горелкой можно перемещать относительно центра в ту или другую сторону по направляющим поз. 5 до 80 мм.</p> <p>Плита 2 с закрепленной горелкой перемещается, относительно наплавляемого шкива, при помощи винта поз. 9 в направляющих поз. 6 ход плиты поз. 2 “L” – 140 мм.</p>					
	Справ. №	<p>Механизм подъема горелки.</p> <p>Механизм предназначен для установки горелки сварочной на необходимую высоту в зависимости от диаметра наплавляемого шкива. Перемещение подвижной колонны осуществляется реечным приводом. Рейка закреплена на подвижной колонне. Зубчатое колесо поз. 8 на неподвижной колонне. Привод ручной, при помощи рукоятки поз. 4. Стопорение на нужной высоте осуществляется крановым механизмом поз. 9 и 10.</p>				
Подпись и дата		<p>Узел опорный приводной.</p> <p>Узел предназначен для передачи вращения от привода к наплавляемому шкиву.</p> <p>Диаметр оправки выбирается в зависимости от внутреннего диаметра ступицы шкива.</p>				
	Име. № дубл.	<p>Узел прижимной.</p> <p>Узел предназначен для зажатия шкива между оправкой, и надежного его удержания при наплавке. Применяется пневматический привод</p>				
Взам. име. №						
	Подпись и дата					
Име. № подл.						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106890-ПЗ
					32	



Перв. примен.	<p>Работа установки.</p> <p>Перед началом работы необходимо предварительно установить расчетные режимы сварки. После чего кран-балкой шкив устанавливается на оправку узла опорного приводного поз. 3, зажимается узлом прижимным. Подводим горелку механизмом перемещения горелки в нужное положение. При необходимости сопутствующего подогрева зажигается газовая горелка поз. 13. нажимается кнопка пуск. При этом включается привод вращения и сварочный полуавтомат.</p> <p>В начале наплавки можно откорректировать скорость наплавки за счет изменения скорости вращения вала электродвигателя постоянного тока.</p> <p>После наложения наплавленного валика по всему диаметру шкива, механизмом перемещения горелки, горелка смещается на шаг наплавки, шаг наплавки должен быть таким, чтобы предыдущий наплавленный валик перекрывался последующим на 1/3 ширины наплавленного валика и т. д.</p> <p>После наплавления первого слоя горелка возвращается в первоначальное положение и производится наплавка следующего слоя. После наплавки шкива до нужного диаметра, нажатием кнопки стоп процесс наплавки прекращается. Механизмом перемещения горелки отводим горелку в крайнее правое положение. Кран-балкой поддерживаем шкив. Отводим прижим. Снимаем шкив с установки. Шкив кран-балкой передается на оборудованное место для медленного охлаждения (печь).</p>			
	Справ. №			
Подпись и дата	Име. № дубл.	<h3>2.2. Кинематический расчет привода</h3> <p>Целью данного расчета является выбор электродвигателя и определение необходимого передаточного отношения понижающей передачи.</p> <p>Исходными данными для него является угловая скорость <math>\omega</math> и мощность, необходимая на приводном валу.</p>		
		Взам. инв. №	$\omega = \frac{v}{r} \tag{2.1.}$	
Подпись и дата	Име. № инв.			
Име. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
БР-150301-071106890-ПЗ				Лист 33

Перв. примен.	<p>где: <math>\dot{u}</math> – линейная скорость</p> <p><math>r</math> – расстояние до оси</p> <p>Принимаем <math>\dot{u}</math> приблизительно равной скорости наплавки</p> $\dot{u} = 30 \text{ м/ч} = 0,0083333 \text{ м/сек}$ <p><math>r</math> – радиус шкива</p> $r = \frac{d}{2} = \frac{1440}{2} = 720 \text{ мм} = 0,72 \text{ м}$ $\omega = \frac{0,0083333}{0,72} = 0,011574 \text{ рад/сек}$ <p>Переведем <math>\omega</math> в обороты в минуту:</p> $n = \frac{30\omega}{\pi} = 9,549\omega \tag{2.2.}$ $n = 9,549 * 0,011574 = 0,11 \text{ об/мин}$ <p>Мощность на валу находится:</p> $N = M \cdot \omega \tag{2.3.}$ <p>где: <math>M</math> – момент вращения, Н.м</p> <p>В нашем случае</p> $M = P * r \tag{2.4.}$ <p>где: <math>P</math> – вес изделия, Н</p> $M = 12400 * 0,72 = 8928 \text{ Н*м}$ $N = 8928 * 0,011574 = 103,33 \text{ Вт} \approx 0,1 \text{ кВт}$			
	Справ. №			
Подпись и дата				
	Име. № дубл.			
Взам. инв. №				
	Подпись и дата			
Име. № подл.				
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись
БР-150301-071106890-ПЗ				
Лист 34				

