

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

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ А.С. Морин

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

**21.05.04 «Горное дело»**

(специальность)

**21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»**

(специализация)

**Восстановление базы карьерных экскаваторов на  
примере ЭКГ-10**

тема

Руководитель

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Т.А. Герасимова

Выпускник

\_\_\_\_\_

подпись, дата

М.А. Ткаченко

Консультанты:

Экономическая часть

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Р.Р. Бурменко

Безопасность  
жизнедеятельности

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А.В. Галайко

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Т.А. Герасимова

Красноярск 2021

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

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ А.С.Морин

подпись    инициалы, фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме дипломной работы**

бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации

Студенту Ткаченко Максиму Александровичу

фамилия, имя, отчество

Группа ГГ 15 – 12 Направление (специальность) 21.05.04 «Горное

номер

код

дело», специализация 21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Восстановление базы экскаваторов карьерных на примере ЭКГ – 10

Утверждена приказом по университету № 468/с от 19.01.2021г

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ Т.А. Герасимова, доцент, ктн.,  
ИГДГиГ СФУ \_\_\_\_\_

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР Данные с предприятия «Назаровское ГМНУ»

Перечень разделов ВКР 1. Анализ работы экскаватора; 2. Анализ отказов ЭКГ - 10; 3. Модернизация технологии восстановления базы экскаватора; 4. Расчёт базы экскаватора; 5. Результаты модернизации; 6. Экономическая часть; 7. Охрана труда.

Перечень графического материала Слайды презентации

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_

подпись

Т.А. Герасимова

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

М.А. Ткаченко  
подпись, инициалы и фамилия студента

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1 Анализ работы экскаватора .....	7
1.1 Экскаватор ЭКГ – 10 технические характеристики и описание .....	7
1.2 Достоинства и недостатки.....	12
2 Анализ отказов ЭКГ - 10.....	13
3 Модернизация технологии восстановления базы экскаватора .....	17
3.1 Конструкция ходовой тележки .....	17
3.2 Технология восстановления базы экскаватора .....	18
4 Расчёт базы экскаватора.....	30
5 Результаты модернизации.....	32
6 Экономическая часть.....	33
6.1 Теоретические основы построения сетевой модели.....	33
6.2 Расчет показателей сетевого графика выполнения ВКР .....	39
6.3 Определение экономического эффекта при ремонте базы экскаватора ЭКГ – 10.....	42
7 Охрана труда.....	44
7.1 Правила безопасности при эксплуатации экскаваторов .....	44
7.2 Охрана труда на рабочем месте .....	50
7.3 Противопожарные мероприятия и промсанитария .....	51
7.4 Охрана труда и техника безопасности при ремонтных работах .....	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	57

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа на тему: «Восстановление базы экскаваторов карьерных карьерных на примере ЭКГ - 10» содержит 56 страницы, 10 иллюстраций, 11 использованных источников.

Содержание дипломной работы: 1. Анализ работы экскаватора; 2. Анализ отказов ЭКГ - 10; 3. Модернизация технологии восстановления базы экскаватора; 4. Расчёт базы экскаватора; 5. Результаты модернизации; 6. Экономическая часть; 7. Охрана труда.

Целью дипломной работы является увеличение производительности экскаватора ЭКГ - 10.

Для достижения поставленной цели требуется решить ряд задач:

- Анализ работы экскаватора ЭКГ-10
- Анализ отказов экскаватора и базы экскаватора
- Модернизация технологии восстановления базы экскаватора на примере ЭКГ-10
- Определение коэффициента технической готовности ЭКГ - 10;
- Получение экономического эффекта за счет восстановления базы экскаватора.

В результате дипломной работы был получен вывод, что восстановление базы экскаватора приведет к повышению коэффициента использования, сокращению простоев и затрат на ремонт, что в свою очередь благотворно отразится на технико-экономических показателях предприятия.

## ВВЕДЕНИЕ

Открытый способ разработки полезных ископаемых является наиболее перспективным в техническом, экономическом и социальном отношениях. Благодаря мощной индустриальной базе и огромным запасом полезных ископаемых, расположенных близко к поверхности, этим способом в наше время добывается 75% общего объема твердого минерального сырья, потребляемое народным хозяйством страны.

Современные горные предприятия оснащены высокоэффективными машинами для добычи полезных ископаемых, одними из них являются карьерные экскаваторы ЭКГ.

При эксплуатации оборудование подвергается воздействию различных механических и электрических нагрузок, работает в среде, условия которой могут значительно колебаться. Указанные факторы приводят к тому, что параметры системы могут значительно отклониться от номинальных, и как следствие возникает отказ.

Целью дипломной работы является увеличение производительности экскаватора ЭКГ - 10.

Для достижения поставленной цели требуется решить ряд задач:

- Анализ работы экскаватора ЭКГ-10
- Анализ отказов экскаватора и базы экскаватора
- Модернизация технологии восстановления базы экскаватора на примере ЭКГ-10
- Определение коэффициента технической готовности ЭКГ - 10;
- Получение экономического эффекта за счет восстановления базы экскаватора.

Актуальностью дипломной работы является то, что восстановление базы экскаватора приведет к повышению коэффициента использования, сокращению простоев и затрат на ремонт, что в свою очередь благотворно отразится на технико-экономических показателях предприятия.

# 1 Анализ работы экскаватора

## 1.1 Экскаватор ЭКГ-10 технические характеристики и описание

ЭКГ-10 - это электрическая карьерная полноповоротная механическая лопата, обладающая гусеничным ходом, о чем говорит аббревиатура (экскаватор карьерный гусеничный). Этот экскаватор была разработан Уральским машиностроительным заводом («Уралмаш»).



Рисунок 1.1 - Общий вид экскаватора ЭКГ-10

Именно гусеничный экскаватор ЭКГ-10 является одной из наиболее производительных машин среди большого модельного ряда. Данная модель, имеющая высокие показатели мощности отлично справляется с землеройными работами. Это и повлияло на разработку ЭКГ - 10. Машина обладает довольно

специфичными характеристиками и параметрами, но, популярность данного экскаватора была достигнута благодаря возможности приспособления машины к решению множества различных задач.

Помимо этого, ЭКГ - 10 имеет весьма высокую ремонтпригодность, но её ремонтом занимаются лишь специализированные сервисные центры, которые способны осуществить полное тестирование электрической и механической составляющей экскаватора.

Замена проблемных узлов не доставляет больших трудностей, поскольку все запчасти и элементы конструкции не являются редкостью на современном рынке горной техники.

Серийное производство ЭКГ – 10 было начато одновременно с выпуском ЭКГ - 5А в 1980 году. Производство ЭКГ – 10 прекратилось в 2009 году. Но Завод-изготовитель может выпускать модель в ограниченном количестве и на данный момент. ЭКГ-10 способен справиться со всеми сложностями, включая горные породы пятой категории плотности. Благодаря малоопорному гусеничному ходовому устройству, техника способна преодолевать подъёмы до 12 градусов.

Экскаватор делится на такие составляющие:

1. Кабельный барабан;
2. Лестница входная;
3. Кузов;
4. Вспомогательная лебедка;
5. Двухногая стойка;
6. Подвеска стрелы;
7. Стрела;
8. Ковш;
9. Рукоять;
10. Механизм открывания днища ковша;
11. Кабина машиниста;
12. Поворотная платформа;
13. Ходовая тележка.



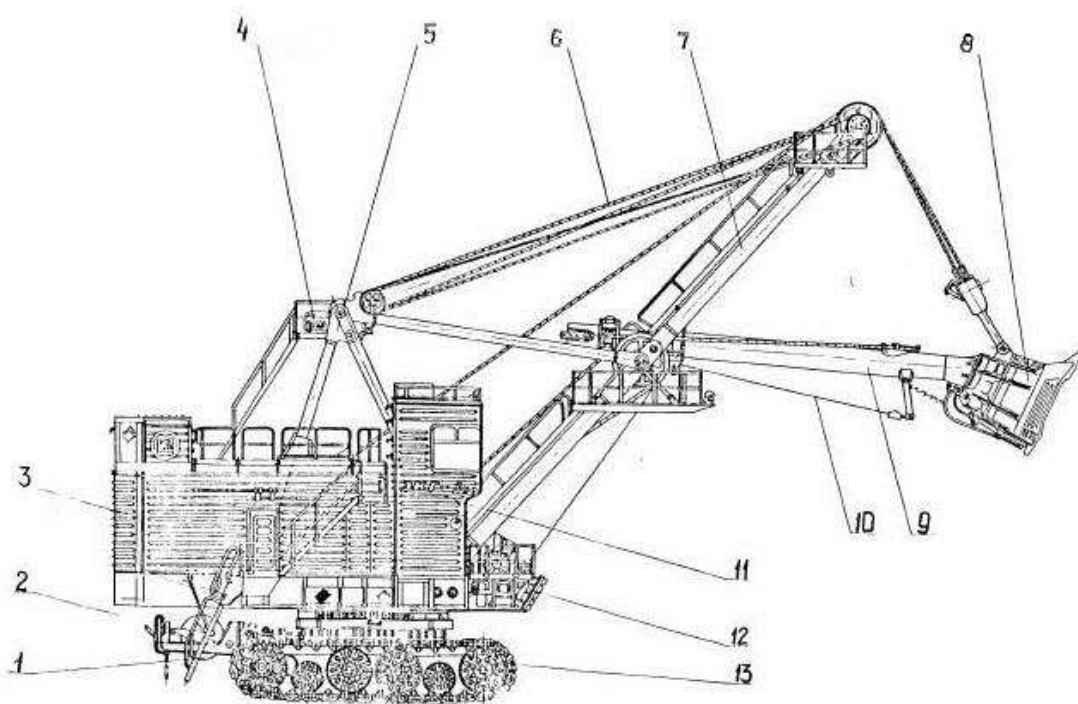


Рисунок 1.2 – Устройство экскаватора ЭКГ-10

Платформа располагается на основной раме с парой мостиков в боковых зонах, блоком противовеса в задней части.

Поворотная платформа является основанием для расположения редукторов поворота, трансформатора, лебедки, направляющего механизма, компрессора. Стреловая лебедка оборудована ниже платформы.

Системы, устроенные на платформе, покрыты кузовными легкосъёмными панелями. Обслуживание осуществляется быстро при снятии панелей.

Ключевыми элементами экскаватора является нижняя рама, корпус противовеса, поворотная рама и корпус стрелы. Все это представляет собой сварные металлические конструкции, изготовленные из листов и отливки. В качестве основы для поворотной платформы выступает главная рама, имеющая корпус противовеса. На этой раме имеется две специальные площадки, расположенные по бокам. В кузове поворотной платформы завод-изготовитель разместил два редуктора, отвечающих за поворот конструкции, трансформатор, подъемную лебёдку стрелы, специальное высоковольтное распределительное

устройство и компрессорную установку, за счет которой работает пневматическая система. Корпус противовеса обладает пяти машинным преобразовательным агрегатом. В нижней части поворотной платформы располагается лебедка, отвечающая за опускание и подъём стрелы экскаватора.