Перв. примен.	<p>Определим требуемую мощность двигателя:</p> $N_{тр} = \frac{N}{\eta_{общ}} \quad (2.5.)$				
	<p>где: <math>\eta_{общ}</math> – общий КПД привода          По табличным значениям /5/ выбираем <math>\eta_{общ}=0,7</math></p> $N_{тр} = 0,1 / 0,7 = 0,143 \text{ кВт}$				
Справ. №	<p>По полученным значениям с запасом выбираем асинхронный двигатель  <math>N = 1 \text{ кВт (100S2/1440)}</math> с частотой вращения <math>n = 1440 \text{ об/мин}</math></p>				
	<p>Общее передаточное число привода</p> $i_{общ} = \frac{n_{эд}}{n} \quad (2.6)$				
Подпись и дата	<p>где: <math>n</math> – число оборотов ролика</p>				
Име. № дубл.	$i_{общ} = \frac{1440}{0,11} = 13090,9$				
Взам. име. №	<p>Полученное передаточное число очень велико. Необходимо произвести его разбиение на ступени кинематической схемы</p>				
Подпись и дата	<p>Для понижения скорости вращения используем 2-хступенчатый редуктор, червячную передачу и зубчатую передачу (рис.2.1)</p>				
Име. № подл.					
				БР-150301-071106890-ПЗ	Лист 35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	

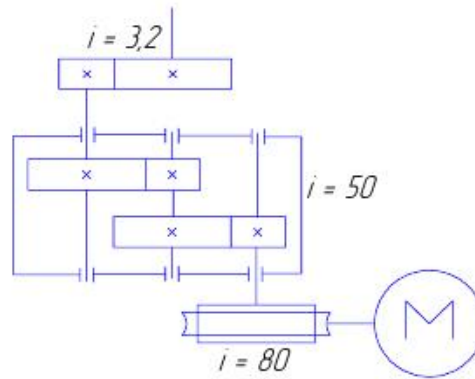


Рис. 2.1 Кинематическая схема привода

Существуют стандартные 2-х ступенчатые цилиндрические редуктора с  $i_{ред}=50 / 5 /$ , принимаем  $i$  червячной передачи  $=80 / 5 /$

Определим  $i$  зубчатой передачи

$$i_{з.п.} = \frac{13090,9}{80 \cdot 50} = 3,27$$

Для ступенчатой регулировки скорости достаточно поменять шестеренку в открытой зубчатой передаче.

### 2.3. Расчет пневмоцилиндра

Для зажима шкива в прижимном узле выбираем поршневой пневмоцилиндр двустороннего действия.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

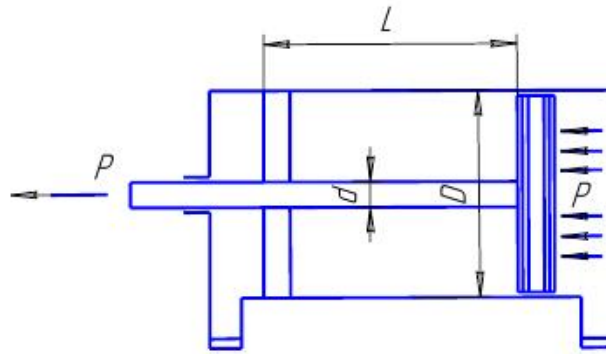


Рис 2.2. Схема поршневого пневмоцилиндра.

Для распределения направления воздушного потока в полости цилиндра применяется двухходовой крановый пневматический распределитель.