В целях повышения срока службы машины, завод-изготовитель надежно закрыл кузовом все основные механизмы, что позволило оградить данные элементы от различных воздействий окружающей среды.

Передняя часть поворотной платформы традиционно состоит из станции управления и кабины машиниста, где сосредоточены контрольная аппаратура и органы управления экскаватором.

Вся надстройка была установлена на ходовую тележку посредством зубчатого венца и роликового круга (опорно-поворотный механизм) и соединяется с ней за счет центральной цапфы. Здесь же устанавливается и все рабочее оборудование модели.

Ходовая тележка ЭКГ-10 состоит из сварной нижней рамы, к которой с обеих сторон устанавливаются гусеничные рамы, гусеничные цепи, а также натяжные и опорные колеса. Функционирование гусениц осуществляется посредством специального ходового механизма, расположенного на задней стенке.

Пневматическая система, имеющаяся на экскаваторе, была установлена неспроста. Благодаря этой системе приводятся в действие такие элементы, как тормоза напорного и поворотного механизма, подъёмная лебедка стрелы. Но помимо этого в технике была применена еще и гидравлическая система, установленная на ходовой тележке.

Она позволяет регулировать работу муфт переключения гусениц и тормоза ходового устройства.

Отличительными особенностями данной модели является следующее:

В процессе подъема ковша усилие автоматически выравнивается.

Благодаря подъёмной лебёдке стрелы был существенно упрощён процесс ремонтно-монтажных работ.

Экскаватор оснащён сварно-литым ковшом, имеющим самозатягивающиеся клиновые крепления зубьев, расположенных на передней режущей кромке. Днище ковша, свободно падающее с расставленными петлями, что исключает динамическое столкновение с рукояткой.

В целях повышения эффективности техники при отработке плохо взорванных и крупнокусковых пород из тяжелых скальных забоев, производитель оснастил модель речным напорным механизмом с цельносварной стрелой коробчатого сечения и двух балочной рукояткой.

Благодаря избыточному давлению в кузове, что достигается с помощью вентиляционных установок, все элементы и механизмы надежно защищены от пыли и других мелких частиц.

Рукоятка и стрела экскаватора изготовлены из стали с повышенной прочностью, когда другие не менее важные элементы выполнены из легированной стали.

В модели ЭКГ - 10 была применена автоматическая система смазки. Она позволила существенно сократить затраты при техническом обслуживании техники.

Экскаватор имеет двух гусеничную ходовую тележку с отдельным приводом для каждой гусеницы. Гусеничный ход имеет малоопорный открытый тип, что обеспечило увеличенный доступ к данным элементам в процессе ремонтных работ. Гусеницы обладают встроенными гидравлическими цилиндрами, посредством которых происходит натяжение гусеничных лент.

Ходовая тележка содержит зубчатый венец и роликковую окружность, которые служат для монтажа поворотной платформы. Центровая цапфа соединяет тележку с платформой, а ещё служит основанием для технических систем. Ходовая тележка оснащена приводящим устройством с гидравликой, который обуславливает настройку функционирования гусеничных муфт тормозов.

Ход экскаватора осуществляется за счет рам гусениц, оборудованных гусеничными цепями с колесами. Ходовое приспособление располагается на

задней зоне. Компрессорное оборудование подаёт сжатый воздух для тормозной системы напорного, поворотного приспособления, лебедки.

Рукоять выполнена из прочной штампованной трубы. В базовой части рукояти предусмотрен возвратный полублок с твердой поверхностью. На конце рукояти установлен двухсторонний демпфер, способствующий исключению вращения машины.

Ковшовое приспособление сложено из двух стенок, дна, коромысла и блока. Оболочка ковша смыкается с днищем и коромыслом посредством пальцев.

Ковшовое приспособление фиксируется прочными болтами и неподвижно-фланцевыми креплениями. В местах стыка исключены зазоры и перемещения элементов при нагрузке.

Рукоять с ковшом перемещаются посредством седлового подшипникового приспособления, которое имеет регулировку верхних и боковых роликов для указания цели рукояти.

Коробка передач у машины отсутствует. Поэтому движение происходит только на одной скорости.

## **1.2 Достоинства и недостатки**

Техника обладает такими **достоинствами**:

1. малоопорный ход техники за счет индивидуальных приводов для гусениц;
2. возможность настройки натяжения гусениц;
3. ремонтпригодность гусеничного устройства;
4. гидроцилиндры и компрессор увеличивают динамику устройства;
5. удобная кабина;
6. настраиваемый электрический привод для каждого основного приспособления;

7. при подъеме ковша обеспечивается стабилизация силы в автоматическом режиме;
8. пневматическая тормозная система;
9. при производстве большинства частей техники применяется легированная сталь;
10. дно ковша не вступает в контакт с рукоятью;
11. автоматическая смазка основных узлов;
12. высокая производительность.

Среди **недостатков** можно выделить:

1. отсутствие возможности быстрого перемещения на длинные расстояния.
2. небольшая скорость перемещения и поднятия ковша; высокая затрата труда при ремонте;
3. отсутствует оборудование для обратного копания (в отличие от гидравлических экскаваторов).

## **2 Анализ отказов ЭКГ-10**

В последнее время наблюдается увеличение случаев разрушения ключевых элементов металлоконструкций экскаваторов, влекущих длительные простои и необходимость в проведении долгосрочного ремонта техники. Примером тому может послужить поломка центральной цапфы, что приводит к повреждениям всего опорно-поворотного устройства, отрыв и повреждения станины подъемной лебедки, изломы стрелы и рукояти. В последние годы участились случаи излома центральных цапф, наблюдаются тяжелые повреждения несущих металлоконструкций экскаваторов. Это можно объяснить общим износом оборудования, а также снижением контроля со стороны обслуживающего персонала.

Статистика отказов за 5 лет показывает, что основные потери производительного времени приходятся на поломки электрических машин,

зубчатых передач и замену канатов. Следует отметить значительную долю отказов рабочего оборудования и разрушения металлоконструкций в процессе эксплуатации. Несмотря на то, что доля отказов базы экскаватора мала по сравнению с другими причинами отказов. Это может привести к длительному простоем оборудования, снижению производительности предприятия и финансовым потерям. Эффективное восстановление базы экскаватора позволит быстро ввести в дальнейшую эксплуатацию оборудование и существенно сократить расходы на ремонт экскаватора.

В статистике внеплановых простоев экскаваторного парка принято деление по основным системам: электрическая, механическая наладка приводов. Из анализа всех внеплановых простоев установлено, что значительную часть отказов экскаваторного оборудования составляют простои из-за поломок механической системы экскаваторов.

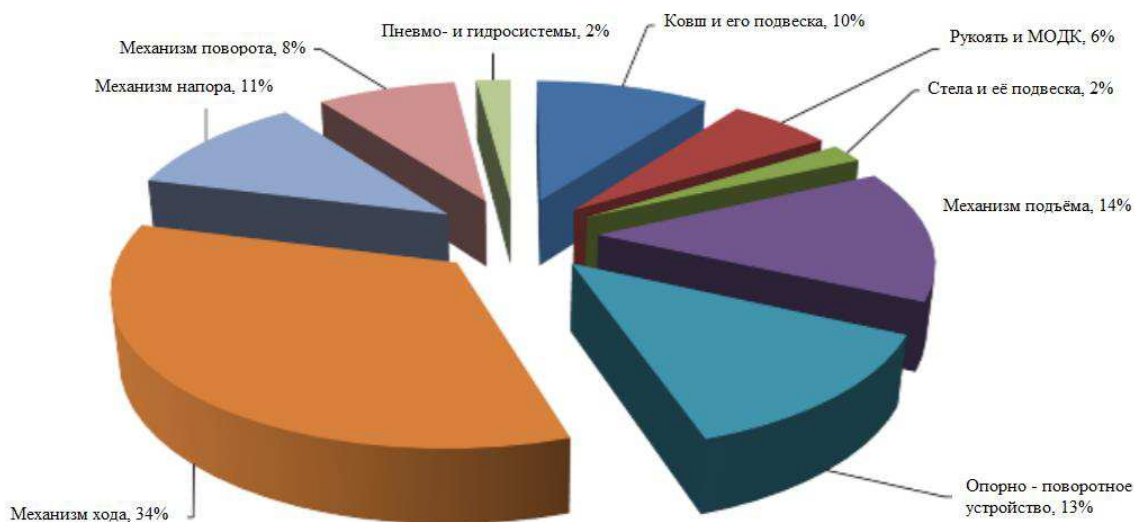


Рисунок 2.1 – Распределение времени простоев из-за отказов узлов механической системы экскаваторов-мехлопат

Исходя из графика (рис 2.1) видно, что 34 % простоев из-за выхода из строя механизма хода это много и решение этой проблемы существенно

увеличит коэффициент готовности экскаватора и благоприятно повлияет на производительность предприятия.

Анализ распределения времени отказов механической части показывает, что значительную часть простоев составляют отказы механизма хода, связанные, в первую очередь, с конструктивным исполнением ходовых телег экскаваторов типа ЭКГ-10. На втором месте находятся отказы механизмов подъема, что связано с тяжелыми горно-геологическими условиями работы экскаватора. Возникающие при черпании и экскавации крупных кусков породы динамические и ударные нагрузки, а также периодическая работа машин в режиме стопорения ковша, приводят к интенсивному износу и дальнейшему излому зубчатых передач редукторов. На третьем месте находятся отказы опорно-поворотных устройств, детальный анализ отказов которых показал, что за 2012-2013 гг. на экскаваторах- 20 мехлопатах их произошло около 148. Количество поломок центральной цапфы составило порядка 36 единиц, а среднее время ее ремонта или замены около 48 часов.

Из них:

- разрушение (перегрев) подшипников - 224 ч.
- разрушение изоляции статора/якоря – 1629 ч.

Центральная цапфа предназначена для центрирования поворотной платформы относительно нижней рамы и удержания поворотной части экскаватора от опрокидывания при копании на максимальном вылете рукояти, когда равнодействующая веса всех узлов поворотной части экскаватора и усилий копания выйдет за пределы роликового круга.

Ось центральной цапфы установлена в центральной части отливки рамы поворотной платформы и застопорена от проворачивания стопорными планками. Нижняя часть цапфы вращается во втулке, запрессованной в отливку нижней рамы. Посредством гайки, опирающейся на сферическую шайбу, цапфа удерживает поворотную часть экскаватора от опрокидывания. Гайка стопорится от проворачивания стопорными планками вращается совместно с осью центральной цапфы. Ось центральной цапфы выполнена полой для

проводки кабелей от поворотной платформы к электрооборудованию на нижней раме. Кабели уложены в трубу, которая установлена во втулках. Для предотвращения проворачивания относительно нижней рамы труба закреплена тягами. Сверху на фланец трубы устанавливается токоприемник.