Определим необходимую площадь сечения поршня.

$$F_n = \frac{P}{p \cdot \eta} \quad (2.7)$$

$P$  - необходимое усилие на штоке, Н

$$P = 4000 \text{ Н}$$

$p$  - давление в пневматической системе, Мпа

$$p = 0,6 \text{ Мпа}$$

$\eta$  - коэффициент полезного действия

$$\eta = 0,8$$

$$F_n = \frac{4000}{0,6 \cdot 0,8} = \frac{4000}{0,48} = 8333,3 \text{ мм}^2$$

Определим диаметр поршня

$$F_n = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \quad (2.8)$$

Перв. примен.

 $D$  - диаметр поршня, мм $d$  - диаметр штока, мм  $d = 0,25 D$ 

$$F_n = \frac{\pi(D^2 - (0,25D)^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot D^2 \cdot (1 - 0,0625)}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,9375 \cdot D^2}{4} = 0,736 \cdot D^2$$

$$D = \sqrt{\frac{F}{0,736}} = \sqrt{\frac{8333,3}{0,736}} = \sqrt{11322,4} = 106 \text{ мм}$$

По расчётным значениям выбираем стандартный пневмоцилиндр и заносим все данные в таблицу.

Таблица 2.1. Основные параметры пневмоцилиндра

параметр	Единицы измерения	показатель
Усилие на штоке	Н	680
Диаметр поршня	мм	125
Диаметр штока	мм	32
Ход поршня	мм	350

Справ. №

По конструкции крепления к корпусу приспособления выбираем поршневой пневматический тип цилиндра с креплением на переднем фланце.

#### 2.4 Выбор и расчет муфты

Муфты используются в приводе вращения установки для передачи вращения с вала электродвигателя на вал червячной передачи и с вала зубчатой передачи на оправку установки.

Расчет муфты электродвигателя:

Вращающий момент равен:

$$M = N / \omega \quad (2.9)$$

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106890-ПЗ

Лист

38

Перв. примен.	<p>где <math>\omega</math> - угловая скорость вала электродвигателя, рад/с</p> <p>Преобразуем число оборотов двигателя в угловую скорость:</p> $n = 1440 \text{ об/мин} = 24 \text{ об/сек}$ $\omega = 24 * 360 / 57 = 150 \text{ рад/с}$ $M = 7000 / 150 = 46,6 \text{ Н*м}$					
	Справ. №	<p>Коэффициент режима <math>k_p = 2</math> по табличным данным /чернин/</p> <p>Расчетный момент равен:</p> $M_p = M * k_p = 46,6 * 2 = 93,2 \text{ Н*м} \quad (2.10)$ <p>По табличным данным выбираем муфту фланцевую открытую диаметром 25 мм и <math>M_p = 100 \text{ Н*м}</math> МФО 0,1-25 МН 2726-61</p>				
Подпись и дата		<p>Расчет муфты для оправки:</p> $\omega = 0,011574 \text{ рад/с}$ $M = 1000 / 0,011574 = 86400 \text{ Н*м}$ <p>Коэффициент режима <math>k_p = 1</math> по табличным данным /чернин/</p> $M_p = M * k_p = 86400 * 1 = 86400 \text{ Н*м}$ <p>По табличным данным выбираем муфту зубчатую диаметром 250 мм и <math>M_p = 100000 \text{ Н*м}</math> МЗ 12-250 ГОСТ 5006-89</p>				
	Ине. № дубл.	Ине. №	Взам. инв. №	Подпись и дата	Ине. № подл.	<p>БР-150301-071106890-ПЗ</p>
39						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Справ. №	Перв. примен.
----------	---------------

## ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106890-ПЗ	Лист 40
------	------	----------	---------	-----	------------------------	------------



## Введение

Для данных конкретных условий работ по восстановлению шкивов головного блока экскаваторов провести точный технико – экономический анализ представляется весьма затруднительным. Связано это прежде всего с тем, что на предприятии отсутствует четкая программа периодичности проведения восстановительных работ. Они (восстановительные работы) назначаются, исходя из результатов периодических осмотров состояния техники, проводимых, опять-же, нерегулярно, в зависимости от условий и времени эксплуатации экскаватора. Кроме того, количество ремонтных работ непостоянно и зависит от результатов дефектации. Например, сколов на одном шкиве может не быть вообще, а может достигать десятка. В зависимости от марки экскаватора шкив изготовлен или из стали, или из чугуна, и, следовательно, восстанавливается по разной технологии.