Анализ условий эксплуатации экскаваторов-мехлопат, конструктивных особенностей исполнения, а также работы ремонтных служб предприятий позволяет указать на следующие причины длительности устранения внеплановых простоев, вызванных отказами опорно-поворотных устройств - при ремонте периодически необходимо использовать мощное специализированное грузоподъемное оборудование для подъема поворотной платформы с рабочим оборудованием; в отдельных случаях необходимо применение специальной газорезательной аппаратуры для резки центральной цапфы, а именно при ее износе в виде «коленчатого вала», перекашиванием и смещением во втулках; недостаточная контроледоступность узлов (из-за ограниченного пространства) приводит к снижению количества осмотров и регулировок; за счет дополнительных монтажно-демонтажных работ значительно увеличиваются сроки ремонтов (снятие токоприемника на ЭКГ-8И, ЭКГ-10, ЭКГ-12; низкая безопасность при контрольных измерениях, приводящий к увеличению времени контроля (отключение электроэнергии, снятие ограждений). Вместе с этим отмечается, что применяемые на разрезах экскаваторы мехлопаты успешно эксплуатируются со значениями износа опорно-поворотного устройства выше значений, определенных производителями, что свидетельствует о некорректности расчетного ресурса. Для повышения безопасности и эффективности эксплуатации экскаваторов мехлопат требуется исключение внеплановых простоев, для этого необходимо увеличивать коэффициент технической готовности оборудования, который является одним из комплексных показателей надежности.



### **3 Модернизация технологии восстановления базы экскаватора**

#### **3.1 Конструкция ходовой тележки**

Ходовая тележка предназначена для установки на ней поворотной части экскаватора и его передвижения. Тележка состоит из сварной нижней рамы, к которой с двух сторон крепятся гусеничные рамы. Крепление рам производится болтами и замковым соединением с клином. Кроме того, гусеничные рамы привариваются при монтаже. К верхнему листу нижней рамы крепится зубчатый венец, с которым входят в зацепление шестерни поворотных редукторов. В проточке зубчатого венца размещен кольцевой рельс, на который опирается роликовый круг. Каждая гусеница имеет четыре опорных катка. Два из них большого диаметра установлены в центральной части и служат одновременно для поддержки верхней ветви гусеничной цепи. Оси опорных катков закреплены в гусеничных рамах и фиксируются шпонками. Катки на осях крепятся хомутами. В задней части гусеничных рам установлены ведущие колеса. Каждая гусеничная цепь состоит из 37 звеньев, соединенных пальцами. Натяжение цепей производится гидродомкратом и регулируется прокладками. В подшипниковые узлы колес и катков заливается жидкая смазка. Для ее удержания предусмотрены уплотняющие кольца, прижимаемые пружинами. Каждая гусеница приводится от отдельного электродвигателя через редуктор и бортовую передачу. Электродвигатель установлен на корпусе редуктора, который крепится к гусеничной раме. Соединение двигателя с редуктором осуществляется эластичной муфтой, соединенной болтами с тормозным шкивом колодочного тормоза ТКП – 300. Редуктор – четырехступенчатый, коническо-цилиндрический. Коническая передача заимствована из ходового механизма автомобиля КрАЗ-256.

Роликовый круг служит опорой поворотной платформы и состоит из 40 цилиндрических однорезбордных роликов, консольно сидящих на оси на втулках. Оси закреплены в сепараторе. Наружное кольцо сепаратора состоит из

двух швеллеров, соединенных пластинами. Внутреннее кольцо представляет собой отливку, надетую на центральную цапфу и соединенную радиальными швеллерами с наружным кольцом. Через трубу осуществляется смазка центрального кольца. Каждый ролик смазывается индивидуально через пробку. Вытеканию масла с наружной стороны препятствует колпак, а со стороны сепаратора уплотнительные кольца.

Кабельный барабан предназначен для сокращения затрат ручного труда по переноске высоковольтного кабеля. Рама барабана шарнирно устанавливается на редукторах гусениц, а растяжками, снабженными регулировочными стяжками, крепится к заднему листу нижней рамы. Привод кабельного барабана осуществляется от электродвигателя через редуктор и открытую зубчатую передачу, закрытую кожухом. На полый ось барабана расположено токоприемное устройство, к которому через ось подводится конец высоковольтного кабеля, наматываемого на барабан. Укладка рядов кабеля осуществляется роликами каретки, перемещающейся по направляющей раме на ходовых роликах. Привод каретки осуществляется цепной передачей от оси барабана через червячный редуктор. На выходной вал червячного редуктора насажена звездочка второй цепной передачи, у которой одно из звеньев цепи связано с кареткой и перемещает ее при вращении барабана. Электродвигатель создает на барабане момент, достаточный для выбора слабины кабеля или его размотки при превышении натяжения в кабеле 90 кг.

### **3.2 Технология восстановления базы экскаватора**

На предприятии сталкиваются с проблемой разрушения центральной цапфы и стакана цапфы экскаватора ЭКГ - 10. Разрушение площадки ходовой телеги выглядит как показано на рисунках 3.1 и 3.2.



Рисунок 3.1 - Общий вид разрушенной базы



Рисунок 3.2 – Оторванный стакан от центральной цапфы

В случае поломки базы экскаватора, при вырывании стакана центральной цапфы, замену ходовой тележки экскаватора ЭКГ – 10 выполняют в следующей последовательности (рис. 3.3).

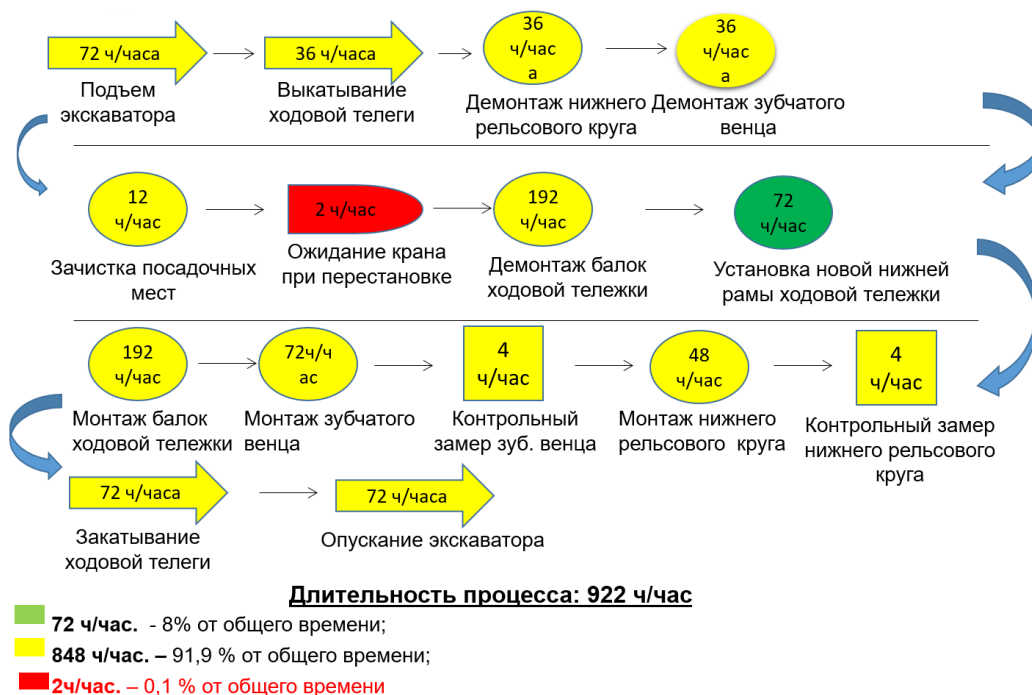


Рисунок 3.3 – Технология процесса замены ходовой тележки экскаватора

В итоге временные затраты на замену ходовой тележки составляют 922 ч/час. Из них 2 ч/часа являются временем, создающим потери для производства. 848 ч/час не создают ценности, но технологически необходимы. И только 72 ч/час являются временем, создающим ценность данного ремонта.

В таблице 3.1 Приведены виды потерь времени ремонта, которые можно исключить из рабочего процесса.

Таблица 3.1 – Виды потери времени ремонта

№ п/п	Вид потерь	Пример проявления	Устранение потери
1	Ожидание	Перестановки крана	Изменить технологию ремонта: 1. Исключить замену нижней рамы. 2. Восстанавливать нижнюю раму (базу) по месту. 3. Исключить из процесса демонтаж и монтаж гусеничных балок. 4. Исключить необходимость демонтажа и монтажа зубчатого венца и нижнего рельсового круга.
2	Не основные операции	Демонтаж, монтаж: 1 Нижнего рельсового круга; 2 Зубчатого венца; 3 Балок ходовой тележки. Зачистка посадочных мест	

Восстановление базы экскаватора включает в себя следующие операции (рис 3.4):



Рисунок 3.4 – Технология процесса ремонта ходовой тележки экскаватора

В итоге временные затраты на ремонт составят 570 ч/час. 2 ч/часа. 354 ч/час не создают ценности, но технологически необходимы. 216 ч/час являются временем, создающим ценность данного ремонта.