В связи с этим по заданию руководителя проекта в работе проведен анализ стоимости восстановления рабочей части большого чугунного шкива, т.к. сейчас на предприятии их восстановление не производится. При этом некоторые показатели брались или рассчитывались укрупнено.

### 3.1 Выбор типа производства и режима работы

По данным завода, количество выбрасываемых чугунных шкивов – не менее 100 за год по старой технологии.

Режим работы – односменный, число рабочих дней в неделю  $g_H = 5$

### 3.2 Расчет норм времени

Расчет норм времени производится по формуле:

$$t_{шт} = t_0 + t_{вн} + t_{обс} + t_{отд} \quad (3.1)$$

Перв. примен.	Справ. №	Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.	БР-150301-071106890-ПЗ				Лист
							Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат



Перв. примен.	<p><math>F_{НОМ}^0</math> - номинальный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год.</p> <p><math>k</math> – коэффициент учитывающий время по плану на капитальный и средний ремонт, текущее планово-предупредительное обслуживание,</p> <p><math>k = 0,97</math>;</p> <p>Номинальный годовой фонд работы оборудования определяется по формуле:</p>			
	Справ. №	$F_{НОМ}^0 = \frac{D_2 \cdot Ч_n}{D_n}, \quad (3.3)$		
<p>где <math>D_2</math> – число дней работы в году, <math>D_2 = 252</math> дня;</p> <p><math>Ч_n</math> – число часов работы в неделю, <math>Ч_n = 40</math> ч;</p> <p><math>D_n</math> – число дней работы в неделю, <math>D_n = 5</math> дней;</p>				
$F_{НОМ}^0 = \frac{252 \cdot 40}{5} = 2016$ $F_o = 2016 \cdot 0,97 = 1955$				
<h3>3.3.2 Действительный фонд времени рабочего</h3>				
<p>Действительный фонд времени рабочего рассчитывается по формуле (18):</p>				
$F_o^p = F_{НОМ}^p \cdot k_0, \quad (3.4)$				
<p>где <math>F_o^p</math> - действительный фонд времени рабочего, ч/год;</p> <p><math>F_{НОМ}^p</math> - номинальный фонд времени рабочего, ч/год;</p> <p><math>k_0</math> – коэффициент, учитывающий время по плану на отпуска, болезни, выполнение общественных и государственных обязанностей, <math>k = 0,88</math> (18);</p>				
Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
БР-150301-071106890-ПЗ				Лист
				43

Перв. примен.

Справ. №

$$F_{ном}^p = \frac{D_2 \cdot Ч_n}{D_n}, \quad (3.5)$$

где  $Ч_n$  – число часов работы в неделю рабочего,  $Ч_n = 40$  ч.

$$F_{ном}^p = \frac{252 \cdot 40}{5} = 2016 \text{ ч.}$$

$$F_{\delta}^p = 2016 \cdot 0,88 = 1818 \text{ ч.}$$

### 3.4 Расчет потребности в сварочном оборудовании

Расчетное количество сварочного оборудования, необходимое для выполнения планового задания, находится по формуле (18):

$$C_p = \frac{t_{шт} \cdot N}{F_{\delta}^0 \cdot k_v \cdot k_{ппр}}, \quad (3.6)$$

где  $C_p$  – расчетное количество сварочного оборудования, шт;

$t_{шт}$  – штучное время, ч;

$N$  – годовая программа восстановления шкивов, шт./год;

$F_{\delta}^0$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год;

$k_v$  – коэффициент выполнения норм выработки,  $k_v = 1,2$ ;

$k_{ппр}$  – коэффициент, учитывающий простой оборудования в аварийном ремонте, вследствие занятости рабочих сварщиков при выполнении других работ,  $k_{ппр} = 0,85$ ;

$$C_p = \frac{3,62 \times 100}{1955 \times 1,2 \times 0,85} = 0,18$$

Принятое количество сварочного оборудования

$$C_{пр} = 1 \text{ шт.}$$

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

### 3.5 Расчет капитальных вложений по вариантам

Расчет капитальных вложений производится по формуле:

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{об}} + K_{\text{пр}} \quad (3.7)$$

где  $K_{\text{общ}}$  – общие капитальные вложения, руб;

$K_{\text{об}}$  – капитальные вложения в сварочное оборудование, руб;

$K_{\text{пр}}$  – капитальные вложения в сборочно- сварочное приспособления, руб;

3.5.1 Капитальные вложения в сварочное оборудование:

$$K_{\text{об}} = 71880 \text{ (ВДУ-506 + полуавтомат)} + 11800 \text{ (газовая горелка, баллоны, смеситель и т.д.)} = 83680 \text{ р.}$$

3.5.2 Капитальные вложения в приспособления

$$K_{\text{пр}} = 152800 \text{ (токарный станок, резцы)} + 35800 \text{ (установка)} + 68420 \text{ (печь)} = 257020 \text{ руб.}$$

3.5.3 Общие капитальные вложения

$$K_{\text{общ}} = 83680 + 257020 = 340700 \text{ руб.}$$

Определим удельные капитальные вложения:

$$K_{\text{уд}} = \frac{K_{\text{общ}}}{N}; \quad (3.8)$$

где  $N$  – годовая программа выпуска;

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106890-ПЗ

Лист  
45

Перв. примен.
Справ. №

$$K_{y0} = 340700 / 100 = 3407 \text{ руб}$$

### 3.6 Расчет текущих затрат

Текущие затраты на восстановление одного шкива рассчитываются по формуле:

$$C_m = C_m + C_Э + C_з + C_{об}, \quad (3.9)$$

где  $C_m$  – технологическая себестоимость сварочных работ на одно изделие, руб;

$C_m$  – затраты на сварочные и расходные материалы, руб;

$C_з$  - затраты на заработную плату, руб;

$C_{об}$  - затраты на обслуживание оборудования, руб;

$C_Э$  - затраты на электроэнергию, руб;

Подпись и дата
Име. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Име. № подл.

#### 3.6.1 Расчет расходов на сварочные материалы

При изломе реборд более 30 % объем наплавленного материала:

$$V = 10,5 * 7 * 414 = 30429 \text{ см}^3$$

Масса наплавленного материала:

$$M = 30429 * 7,8 = 23,7 \text{ кг}$$

Расход наплавленного материала:

$$P = 23,7 * 1,2 = 28,44 \text{ кг}$$

1,2 – коэффициент расхода при автоматической наплавке

Стоимость порошковой проволоки – 50 р/кг

$$C_{пров} = 28,44 * 50 = 1422 \text{ р}$$

Расчёт стоимости защитного газа:

					БР-150301-071106890-ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Перв. примен.	$C_r = t_o * P_{co2} * Ц_{co2},$ (3.10)			
	<p>где <math>t_o</math> - основное время сварки, <math>t_o = 1,84</math> ч;  <math>P_{co2}</math> - расход углекислого газа, кг/ч;  <math>Ц_{co2}</math> - цена углекислого газа, <math>Ц_{co2} = 4,17</math> руб.;</p>			
Справ. №	$P_{co2} = V_r * \gamma_{co2},$ (3.11)			
	<p>где <math>V_r</math> - объёмный расход газа, <math>V_r = 1,08</math> м<sup>3</sup>/ч;  <math>\gamma_{co2}</math> - объёмная плотность углекислого газа, <math>\gamma_{co2} = 1,977</math> кг/м<sup>3</sup>;</p>			
$P_{co2} = 1,08 * 1,977 = 2,14$ кг/ч $C_r = 1,84 * 2,14 * 4,17 = 16,42$ руб.				
Расчет стоимости газа на подогрев изделия:				
Подпись и дата	$C_{Г2} = t_o * P_{ac} * Ц_{ac} + t_o * P_{o2} * Ц_{o2},$ (3.12)			
	<p>где <math>P_{o2}</math> - расход кислорода, кг/ч;  <math>Ц_{o2}</math> - цена кислорода. <math>Ц_{o2} = 5,76</math> руб;  <math>Ц_{ac}</math> - цена ацетилена. <math>Ц_{ac} = 12,3</math> руб;</p>			
Име. № дубл.	$P_{o2} = V_r * \gamma_{o2},$ (3.13)			
	<p>где <math>V_r</math> - объёмный расход кислорода, <math>V_r = 0,108</math> м<sup>3</sup>/ч;  <math>\gamma_{o2}</math> - объёмная плотность кислорода, <math>\gamma_{o2} = 1,429</math> кг/м<sup>3</sup>;</p>			
Взам. име. №	$P_{o2} = 0,108 * 1,429 = 0,154$ кг/ч,			
	$P_{ac} = V_{ac} * \gamma_{ac},$ (3.14)			
Подпись и дата	$P_{ac} = V_{ac} * \gamma_{ac},$ (3.14)			
Име. № подл.	БР-150301-071106890-ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
				Лист 47