Демонтаж ходовой тележки:

- Установить экскаватор в исходное положение для демонтажа;
- Ослабить гайку центральной цапфы (перед фиксацией гайки обесточить экскаватор с переключательного пункта);
- Установить поворотную платформу поперек ходовой тележки;
- Отключить питающий высоковольтный кабель от приключательного пункта и концы кабеля заземлить;
- Подключить сетевой двигатель и двигатель хода по временной схеме в следующем порядке;
- Отключить высоковольтный кабель, проложенный от высоковольтного токоприемника к распределительному устройству, от неподвижных губок разъединителя;
- Высоковольтный кабель, отключенный от вводной коробки ходовой тележки, подключить к неподвижным губкам разъединителя в высоковольтном распределительном устройстве;
- Отсоединить низковольтные кабели, питающие электрооборудование нижней рамы, и убрать кабели из трубы центральной цапфы;
- Пользуясь принципиальной схемой и существующей маркировкой на кабелях, подключить двигатель хода. Для этого кабелем длиной 25 м и сечением 25 мм<sup>2</sup> соединить клеммы 230, 280, 237, 238 низковольтного токоприемника с клеммами двигателя, имеющими маркировку 230, 280, 237, 238;
- Аналогично подключить электротормоза, используя клеммы 238, 267, 269 и электродвигатель гидронасоса с клеммами 6С1, 6С2, 6С3. Для подключения использовать кабель КРПТ сечением 4 мм<sup>2</sup>;
- Подключить высоковольтный кабель к приключательному пункту;
- Снять гайку и шайбу сферическую центральной цапфы;
- Отворачивая стяжные гайки, ослабить тяги стрелы;

- Поднести подъемные домкраты под противовес. Установить подставку высотой 2100 мм под стрелу на расстоянии около 1000 мм от края гусеницы;

- Подключить маслостанцию к домкратам;

- Поднять поворотную платформу на 120 мм;

- Опустить стрелу (расстояние от уровня стоянки до оси головных блоков 1200 мм) и установить подставку под головную часть стрелы;

- Снять кожух цепной передачи лебедки подъема стрелы. Надеть цепь на звездочки. Снять кожух и разъединить эластичную муфту подъемной лебедки;

- Поднять поворотную платформу до высоты, обеспечивающей свободный выход ходовой тележки (300 мм). Положение платформы должно быть горизонтальным. Уклон не более 1%;

- При подъеме платформы гидродомкратами положение платформы постоянно фиксировать винтовыми домкратами;

- Разобрать крышку кузова;

- Вытащить трубу из центральной цапфы. Застропить за два рым-болта и снять центральную цапфу;

- Выкатить ходовую тележку из-под поворотной платформы;

- Экскаватор обесточить, отсоединить высоковольтный кабель от вводной коробки, концы кабеля заземлить;

- Отсоединить провода от всех приводных и вспомогательных двигателей;

- Установить подставки (шпальные клетки) под переднюю часть поворотной платформы и противовес;

- Убрать подъемные домкраты;

После демонтажа ходовой тележки выполняют демонтаж стакана центральной цапфы. Затем производят наплавку стакана. Материал стакана -



Сталь 35Л-П. Способ наплавки - автоматическая. Тип (марка) наплавочного электрода - НпЗОХГСА. Рекомендуемый режим наплавки (28-30 В. 380-420 А).

Рекомендации и правила по выполнению наплавки:

Для получения качественного наплавленного слоя рекомендуется применять механизированную наплавку под слоем флюса.

Детали, имеющие неравномерный износ, перед наплавкой должны быть проточены (расточены) для придания поверхности правильной геометрической формы.

Поверхности деталей, подлежащие наплавке, должны быть очищены от грязи, масла, следов коррозии.

Толщину наплавленного слоя шеек валов и осей рекомендуется устанавливать до 5 - 6 мм. Для малоответственных деталей допускается толщина наплавленного слоя 10 - 15 мм.

При наплавке крупногабаритных деталей (натяжная ось, центральная цапфа, гусеничные звенья и т.д.) следует предварительно подогревать наплавливаемые поверхности до температуры 150—200° С с помощью газовой горелки.

Наплавленные детали- проходят термообработку. Допускается местный нагрев наплавленных поверхностей до 500—600° С с последующим медленным охлаждением.

Контроль наплавленной поверхности производится внешним осмотром после тщательной очистки ее от шлака.

Ранее применялся только способ замены ходовой телеги в случае её выхода из строя. В новом способе ремонта нет необходимости демонтажа нижнего рельсового круга, зубчатого венца. Этот способ имеет трудности центровки верхней части экскаватора на стакан ходовой телеги. Недостатком конструкции ходовой тележки является то, что верхний и нижний листы площадки ходовой тележки имеют большие габариты, и соединение верхнего и нижнего листов посредством ребер, образующих в сочетании с листами поперечные и продольные балки, увеличивает трудоемкость сборочных и



сварочных работ и не обеспечивает стабильное качество сварочных швов. Листы металла толщиной 40 мм при восстановлении меняются частично и только верхние. После сварочных и наплавочных работ проводят контрольные замеры на соосность.



Рисунок 3.5 – Восстановленная база ходовой телеги. Вид сверху



Рисунок 3.6 - Восстановленная база ходовой телеги. Вид снизу

На рисунках 3.5 и 3.6 наблюдается, как выглядит восстановленная база ходовой тележки после сварочных работ и наплавки.

Объем работы, необходимый для выполнения ремонта показан в виде таблицы 3.2.

В ходе работ по восстановлению базы была изучена конструкция экскаватора ЭКГ – 10, предложена новая технология ремонта ходовой тележки.

Таблица 3.2 - Технологическая карта ремонта ходовой телеги экскаватора ЭКГ-10

№ п/п	Наименование работы	Трудозатраты, ч/ч	Обоснование
<b>1</b>	<b>Нижняя рама</b>		
1,1	Чистка нижней рамы	14,60	Нормы ЭКГ-8И КрасноярскУголь. П.82, коэф-1,2-перевод ЭКГ-10
1,2	Ремонт элементов сварных соединений нижней рамы	439,53	Сварка. Объем наплавки 20000 см3. коэф. 0,005 - диаметр электрода, коэф. 1,15 - сварка прерывистым швом, коэф. 1,4 - марка электрода УОНИ-13, коэф. 1,3 - положение в пространстве горизонтальное, коэф. 1,05 - группа сложности средняя.
1,3	Замена нижнего рельсового круга	52,90	Нормы ЭКГ-8И КрасноярскУголь. П.301,305 коэф-1,2-перевод ЭКГ-10
1,4	Монтаж зубчатого венца на раму	110,01	Нормы ЭКГ-8И КрасноярскУголь. П.311-314, 316-322, коэф-1,2-перевод ЭКГ-10
<b>2</b>	<b>Втулка центральной цапфы</b>		
2,1	Втулка бронзовая. ч.408000204.00.000		
2,1,1	Точить втулку Фн500 Фвн449,3 л-425 проточка	7,26	Токарные работы. П.23 к=1,5*0,7*1,2
2,1,2	Шлифовать Фн500 н-425 Фвн-451 н-425	2,19	Токарные работы. П.106, п.107
2,1,3	Разметить и фрезеровать 4 канавки под углом 120град. н-8 Л-395	4,03	Токарные работы. П.1, п.2а, п.2 прим.4, п.10 к=0,7 (94)
2,1,4	Разметить и сверлить 4отв. Ф8 н-15 2отв.М10 н-26	0,80	Токарные работы. П.1, п.3, п.2, п.8 к=0,7 (94), п.36 к=2,0*1,15*1,5*0,7

Продолжение таблицы 3. 2

№ п/п	Наименование работы	Трудозатраты, ч/ч	Обоснование
2,2	Втулка центральная		
2,2,1	Расточить отверстие Ф500 н-425	10,19	Токарные работы. П.2а, п.2прим.4а, п.4 (94)
2,2,2	Запрессовать втулку по Ф610 н-470 в стакан	3,80	Токарные работы. П.49
2,2,3	Расточить отв. Фвн450 Н-425 после запрессовки	6,60	Токарные работы. П.2а, п.2прим.4а, п.4 к=0,7 (94)
2,3	Запрессовка втулки центральной цапфы в раму	26,60	Нормы ЭКГ-8И КрасноярскУголь. П.97 коэф-1,2-перевод ЭКГ-10
<b>3</b>	<b>Телега ходовая</b>		
3,1	Подъем и опускание поворотной платформы	42,40	Нормы ЭКГ-8И КрасноярскУголь. П.253, 286, коэф-1,2-перевод ЭКГ-10
3,2	Монтаж левой бортовой рамы к нижней раме	486,00	Нормы ЭКГ-8И. П.250-289, коэф-1,2-перевод ЭКГ-10
3,3	Монтаж правой бортовой рамы к нижней раме	486,00	Нормы ЭКГ-8И. П.250-289, коэф-1,2-перевод ЭКГ-10
3,4	Демонтаж левой бортовой рамы к нижней раме	283,50	Нормы ЭКГ-8И п.250-п.289. К=0,7 демонтаж, коэф-1,2-перевод ЭКГ-10
3,5	Демонтаж правой бортовой рамы к нижней раме	283,50	Нормы ЭКГ-8И п.250-п.289. К=0,7 демонтаж, коэф-1,2-перевод ЭКГ-10

Окончание таблицы 3. 2

№ п/п	Наименование работы	Трудозатраты, ч/ч	Обоснование
3,6	Восстановление соединений для крепежа, усиление сварным соединением	351,62	Сварка. Объем наплавки 16000 см <sup>3</sup> . коэф. 0,005 - диаметр электрода, коэф. 1,15 - сварка прерывистым швом, коэф. 1,4 - марка электрода УОНИ-13, коэф. 1,3 - положение в пространстве горизонтальное, коэф. 1,05 - группа сложности средняя.
3,7	Замена осей и бронзовых втулок опорных колес	99,08	Нормы ЭКГ-8И КрасноярскУголь. П.258-262, 274, 275 коэф-1,2-перевод ЭКГ-10
3,8	Замена бронзовых втулок натяжных колес	32,80	Нормы ЭКГ-8И КрасноярскУголь. П.263, 265, 266, 272 коэф-1,2-перевод ЭКГ-10
3,9	Замена натяжной оси	8,40	Нормы ЭКГ-8И КрасноярскУголь. П.264, 271, 288, коэф-1,2-перевод ЭКГ-10
3,10	Перекомплектовка вал-шестерни z-12 m-36 и зубчатого колеса z-29 m-36 (2 шт.)	143,20	Нормы ЭКГ-8И КрасноярскУголь. П.276, 278, 281-284 коэф-1,2-перевод ЭКГ-10
<b>4</b>	<b>Восстановление кулаков ведущих колес</b>	186,80	Сварка. Объем наплавки 16000 см <sup>3</sup> . коэф. 0,005 - диаметр электрода, коэф. 1,15 - сварка прерывистым швом, коэф. 1,4 - марка электрода УОНИ-13, коэф. 1,3 - положение в пространстве горизонтальное, коэф. 1,05 - группа сложности средняя.
<b>5</b>	<b>Замена соединительных пальцев гусеничной ленты и ее монтаж на ходовую телегу</b>	190,80	Нормы ЭКГ-8И КрасноярскУголь. П.252-257, 285, 287, коэф-1,2-перевод ЭКГ-10
<b>6</b>	<b>Ремонт и монтаж редуктора хода (2 шт.)</b>	231,96	Нормы ЭКГ-8И КрасноярскУголь. П.323-335, 341-348, коэф-1,2-перевод ЭКГ-10
Итого ч/часов	3504,57		

#### 4. Расчёт базы экскаватора

Для того, чтобы доказать преимущества восстановления базы экскаватора перед заменой ходовой тележки необходимо найти  $K_{ТГ}$  с восстановленной базой и экскаватора с новой ходовой тележкой для того, чтобы понять какой процент времени экскаватор занимает на эксплуатацию, а какой на простои, связанные с его ремонтом. Коэффициент технической готовности показывает процент времени технически готового к эксплуатации оборудования в определенном периоде времени. Простои - это событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Таблица 4.1 - Периодичность ППР экскаватора ЭКГ – 10 с новой ходовой тележкой

Оборудование	Масса, т	Ремонт				Трудоемкость, ч/час.	
		вид	периодичность, ч	продолжительность, ч	число в цикле	одного ремонта	среднегодовая
ЭКГ-10	390	ТО	530	48	56	120	960
		T <sub>1</sub>	1590	96	26	780	2897
		T <sub>2</sub>	22260	432	1	4069	581
		К	44520	720	1	10190	1456

Для экскаватора с новой ходовой тележкой  $K_{ТГ}$  будет равен:

$$K_{ТГ} = \frac{T - T_p}{T} \cdot 100\% = \frac{365 - (34)}{365} \cdot 100\% = 90,7\% \quad (4.1)$$

где  $T$  – календарный фонд рабочего времени экскаватора за контролируемый период ( $T = 365$  дней);

$T_p$  – фактическое время нахождения экскаватора в ТО и ремонтах в данный период (Исходя из данных таблицы 4.1,  $T_p = 34$  дня)

Соответственно процент простоев будет составлять:

$$\Pi = 100\% - K_{\text{ТГ}} = 100 - 90,7 = 9,3\% \quad (4.2)$$

Таблица 4.2 - Периодичность ППР экскаватора ЭКГ – 10 с восстановленной ходовой тележкой

Оборудование	Масса, т	Ремонт				Трудоемкость, ч/час.	
		вид	периодичность, ч	продолжительность, ч	число в цикле	одного ремонта	среднегодовая
ЭКГ-10	390	ТО	680	48	56	110	880
		T <sub>1</sub>	2040	96	26	715	2655
		T <sub>2</sub>	28560	432	1	3720	560
		К	57120	720	1	9300	1350

Для экскаватора с восстановленной базой КТГ будет равен:

$$K_{\text{ТГ}} = \frac{365 - (24)}{365} \cdot 100\% = 93,4\% \quad (4.3)$$

где Т – календарный фонд рабочего времени экскаватора за контролируемый период (Т = 365 дней);

T<sub>p</sub> – фактическое время нахождения экскаватора в ТО и ремонтах в данный период (Исходя из данных таблицы 4.2, T<sub>p</sub> = 24 дня)

Соответственно процент простоев будет составлять:

$$\Pi = 100\% - 93,4 = 6,6\% \quad (4.4)$$



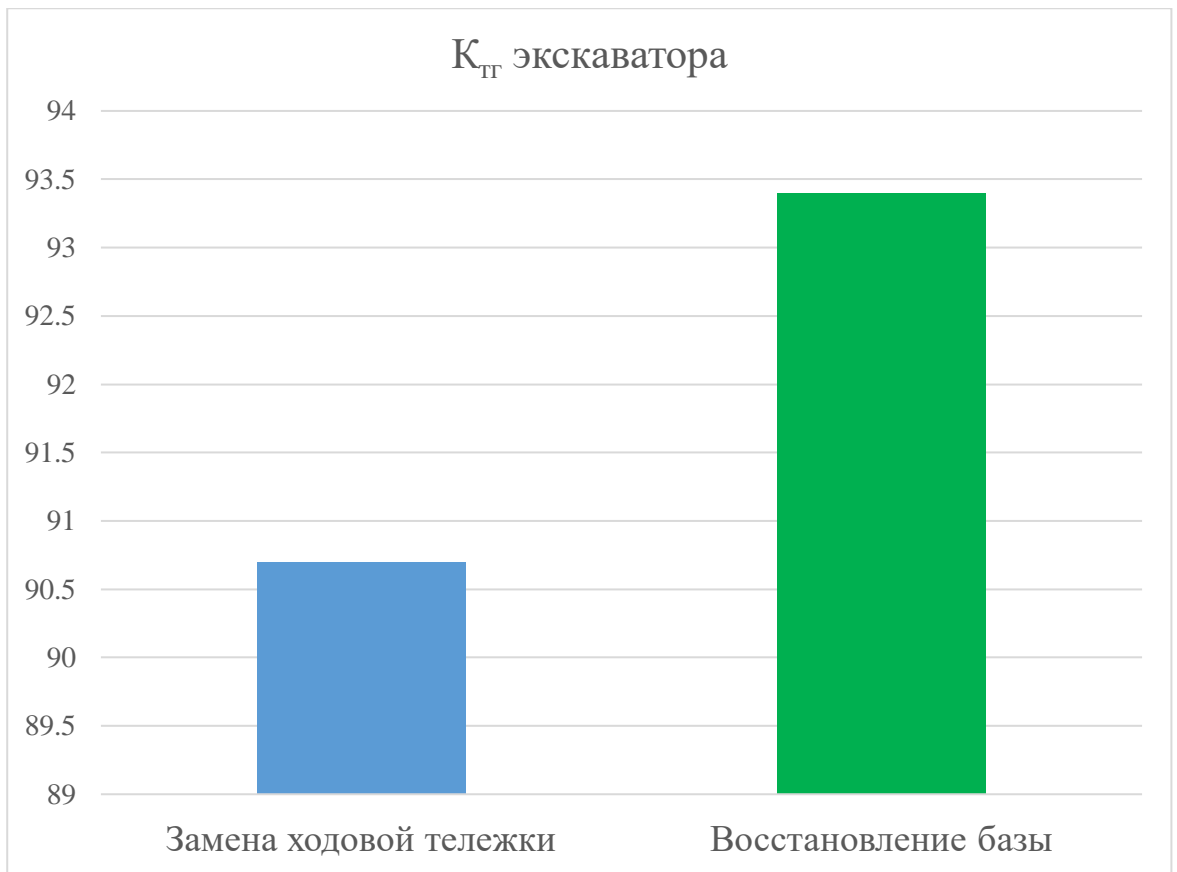


Рисунок 4.1 – График зависимости  $K_{тг}$

Таким образом, как видно из графика, приведенного на рис. 4.1 коэффициент технической готовности экскаватора ЭКГ – 10 с восстановленной базой существенно выше, чем экскаватора с новой ходовой тележкой. Из этого следует что, восстановление базы экскаватора уменьшит количество простоев экскаватора, что приведёт к увеличению его производительности.

## 5. Результаты модернизации

В ходе работы по модернизации технологии восстановления базы экскаватора ЭКГ – 10 были получены результаты, которые позволяют делать выводы, что данная модернизация является эффективной и имеет существенные преимущества над заменой базы экскаватора.



Преимущества:

1. Снизилось время проведения ремонта за счет исключения работ крана. Время производства работ снизилось за счет исключения работ по демонтажу/монтажу:

- Нижнего рельсового круга;
- Зубчатого венца;
- Гусеничных балок ходовой тележки

2. Сняли необходимость закупки дорогостоящих з/частей таких как нижняя рама.

3. За счет большей эластичности м/проката от литья, снижаем вероятность повторения поломки. Так как м/прокат является более долговечным и способен воспринимать более тяжелые нагрузки.

## **6 Экономическая часть**

### **6.1 Теоретические основы построения сетевой модели**

Дипломная работа выполнялась с использованием сетевой модели.

В разделе «Экономическая часть» рассчитан сетевой график выполнения работ по восстановлению базы экскаватора на примере ЭКГ – 10 в условиях ООО «Назаровское ГМНУ»

Это позволило рационально распределить время по видам работ и выполнить дипломную работу в установленный учебным графиком срок.

В основе сетевого планирования и управления (СПУ) лежит сетевая модель – графическое изображение событий и работ, которое получило название сетевого графика.

Целью применения СПУ является разработка оптимального или достаточного близкого к нему варианта выполнения работ, обеспечивающего рациональную увязку во времени и пространстве выполняемых работ,

наилучшее использование ресурсов, а также эффективное управление процессом реализации этого плана.

Элементами сетевого графика, построенного в форме «работа-стрелка», являются работа, событие и путь.

Работа (операция) – основной элемент сетевого графика. Различаются действительная работа, работа-ожидание и фиктивная работа.

Действительная работа - это трудовой процесс, в котором участвуют люди, машины, потребляются материально -технические и денежные ресурсы (устройство переключек, изготовление макета, монтаж металлоконструкций и т. д.) Она изображается в виде сплошной стрелки; над стрелкой - продолжительность выполнения работы, а под стрелкой - продолжительность выполнения работы в выбранных единицах времени. Выбор единицы измерения продолжительности работы зависит от уровня руководства, которому предназначен сетевой график. Так, в проекте организации строительства в качестве единицы принимаются месяц или квартал, в проектах производства работ - дни, недели, месяцы; при планировании работы комплексных бригад - смены, часы. Продолжительность выполнения всех работ в одном сетевом графике должны быть определены в одних единицах. Предполагается, что время течет в направлении, указанном стрелкой: хвост стрелки - начало, а острие - окончание работы.

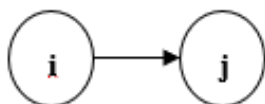


Рисунок 6.1 – Пример изображения события и работы

Работа - стрелка соединяет два события:  $i$  - предшествующее и  $j$  - последующее. Пара номеров событий образуют код (шифр) работы. Первым читается номер события, стоящего в - хвосте стрелки, и вторым - у острия.

Событие - есть факт окончания одной работы и начала другой. Событие обычно изображается кружочком, в котором указан номер. Событие не связано с потреблением ресурсов и продолжительность его равна нулю. Считается, что работа выходит из одного события и входит в другое.

Различают начальные и конечные события. Конечное событие иногда называют целью. По числу конечных событий различают одно- и многоцелевые сетевые графики.

Путь - это последовательность работ в сетевом графике, при которой окончание предшествующей работы совпадает с началом последующей.

Для работы или события существует предшествующий путь, ведущий из начального события к данному или из начального события к событию, предшествующему данной работе.

Аналогично для работы и события существуют последующие пути, связывающие данное событие с конечным или событие, последующее за данной работой, с конечным.

Полный путь связывает начальное событие с конечным. Самый длинный полный путь называется критическим.

Сетевой график в форме работа - стрелка получил наибольшее распространение, так как содержит текстовую информацию (наименования работ, указанных над стрелками) и облегчает восприятие графика человеком.

Временной характеристикой всего сетевого графика является продолжительность критического пути  $T_{кр}$ . В одноцелевом графике существует по крайней мере один критический путь, хотя таких путей может быть и несколько. Возможны случаи, когда все пути в сетевом графике будут критическими. В многоцелевом сетевом графике минимальное количество критических путей равно числу конечных событий (целей), причем продолжительности этих путей могут быть разными.

Для каждой работы в сетевом графике определяют 6 временных параметров:  $t^{р.н.}_{ij}$  - раннее начало;  $t^{р.о.}_{ij}$  - раннее окончание;  $t^{п.н.}_{ij}$  - позднее

начало;  $t^{п.о.}_{ij}$  - позднее окончание;  $R^{п.}_{ij}$  - полный резерв времени;  $R^{с.}_{ij}$  - свободный резерв времени.

Ранние начала и ранние окончания находятся в процессе расчета графика от начального события к конечному. Ранние начала и окончания находятся в процессе расчета графика о начального события к конечному. Раннее окончание работы связано с ее ранним началом зависимостью:

$$t^{п.о.}_{ij} = t^{п.н.}_{ij} + t_{ij} \quad (6.1)$$

где  $t_{ij}$  – продолжительность выполнения работы.

Раннее начало работы есть самый ранний срок, в который работа может начаться. Численно он равен продолжительности самого длинного предшествующего данной работе пути. Как бы много ни было этих предшествующих путей им всегда будет принадлежать работы, непосредственно предшествующие данной.

Поздние начала и поздние окончания отыскиваются в процессе расчета графика «ходом назад» – от конечного события к начальному. Они связаны зависимостью

$$t^{п.н.}_{ij} = t^{п.о.}_{ij} - t_{ij} \quad (6.2)$$

Позднее окончание работы определяет самый поздний срок, в который работа может окончиться, не увеличивая продолжительности критического пути. Численно позднее окончание работы равно разности между продолжительностью критического пути и самого длинного последующего за данной работой пути. Как бы много ни было таких путей, им всегда будут принадлежать работы, непосредственно последующие за данной:

Полный резерв времени работы показывает, на какой промежуток времени можно отодвинуть сроки выполнения работы вправо (в сторону их увеличения), не увеличивая продолжительности критического пути.

$$R^{п.ij} = t^{п.о.ij} - t^{р.о.ij} = (t^{п.н.ij} + t_{ij}) - t^{р.н.ij} \quad (6.3)$$

Если на какой-то работе использован весь полный резерв времени, то по крайней мере один из последующих за данной работой путей станет критическим.

Свободный резерв времени определяет промежуток времени, на который можно отодвинуть сроки выполнения работы вправо, не меняя ранних начал последующих за ней работ, и вычисляется как

$$R^{с.ij} = t^{р.н.ик} - t^{р.о.ij} \quad (6.4)$$

Работы, принадлежащие к критическому пути, имеют резервы времени, равные нулю.

Обязательна упорядоченная нумерация события. Работы заносятся в список в порядке возрастания первых чисел их кодов  $I$ , при этом вначале записываются все работы, выходящие из 1-го (начального) события и имеющие первое число кода 1, затем - все работы, выходящие из 2-го события (начальное число кода - 2); потом из 3-го и т.д. Работы, выходящие из одного события, заносятся в список в порядке возрастания вторых чисел их кодов  $j$ . Так, если из события 5 выходят работы 5-6, 5-9, 5-8, то в список они должны заноситься в порядке 5-6, 5-8, 5-9.

При упорядоченной нумерации события (для всех работ) и соблюдении правил занесения работ в список для любой работы  $ij$  вся информация о предшествующих работах будет расположена в строках таблицы, находящихся выше той, в которой записана информация о работе. При этом работы, предшествующие данной, последним числом кода будут иметь  $i$ , т.е.

начальное число кода работы. Вся информация о работах, последующих за работой  $ij$ , будет записана в строках таблицы, лежащих ниже. При этом работы, непосредственно последующие за данной, первым числом кода будут иметь  $j$ , т.е. последнее число кода данной работы.

Цель расчёта состоит в определении ранних и поздних сроков выполнения работ, резервов времени, которыми располагают работы, а также в индикации критического пути и определении календарных сроков выполнения работ, например, по их ранним началам.

Расчёт ранних сроков выполнения работ производится «ходом вперед», что соответствует движению в направлении от первой строки к последней.

Алгоритм расчета ранних сроков следующий:

1) определяются ранние начала работ, выходящих из начального события (первое число кода этих работ  $i = 1$ );

2) по формуле находят ранние окончания тех работ, для которых определены их ранние начала (если определено раннее окончание последней работы, переходят к п. 4);

3) по формуле определяются ранние начала работ, первое число кода которых равно  $i + 1$  (переход к п. 2);

4) конец.

Продолжительность критического пути равна максимальному из чисел 5-го столбца таблицы.

Расчёт поздних сроков выполнения работ ведется «ходом назад».

Алгоритм расчета поздних сроков такой:

1) определяется позднее окончание работ, входящих в последнее событие (последнее число кода этих работ равно числу событий в графике  $j$ ), оно равно продолжительности критического пути;

2) по формуле находят поздние начала работ, для которых найдены их поздние окончания, если определено позднее начало работы, код которой записан в первой строке, переходят к п.4;

3) по формуле находятся поздние окончания работ, последнее число кода которых равно  $j-1$ , переход к п.2;

4) конец.

Далее следует расчёт резервов времени, который можно выполнять в произвольном порядке. Однако целесообразно вначале вычислить полные резервы времени и если они окажутся равными нулю, то для этих работ можно будет не вычислять свободных резервов, ибо последние будут равны нулю.

По формуле определяют свободные резервы для всех остальных работ.

## 6.2 Расчет показателей сетевого графика

Работа выполнялась с использованием сетевой модели, это позволило рационально распределить время по видам работ и выполнить дипломную работу в установленном учебным графиком срок.

Исходные данные для расчета сетевой модели выполнения дипломной работы приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Перечень работ

Код работы	Наименование работы	Код события	Наименование события	Продолжительность работы, дн.
		1	Получено задание на разработку технических рекомендаций	
1-2	Изучение литературы	2	Изучено руководство по эксплуатации экскаватора	4
2-3	Составление технического задания	3	Составлено техническое задание	3
3-4	Сбор информации	4	Информация собрана на предприятии «Назаровское ГМНУ»	14
4-5	Анализ работы экскаватора	5	Произведен анализ работы экскаватора	14
5-6	Выявление проблемы и пути решения	6	Найдена проблема и предложено решение	17

Код работы	Наименование работы	Код события	Наименование события	Продолжительность работы, дн.
6-7	Составление пояснительной записки	7	Пояснительная записка готова	7
7-8	Защита дипломной работы	8	Дипломная работа защищена	1

На основе исходных данных строим сетевой график и рассчитываем параметры сетевого графика табличным методом. Сетевой график выполнения дипломной работы представлен на графике (рисунок 6.2).

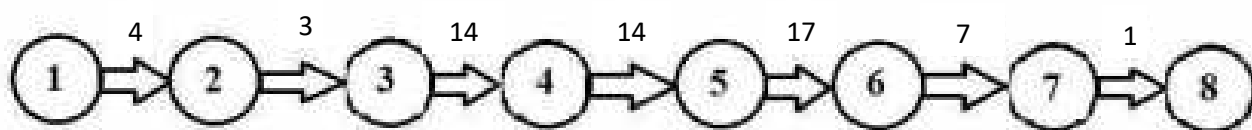


Рисунок 6.2 – Сетевой график

Параметры сетевого графика выполнения дипломной работы представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Параметры сетевого графика выполнения дипломной работы

Предшествующее событие, $i$	Последующее событие, $j$	Продолжительность работы, $t_{ij}$	Ранний срок начала работы $t^{p.n.}_{ij}$	Раннее окончание работы $t^{p.o.}_{ij}$	Поздний срок начала работы $t^{п.н.}_{ij}$	Поздний срок окончания работы $t^{п.о.}_{ij}$	Полный резерв времени работы, $R^{п.}_{ij}$	Частный резерв времени работы, $Ч_{ij}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	4	0	4	0	4	0	0
2	3	3	4	7	4	7	0	0
3	4	14	7	21	7	21	0	0
4	5	14	21	28	21	28	0	0
5	6	17	28	49	28	49	0	0
6	7	7	49	59	49	59	0	0
7	8	1	59	60	59	60	0	0



В таблице 6.2 приведен расчёт параметров сетевого графика табличным методом, где

$i$  – предшествующее событие;

$j$  – последующее событие;

$t_{ij}$  – продолжительность работы;

$t^{p.n.}_{ij}$  – раннее начало работ;

$t^{p.o.}_{ij}$  – раннее окончание работ;

$t^{п.н.}_{ij}$  – позднее начало работ;

$t^{п.о.}_{ij}$  – позднее окончание работ;

$R^{п.}_{ij}$  – полный резерв времени работ;

$Ч_{ij}$  – частный резерв времени работ.

Для расчётов полного и частного резервов времени работ используют следующие формулы:

$$R^{п.}_{ij} = t_{п.о.}(ij) - t_{п.н.}(ij) \quad (6.5)$$

$$Ч_{ij} = t_{п.н.}(ih) - t_{п.н.}(ij) \quad (6.6)$$

где  $t^{п.н.}_{ih}$  – раннее начало последующей работы.

На сетевом графике, представленном на рисунке 6.2, один путь. Критический путь равен 60 дней и не имеет резерва времени

$$L = 4 + 3 + 14 + 14 + 17 + 7 + 1 = 60$$

$$t_{L1} = 60$$

$$R_{L1} = 0$$

где  $L1$  – первый путь (критический);  $R_{L1}$  – резерв времени первого пути.

Для расчётов резервов времени событий необходимо определить ранние и поздние сроки наступления событий. Расчёт ранних и поздних сроков свершения событий и резервов времени событий для сетевого графика, представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Ранние и поздние сроки совершения событий и резервы времени

Код событий	Ранний срок свершения i-го события	Поздний срок свершения i-го события	Резерв времени i-го события
1	0	0	0
2	4	4	0
3	7	7	0
4	21	21	0
5	35	35	0
6	52	52	0
7	59	59	0
8	60	60	0

При построении сетевого графика с использованием графического метода расчета параметров и резервов используем данные таблиц 6.1 и 6.2, график показан на рисунке 6.2.

Из сетевого графика видно, что дипломная работа выполнена за 60 дней.

Разработана сетевая модель выполнения дипломной работы. Критический путь составляет 60 дней, что свидетельствует о выполнении работы в установленный учебным графиком срок.

### **6.3 Определение экономического эффекта при восстановлении базы экскаватора**

В настоящее время на предприятии ходовую тележку экскаватора при её износе заменяли на новую, а в работе предлагается проводить восстановительный ремонт, а не приобретать новую ходовую тележку. С целью определения экономического эффекта от мероприятия по ремонту

ходовой тележки, вместо покупки новой производим расчёт (данные для расчёта взяты на предприятии «Назаровское ГМНУ»):

Имеется два способа обеспечения работоспособности экскаваторов, связанные с износом ходовой тележки экскаватора, при этом затраты будут следующие:

1) Замена тележки, т. е. приобретения новой тележки

а)  $C = 6500000$  руб.

где  $C$  - цена новой ходовой тележки;

б) Затраты на демонтаж старой и монтаж новой тележки. Тогда общие затраты равны приобретению новой ходовой тележки плюс затраты на демонтаж и монтаж ходовой тележки.

Суммарные затраты на замену тележки  $Z_{д/ж} + Z_{м/ж} = 7303062$  руб.

где  $Z_{д/ж} + Z_{м/ж}$  – затраты на демонтаж и монтаж ходовой тележки.

2) Ремонт изношенной ходовой тележки:

а) Материалы, энергия, заработная плата ремонтным рабочим при восстановлении работоспособности ходовой тележки

По данным предприятия  $\sum_{затрат} = 674926$  руб., тогда

Экономический эффект от ремонта тележки экскаватора составит:

$7303062 - 674926 = 6628136$  руб.

Таблица 6.3. – Расчёт затрат на замену и ремонт ходовой тележки экскаватора ЭКГ - 10

	Замена	Ремонт
Затраты на материалы	База экскаватора стоит 6 500 000 рублей.	Стоимость материалов равна 178456 рублей.
Затраты на демонтаж и монтаж ходовой тележки	Стоимость оплаты труда рабочим равна 871 руб. * 922 ч/час = 803 062 руб.	Стоимость оплаты труда рабочим равна 871 руб. * 570 ч/час = 496 470 руб.

Итого:	6 500 000 руб.+ 803062 руб.= 7 303 062 руб.	178 456 руб. + 496 470 руб. = 674 926 руб.
--------	--	---

Расчёты, приведённые выше показывают (табл.6.3), что затраты на замену ходовой тележки существенно превышают затраты на восстановление базы экскаватора ЭКГ-10 путём ремонта. Таким образом, экономический от предложенного в работе мероприятия при его реализации выразится в сумме 6630000 рублей.

## **7 Охрана труда**

### **7.1 Правила безопасности при эксплуатации экскаваторов**

Машинист экскаватора и персонал, обслуживающий механизмы, участвующие в комплексе, должны пройти вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте по технике безопасности, который повторяется не реже 1 раза в 3 месяца и при каждом переходе этих рабочих на новое место работы или при изменении условий их труда.

Машинист экскаватора и весь обслуживающий персонал машины должны быть обеспечены спецодеждой и защитными средствами согласно действующим нормам. Обязательны применять их во время работы. Без соответствующих спецодежды и защитных средств обслуживающий и ремонтный персонал экскаватора к работе не допускается.

Все машинисты экскаваторов, их помощники, слесари, электромонтеры, стропальщики (при работе экскаваторов с крановым оборудованием) должны не реже одного раза в 12 месяцев, а также при нарушении правил техники безопасности проверять знание этих правил.

Все виды инструктажа и проверки знаний по технике безопасности нужно оформлять соответствующими документами-журналами проведения инструктажа, протоколами и т. п.

Машинист экскаватора может быть допущен к работе только на той машине, по которой прошел обучение. В удостоверении, выдаваемом машинисту экскаватора, должно быть указано, на какой марке экскаватора он имеет право к работе.

Требования безопасности, предъявляемые к рабочему месту одноковшового экскаватора:

Площадка, на которую устанавливают экскаватор, должна быть хорошо спланирована и обеспечивать хороший обзор фронта работ; с неё должны отводиться грунтовые и ливневые воды. При работе в тёмное время суток фронт работы экскаватора в забое, место разгрузки грунта и наземные пути должны быть достаточно освещены.

Экскаватор, установленный на площадке, должен быть зафиксирован для того, чтобы не произошло самопроизвольного его перемещения.

Вокруг экскаватора в радиусе, равном максимальному радиусу копания его плюс 5 м, устанавливают опасную зону, в которой нахождение людей во время работы экскаватора запрещается. На границе зоны должны быть установлены предупредительные знаки и плакаты, а в темное время - сигнальное освещение.

При работе экскаватора с прямой лопатой расстояние между выступающими частями поворотной платформы при любом ее положении и стенкой забоя должно быть не менее 1 м.

Перед установкой экскаватора производитель работ должен получить точные данные о проходящих под рабочей площадкой машины подземных коммуникациях. В местах прохождения кабелей линии электропередачи и труб газопровода должны быть установлены предупредительные надписи.

Машинист экскаватора должен быть хорошо проинструктирован о подземных коммуникациях, проходящих по площадке, их трассе и глубине залегания, а также о необходимых мерах предосторожности. При работе в местах прохождения кабелей линии электропередачи и труб газопровода машинисту должен быть выдан наряд-допуск на особо опасные работы.

Работы на экскаваторе необходимо вести под наблюдением работников газо- и электрохозяйства.

Запрещается работа экскаватора под проводами действующих воздушных линий электропередачи. Также запрещается производить работы на экскаваторе, если провода линий электропередачи находятся в радиусе действия стрелы экскаватора.

Вблизи от воздушной линии электропередачи, находящейся под напряжением, можно работать только в том случае, если расстояние по воздуху между подъемной и выдвижной частью экскаватора и тросов его в любом их положении и при наибольшем вылете рабочего органа и ближайшим проводом линии электропередачи. Если невозможно соблюсти это условие, установка экскаватора допускается после снятия с линии электропередачи напряжения. При работе вблизи линий электропередачи, находящихся под напряжением, машинисту экскаватора должен быть выдан наряд-допуск, определяющий безопасные условия производства работ, подписанный главным инженером строительного-монтажной организации, выполняющей работы.

#### Требования безопасности при работе экскаватора

На каждом экскаваторе должны быть вывешены таблицы работы рычагов управления и схемы пусковых устройств. Экскаватор должен быть оборудован звуковым сигналом.

При работе экскаватора в комплексе с транспортными средствами или подсобными машинами (автогрейдер, бульдозер и др.) между машинистом экскаватора и машинистами (водителями) других машин должна быть отработана система сигнализации.

Во время работы экскаватора запрещается менять вылет стрелы при заполненном ковше (за исключением лопат, не имеющих напорного механизма), подтягивать с помощью стрелы или ковша груз, расположенный сбоку. Запрещается регулировать тормоза при поднятом ковше.

Во время перерыва в работе, независимо от его продолжительности, стрелу экскаватора следует отвести в сторону от забоя, а ковш опустить на грунт.

Машинист обязан следить за состоянием забоя и, если возникнет опасность обрушения, немедленно отвести экскаватор в безопасное место и сообщить об этом производителю работ или мастеру. При обнаружении во время работы подземных кабелей, газопроводов и труб, находящихся под давлением, не известных заранее машинисту, работы следует немедленно приостановить и известить об этом администрацию.

Запрещается подъем и перемещение ковшом негабаритных кусков породы, бревен, досок, балок и др.

Запрещается подкладывать под гусеничные ленты или катки гусениц доски, бревна, клинья, камни и другие предметы для предотвращения смещения гусеничного экскаватора во время работы. Для этой цели должны применяться исправные тормозные устройства ходового механизма.

Грунт на автомобиль следует грузить со стороны заднего или бокового его борта. Категорически запрещается переносить ковш над кабиной шофера или людьми. Во время погрузки шофер должен выходить из машины, если кабина не имеет бронированного щита.

Чистку, смазку и ремонт экскаватора можно производить только после его полной остановки. Двигатель должен быть выключен и все движущиеся ходовые части экскаватора – застопорены.

Ковш разрешается чистить от налипшего грунта или застрявших в его зубьях предметов с ведома машиниста во время остановки экскаватора, когда ковш опущен на землю.

Осмотр головных блоков стрелы допускается только во время остановки экскаватора и с разрешения машиниста.

Во время работы экскаватора запрещается кому бы то ни было (включая помощника машиниста) находиться на поворотной платформе, а

также кому-нибудь (включая машиниста) переходить на другую сторону экскаватора через работающие механизмы.

Во избежание аварии до пуска экскаватора с поворотной платформы должны быть убраны все посторонние предметы. Весь необходимый для работы инвентарь и инструменты следует хранить в специально предназначенном для этой цели месте.

При работе с прямой лопатой необходимо соблюдать следующие дополнительные требования безопасности:

наполняя ковш, нельзя допускать чрезмерного его врезания в грунт;

торможение в конце поворота экскаватора с заполненным ковшом следует производить плавно, без резких толчков;

поднимая ковш, нельзя допускать упора его блока в блок стрелы, а опуская ковш, нельзя сообщать рукояти напорное движение;

опускаемый ковш не должен ударяться о раму или гусеницу, а также о грунт;

при копании в тяжелых грунтах нельзя выдвигать рукоять до отказа;

препятствия в забое, которые могут вызвать значительную перегрузку ковша или его повреждение, следует обходить;

когда разрабатывается пионерная траншея для спуска экскаватора в котлован, необходимо следить, чтобы при повороте экскаватора на разгрузку его хвостовая часть не задевала за боковые стенки траншеи (ковш должен быть поднят выше стенок).

При работе экскаватора с драглайном или обратной лопатой должны быть соблюдены следующие дополнительные требования безопасности:

нельзя допускать чрезмерного врезания ковша в грунт;

торможение экскаватора при его повороте с загруженным ковшом должно производиться плавно, без резких рывков;

в случае временного прекращения работ по отрывке котлована или траншеи или при ремонте экскаватора последний должен быть отведен на расстояние не менее 2 м от края отрытого котлована (траншеи). Под



гусеницы или колеса экскаватора должны быть подложены подкладки с обеих сторон его.

Во время экскавации необходимо следить за намоткой канатов на барабаны лебедок. Нельзя допускать, чтобы канаты перекрещивались на барабанах. Категорически запрещается направлять наматывающиеся на барабаны канаты руками.

По окончании работы на экскаваторе машинист обязан:

- Повернуть поворотную платформу так, чтобы ковш был отведен от стенки забоя;
- Вовернуть стрелу вдоль оси экскаватора и опустить ковш на грунт;
- Остановить двигатель и поставить все рычаги в нейтральное положение;
- Очистить экскаватор от грязи и пыли;
- Осмотреть двигатель, все механизмы и канаты и по возможности устранить обнаруженные неисправности.
- Передать экскаватор сменяющему машинисту или закрыть кабину на замок;
- Сделать надлежащие записи в вахтенном журнале экскаватора.

При работе экскаватора по разрушению старых зданий и разборке руин клин-бабой или шар-бабой не обходимо выполнять следующие правила безопасности:

- К работе на экскаваторе допускается только обслуживающий персонал, прошедший специальный инструктаж по технике безопасности при рыхлении грунта указанным оборудованием;
- Зона действия экскаватора, оборудованного клин-бабой (шар-бабой), должна быть ограждена предупредительными знаками или сигнальным освещением в радиусе не менее 40 м;
- Перед началом работ необходимо тщательно проверить крепления канатов; канат должен иметь такую длину, чтобы после удара клин-бабы

(шар-бабы) о подошву забоя на барабане лебедки оставалось не менее двух витков каната;

- Работать разрешается при наклоне стрелы не менее 60° к горизонту;
- Переднее стекло кабины должно иметь бронированное ограждение;
- При осмотре и ремонте, а также при замене каната клин-баба (шар-баба) должен находиться на земле.

При производстве работ на экскаваторе по разрушению старых зданий экскаватором с шар-бабой, кроме правил безопасности следует выполнять также следующие требования:

- Машинист обязан надевать во время работы пылезащитные очки;
- Экскаватор должен стоять за пределами возможного обрушения стен или перекрытий, т. е. приблизительно на расстоянии не менее высоты разрушаемого здания; соответственно этому должны быть вылет стрелы и длина каната подвески шар-бабы;

- Место работы необходимо периодически поливать водой;
- Рабочая площадка должна быть хорошо освещена прожекторами; установка прожекторов должна исключать возможность ослепления машиниста экскаватора;

- Начинать работы по уборке разрушенных конструкций и строительного мусора разрешается только после остановки работ по разрушению здания.

## **7.2 Охрана труда на рабочем месте**

Работодатель обязан обеспечить соответствие рабочих мест требованиям охраны труда. Расположение и организация рабочих мест, оборудование и инструменты для работы, воздушная среда и другие условия должны быть безопасными и не угрожать жизни работника.

Для определения того, как работодатель соблюдает требования охраны труда к рабочему месту, проводят специальную оценку условий труда на каждом рабочем месте.

Специальная оценка условий труда — это комплекс мероприятий, с помощью которых выявляются вредные и опасные факторы производства и оценивается их воздействие на организм работника.

Спецоценке подлежат все рабочие места, кроме надомников, дистанционных работников. Проводить специальную оценку условий труда следует не реже одного раза в пять лет. Этот срок отсчитывается со дня, когда были утверждены результаты спецоценки.

### **7.3 Противопожарные мероприятия и промсанитария**

Все рабочие и служащие должны обеспечиваться спецодеждой по действующим нормам. Каждая машина должна быть обеспечена углекислотными огнетушителями. В связи с тем, что карьер работает в одну смену и теплое время года при максимальной продолжительности светлого времени суток, освещение карьера не предусмотрено проектом, работа в карьере в темное время суток запрещается. Заправка машин горюче-смазочными материалами осуществляется на топливозаправочной площадке, специально для этого материалами осуществляется на топливозаправочной площадке, специально для этого оборудованной.

Ежегодно комиссией предприятия проводится проверка знаний безопасных методов работы у работников горного цеха. На производство работ в карьерах выдаются наряды. Выдача нарядов на работу осуществляется в соответствии со стандартом предприятия.

Все горные работы в карьере должны вестись в соответствии с "Едиными правилами безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом" утвержденными Госгортехнадзором, а

также правилами техники безопасности при обслуживании соответствующих машин и механизмов.

Номенклатура и количество противопожарных средств для каждого типа машин должны быть согласованы с Госгортехнадзором России.

Исправность и комплектность машин должна проверяться ежемесячно машинистом (оператором), еженедельно - механиком, энергетиком участка и ежемесячно - главным механиком, главным энергетиком карьера или другим назначаемым лицом. Результаты проверки должны быть отражены в журнале приема- сдачи смены. Запрещается эксплуатация неисправных машин и механизмов.

На объектах открытых горных работ должны быть оборудованы в соответствии с общими санитарными правилами закрытые туалеты в удобных для пользования местах.

На объектах открытых горных работ (включая отвалы) для обогрева рабочих и укрытия от дождя должны устраиваться специальные помещения, расположенные не далее 300 м от места работы. Указанные помещения должны иметь столы, скамьи для сидения, умывальник с мылом, питьевой фонтанчик (при наличии водопровода) или бачок с кипяченой питьевой водой, вешалку для верхней одежды. Температура воздуха в помещении для обогрева должна быть в пределах не менее +20 град. С. Каждой организацией должна быть организована стирка спецодежды, а также починка обуви и спецодежды. На каждом объекте открытых горных работ или для группы близко расположенных объектов должен быть организован пункт первой медицинской помощи, оборудованный телефонной связью.

#### **7.4 Охрана труда и техника безопасности при ремонтных работах**

Соблюдение правил техники безопасности при производстве ремонтных работ позволяет предупредить несчастные случаи, максимально возможную безопасность труда рабочего персонала и способствует

повышению их производительности. Для этого ремонтный персонал должен знать правила и инструкции по технике безопасности, уметь пользоваться защитными и противопожарными средствами, оказывать первую медицинскую помощь, иметь соответствующие группы допуска на определенные виды работ.

Ремонт машины допускается после полной их остановки, блокировки пусковых аппаратов, приводящие в действие механизмы, или отключение питающего кабеля с соблюдением организационных и технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ. Запрещается производить ремонтно-монтажные работы в непосредственной близости от открытых движущихся механических установок, а также вблизи электропроводов и оборудования, находящихся под напряжением, без ограждения.

Для ведения монтажных работ на высоте, допускаются люди не моложе 18 лет с хорошим здоровьем.

Монтажные работы на высоте на открытом воздухе при скорости ветра более 10...12 м/с, грозе, температуре воздуха ниже минус 30<sup>0</sup>С, а также гололеде, сильном снегопаде и тумане запрещаются.

Применяемые при ремонте устройства, установки, краны, грузозахватные приспособления, стропы должны отвечать требованиям «Правил устройства и безопасности эксплуатации грузоподъемных средств». Они должны подвергаться испытанию не реже 1 раза в год под нагрузкой, превышающей рабочую на 25%. Тали и домкраты должны быть самотормозящимися и удерживать поднятый груз на заданной высоте. Гидравлические и пневматические домкраты должны иметь устройства, не допускающие опускания груза при прекращении работ насоса или при повреждении труб, соединяющих насос с домкратом.

Место ремонта машин в условиях действующего цеха должно быть ограждено и иметь предупредительные надписи. Рабочие, занятые на этих

работах, должны иметь предохранительные каски и быть специально проинструктированы о возможных опасностях.

Напряжение электроинструмента должно быть не выше 220 В в помещениях без повышенной опасности и вне помещений. Корпус электроинструмента на напряжение выше 36 В должен иметь специальный зажим для заземления. Питание электроинструмента и переносных светильников от автотрансформатора запрещается.

Перед мойкой деталей с помощью бензина, керосина, солярки руки должны быть смазаны защитным кремом. При промывании деталей в щелочных растворах необходимо пользоваться резиновыми перчатками.

Размещение сварочного оборудования должно обеспечивать безопасный и свободный доступ к нему.

Не допускается проводить сварку сосудов, находящихся под давлением. При сварке конструкций после дождя и снегопада сварщик обязан кроме спец. одежды пользоваться диэлектрическими перчатками, галошами и ковриками. Запрещается работать внутри закрытых емкостей одновременно электро- и газосварщику.

При работе на металлорежущих станках следует пользоваться очками или установленными на станках защитными экранами.

При кузнечных работах необходимо следить за исправностью инструмента. Кузнечные клещи изготавливают из мягкой стали. Помещение кузнечного отделения должно иметь приточно-вытяжную вентиляцию.

Покрасочные работы ведут с подмостков или лестниц-стремянков.

Весь ремонтно-монтажный персонал должен периодически (не реже 1 раза в год) проходить инструктаж по оказанию первой помощи, знать способы искусственного дыхания, уметь пользоваться медицинскими приспособлениями по оказанию первой медицинской помощи, знать назначение медикаментов.

Соблюдение правил техники безопасности при производстве ремонтных работ позволяет предупредить несчастные случаи, максимально

возможную безопасность труда рабочего персонала и способствует повышению их производительности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрено оборудование, эксплуатируемое в условиях угольного разреза. Был выполнен анализ работы экскаватора ЭКГ – 10. Указаны его преимущества, недостатки, технические особенности, порядок работы. Были изучены устройство и технические особенности экскаватора. Выполнен анализ отказов экскаватора, анализ условий эксплуатации экскаваторов-мехлопат.

В ходе анализа отказов экскаватора ЭКГ – 10 было выявлено, что основным видом отказов являются отказы по механической части, а в особенности выходы из работоспособного состояния по причине отказов механизма хода.

В третьем разделе дипломной работы описан процесс восстановления базы экскаватора.

В четвертом разделе рассчитаны коэффициенты технической готовности для двух вариантов выполнения работ.

В шестом разделе рассчитаны затраты времени и труда на выполнение ВКР. Срок выполнения дипломной работы составил 60 дней. Расчет экономического эффекта при ремонте базы экскаватора ЭКГ – 10 вместо её замены показал, что выгода восстановления базы экскаватора, а не её замена составляет 6630000 рублей.

В седьмом разделе рассмотрены правила безопасности при эксплуатации экскаваторов, охрана труда на рабочем месте, противопожарные мероприятия и промсанитария, охрана труда и техника безопасности при ремонтных работах.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Безопасность труда в промышленности: Справочник / Ткачук К.Н.,
- 2 Богомолов, И. Д. Состояние рабочего оборудования экскаваторного парка Кузбасса / И. Д. Богомолов, П. В. Буянкин // Сборник лучших докладов студентов и аспирантов Кузбасского государственного технического университета по результатам юбилейной 50-й научно-практической конференции, ГУ КузГТУ, 18– 23 апр. 2005. – Кемерово, 2005. – С. 79–81.
- 3 Галушко П.Я., Сабарно Р.В. [и др.]. Киев: Техника, 1982. - 231 с.
- 4 Гилев А.В., Мишхожев Х.М. Ремонт машин и оборудования: Метод. указания по курсовому и дипломному проектированию. Красноярск: КИЦМ, 1990. - 40с.
- 5 Охрана труда / К.З. Ушаков [и др.]. М.: Недра, 1986. 624 с.
- 6 Работы. Практикум: учеб. пособие. Красноярск: СФУ, 2010. - 171 с.
- 7 Ржевский В.В. Открытые горные работы: Ч1. М.: Недра, 1985. 549 с.
- 8 Ржевский В.В. Открытые горные работы: Ч2. М.: Недра, 1985. 549 с.
- 9 Справочник: Открытые горные работы / К.И. Трубецкой, М.Г.Потапов, Н.Н. Мельников [и др.]. М.: Горное бюро, 1994. - 590 с.
- 10 «Экскаватор ЭКГ-10. Инструкция по эксплуатации. 3519.00.00.000.ИЭ».
- 11 Хмызников К. П., Лыков Ю. В.: Механическое оборудование карьеров. Одноковшовые экскаваторы. - С-ПБ.: СПГГИ(ТУ) им. Плеханова, 2007


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

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А.С. Морин

« 29 » 01 2021 г.

## ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

21.05.04 «Горное дело»

(специальность)

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

(специализация)


## Восстановление базы карьерных экскаваторов на примере ЭКГ- 10

Руководитель

  
подпись, дата

Т.А. Герасимова

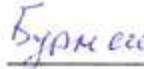
Выпускник

  
подпись, дата

М.А. Ткаченко

Консультанты:

Экономическая часть

  
подпись, дата

Р.Р. Бурменко

Безопасность  
жизнедеятельности

  
подпись, дата

А.В. Галайко

Нормоконтролер

  
подпись, дата

Т.А. Герасимова

Красноярск 2021