Перв. примен.	<p>где <math>V_{\text{ац}}</math> - объемный расход кислорода, <math>V_{\text{ац}} = 0,054 \text{ м}^3/\text{ч}</math>;  <math>\gamma_{\text{ац}}</math> - объёмная плотность кислорода, <math>\gamma_{\text{ац}} = 2,215 \text{ кг/м}^3</math>;</p> $P_{\text{o}_2} = 0,054 \cdot 2,215 = 0,12 \text{ кг/ч},$ $C_{\text{г}_2} = 1,84 \cdot 0,12 \cdot 12,3 + 1,84 \cdot 0,154 \cdot 5,76 = 4,35 \text{ руб.}$				
	Справ. №	<p>Суммарные затраты на материалы:</p> $C_{\text{м}} = 1422 + 16,42 + 4,35 = 1443,17 \text{ руб}$ <p style="text-align: center;">3.6.2 Затраты на электроэнергию</p> <p>Затраты на технологическую электроэнергию <math>C_{\text{э}}</math> будут складываться из затрат на работу печи, полуавтомата и токарного станка.</p> <p>Затраты на технологическую электроэнергию <math>C_{\text{э}}</math> руб/м шва определяют по формуле:</p> $C_{\text{э}} = Q_{\text{н}} \cdot q_{\text{э}} \cdot Ц_{\text{э}}, \tag{3.15}$ <p>Где <math>q_{\text{э}}</math> – расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт · ч;  <math>Ц_{\text{э}}</math> - цена 1 кВт · ч электроэнергии, руб. <math>Ц_{\text{э}} = 1,4 \text{ руб}</math> (по данным предприятия)  <math>Q_{\text{н}}</math> – масса наплавленного металла.</p> $C_{\text{э}} = 23,7 \cdot 2,91 \cdot 1,4 = 96,7 \text{ руб.}$ <p>Затраты на работу печи определим по укрупненным заводским данным, учитывая, что ее мощность 18,2 кВт, а время работы – 1 ч:</p> $C_{\text{эпечи}} = 18,2 \cdot 1 \cdot 1,4 = 25,5 \text{ руб.}$			
Подпись и дата		Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.
	<p style="text-align: right;">Лист 48</p>				
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат



Перв. примен.	<p>Затраты на работу токарного станка находим по такому же принципу.          Мощность станка 1,8 кВт, а время работы – 0,35 ч:</p> $C_{Э \text{ станка}} = 1,8 * 0,35 * 1,4 = 0,714 \text{ руб.}$				
	Справ. №	<p>Суммарные затраты на электроэнергию:</p> $C_Э = 96,7 + 25,5 + 0,714 = 122,91 \text{ руб.}$			
<h3>3.6.3 Затраты на заработную плату</h3>					
<p>Расчет заработной платы производится для одной единицы продукции.          Затраты на заработную плату определяются по формуле:</p>					
$C_з = З_0 + З_д + O_c, \tag{3.16}$					
<p>где <math>Z_0</math> – основная заработная плата;  <math>Z_д</math> – дополнительная заработная плата;  <math>O_c</math> – отчисления на социальные нужды;</p>					
<p>Основная заработная плата определяются по формуле:</p>					
$Z_0 = t_{шт} r_г * k_д, \tag{3.17}$					
<p>где <math>Ч_m</math> – часовая тарифная ставка;  <math>Ч_m = 70</math> руб/ч; (ставка одинакова для сварщика, термиста и токаря)  <math>k</math>- коэффициент доплат;  <math>k_д = 1,6</math>;</p>					
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата	Име. № инв.
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106890-ПЗ
					Лист 49



Перв. примен.	<p>Затраты на амортизацию единицы оборудования определяют исходя из его балансовой стоимости и норм амортизационных отчислений:</p> $A_o = C_{об} * n * N_a * k_{загр} / 100, \quad (3.21)$ <p>где <math>C_{об}</math> - балансовую стоимость единицы оборудования, руб.;</p> <p><math>n</math> - количество единиц оборудования;</p> <p><math>N_a</math> - норма амортизационных отчислений, %;</p> <p><math>k_{загр}</math> - средний коэффициент загрузки оборудования (для всего оборудования <math>k_{загр} = 1</math>),</p> <p>Затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования определяют по формуле:</p> $Z_{тр} = P_o * C_{об} * n * k_{загр} / 100, \quad (3.22)$ <p>где <math>P_o</math> - процент отчислений на текущий ремонт, % ; (при работе в одну смену <math>P_o = 11</math> %)</p> <p><math>C_{об}</math> - балансовую стоимость единицы оборудования, руб.;</p> <p><math>n</math> - количество единиц оборудования;</p> <p><math>k_{загр}</math> - средний коэффициент загрузки оборудования (для всего оборудования <math>k_{загр} = 1</math>),</p> $A_o = 340700 * 1 * 0,27 = 91989 \text{ руб}$ $Z_{тр} = 340700 * 1 * 0,11 = 37477 \text{ руб}$ $C_{об} = (91989+37477)*(3,62/1955) = 239,73 \text{ руб.}$			
	Справ. №	<p>3.6.5 Текущие затраты на производство изделия</p> <p>Рассчитаем полные текущие затраты:</p> $C_m = 1443,17 + 122,91 + 593,07 + 239,73 = 2398,88 \text{ руб.}$		
Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №		
Подпись и дата	Име. № подл.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
БР-150301-071106890-ПЗ				Лист
				51

Перв. примен.

Справ. №

### 3.7 Годовой экономический эффект

Экономический эффект от предлагаемой технологии восстановления шкивов головного блока экскаваторов на программу восстановления 100 шт./год составит:

$$\mathcal{E} = (C_n - (C \cdot 1,2)) \cdot N \quad (3.23)$$

где  $C_n$  – цена нового шкива, руб.  $C_n = 11800$  руб.

$C$  – затраты на восстановление шкива с учетом удельных капитальных вложений (включая стоимость изношенного шкива  $C_{из}$ ), руб.

$$C = C_T + K_{уд} + C_{из} \quad (3.24)$$

Учитывая вес шкива, укрупнено принимаем стоимость изношенного шкива 280 руб.

$$C = 2398,88 + 3407 + 280 = 6085,88 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E} = (11800 - (6085,88 \cdot 1,2)) \cdot 100 \text{ шт/год} = 449694,4 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений:

$$\tau_p = \frac{K_{общ}}{\mathcal{E}} \quad (3.25)$$

где  $K_{общ}$  – общие капитальные вложения, руб.

$$\tau_p = 340700 / 449694,4 = 0,76 \text{ года}$$

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

					БР-150301-071106890-ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Таблица 3.1 – Техничко-экономические показатели.

Наименование	Единица измерения	Значение показателя
1. Программа выпуска	шт.	100
2. Общие капитальные вложения (в оборудование, в приспособления)	руб.	340700
3. Текущие затраты в том числе:	руб./шт	2398,88
- на материалы	руб./шт	1443,17
- на заработную плату	руб./шт	593,07
- на электроэнергию	руб./шт	122,91
- на эксплуатацию и обслуживание оборудования	руб./шт	239,73
4. Цена восстановленного изделия	руб.	6085,88
5. Цена нового изделия	руб.	11800
6. Условно-годовой экономический эффект	тыс. руб./год	449,69
7. Срок окупаемости капитальных вложений	лет	0,76

## Вывод

Проведенные выше расчеты показывают, что восстановление шкивов головного блока экскаваторов для предприятия намного выгоднее, чем приобретение новых изделий.

Выгода заключается в различии затрат на восстановление одного изношенного шкива, составляющих 6085,88 руб., и затрат на приобретение нового, равных 11800 руб. При этом годовой экономический эффект при программе восстановления 100 шт./год составляет 449694,4 руб.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106890-ПЗ

Лист

53

Перв. примен.	<h3>Заключение</h3> <p>Целью проекта является разработка технологии восстановления шкивов головного блока экскаваторов.</p> <p>В основных разделах содержатся результаты работы над проектом: подробно описана технология восстановления как стальных, так и чугунных шкивов головного блока, разработана установка для наплавки, спроектирован участок, отвечающий нормам безопасности и экологичности, производятся необходимые расчеты и приводятся иллюстрации, а также рассчитан экономический эффект.</p> <p>Выгода заключается в различии затрат на восстановление одного изношенного шкива, составляющих 6085,88 руб., и затрат на приобретение нового, равных 11800 руб. При этом годовой экономический эффект при программе восстановления 100 шт./год составляет 449694,4 руб.</p>					Справ. №				
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Лист
БР-150301-071106890-ПЗ										54

## Литература

1. Сварка и свариваемые материалы: В 3-х т. Т.1 Свариваемость металлов. Справочник // Под ред. Э.Л. Макарова – М.: Металлургия, 1991 г. 528 с.
2. Акулов А.И. и др. Технология и оборудование сварки плавлением // М.: Машиностроение, 1977 г. – 432 с.
3. Сварка в машиностроении: В 4-х т. Т.3 Справочник // Под ред. В.А. Винокурова – М.: Машиностроение, 1978 г. 504 с.
4. Сварка в машиностроении: В 4-х т. Т.4 Справочник // Под ред. Ю.Н. Зорина – М.: Машиностроение, 1979 г. 280 с.
5. Гитлевич А.Д., Этингф Л.А. Механизация и автоматизация сварочного производства // М.: Машиностроение, 1979 г. – 322 с.
6. Сварка в машиностроении: В 4-х т. Т.1 Справочник // Под ред. Н.А. Ольшанского – М.: Машиностроение, 1978 г. 504 с.
7. Г.А. Николаев. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений – М.: Высш. школа, 1982 г. 272 с.
8. А.И. Красовский. Основы проектирования сварочных цехов – М.: Машиностроение, 1980 г. 319 с.
9. Г.А. Николаев. Сварные конструкции. Расчет и проектирование – М.: Высш. школа, 1990 г. 446 с.
10. Д.И. Решетов. Детали машин – М.: Машиностроение, 1989 г. 496 с.
11. Ремонт шагающих экскаваторов / Б.И. Бубновский, И.К. Буйный, В.Н. Ефимов и др. М., Недра, 1982, 280 с.
12. Технология восстановления и упрочнения деталей экскаваторов методом механизированной наплавки / Челябинск, 1975, 43 с.
13. Подэрни Р. Ю. Горные машины и комплексы для открытых работ: Учебник для вузов – М.: Недра, 1985. – 544 с.
14. П.А. Долин. Справочник по технике безопасности – М.: Энергоатомиздат, 1982 г. 800 с.
15. О. А. Русак. Справочная книга по охране труда в машиностроении - Л.: Машиностроение, 1989 г. 541 с.
16. С.В. Белов. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование - М.: Машиностроение, 1989 г. 368 с.

	Перв. примен.				
	Справ. №				
	Подпись и дата				
	Име. № дубл.				
	Взам. инв. №				
	Подпись и дата				
	Име. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Лист
					БР-150301-071106890-ПЗ
					55

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Справ. №	Перв. примен.	<p>17. В.Л. Писаренко Вентиляция рабочих мест в сварочном производстве. - М.: Машиностроение, 1981 г. 120 с.</p> <p>18. К. А. Грачева. Экономика, организация и планирование сварочного производства – М.: Машиностроение, 1984 г.</p>				
							Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат