

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

Хакасский технический институт-
филиал федерального государственного автономного образовательного учреж-
дения высшего профессионального образования
«Сибирский федеральный университет»
институт

«Автомобильный транспорт и машиностроение»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.Н. Борисенко
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
код – наименование направления

«Разработка норм рабочего времени на капитальный ремонт двигателей внут-
реннего сгорания типа КТА-50 QSK-60 ООО «Черногорский РМЗ»
г.Черногорск»
тема

Руководитель _____ доцент кафедры АТиМ А.В. Олейников
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ Р.С Кривоногов
подпись, дата инициалы, фамилия

Абакан 2019

Продолжение титульного листа ВКР по теме: «Разработка норм рабочего времени на капитальный ремонт двигателей внутреннего сгорания типа КТА-50 QSK-60 ООО «Черногорский РМЗ» г. Черногорск»

Консультанты по разделам:

<u>Исследовательская часть</u> наименование раздела	_____	<u>А.В. Олейников</u> инициалы, фамилия
<u>Технологическая часть</u> наименование раздела	_____	<u>А.В. Олейников</u> инициалы, фамилия
<u>Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза проекта</u> наименование раздела	_____	<u>Н.И. Немченко</u> инициалы, фамилия
<u>Заключение на иностранном языке</u> наименование раздела	_____	<u>Н.В. Чезыбаева</u> инициалы, фамилия
<u>Нормоконтролер</u> наименование раздела	_____	<u>А.В. Олейников</u> инициалы, фамилия

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

Хакасский технический институт-
институт
филиал федерального государственного автономного образовательного учреж-
дения высшего профессионального образования
«Сибирский федеральный университет»

«Автомобильный транспорт и машиностроение»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.Н. Борисенко
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20 ____ г

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы _____

Студенту Кривоногову Роману Сергеевичу

фамилия, имя, отчество

Группа 65-1 Направление (специальность) 23.03.03

номер

код

Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

наименование

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка норм рабочего времени на капитальный ремонт двигателей внутреннего сгорания типа КТА-50 QSK-60» ООО «Черногорский РМЗ» г.Черногорск».

Утверждена приказом по университету № ___ от «11» 04 2019г.

Руководитель ВКР А.В. Олейников, доцент кафедры Автомобилестроения и автомобильного хозяйства, Хакасский технический институт.

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР: техническая документация проведения капитальных ремонтов двигателей, хронометражные наблюдения длительности операций капитального ремонта, оборудование и инструмент для проведения капитального ремонта

Перечень разделов ВКР: исследовательская часть, технологическая часть, оценка показателей воздействия на окружающую среду.

Перечень графического материала: рабочие посты, операции капитального ремонта QSK – 60, КТА – 50, операционно-постовые карты QSK – 60.

Руководитель ВКР

_____ подпись

А.В. Олейников

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

_____ подпись, инициалы и фамилия студента

« 11 » 04 2019 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка норм рабочего времени на капитальный ремонт двигателей внутреннего сгорания типа КТА-50 QSK-60 ООО «Черногорский РМЗ» г.Черногорск» содержит расчетно пояснительную записку 65 страниц текстового документа, 7 используемых источников, 6 листов графического материала.

АВТОСАМОСВАЛ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ

Объект исследования: Технологический процесс проведения капитального ремонта двигателей внутреннего сгорания типа КТА – 50 и QSK – 60.

Цель работы: Разработка норм рабочего времени на проведение капитального ремонта двигателей внутреннего сгорания

Методы исследования: Наблюдение, пассивный эксперимент, статистический анализ, математическое моделирование, информационно-аналитические технологии.

Полученные результаты: Операционно-постовые карты проведения капитального ремонта двигателей внутреннего сгорания

Выводы: Проведено исследование технологического процесса проведения капитального ремонта и нормирование технологических операций, на основе которого разработаны операционно-постовые карты капитального ремонта.

Область применения: Технологический процесс капитального ремонта двигателей внутреннего сгорания.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Исследовательская часть	9
1.1 Характеристика предприятия	9
1.2 Режим работы и численность персонала	19
1.3 Нормативная документация	20
1.4 Требования охраны труда при выполнении слесарных и смазочных работ	20
1.5 Экология.....	21
2 Технологическая часть	22
2.1 Исследование технологического процесса выполнения капитальных ремонтов двигателей внутреннего сгорания	22
2.2 Оценка фактической структуры трудоемкости и времени проведения операций по капитальному ремонту двигателей внутреннего сгорания	23
2.3 Разработка операционно-постовых карт проведения работ по капитальному ремонту двигателей внутреннего сгорания.....	33
3 Оценка воздействия на окружающую среду	57
3.1 Мероприятия по охране окружающей среды	57
3.2 Нанесение лакокрасочных покрытий.....	57
3.3. Обкатка и испытание двигателей после ремонта	59
3.4. Мойка деталей, узлов и агрегатов	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	65

ВВЕДЕНИЕ

ДВС автосамосвала не является вечным и не может работать без сбоев в режиме постоянной нагрузки. В процессе работы двигатель испытывает очень серьезные нагрузки и часто работает на пределе своих возможностей.

Режим эксплуатации, несвоевременная замена смазочных материалов, низкое качество масла, состояние фильтров все это сказывается на работоспособности ДВС. Износ трущихся деталей приводит к необходимости проведения капитального ремонта двигателя.

Плохой запуск двигателя, потеря мощности и расход масла, посторонние шумы и стуки в двигателе, черный выхлоп, неравномерная работа и вибрация двигателя – основные признаки надвигающегося ремонта.

Три вида ремонта двигателя:

- Текущий – предполагает устранение небольших неполадок, проявляющихся при постоянном использовании автосамосвала.
- Средний – подразумевает частичную разборку ДВС. Состоит из восстановления или замены некоторых изношенных деталей, но без снятия ДВС.
- Капитальный – полное восстановление первоначальной работы двигателя, т.е. изъятие двигателя автомобиля из самого автомобиля, разбор по запчастям и диагностика. После чего проводят ремонтные работы над коленчатым валом, ремонт головки блока цилиндров, ремонт блока цилиндров. При наличии изношенных деталей в двигателе автомобиля их тоже меняют или восстанавливают, если это возможно.

Капитальный ремонт двигателя серьезное и ответственное мероприятие, в процессе чего внутренние детали и узлы силового агрегата доводятся почти до состояния, приближенные к заводским. Такой ремонт является дорогостоящей операцией и должен выполняться на специальном оборудовании с соблюдением технологии производственного процесса.

Весь процесс состоит из нескольких стадий:

- демонтаж агрегата, его разборка, последующая мойка и чистка элементов и узлов;
- обследование деталей с целью установления на них чрезмерного износа либо повреждений;
- проведение их дефектовки: анализ коленчатого вала, распределительного вала, значений зазоров, наличие трещин;
- ремонт блока цилиндров (расточивание, гильзование, ремонт коленчатого вала, распределительного вала) и его головок;
- далее капитальный ремонт двигателя предполагает его сборку с применением динамометрических ключей для затяжки всех элементов агрегата, холодную обкатку. Последняя производится на стенде и представляет собой вращение в принудительном порядке коленчатого вала.

1 Исследовательская часть

1.1 Характеристика предприятия

ООО «Черногорский ремонтно-механический завод» находится по адресу г. Черногорск, ул. Советская, д.26.

ООО «Черногорский РМЗ» основан в 1927 году. Первоначально это были ремонтно-механические мастерские, состоящие из литейного и механического участков, расположенных в зданиях барачного типа (рис 1.1).



Рисунок 1.1 – Строительство «Черногорский РМЗ»

С развитием угольной отрасли в регионе совершенствовались и развивались мастерские. В 1940г. Ремонтные мастерские реконструировались и стали называться центральными электромеханическими мастерскими – ЦЭММ.

Основное развитие ЦЭММ происходило в 1960-1980г.г. В 1983 г. ЦЭММ переименованы в Черногорский «Ремонтно-механический завод», в июле 1998г. завод преобразован в АО «Черногорский РМЗ».

С апреля 2003 года ООО «Черногорский РМЗ» работает в составе АО «СУЭК». Основной задачей завода было и остается в настоящее время ремонт горной техники (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – «Черногорский РМЗ»

Основные виды деятельности завода:

- изготовление запасных частей;
- капитальный, средний и текущий ремонты горнодобывающего, горно-обогачительного, горнотранспортного оборудования, изготовление и восстановление запасных частей и узлов к ним;
 - капитальный, средний и текущий ремонт электрических машин постоянного и переменного тока;
 - капитальный ремонт и сервисное обслуживание двигателей внутреннего сгорания Cummins;
- изготовление строп;
- изготовление комплектных трансформаторных подстанций (КТПН);
- изготовление коробки соединительно-разветвительной (КСР);

- изготовление рукавов высокого давления (РВД);
- ремонт крупно-габаритных шин (КГШ);
- выпуск стального, чугунного и цветного литья.

В состав завода входят 5 основных и 1 вспомогательный производственный участок:

- ремонтно-механический – выполняет все виды ремонтов горно-шахтного, горно-транспортного и прочего оборудования, изготавливает и восстанавливает запасные части и узлы к нему, изготавливает нестандартное оборудование. Монтаж любого технологического, горнодобычного и горнообогачительного оборудования;

- электроремонтный – выполняет все виды ремонтов всевозможных электрических машин постоянного тока мощностью до 2500 кВт и переменного мощностью до 500квт, силовых – до 1000 кВт и сварочных трансформаторов;

- литейный участок – выпускает стальное, чугунное и цветное литье;

- инструментально-ремонтный – выполняет ремонты технологического оборудования, изготавливает канатные стропы, резино-технические изделия. Капитальный ремонт компрессоров ПК; ЭК; ВВ; ВУ;

- цех ДВС – производит капитальный ремонт двигателей внутреннего сгорания Cummins KTA – 19, KTA – 38, KTA – 50, QSK – 19, QSK – 60, QSX – 15, Liebherr и сервисное обслуживание.

В цеху ДВС размещены посты разборки-сборки ДВС, пост ремонта ТКР и гидромурфт, пост ремонта ГБЦ, пост ремонта валов, пост мойки, пост обкатки ДВС.

На рисунках 1.3, 1,4 представлен пост разборки-сборки ДВС QSK – 60.



Рисунок 1.3– Пост разборки-сборки ДВС QSK – 60



Рисунок 1.4 – Пост разборки-сборки ДВС QSK – 60

Пост имеет все необходимое оборудование для выполнения работ:

- кран-балка электрическая подвесная 10 Т;
- тележка инструментальная укомплектованная Licota AWX-2603GTSEK03;
- гайковерт Licota PAW-04048;
- компрессорная установка;
- глубиномер;
- нутромер;
- микрометр;
- дрель Makita DP 3003;
- инструмент для установки сальников;
- съемник для поршневых колец;
- гидравлический помповый пресс для демонтажа поршней;
- инструмент для снятия, установки гильз;
- насос для закачки масла.

Пост разборки-сборки ДВС КТА – 50 (рисунок 1.5).

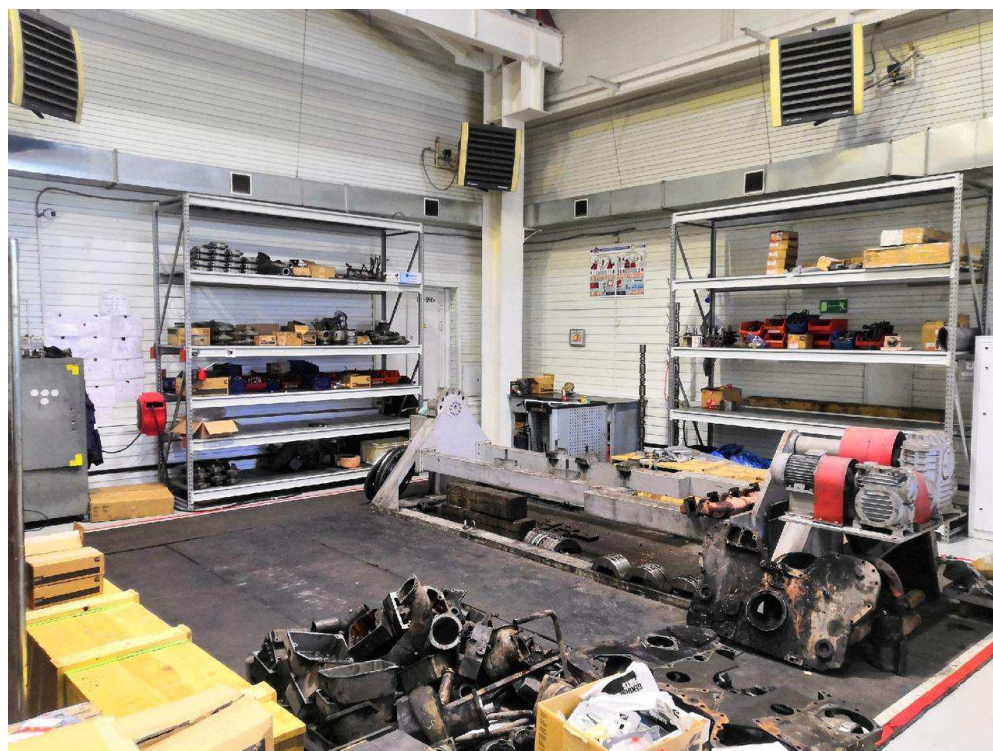


Рисунок 1.5 – Пост разборки-сборки ДВС КТА – 50

Оборудование:

- кран-балка электрическая подвесная 6 т;
- тележка инструментальная укомплектованная licota awx-2603gtsek03;
- гайковерт licota raw-04048;
- компрессорная установка;
- глубиномер;
- нутромер;
- микрометр;
- дрель makita dp 3003;
- инструмент для установки сальников;
- съемник для поршневых колец;
- гидравлический помповый пресс для демонтажа поршней;
- инструмент для снятия, установки гильз;
- насос для закачки масла.

Пост ремонта ТКР и гидромфты (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Пост ремонта ТКР и гидромфты

Оборудование:

- пресс гидравлический АЕ&Т Т61210М;
- тиски слесарные КОБАЛЬТ 245-992;
- набор инструмента;
- таль электрическая 0,5 Т.

Пост ремонта ГБЦ (рисунки 1.7, 1.8).

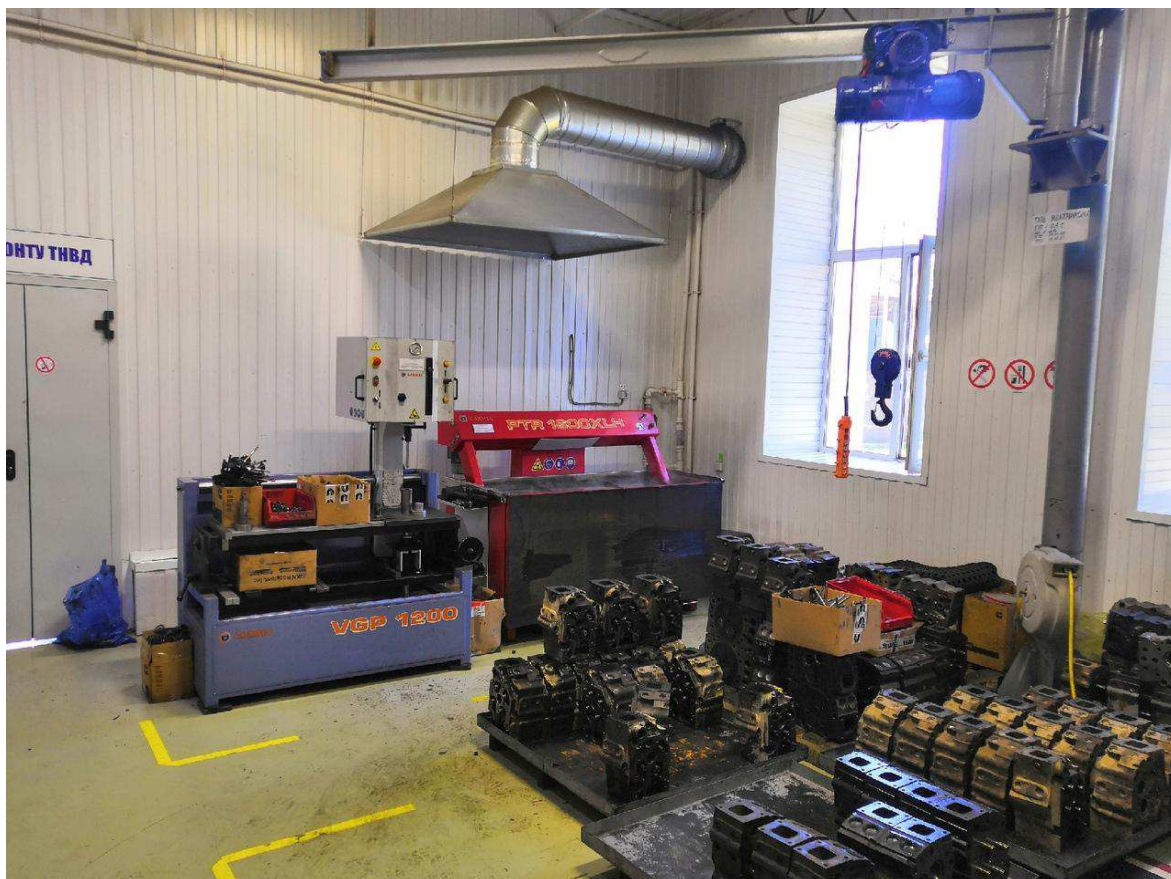


Рисунок 1.7 – Пост ремонта ГБЦ



Рисунок 1.8 – Пост ремонта ГБЦ

Оборудование:

- стенд для проверки герметичности Carmes PTR-1600XLH;
- стенд для замены направляющих втулок Carmes VGP 1200;
- ультразвуковая ванна MOT-400N;
- прибор для измерения упругости пружин Spring Tester;
- дрель Makita DP 3003;
- таль электрическая 0,5 Т.

Пост ремонта валов (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9 – Пост ремонта валов

Оборудование:

- станок для шлифовки шеек коленчатых валов AZ Spa CG300-2200;
- горизонтально-расточной станок для ремонта постелей распределительных и коленчатых валов AZ BAC 2500.
- таль электрическая 2 Т.

Пост мойки (рисунок 1.10).

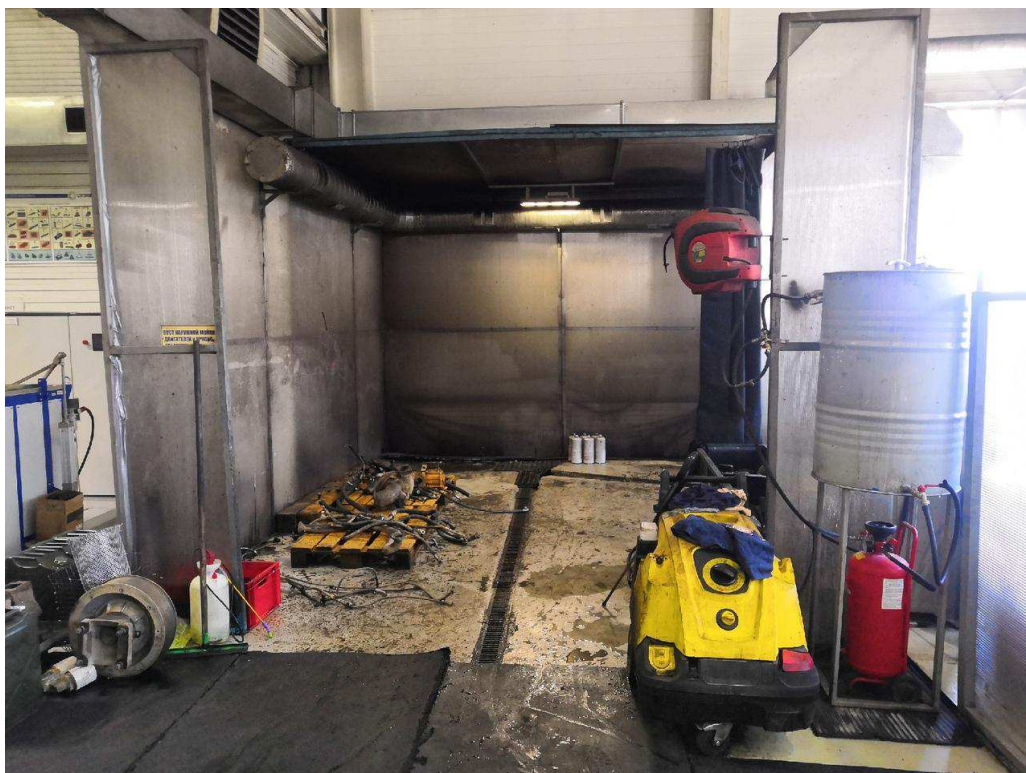


Рисунок 1.10 – Пост мойки

Оборудование:

- компрессорная установка;
- аппарат высокого давления Karcher HDS 5/12.

Пост обкатки ДВС (рисунок 1.11, 1.12).

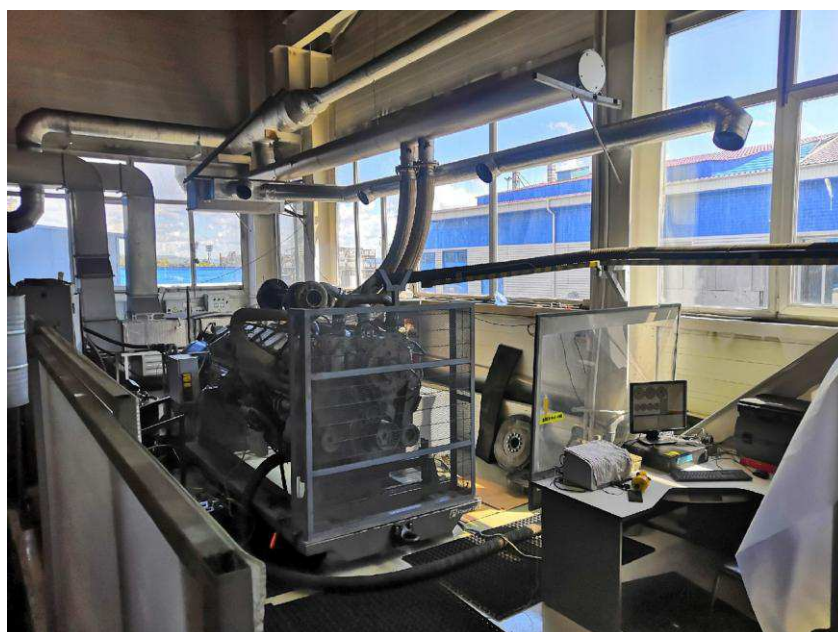


Рисунок 1.11 – Пост обкатки ДВС

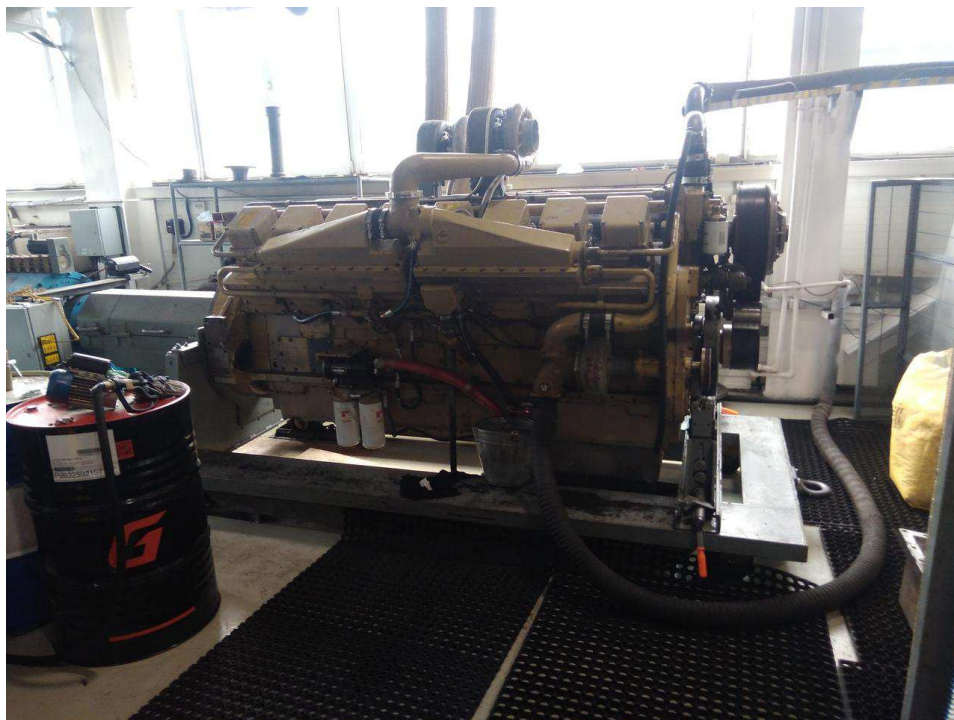


Рисунок 1.12 – Пост обкатки ДВС

Оборудование:

- стенд для обкатки двс;
- персональный компьютер;
- кран-балка электрическая подвесная 10 Т.

1.2 Режим работы и численность персонала

Режим работы цеха ДВС с 8 – 00 до 20 – 00 с перерывом на обед с 11 – 00 до 12 – 00. Помимо рабочего времени присутствуют тридцати минутные перерывы в течение дня в 10 – 00, 15 – 00 и 17 – 00. График работы два дня через два.

1.3 Нормативная документация

В своей деятельности персонал руководствуется следующей документацией:

- Трудовым кодексом.
- Действующими правилами внутреннего трудового распорядка.
- Правилами охраны труда техники безопасности
- Положением о техническом обслуживании и ремонте ДВС
- Должностными и производственными инструкциями
- Типовой инструкцией по содержанию и применению первичных средств пожаротушения.

1.4 Требования охраны труда при выполнении слесарных и смазочных работ

При работе персонал руководствуется следующими требованиями:

- при выполнении слесарных и смазочных работ с применением инструмента и приспособлений необходимо соблюдать требования правил по охране труда при работе с инструментом и приспособлениями;
- проверять соосность отверстий в соединениях агрегатов, узлов и деталей разрешается только при помощи конусной оправки;
- снятые с транспортных средств агрегаты, узлы и детали следует устанавливать на специальные устойчивые подставки, а длинномерные детали - на стеллажи;
- снятие и установка агрегатов, узлов и деталей, требующие больших физических усилий или связанные с неудобством и опасностью травмирования, должны производиться с помощью специальных съемников и других приспособлений, исключающих травмирование работников;
- запрессовку и выпрессовку деталей с тугой посадкой следует выполнять прессами, винтовыми и гидравлическими съемниками;

- прессы должны быть укомплектованы набором оправок для различных выпрессовываемых или запрессовываемых деталей;
- допускается применение выколоток и молотков с оправками и наконечниками из мягкого металла;
- при проверке уровня масла и жидкости в агрегатах запрещается использовать открытый огонь;
- при замене или доливе масла и жидкости в агрегаты сливные и заливные пробки необходимо отворачивать и заворачивать только предназначенным для этой цели инструментом;
- нагнетатели смазки с электроприводом должны иметь устройства, исключающие превышение установленного давления более чем на 10%. при проверке этого требования срабатывание предохранительного устройства должно происходить при повышении максимального давления не более 4%;
- нагнетатели смазки с пневмоприводом должны быть рассчитаны на потребление воздуха с давлением не более 0,8 мпа.

1.5 Экология

Безусловно, любое предприятие, занимающееся обслуживанием автомобилей, оказывает негативное влияние на окружающую среду. Именно поэтому, руководство предприятия должно проводить меры по снижению вредного воздействия.

Бытовые и технологические отходы копятся в специальных контейнерах и регулярно вывозятся. Различная бумага, картон также копится в контейнерах и сдается на макулатуру. Негодные детали и различные металлические отходы копятся, нужные перерабатываются в литейном цехе, остальное сдается в пункт приема металла. Образовавшиеся потеки засыпаются опилками и вывозятся на специальные свалки.

2 Технологическая часть

2.1 Исследование технологического процесса выполнения капитальных ремонтов двигателей внутреннего сгорания

Капитальный ремонт двигателя является видом ремонта, при котором основные узлы силового агрегата комплексно восстанавливаются и/или меняются на новые, что позволяет вернуть силовому агрегату эксплуатационные и ресурсные показатели, максимально приближенные к заводским.

Процесс капитального ремонта состоит из нескольких этапов:

- демонтаж агрегата, его разборка, последующая мойка и чистка элементов и узлов;
- обследование деталей с целью установления на них чрезмерного износа либо повреждений;
- проведение их дефектовки: анализ коленчатого вала, значений зазоров, наличие трещин;
- ремонт блока цилиндров (расточивание, гильзование, ремонт коленчатого вала) и его головки;
- сборка агрегата, обкатка и проверка.

В ходе проведения исследования были выполнены хронометражные наблюдения операций капитального ремонта двигателей типа QSK-60 и КТА-50 с момента их поступления до момента окончания ремонта (упаковки). Результатом наблюдения являлись, величина времени выполнения операции, количество производственных рабочих, участвовавших в выполнении операции, используемое оборудование, инструмент, технологические особенности и условия выполнения операции. Получаемые результаты фиксировались в рабочих тетрадях, затем сравнивались с технологической документацией завода-изготовителя.

Разработка норм проведения капитального ремонта включало в себя анализ следующей технологической документации:

1. Инструкция по капитальному ремонту двигателя. Двигатели серий К38 и К50. Том I и II. Бюллетень № 3810304-01. Cummins Engine Company, Inc. Copyright 1999.

2. Руководство по поиску и устранению неисправностей двигателей Камминз серии QSK45 и QSK60. Бюллетень № 4095240-00. Cummins Engine Company, Inc. Copyright 2002.

3. Нормы трудозатрат на капитальный ремонт ДВС типа QSK-60 АО «Черногорский РМЗ», Черногорск 2015.

4. Нормы трудозатрат на капитальный ремонт ДВС типа КТА-50 АО «Черногорский РМЗ», Черногорск 2015.

Информация с первых двух источников использовалась для оценки полноты и последовательности выполнения операций, оценки степени использования специального технологического оборудования и инструмента, оценки технических условий проведения операций.

Информация с последних двух источников использовалась для оценки полноты последовательности выполнения операций (по хронометражным наблюдениям), сравнения получаемых норм трудоемкости.

По данным АО «НИИОГР» суммарная трудоемкость капитального ремонта двигателей типа QSK-60 составляла 32427 чел-мин или 540,45 чел-час, типа КТА-50 составляла 26072 чел-мин или 434,53 чел-час.

2.2 Оценка фактической структуры трудоемкости и времени проведения операций по капитальному ремонту двигателей внутреннего сгорания

Оценку фактической структуры трудоемкости и времени выполнения операций представим в виде отдельных таблиц по укрупненным технологически блокам.

Укрупненные технологические блоки операций по двигателю QSK-60 представлены в табл. 2.1 – 2.3. Суммарное время выполнения капитального ремонта составляет 136,52 час., суммарная трудоемкость выполнения 146,45 чел-час.

Таблица 2.1 – Операции по разборке двигателя QSK – 60

Название операции разборки (съем)	Время выполнения, мин.	Количество участвующих в выполнении рабочих, чел.	Трудоемкость выполнения, чел-мин.
Сапуны	20	1	20
ЭБУ	5	1	5
Трубки подачи и слива охлаждающей жидкости на компрессор	10	1	10
Топливные фильтры	16	1	16
Шкив генератора	5	1	5
Вспомогательный шкив	5	1	5
Натяжной ролик ремня	15	1	15
Шкив ремня двигателя	10	1	10
Гидромуфта	55	1	55
Ступица гидромуфты	16	1	16
Кронштейн крепления натяжного ролика	7	1	7
Масляные рукава высокого давления	40	1	40
Водяной насос малого круга	5	1	5
Демпферы	60	1	60
Лобовой сальник	10	1	10
Снятие с подставки	7	1	7
Поддон	30	2	60
Масляный насос	3	2	6
Установка на бревна	2	1	2
Вторичные охладители	44	2	88
Передний опорный кронштейн	5	1	5
Рукава подачи и слива тосола и масла к ТКР	20	1	20
Крышки коромысел	16	1	16
Коромысла	10	2	20
Крейцкопфы	5	1	5
Толкатели	6	2	12
Форсунки	25	1	25
Фланцы патрубка выпуска выхлопных газов	10	1	10
ТКР	84	1	84
Трубы охлаждения на вторичные охладители	20	1	20
Корпус коромысел	6	2	12

Название операции разборки (съем)	Время выполнения, мин.	Количество участвующих в выполнении рабочих, чел.	Трудоемкость выполнения, чел-мин.
Чистка ДВС	7	1	7
Крышки повторителей распределительного вала	15	1	15
Повторители распределительного вала	17	1	17
Топливные рейки	30	1	30
Выхлопные коллекторы	89	2	178
Корпус термостатов	10	1	10
Топливный насос	7	1	7
Компрессор	7	1	7
Водяная помпа	20	1	20
Привод водяной помпы	8	1	8
Привод компрессора	8	1	8
Передняя крышка распределительных шестерен	4	2	8
Распределительные шестерни	7	1	7
Распределительные валы	7	1	7
Задняя крышка распределительных шестерен	3	2	6
Маховик	9	1	9
Картер маховика	15	1	15
ГБЦ	57	2	114
Топливные распределители	15	1	15
Алюминейтер	16	1	16
Боковые лючки	2	1	2
Крышки масляных охладителей	13	1	13
Масляные охладители	8	1	8
Перемещение на пост разборки	5	1	5
Установка на кантователь	10	1	10
Прикручивание болтов для прокрутки коленчатого вала	2	1	2
Противовесы коленчатого вала	9	1	9
Маркировка поршней	3	1	3
Масляные форсунки	26	2	52
Переворот ДВС	6	1	6
Прокладки под ГБЦ	4	1	4
Очистка плоскости блока	15	1	15
Замер выступа гильзы	14	1	14
Переворот ДВС	5	1	5
Шатунные крышки	20	2	40
Гильза-поршень	38	2	76
Укомплектовывание поршней	4	1	4
Подъем ДВС	4	1	4
Коренные крышки	20	1	20
Коленчатый вал	7	1	7
Снятие поршней с шатунов	21	1	21

Название операции разборки (съема)	Время выполнения, мин.	Количество участвующих в выполнении рабочих, чел.	Трудоемкость выполнения, чел-мин.
Установка коренных крышек	12	1	12
ИТОГО	1171 (19,52 час.)		1507 (25,12 чел-час.)

Таблица 2.2 – Операции по участковому ремонту узлов QSK-60

Название операции	Время выполнения, час.	Количество участвующих в выполнении рабочих, чел.	Трудоемкость выполнения, чел-час.
ТКР	6	1	6
Гидромуфта	18	1	18
Ремонт ГБЦ	48	1	48
ИТОГО	72		72

Таблица 2.3 – Операции по сборке двигателя QSK-60

Название операции сборки	Время выполнения, мин	Количество участвующих в выполнении рабочих, чел.	Трудоемкость выполнения, чел-мин.
Шпонка коленчатого вала	5	1	5
Шестерня коленчатого вала	17	1	17
Снятие коренных крышек	18	2	36
Очистка постели коленчатого вала и коренных крышек	19	2	38
Чистка коренных подшипников скольжения	7	1	7
Установка коренных подшипников скольжения на постель коленчатого вала	2	1	2
Откручивание противовесов	8	2	16
Мойка коленчатого вала	20	1	20
Установка коренных подшипников скольжения на коренные крышки	6	1	6
Полукольца	2	1	2
Установка коленчатого вала	20	1	20
Коренные крышки	23	3	69
Сборка поршневой группы	360	1	360
Картер маховика	25	1	25
Коренной сальник	5	1	5
Маховик	20	1	20

Название операции сборки	Время выполнения, мин	Количество участвующих в выполнении рабочих, чел.	Трудоемкость выполнения, чел-мин.
Задняя крышка распределительных шестерен	13	1	13
Распределительные валы	28	1	28
Распределительные шестерни	25	1	25
Передняя крышка распределительных шестерен	10	1	10
Установка двигателя на кантователь	5	1	5
Гильза-поршень	150	1	150
Масляные форсунки	35	1	35
Противовесы коленчатого вала	30	1	30
Масляные охладители	15	1	15
Прокладки под крышки масляных охладителей	6	1	6
Очистка крышек масляных охладителей от ржавчины	11	1	11
Крышки масляных охладителей	24	1	24
Прокладки под ГБЦ	2	1	2
ГБЦ	150	1	150
Топливные распределители	20	1	20
Корпус термостатов	15	1	15
Выхлопные коллекторы	97	2	194
Повторители распределительного вала	30	1	30
Крышки повторителей распределительного вала	15	1	15
Лобовой сальник коленчатого вала	5	1	5
Привод компрессора	7	1	7
Привод помпы	7	1	7
Передний опорный кронштейн	2	1	2
Демпфера	30	1	30
Шкив ремня двигателя	7	1	7
Ступица гидромурты	10	1	10
Гидромурта	12	1	12
Опора натяжного ролика	7	1	7
Натяжной ролик ремня	6	1	6
Водяной насос малого круга	6	1	6
Шкивы генератора и вспомогательный	31	1	31
Боковые лючки	15	1	15
Корпусы коромысел	35	1	35
Толкатели	4	1	4
Крейцкопфы	11	1	11
Форсунки	20	1	20
Коромысла	20	1	20
Регулировка клапанов и форсунок	130	1	130
Крышки коромысел	23	1	23
Топливные рейки	33	1	33
ТКР	54	2	108
Трубы охлаждения на вторичные охладители	14	1	14
Подача и слив масла и охлаждающей жидкости на ТКР	43	1	43

Название операции сборки	Время выполнения, мин	Количество участвующих в выполнении рабочих, чел.	Трудоемкость выполнения, чел-мин.
Фланцы патрубка выпуска выхлопных газов	25	1	25
Электропроводка	29	1	29
ЭБУ	13	1	13
Алюминейтор	63	1	63
Помпа	15	1	15
Компрессор	16	1	16
Топливный насос	7	1	7
Крепление топливного насоса	3	1	3
Обвязка масляными рукавами	124	1	124
Масляный насос	90	1	90
Поддон	53	1	53
Установка ДВС на подставку	10	1	10
Вторичные охладители	115	1	115
Сапуны	25	1	25
Корпус топливных фильтров	3	1	3
Топливные фильтра	3	1	3
Пневмостартер	2	1	2
Заливка масла	40	1	40
Прокачка масла	3	1	3
Долив масла	6	1	6
Фильтры антифриза	2	1	2
Патрубки помпы для запуска ДВС	24	1	24
Заправка топливом	5	1	5
Установка заливных горловин	2	1	2
Подготовка к заливу антифриза	18	2	36
Залив	32	1	32
Долив	2	1	2
Клапан стартера	15	1	15
Запуск ДВС, проверка всех систем	60	1	60
Слив антифриза	20	1	20
Подготовка к покраске	10	1	10
Покраска	60	1	60
Установка температурных пломб	5	1	5
Упаковка	30	1	30
ИТОГО	2700 (45 час.)		2960 (49,33 чел-час.)

Укрупненные технологические блоки операций по двигателю КТА-50 представлены в табл. 2.4 – 2.6. Суммарное время выполнения капитального ремонта составляет 151,2 час., суммарная трудоемкость выполнения 159,87 чел-час.

Таблица 2.4 – Операции по разборке двигателя КТА-50

Название операции съема	Время выполнения, мин	Количество участвующих в выполнении рабочих, чел.	Трудоемкость выполнения, чел-мин.
Масляные фильтры	3	1	3
Поддон	60	1	60
Маслоприемник			
Редукционный клапан			
Масляный насос			
Перенос на пост разборки			
Обвязка	90	1	90
Воздушные патрубки ТКР	10	1	10
Система впрыска топлива	15	1	15
Сапуны	6	2	12
Трубопровод охлаждающей жидкости вторичных охладителей	30	1	30
Вторичный охладитель	30	1	30
Рейки топливные, масляные	15	1	15
Корпус масляных фильтров	5	1	5
Боковые лючки	20	1	20
Помпа	10	1	10
Топливный насос	7	1	7
Компрессор	20	1	20
Шкивы привода компрессора и привода помпы	7	1	7
Привода компрессора и помпы	10	1	10
ТКР	15	1	15
Выхлопные коллекторы	60	1	60
Крышки коромысел	28	1	28
Коромысла с осями	10	2	20
Масляные трубки форсунок	60	1	60
Форсунки	6	2	12
Корпус коромысел	4	1	4
ГБЦ	60	3	180
Натяжной ролик гидромуфты	15	1	15
Гидромуфта	10	1	10
Блок термостатов	15	1	15
Демпфер	30	1	30
Передняя крышка распределительных шестерен	40	1	40
Крышки обводных роликов	7	1	7
Обводные ролики	7	1	7
Распределительные валы	30	1	30
Распределительные шестерни			
Задняя крышка распределительных шестерен			
Маховик	10	1	10
Картер маховика	11	2	22
Крышки масляных охладителей	15	1	15
Масляные охладители			

Название операции съема	Время выполнения, мин	Количество участвующих в выполнении рабочих, чел.	Трудоемкость выполнения, чел-мин.
Замер выступа гильзы	22	1	22
Переворот ДВС	5	1	5
Шатунные крышки	20	1	20
Противовесы	8	1	8
Поршни	24	2	48
Масляные форсунки	7	1	7
Коренные крышки	23	2	46
Коленчатый вал	3	2	6
Разгильзовка	39	1	39
ИТОГО	919 (15,32 час.)		1125 (18,75 чел-час.)

Таблица 2.5 – Операции по участковому ремонту узлов КТА-50

Название операции	Время выполнения, час.	Количество участвующих в выполнении рабочих, чел.	Трудоемкость выполнения, чел-час.
ТКР	6	1	6
Гидромуфта	18	1	18
Ремонт ГБЦ	48	1	48
Полировка распределительных валов и коленчатого вала	5	1	5
ИТОГО	77		77

Таблица 2.6 – Операции по сборке двигателя КТА-50

Название операции сборки	Время выполнения, мин	Количество участвующих в выполнении рабочих, чел.	Трудоемкость выполнения, чел-мин.
Заглушки масляных каналов	10	1	10
Масляные охладители	7	1	7
Крышки масляных охладителей	15	1	15
Переворачиваем мотор	5	1	5
Снятие коренных крышек	20	1	20
Подшипники скольжения	5	1	5
Коленчатый вал	15	1	15
Коренные крышки	25	1	25
Полукольца	6	1	6

Название операции сборки	Время выполнения, мин	Количество участвующих в выполнении рабочих, чел.	Трудоемкость выполнения, чел-мин.
Крышка корпуса под полукольца	20	1	20
Замер осевого зазора	5	1	5
Передняя и задняя шестерни коленчатого вала	25	1	25
Переворачиваем блок	5	1	5
Гильзы	45	1	45
Промерка гильз	15	1	15
Замер выступа гильзы	7	1	7
Переворот ДВС на бок	2	1	2
Поршневая группа	120	1	120
Масляные форсунки	20	1	20
Противовесы	13	2	26
Кожух маховика	25	1	25
Маховик	3	2	6
Задняя крышка распределительных шестерен	15	1	15
Распределительные валы	15	1	15
Распределительные шестерни	18	1	18
Передняя крышка распределительных шестерен	19	1	19
Сальники коленчатого вала	13	2	26
Повторители распределительного вала	28	1	28
Привод помпы	9	1	9
Привод кондиционера, топливного насоса	11	1	11
Крышки распределительного вала	6	1	6
Крышки повторителей распределительного вала	43	1	43
Проводка	35	1	35
Натяжной ролик	15	1	15
Блок термостата	10	2	20
Гидромуфта	10	1	10
Шланги гидромуфты	20	1	20
Передняя опора	3	1	3
Демпфер	34	1	34
Шкив вентилятора	7	1	7
Тяга натяжителя	15	1	15
Ремень вентилятора	6	1	6
Прокладки под головки	10	1	10
ГБЦ	137	2	274
Корпус коромысел	71	1	71
Выхлопные коллекторы	155	1	155
ТКР	40	1	40
Масляные, топливные рейки	50	1	50
Форсунки	40	1	40
Трубка смазки форсунок	20	1	20
Штанги	23	1	23
Крейцкопф	15	1	15
Коромысла	46	1	46
Регулировка клапанов	94	2	188

Название операции сборки	Время выполнения, мин	Количество участвующих в выполнении рабочих, чел.	Трудоемкость выполнения, чел-мин.
Крышка коромысел	35	1	35
Вторичные охладители	110	1	110
Трубы охлаждения вторичного охладителя	40	1	40
Компрессор	45	2	90
Топливный насос	34	1	34
РВД	480	1	480
Масляный насос	83	1	83
Маслоприемник			
Редукционный клапан			
Поддон	65	1	65
Перемещение на обкаточно-тормозной стенд	10	1	10
Фильтры	60	1	60
Антифриз	30	1	30
Заливка масла	40	1	40
Заливка топлива	10	1	10
Обкатка ДВС	960	1	960
Покраска ДВС	20	1	20
Установка температурных пломб	5	1	5
Упаковка	60	1	60
ИТОГО	3533 (58,88 час.)		3848 (64,13 чел-час.)

2.3 Разработка операционно-постовых карт проведения работ по капитальному ремонту двигателей внутреннего сгорания

В таблицах 2.7 – 2.12 представлены варианты операционно-постовых карт по укрупненным технологическим блокам операций для двигателя QSK-60.

Таблица 2.7 – Операционная – постовая карта капитального ремонта двигателя QSK-60 (разборка)

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Разборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
№	Содержание перехода	Технологический режим		Приспособление, инструмент	Технологическое оборудование
		Условия	Время, мин.		
1.	Демонтаж сапунов	–	20	Ключи, гайковерт	–
2.	Демонтаж ЭБУ	-	5	Ключи, гайковерт	–
3.	Демонтаж трубок подачи и слива охлаждающей жидкости на компрессор	-	10	Ключи, гайковерт	–
4.	Демонтаж топливных фильтров	-	16	–	–
5.	Демонтаж шкива генератора	-	5	Съемник	–
6.	Демонтаж вспомогательного шкива	-	5	Съемник	–
7.	Демонтаж натяжного ролика ремня	-	15	–	–
8.	Демонтаж шкива ремня двигателя	-	10	–	–
9.	Демонтаж гидромуфты	-	55	Стропы	Кран-балка
10.	Демонтаж ступицы гидромуфты	-	16	–	–
11.	Демонтаж кронштейна крепления натяжного ролика	-	7	–	–
12.	Демонтаж масляных рукавов высокого давления	-	40	–	–
13.	Демонтаж водяного насоса малого круга	-	5	Стропы	Кран-балка
14.	Демонтаж демпферов	-	60	Стропы	Кран-балка
15.	Демонтаж лобового сальника	-	10	–	–
16.	Снятие с подставки	-	7	Стропы	Кран-балка

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Разборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
№	Содержание перехода	Технологический режим		Приспособление, инструмент	Технологическое оборудование
		Условия	Время, мин.		
17.	Демонтаж поддона	-	30	Стропы	Кран-балка
18.	Демонтаж масляного насоса	-	3	–	–
19.	Установка на бревна	-	2	Стропы	Кран-балка
20.	Демонтаж вторичных охладителей	-	44	Стропы	Кран-балка
21.	Демонтаж переднего опорного кронштейна	-	5	–	–
22.	Демонтаж рукавов подачи и слива тосола и масла к ТКР	-	20	–	–
23.	Демонтаж крышек коромысел	-	16	–	–
24.	Демонтаж коромысел	-	10	–	–
25.	Демонтаж крейцкопфов	-	5	–	–
26.	Демонтаж толкателей	-	6	–	–
27.	Демонтаж форсунок	-	25	–	–
28.	Демонтаж фланцев патрубка выпуска выхлопных газов	-	10	–	–
29.	Демонтаж ТКР	-	84	Стропы	Кран-балка
30.	Демонтаж труб охлаждения на вторичные охладители	-	20	–	–
31.	Демонтаж корпусов коромысел	-	6	–	–
32.	Чистка ДВС	-	7	–	–
33.	Демонтаж крышек повторителей распределительного вала	-	15	–	–
34.	Демонтаж повторителей распределительного вала	-	17	–	–
35.	Демонтаж топливных реек	-	30	–	–
36.	Демонтаж выхлопных коллекторов	-	89	Стропы	Кран-балка
37.	Демонтаж корпуса термостатов	-	10	–	–
38.	Демонтаж топливного насоса	-	7	–	–
39.	Демонтаж компрессора	-	7	Стропы	Кран-балка
40.	Демонтаж водяной помпы	-	20	Стропы	Кран-балка

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Разборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
№	Содержание перехода	Технологический режим		Приспособление, инструмент	Технологическое оборудование
		Условия	Время, мин.		
41.	Демонтаж привода водяной помпы	-	8	–	–
42.	Демонтаж привода компрессора	-	8	–	–
43.	Демонтаж передней крышки распределительных шестерен	-	4	Стропы	Кран-балка
44.	Демонтаж распределительных шестерен	-	7	–	–
45.	Демонтаж распределительных валов	-	7	Стропы	Кран-балка
46.	Демонтаж задней крышки распределительных шестерен	-	3	Стропы	Кран-балка
47.	Демонтаж маховика	-	9	Стропы	Кран-балка
48.	Демонтаж картера маховика	-	15	Гайковерт, стропы	Кран-балка
49.	Демонтаж ГБЦ	-	57	–	–
50.	Демонтаж топливных распределителей	-	15	–	–
51.	Демонтаж элюминейтера	-	16	Стропы	Кран-балка
52.	Демонтаж боковых лючков	-	2	Гайковерт	–
53.	Демонтаж крышек масляных охладителей	-	13	Гайковерт	–
54.	Демонтаж масляных охладителей	-	8	–	–
55.	Установка на кантователь	-	10	–	Кран-балка
56.	Прикручивание болтов для прокрутки коленчатого вала	-	2	–	–
57.	Демонтаж противовесов коленчатого вала	-	9	Гайковерт	–
58.	Маркировка поршней	-	3	–	–
59.	Демонтаж распылителей охлаждения поршня	-	26	–	–
60.	Переворот ДВС	-	6	Стропы	Кран-балка
61.	Демонтаж прокладок под ГБЦ	-	4	–	–
62.	Очистка плоскости блока	-	15	Дрель, круг шлифовальный	–
63.	Замер выступа гильзы	0,15 – 0,20 мм	14	Глубиномер	–
64.	Переворот ДВС	-	5	Стропы	Кран-балка

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Разборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
№	Содержание перехода	Технологический режим		Приспособление, инструмент	Технологическое оборудование
		Условия	Время, мин.		
65.	Демонтаж шатунных крышек	-	20	Гайковерт	
66.	Демонтаж гильза-поршень	-	38	–	Пресс
67.	Укомплектовывание поршней	-	4	–	–
68.	Подъем ДВС	-	4	Стропы	Кран-балка
69.	Демонтаж коренных крышек	Начинать с восьмого	20	Съемник крышки коренного подшипника	Кран-балка
70.	Демонтаж коленчатого вала	-	7	Стропы	Кран-балка
71.	Снятие поршней с шатунов	-	21	Клещи	–
72.	Установка коренных крышек	-	12	Гайковерт	–

Таблица 2.8 – Операционная – постовая карта капитального ремонта двигателя QSK-60 (мойка)

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Мойка			Пост мойки ДВС		
№	Содержание перехода	Технологический режим		Приспособление, инструмент	Технологическое оборудование
		Условия	Время, ч.		
1	Мойка деталей ДВС	Использование ПАВ	8	–	Мойка высокого давления

Таблица 2.9 – Операционная – постовая карта капитального ремонта двигателя QSK-60 (дефектовка)

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»	
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60	
Наименование операции	Наименование поста
Дефектовка	Пост разборки-сборки ДВС

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Дефектовка			Пост разборки-сборки ДВС		
№	Содержание перехода	Технологический режим		Приспособление, инструмент	Технологическое оборудование
		Условия	Время, ч.		
1	Дефектовка (включая операции ниже)	Визуальный осмотр на предмет наличия трещин, сколов, изменения геометрических размеров	12	–	–
2	Дефектовка шатунов, коренных опор коленчатого вала	–	–	Нутромер	–
3	Дефектовка коленчатого вала	–	–	Микрометр	–
4	Дефектовка демпфера	Осмотр каждые 10000 мото-часов. Максимальный срок службы 24000 мото-часов. Максимальная толщина 65, 66 мм	–	–	–
5	Дефектовка коромысел	Наружный диаметр: 47,63 – 47,59 мм	–	Микрометр	–
6	Дефектовка втулок коромысел	Внутренний диаметр: 47,73 – 47,66 мм	–	Нутромер	–
7	Дефектовка повторителей	Боковой зазор ролика: 0,23 – 0,61 мм. Зазор между роликом и пальцем: 0,076 – 0,114 мм	–	Калибры	–
8	Дефектовка вспомогательного привода	Осевой зазор: 0,125 – 0,265 мм	–	Калибры	–

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Дефектовка			Пост разборки-сборки ДВС		
9	Дефектовка привода гидравлического насоса	Осовой зазор: 0,125 – 0,265 мм	–	Калибры	–
10	Дефектовка привода водяного насоса	Осовой зазор: 0,07 – 0,19 мм	–	Калибры	–

Таблица 2.10 – Операционная – постовая карта капитального ремонта двигателя QSK-60 (ремонт узлов)

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Ремонт ТКР и гидромурфты			Пост ремонта ТКР и гидромурфты		
№	Содержание перехода	Технологический режим		Приспособление, инструмент	Технологическое оборудование
		Условия	Время, ч.		
1	ТКР	–	6	–	–
2	Гидромурфта	–	18	–	Пресс

Таблица 2.11 – Операционная – постовая карта капитального ремонта двигателя QSK-60 (ремонт ГБЦ)

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Ремонт ГБЦ			Пост ремонта ГБЦ		
№	Содержание перехода	Технологический режим		Приспособление, инструмент	Технологическое оборудование
		Условия	Время, дни		
1	Ремонт ГБЦ	–	4	Дрель	Ультразвуковая ванна, тестер клапанных пружин, стенд для проверки

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»				
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60				
Наименование операции			Наименование поста	
Ремонт ГБЦ			Пост ремонта ГБЦ	
				герметичности, стенд для замены направляющих втулок

Таблица 2.12 – Операционная – постовая карта капитального ремонта двигателя QSK-60 (сборка)

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Сборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
№	Содержание перехода	Технологический режим		Приспособление, инструмент	Технологическое оборудование
		Условия	Время, мин.		
1.	Установка шпонки коленчатого вала	-	5	-	-
2.	Установка шестерни коленчатого вала	-	17	Печь	-
3.	Демонтаж коренных крышек	-	18	Гайковерт	-
4.	Очистка постели коленчатого вала и коренных крышек	-	19	Скотч брайт, растворитель	-
5.	Чистка коренных подшипников скольжения	-	7	Скотч брайт, растворитель	-
6.	Установка коренных подшипников скольжения на постель коленчатого вала	Моторное масло	2	-	-
7.	Демонтаж противовесов	-	8	Гайковерт	-
8.	Установка коренных подшипников скольжения на коренные крышки	Моторное масло	6	-	-
9.	Установка полуколец	Моторное масло	2	-	-
10.	Установка коленчатого вала	Моторное масло, осевой зазор: 0,13 – 0,52 мм	20	-	Кран-балка
11.	Установка коренных крышек	Моторное масло, моменты затяж-	23	Динамометрический ключ, гайковерт, удлинитель	-

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Сборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
		ки: 195 Нм, 420 Нм, ослабление, 200 Нм, 420 Нм, доворот на 90 градусов. Боковые болты 390 Нм.			
12.	Сборка поршневой группы	-	360	Съемник для поршневых колец, инструмент для сжатия поршневых колец	–
13.	Установка картера маховика	Момент затяжки: 200 Нм, 380 Нм, 685 Нм	25	Динамометрический ключ, стропы	Кран-балка
14.	Установка коренного сальника	-	5	Инструмент для установки сальников	–
15.	Установка маховика	-	20	Динамометрический ключ, стропы	Кран-балка
16.	Установка задней крышки распределительных шестерен	Герметик	13	Гайковерт	Кран-балка
17.	Установка распределительных валов	Моторное масло, момент затяжки 45 Нм, осевой зазор 0,15 – 0,33 мм		Циферблатный индикатор	Кран-балка
18.	Установка распределительных шестерен	Момент затяжки 80 Нм, 165 Нм, 280 Нм	25	–	–
19.	Установка передней крышки распределительных шестерен	Герметик, моменты затяжки: болты М12 80	10	Динамометрический ключ	Кран-балка

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Сборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
		Нм, болты М16 195 Нм			
20.	Установка ДВС на кантователь	-	5	Стропы	Кран-балка
21.	Установка гильза-поршень	Момент затяжки шатунных крышек: 85 Нм, ослабление, 85 Нм, 140 Нм. Боковой зазор шатуна 0,30 – 0,51 мм	150	Инструмент для установки гильз цилиндра и держатель, гайковерт, динамометрический ключ, щуп для проверки бокового зазора	–
22.	Установка распылителей охлаждения поршня	Момент затяжки: Болт М12 80 Нм, болт М10 45 Нм	35	Динамометрический ключ	–
23.	Установка противовесов коленчатого вала	-	30	Гайковерт	–
24.	Установка масляных охладителей	Растительное масло -	15	–	–
25.	Установка прокладок под крышки масляных охладителей	Герметик	6	–	–
26.	Очистка крышек масляных охладителей от ржавчины	-	11	Дрель, шлифовальный круг	–
27.	Установка крышек масляных охладителей	Моменты затяжки: болты 45 Нм, контргайки 95 Нм	24	Динамометрический ключ	–
28.	Установка прокладок под ГБЦ	Герметик	2	–	–
29.	Установка ГБЦ	Момент затяжки: 70 Нм, 200 Нм, 300 Нм, доворот на 90 градусов	150	Гайковерт, динамометрический ключ	–
30.	Установка топливных распределителей	-	20	–	–

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Сборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
31.	Установка корпуса термостатов	-	15	-	-
32.	Установка выхлопных коллекторов	Момент затяжки 47 Нм	97	Динамометрический ключ	Кран-балка
33.	Установка повторителей распределительного вала	Моменты затяжки: 35 Нм, 140 Нм, 280 Нм	30	Динамометрический ключ	-
34.	Установка крышек повторителей распределительного вала	Момент затяжки 45 Нм	15	Динамометрический ключ	-
35.	Установка лобового сальника коленчатого вала	-	5	Инструмент для установки сальников	-
36.	Установка привода компрессора	Момент затяжки 45 Нм	7	Динамометрический ключ	-
37.	Установка привода помпы	Момент затяжки 45 Нм	7	Динамометрический ключ	-
38.	Установка переднего опорного кронштейна	Момент затяжки 205 Нм	2	Динамометрический ключ	Кран-балка
39.	Установка демпферов	Момент затяжки: 125 Нм, 165 Нм. Эксцентricность: макс 0,46 мм. Торцевое биение: макс 0,56 мм	30	Динамометрический ключ, циферблатный индикатор	Кран-балка
40.	Установка шкивов ремня двигателя	-	7	-	-
41.	Установка ступицы гидромufты	Момент затяжки 280 Нм	10	Динамометрический ключ, стропы.	Кран-балка
42.	Установка гидромufты	-	12	-	Кран-балка
43.	Установка опоры натяжного ролика	-	7	-	-
44.	Установка натяжного ролика ремня	Момент затяжки 200 Нм	6	Динамометрический ключ	-

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Сборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
45.	Установка водяного насоса малого круга	Момент затяжки 80 Нм	6	Динамометрический ключ	–
46.	Установка шкива генератора и вспомогательного	Момент затяжки 45 Нм	31	Динамометрический ключ	–
47.	Установка боковых лючков	-	15	–	–
48.	Установка корпусов коромысел	Момент затяжки 115 Нм	35	Динамометрический ключ	–
49.	Установка толкателей	-	4	–	–
50.	Установка крейцкопфов	-	11	–	–
51.	Установка форсунок	Момент затяжки 75 Нм. Выступа- ние форсунок 2,42 – 2,92 мм	20	Съемник форсунок или патрон 40 мм с удлинителем и рези- новую киянку, динамометри- ческий ключ. Глубиномер	–
52.	Установка коромысел	Момент затяжки 280 Нм	20	Динамометрический ключ	–
53.	Регулировка клапанов и форсунок	Зазоры клапанов первоначальная регулировка: Впускные макс 0,36 мм. Выпускные макс 0,81 мм. Повторная про- верка: Впускные мин 0, 28 мм, макс 0,43 мм Выпускные мин 0,74 мм, макс 0,89 мм. Момент затяжки:	130	Динамометрический ключ ци- ферблатного типа, набор шу- пов	–

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Сборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
		с адаптером 47,5 Нм, без адаптера 60 Нм. Регулировка форсунок: Затянуть регулировочный винт 28 Нм, отвернуть не менее, чем на один оборот, снова затянуть 19 Нм. Контргайка: с адаптером 47,5. Без адаптера 60 Нм			
54.	Установка крышек коромысел	Момент затяжки 45 Нм	23	Динамометрический ключ	–
55.	Установка топливных реек	-	33	–	–
56.	Установка ТКР	-	54	Стропы	Кран-балка
57.	Установка труб охлаждения на вторичные охладители	-	14	–	–
58.	Установка подачи и слива масла и охлаждающей жидкости на ТКР	Момент затяжки 45 Нм	43	Динамометрический ключ	
59.	Установка фланцы патрубка выпуска выхлопных газов	-	25	–	–
60.	Установка электропроводки	-	29	–	–
61.	Установка ЭБУ	-	13	–	–
62.	Установка элюминейтора	-	63	–	Кран-балка
63.	Установка помпы	Момент затяжки 80 Нм	15	Динамометрический ключ	Кран-балка

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Сборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
64.	Установка компрессора	Момент затяжки 45 Нм	16	Динамометрический ключ	Кран-балка
65.	Установка топливного насоса	Момент затяжки 45 Нм	7	Динамометрический ключ	Кран-балка
66.	Установка крепления топливного насоса	-	3	–	–
67.	Обвязка масляными рукавами	-	124	–	–
68.	Установка масляного насоса	Моменты затяжки: М12 80 Нм, М10 45 Нм	90	Динамометрический ключ	–
69.	Установка поддона	-	53	–	Кран-балка
70.	Установка ДВС на подставку	-	10	–	–
71.	Установка вторичных охладителей	Момент затяжки 45 Нм	115	Динамометрический ключ	Кран-балка
72.	Установка сапунов	-	25	–	–
73.	Установка корпуса топливных фильтров	-	3	–	–
74.	Установка топливных фильтров	-	3	Гаечный ключ фильтра	–
75.	Установка пневмостартера	-	2	Стропы	Кран-балка
76.	Залив масла	-	40	Насос	–
77.	Прокачка масла	-	3	–	–
78.	Долив масла	-	6	Насос	–
79.	Установка фильтров антифриза	-	2	Гаечный ключ фильтра	–
80.	Установка патрубков помпы для запуска ДВС	-	24	–	–
81.	Залив ДТ	-	5	–	–
82.	Установка заливных горловин	-	2	–	–
83.	Подготовка к заливу антифриза	-	18	–	–
84.	Залив	-	32	Стропы	Кран-балка
85.	Долив	-	2	–	–
86.	Установка клапана стартера	-	15	–	–
87.	Запуск ДВС, проверка всех систем	-	60	–	–
88.	Слив антифриза	-	20	–	–

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ QSK-60					
Наименование операции			Наименование поста		
Сборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
89.	Подготовка к покраске	-	10	-	-
90.	Покраска	-	60	-	-
91.	Установка температурных пломб	-	5	-	-
92.	Упаковка	-	30	-	-

В таблицах 2.13 – 2.19 представлены варианты операционно-постовых карт по укрупненным технологическим блокам операций для двигателя КТА-50.

Таблица 2.13 – Операционная – постовая карта капитального ремонта двигателя КТА-50 (разборка)

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ КТА-50					
Наименование операции			Наименование поста		
Разборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
№	Содержание перехода	Технологический режим		Приспособление, инструмент	Технологическое оборудование
		Условия	Время, мин.		
1.	Демонтаж масляных фильтров	-	3	-	-
2.	Демонтаж поддон	-	60	Стропы	Кран-балка
3.	Демонтаж маслоприемника	-		Стропы	Кран-балка
4.	Демонтаж редукционного клапана	-		Стропы	Кран-балка
5.	Демонтаж масляного насоса	-		Стропы	Кран-балка
6.	Перенос на пост разборки	-		Стропы	Кран-балка
7.	Демонтаж обвязки	-	90	-	-
8.	Демонтаж воздушных патрубков ТКР	-	10	-	-
9.	Демонтаж системы впрыска топлива	-	15	-	-
10.	Демонтаж сапунов	-	6	-	-
11.	Демонтаж трубопровода охлаждающей жидкости	-	30	-	-

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ КТА-50					
Наименование операции			Наименование поста		
Разборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
	вторичного охладителя				
12.	Демонтаж вторичного охладителя	–	30	Стропы	Кран-балка
13.	Демонтаж топливных, масляных реек	–	15	–	–
14.	Демонтаж корпуса масляных фильтров	–	5	–	–
15.	Демонтаж боковых лючков	–	20	–	–
16.	Демонтаж помпы	–	10	Стропы	Кран-балка
17.	Демонтаж топливного насоса	–	7	Стропы	Кран-балка
18.	Демонтаж компрессора	–	20	Стропы	Кран-балка
19.	Демонтаж шкивов привода компрессора и привода помпы	–	7	–	Съемник
20.	Демонтаж приводов компрессора и помпы	–	10	Стропы	Кран-балка
21.	Демонтаж ТКР	–	15	Стропы	Кран-балка
22.	Демонтаж выхлопных коллекторов	–	60	Стропы	Кран-балка
23.	Демонтаж крышек коромысел	–	28	–	–
24.	Демонтаж коромысел с осями	–	10	–	–
25.	Демонтаж масляных трубок форсунок	–	60	–	–
26.	Демонтаж форсунок	–	6	Съемник форсунок	–
27.	Демонтаж корпусов коромысел	–	4	–	–
28.	Демонтаж ГБЦ	–	60	–	–
29.	Демонтаж натяжного ролика гидромурфты	–	15	–	–
30.	Демонтаж гидромурфты	–	10	Стропы	Кран-балка
31.	Демонтаж блока термостатов	–	15	–	–
32.	Демонтаж демпфера	–	30	Стропы	Кран-балка
33.	Демонтаж передней крышки распределительных шестерен	–	40	Стропы	Кран-балка
34.	Демонтаж крышек обводных роликов	–	7	–	–
35.	Демонтаж обводных роликов	–	7	–	–
36.	Демонтаж распределительных валов	–	30	Стропы	Кран-балка
37.	Демонтаж распределительных шестерен	–		–	–
38.	Демонтаж задней крышки распределительных	–		Стропы	Кран-балка

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ КТА-50					
Наименование операции			Наименование поста		
Разборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
	шестерен				
39.	Демонтаж маховика	–	10	Стропы	Кран-балка
40.	Демонтаж картера маховика	–	11	Стропы	Кран-балка
41.	Демонтаж крышек масляных охладителей	–	15	–	–
42.	Демонтаж масляных охладителей	–		–	–
43.	Замер выступа гильзы	–	22	Глубиномер	–
44.	Переворот ДВС	–	5	Стропы	Кран-балка
45.	Демонтаж шатунных крышек	–	20	Гайковерт	–
46.	Демонтаж противовесов	–	8	Гайковерт	–
47.	Демонтаж поршней	–	24	–	–
48.	Демонтаж масляных форсунок	–	7	–	–
49.	Демонтаж коренных крышек	–	23	Гайковерт, съемник крышек коренных подшипников.	–
50.	Демонтаж коленчатого вала	–	3	Стропы	Кран-балка
51.	Разгильзовка	–	39	Универсальный съемник гильз	–

Таблица 2.14 – Операционная – постовая карта капитального ремонта двигателя КТА-50 (мойка)

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ КТА-50					
Наименование операции			Наименование поста		
Мойка			Пост мойки		
№	Содержание перехода	Технологический режим		Приспособление, инструмент	Технологическое оборудование
		Условия	Время, ч		
1	Мойка деталей ДВС	Использование ПАВ	8	–	Мойка высокого давления

Таблица 2.15 – Операционная – постовая карта капитального ремонта двигателя КТА-50 (дефектовка)

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ КТА-50					
Наименование операции			Наименование поста		
Дефектовка			Пост разборки-сборки ДВС		
№	Содержание перехода	Технологический режим		Приспособление, инструмент	Технологическое оборудование
		Условия	Время, ч		
1	Дефектовка (включая операции ниже)	Визуальный осмотр на предмет наличия трещин, сколов, изменения геометрических размеров	12	–	–
2	Дефектовка распределительного вала	Осевой зазор: 0,15 – 0,33 мм. Наружный диаметр шейки под втулку 76,07 – 76,12 мм. Отверстие в блоке под втулку: 80,963 – 80,988 мм. Толщина упорного подшипника: 9,14 – 9,45 мм	–	Микрометр, калибр, нутромер	–
	Дефектовка шатунов	Внутренний диаметр втулки шатуна: 60,985 – 61,024 мм. Внутренний диаметр отверстия в шатуне: 114,343 – 114,369 мм. Допустимый изгиб шатуна: втулка установлена 0,10 мм, втулка снята 0,20 мм. Допустимое скручивание шатуна: втулка установлена 0,25 мм, втулка снята 0,51	–	Нутромер, калибр	–

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ КТА-50					
Наименование операции			Наименование поста		
Дефектовка			Пост разборки-сборки ДВС		
		мм			
3	Дефектовка коленчатого вала	Наружный диаметр: участок 1 110,74 – 110,77 мм; участок 2 111,07 – 111,13 мм; участок 3 184,10 – 184,15 мм. Наружный диаметр шатунной шейки: 107,87 – 107,95 мм. Наружный диаметр корен- ной шейки: 165,05 – 165,10 мм. Упорный флаг 12,52 – 12,75 мм.	–	Микрометр	–
4	Дефектовка постели коренного под- шипника	Отверстие коренного под- шипника: 173,86 – 173,89 мм	–	Нутромер	–
5	Дефектовка демпфера	Максимальная толщина 65,38 мм.	–	Микрометр	
6	Дефектовка осей коромысел	Наружный диаметр: 34,823 – 34,862 мм	–	Микрометр	—
7	Дефектовка втулок коромысел	Внутренний диаметр: 34,887 – 34,991 мм	–	Нутромер	–
8	Дефектовка повторителей	Зазор ролика: 0,23 – 0,61 мм. Внутренний диаметр отвер- стия рычага: 22,225 – 22,276 мм. Наружный диаметр вала: 22,174 – 22,200 мм	–	Калибр	–
9	Дефектовка вспомогательного привода	Осевой зазор:	–	Калибр	–

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ КТА-50					
Наименование операции			Наименование поста		
Дефектовка			Пост разборки-сборки ДВС		
		0,05 – 0,30 мм			

Таблица 2.16 – Операционная – постовая карта капитального ремонта двигателя КТА-50 (ремонт узлов)

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ КТА-50					
Наименование операции			Наименование поста		
Ремонт ТКР и гидромуфты			Пост ремонта ТКР и гидромуфты		
№	Содержание перехода	Технологический режим		Приспособление, инструмент	Технологическое оборудование
		Условия	Время, ч.		
1	ТКР	–	6		
2	Гидромуфта	–	18	–	Пресс

Таблица 2.17 – Операционная – постовая карта капитального ремонта двигателя КТА-50 (ремонт ГБЦ)

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ КТА-50					
Наименование операции			Наименование поста		
Ремонт ГБЦ			Пост ремонта ГБЦ		
№	Содержание перехода	Технологический режим		Приспособление, инструмент	Технологическое оборудование
		Условия	Время, ч.		
1	Ремонт ГБЦ	–	48	Дрель	Ультразвуковая ванна, тестер клапанных пружин, стенд для проверки герметичности, стенд для замены направляющих втулок

Таблица 2.18 – Операционная – постовая карта капитального ремонта двигателя КТА-50 (ремонт валов)

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ КТА-50					
Наименование операции			Наименование поста		
Ремонт валов			Пост ремонта валов		
№	Содержание перехода	Технологический режим		Приспособление, инструмент	Технологическое оборудование
		Условия	Время, ч		
1	Полировка распределительных валов и коленчатого вала	–	5		Станок для полировки

Таблица 2.19 – Операционная – постовая карта капитального ремонта двигателя КТА-50 (сборка)

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ КТА-50					
Наименование операции			Наименование поста		
Сборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
№	Содержание перехода	Технологический режим		Приспособление, инструмент	Технологическое оборудование
		Условия	Время, мин		
1.	Установка заглушек масляных каналов	–	10	–	–
2.	Установка масляных охладителей	Растительное масло	7	–	–
3.	Установка крышек масляных охладителей	Момент затяжки 41 Нм	15	Динамометрический ключ	–
4.	Переворачиваем мотор	–	5	Стропы	Кран-балка
5.	Демонтаж коренных крышек	–	20	Гайковерт, динамометрический ключ	–
6.	Установка подшипников скольжения	Моторное масло	5	–	–
7.	Установка коленчатого вала	Моторное масло.	15	Стропы	Кран балка
8.	Установка коренных крышек	Моменты затяжки: 176 Нм, 285 Нм, 610 Нм, ослабить, 176 Нм, 285 Нм, 610 Нм. Боковые болты: 68 Нм, 217 Нм, 454 Нм.	25	Динамометрический ключ, удлинитель	–

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ КТА-50					
Наименование операции			Наименование поста		
Сборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
9.	Установка полуколец	–	6	–	–
10.	Установка крышки корпуса под полукольца	41 Нм	20	–	–
11.	Замер осевого зазора	мин 0,13 мм, макс 0,51 мм	5	Циферблатный индикатор	–
12.	Установка передней и задней шестерни коленчатого вала	–	25	Печь	–
13.	Переворачиваем блок	–	5	Стропы	Кран-балка
14.	Установка гильз	Герметик	45	Инструмент для монтажа гильз	–
15.	Промерка гильз	Внутренний диаметр: мин 158,737 мм, макс 158,775 мм.	15	Циферблатный индикаторный нутромер	–
16.	Замер выступа гильзы	Мин 0,13 мм, макс 0,18 мм.	7	Глубиномер	–
17.	Разворот двигателя на бок	–	2	Стропы	Кран-балка
18.	Установка поршневой группы	Моторное масло. Момент затяжки болтов шатуна: 108 Нм, 217 Нм, 325 Нм. Боковой зазор шатуна: мин 0,30 мм, макс 0,51 мм	120	Приспособление для сжатия поршневых колец. Динамометрический ключ	–
19.	Установка масляных форсунок	Момент затяжки: 23 Нм	20	–	–
20.	Установка противовесов	–	13	Гайковерт	–
21.	Установка кожуха маховика	Моменты затяжки: 90 Нм, 365 Нм	25	Динамометрический ключ	Кран-балка
22.	Установка маховика	Моменты затяжки: 150 Нм, 285 Нм, 515 Нм	3	Динамометрический ключ, стропы	Кран-балка
23.	Установка задней крышки распределительных шестерен	Момент затяжки 60 Нм	15	Динамометрический ключ	Кран-балка
24.	Установка распределительных валов	Моторное масло. Мо-	15	Динамометрический	Кран-балка

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ КТА-50					
Наименование операции			Наименование поста		
Сборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
		мент затяжки 45 Нм. Осевой зазор: 0,15 – 0,33 мм		ключ	
25.	Установка распределительных шестерен	Момент затяжки 250 Нм. Осевой зазор: 0,13 – 0,46 мм. Боковой зазор: 0,07 – 0,51 мм.	18	Динамометрический ключ	–
26.	Установка передней крышки распределительных шестерен	Момент затяжки 40 Нм	19	Динамометрический ключ	–
27.	Установка сальников коленчатого вала	–	13	Инструмент для установки сальников	–
28.	Установка повторителей распределительного вала	Моменты затяжки 39 – 42 Нм.	28	Динамометрический ключ	–
29.	Установка привода помпы	–	9	Набор инструмента для установки шива	–
30.	Установка привода кондиционера, привода топливного насоса	–	11	Набор инструмента для установки шива	–
31.	Установка крышек распределительного вала	Момент затяжки 40 Нм	6	Динамометрический ключ	
32.	Установка крышек повторителей распределительного вала	Момент затяжки 40 Нм.	43	Динамометрический ключ	—
33.	Установка проводки	–	35	–	–
34.	Установка натяжного ролика	–	15	–	–
35.	Установка блока термостата	–	10	–	–
36.	Установка гидромufты	Момент затяжки 285 Нм	10	Стропы	Кран-балка
37.	Установка шлангов гидромufты	–	20	–	–
38.	Установка передней опоры	–	3	Стропы	Кран-балка

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ КТА-50					
Наименование операции			Наименование поста		
Сборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
39.	Установка демпфера	Момент затяжки 210 Нм	34	Динамометрический ключ	Кран-балка
40.	Установка шкива вентилятора	Моменты затяжки: 220 Нм, 395 Нм, 555Нм	7	Динамометрический ключ	Кран-балка
41.	Установка тяги натяжителя	Момент затяжки 60 Нм	15	–	–
42.	Установка ремня вентилятора	–	6	–	–
43.	Установка прокладок под головки	–	10	–	–
44.	Установка ГБЦ	Моторное масло для болтов. Моменты затяжки: 65 Нм, 200 Нм, 340 Нм, 490 Нм, 555 Нм.	137	Динамометрический ключ	–
45.	Установка корпусов коромысел	Момент затяжки 90 Нм	71	Динамометрический ключ	–
46.	Установка выхлопных коллекторов	Момент затяжки 60 Нм	155	Динамометрический ключ	–
47.	Установка ТКР	Момент затяжки 40 Нм	40	Динамометрический ключ, стропы	Кран-балка
48.	Установка масляных, топливных реек	–	50	–	–
49.	Установка форсунок	Момент затяжки: 16,3 Нм. Выступание форсунки 2,29 – 2,79 мм	40	Торцевой ключ 27 мм для напрессовки. Глубиномер	–
50.	Установка трубок смазки форсунок	Момент затяжки 27 Нм	20	Динамометрический ключ	–
51.	Установка штанг	–	23	–	–
52.	Установка крейцкопфов	Момент затяжки 40 Нм	15	Динамометрический ключ	–
53.	Установка коромысел	Момент затяжки 88 Нм	46	Динамометрический ключ	–

АО «ЧЕРНОГОРСКИЙ РМЗ»					
ОПЕРАЦИОННАЯ – ПОСТОВАЯ КАРТА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ КТА-50					
Наименование операции			Наименование поста		
Сборка двигателя			Пост разборки-сборки ДВС		
54.	Регулировка клапанов	Первоначальная на-стройка: выпускной 0,69 мм, впускной 0,36 мм. Момент затяжки 0,68 Нм	94	Динамометрический ключ	–
55.	Установка крышек коромысел	Момент затяжки 41 Нм	35	Динамометрический ключ	–
56.	Установка вторичных охладителей	Момент затяжки 40 Нм	110	Стропы	–
57.	Установка труб охлаждения вторичного охладителя	–	40	–	–
58.	Установка компрессора	Момент затяжки 60 Нм	45	Динамометрический ключ, стропы	Кран-балка
59.	Установка топливного насоса	Момент затяжки 60 Нм	34		Кран-балка
60.	Установка РВД	–	480		
61.	Установка масляного насоса	Момент затяжки 95 Нм	83	Динамометрический ключ, стропы	Кран-балка
62.	Установка маслоприемника	–		–	Кран-балка
63.	Установка редукционного клапана	–		–	Кран-балка
64.	Установка поддона	Момент затяжки 60 Нм	65	Динамометрический ключ, стропы	Кран-балка
65.	Перенос на стенд	–	10	Стропы	Кран-балка
66.	Установка фильтров	–	60	–	–
67.	Залив антифриза	–	30	–	–
68.	Залив масла	–	40	Насос	–
69.	Залив топлива	–	10	–	–
70.	Обкатка ДВС	–	960	–	Обкаточный стенд
71.	Покраска ДВС	–	20	–	–
72.	Установка температурных пломб	–	5	–	–
73.	Упаковка	–	60	–	–

3 Оценка воздействия на окружающую среду

3.1 Мероприятия по охране окружающей среды

Эффективность работы предприятия по обеспечению собственной экологической безопасности в значительной степени зависит от работы персонала экологической службы, основными задачами которой являются следующие:

- контроль за соблюдением в подразделениях предприятия действующего экологического законодательства, инструкцией, стандартов и нормативов по охране окружающей среды;
- контроль правильности эксплуатации очистных сооружений; проверка соответствия технического состояния технологического оборудования требованиям природоохранного законодательства;
- контроль за соблюдением экологических стандартов и нормативов, за состоянием окружающей среды в районе расположения предприятия;
- разработка и внедрение мероприятий, направленных на выполнение требований экологического законодательства по соблюдению стандартов в области охраны окружающей среды;
- ведение учета показателей, характеризующих состояние окружающей среды; составление установленной отчетности.

3.2 Нанесение лакокрасочных покрытий

Валовый выброс аэрозоля краски, т/год

$$M_k = m \cdot f_1 \cdot \delta_k \cdot 10^{-7}$$

$$M_k = 200 \cdot 51 \cdot 30 \cdot 10^{-7} = 0,306$$

где m - количество израсходованной краски за год, $m=200$ кг

δ_k - доля краски, потерянной в виде аэрозоля при различных способах окраски, % (табл. 3.1);

f_1 - количество сухой части краски, в % (табл. 3.2).

Валовый выброс летучих компонентов в растворителе и краске, если окраска и сушка проводятся в одном помещении, рассчитывается по формуле:
т/год

$$M_p^i = (m_1 \cdot f_{rip} + m \cdot f_2 \cdot f_{rik} \cdot 10^{-2}) 10^{-5},$$

$$M_p^i = (30 \cdot 100 + 200 \cdot 49 \cdot 45 \cdot 10^{-2}) 10^{-5} = 0,0741$$

где m_1 - количество растворителей, израсходованных за год, кг;

f_2 - количество летучей части краски в % (табл. 3.2);

f_{rip} - количество различных летучих компонентов в растворителях, в % (табл. 3.2);

f_{rik} - количество различных летучих компонентов, входящих в состав краски (грунтовки, шпатлевки), в % (табл. 3.2).

Таблица 3.1 – Доля выделения загрязняющих веществ (%) при окраске и сушке различными способами

Способ окраски	Выделение вредных компонентов		
	доля краски (%), потерянной в виде аэрозоля (δ_k) при окраске	доля растворителя (%) выделяющегося при окраске (δ_p')	доля растворителя (%), выделяющегося при сушке (δ_p'')
1.Распыление: - пневматическое	30	25	75

Таблица 3.2 – Состав наиболее распространенных лакокрасочных материалов

Марки лакокрасочных материалов	Компоненты (летучая часть, f_p), входящие в состав лакокрасочных материалов, %													Доля летучей части, %	Доля сухой части, %, %
	Ацетон	Нефрас	Спирт	Небулативный	Бутил-лацетат	Ксилол	Уайт-спирит	Толуол	Этиловый Спирт	2-Этоксигэтанол	Этил-ацетат	Сольвент	Бутиловый		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Эмаль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
МЛ-197	-	39,22	41,42	8,42	-	2,01	-	-	8,93	-	-	-	-	49	51
Лаки	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
МЛ-92	-	-	10,0	-	40,00	40,00	-	-	-	-	-	10,0	-	47,5	52,5
Грунтовки	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ГФ-021	-	-	-	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	45	55
Растворители 646	7,0	-	15,0	10,0	-	-	50,00	10,00	8,0	-	-	-	-	100	-

3.3. Обкатка и испытание двигателей после ремонта

Участок по обкатке и испытанию двигателей оборудуется специальными стендами, на которые устанавливается двигатель для проведения этих работ. При работе двигателя выделяются токсичные вещества: оксид углерода - CO, оксиды азота - NO_x, углеводороды - CH, соединения серы - SO₂, сажа - C. Обкатка двигателей проводится как без нагрузки (холостой ход), так и под нагрузкой. На режиме холостого хода выброс загрязняющих веществ определяется в зависимости от рабочего объема испытываемого двигателя. При обкатке под нагрузкой выброс загрязняющих веществ зависит от средней мощности, развиваемой двигателем при обкатке.

Валовый выброс *i*-го загрязняющего вещества M_i ; определяется по формуле:

$$M_i = M_{ixx} + M_{ин}, \text{ т/год} \quad ,$$

где M_{ixx} - валовый выброс *i*-го загрязняющего вещества при обкатке на холостом ходу, т/год;

$M_{ин}$ - валовый выброс *i*-го загрязняющего вещества при обкатке под нагрузкой, т/год.

Валовый выброс *i*-го загрязняющего вещества при обкатке на холостом ходу определяется по формуле:

$$M_{ixx} = \sum_{n=1}^n P_{ixxn} \cdot t_{xxn} \cdot n_n \cdot 60 \cdot 10^{-6}, \quad \text{ т/год}$$

где P_{ixxn} - выброс *i*-го загрязняющего вещества при обкатке двигателя *n*-й модели на холостом ходу, г/с;

t_{xxn} - время обкатки двигателя *n*-й модели на холостом ходу, мин.;

n_n - количество обкатанных двигателей *n*-й модели в год.

$$P_{ixxn} = q_{ixxB} \cdot V_{hn} \quad \text{или} \quad P_{ixxD} = q_{ixxD} \cdot V_{hn}, \quad \text{ г/с}$$

где q_{ixxB} , q_{ixxD} - удельный выброс *i*-го загрязняющего вещества бензиновым и дизельным двигателем *n*-й модели на единицу рабочего объема, г/л с;

V_{hn} - рабочий объем двигателя *n*-й модели, л.

Валовый выброс i -го загрязняющего вещества при обкатке двигателя под нагрузкой определяется по формуле:

$$M_{iH} = \sum_{n=1}^S P_{inn} \cdot t_{ин} \cdot n_n \cdot 60 \cdot 10^{-6}, \quad m / год$$

где P_{inn} - выброс i -го загрязняющего вещества при обкатке двигателя n -й модели под нагрузкой, г/с;

$t_{ин}$ - время обкатки двигателя n -й модели под нагрузкой, мин.

$$P_{inn} = q_{инБ} \cdot N_{срн} \quad \text{или} \quad P_{inn} = q_{инД} \cdot N_{срн}, \quad г/с$$

где $q_{инБ}$, $q_{инД}$ - удельный выброс i -го загрязняющего вещества бензиновым или дизельным двигателем на единицу мощности, г/л.с. с;

$N_{срн}$ - средняя мощность, развиваемая при обкатке под нагрузкой двигателем n -й модели, л.с.

Значения $q_{iХХБ}$, $q_{iХХД}$, $q_{инБ}$, $q_{инД}$ приведены в табл. 3.3, V_{hn} , $t_{ин}$, $N_{срн}$ - взяты из технической документации.

Расчет выбросов загрязняющих веществ ведется отдельно для бензиновых и дизельных двигателей. Одноименные загрязняющие вещества суммируются.

Максимально разовый выброс загрязняющих веществ G_i , определяется только на нагрузочном режиме, т.к. при этом происходит наибольшее выделение загрязняющих веществ. Расчет производится по формуле:

$$G_i = q_{инБ} \cdot N_{срБ} \cdot A_B + q_{инД} \cdot N_{срД} \cdot A_D, \quad г/с$$

где $q_{инБ}$, $q_{инД}$ - удельный выброс i -го загрязняющего вещества бензиновым или дизельным двигателем на единицу мощности, г/л.с. -с;

$N_{срБ}$, $N_{срД}$ - средняя мощность, развиваемая при обкатке наиболее мощного бензинового и дизельного двигателя, л.с.

a_B , A_D - количество одновременно работающих испытательных стендов для обкатки бензиновых и дизельных двигателей.

Если на предприятии имеется только один стенд, на котором обкатывают бензиновые и дизельные двигатели, то в качестве максимально разовых выбро-

сов G_i принимаются значения для двигателей, имеющих наибольшие выбросы по i -му компоненту.

Если на предприятии проводится только холодная обкатка, то расчет выбросов загрязняющих веществ не проводится. Результаты расчетов представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.3 – Удельные выделения загрязняющих веществ при обкатке двигателей после ремонта на стендах (составлена по данным НАМИ)

Тип двигателя	Вид обкатки	Обозначение	Единицы измерения	Удельный выброс загрязняющих веществ				
				CO	NO _x	CH	SO ₂	сажа (C)
Дизельные	на холостом ходу	q_{ixxD}	г/л с	$4,5 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-3}$	$7,0 \times 10^{-4}$	$1,5 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-4}$
	под нагрузкой	q_{inD}	г/л.с. с	$1,6 \times 10^{-3}$	$3,5 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$1,7 \times 10^{-4}$	$2,3 \times 10^{-4}$

Таблица 3.4 – Результаты расчета выбросов после ремонта двигателей

Показатель	CO		CH		Nox		SO2		C	
	QSK-60	КТА-50	QSK-60	КТА-50	QSK-60	КТА-50	QSK-60	КТА-50	QSK-60	КТА-50
P_{ixxD} , г/с	0,27	0,23	0,042	0,035	0,09	0,075	0,009	0,0075	0,006	0,005
q_{ixxD} , г/л.с	0,0045		0,0007		0,0015		0,00015		0,0001	
q_{inD} , г/л.с с	0,0016		0,0005		0,0035		0,00017		0,00023	
P_{inD} , г/с		1,44		0,45		3,15		0,153		0,207
M_{inD} , т/год		1,3824		0,432		3,024		0,14688		0,19872
M_{ixxD} , т/год	0,01944	0,3024	0,003024	0,04704	0,00648	0,1008	0,000648	0,01008	0,000432	0,00672
M_i , т/год	0,01944	1,6848	0,003024	0,47904	0,00648	3,1248	0,000648	0,15696	0,000432	0,20544

3.4. Мойка деталей, узлов и агрегатов

Прежде чем приступать к ремонту агрегатов, узлов и деталей автомобилей, их необходимо очистить от загрязнений и коррозии.

Широкое распространение в процессах очистки получили синтетические моющие средства (СМС), основу которых составляют поверхностно активные

вещества (ПАВ) и щелочные соли (“Лабомид 101, 203”, Темп-100д и др.). При использовании СМС в качестве моющего раствора выделяется аэрозоль кальцинированной соды.

Удельные выделения загрязняющих веществ при мойке деталей и агрегатов приведены в табл. 3.5

Валовый выброс загрязняющего вещества при мойке определяется по формуле:

$$M_i^M = g_i \cdot F \cdot t \cdot n \cdot 3600 \cdot 10^{-6}, \quad m/год$$

$$M_i^M = 0,433 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 305 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 9,5$$

$$M_i^M = 0,0016 \cdot 15 \cdot 4 \cdot 305 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0,035$$

где g_i - удельный выброс загрязняющего вещества, г/с м² (табл.4.5);

F - площадь зеркала моечной ванны, м²;

t - время работы моечной установки в день, час;

n - число дней работы моечной установки в год.

Максимально разовый выброс определяется по формуле:

$$G_i^M = g_i \cdot F, \quad г/с$$

$$G_i^M = 0,433 \cdot 5 = 2,165$$

$$G_i^M = 0,0016 \cdot 15 = 0,008$$

Таблица 3.5 – Удельные выделения загрязняющих веществ при мойке деталей, узлов и агрегатов.

Вид выполняемых работ	Наименование применяемого вещества	Выделяемое загрязняющее вещество (на единицу площади зеркала ванны)	
		наименование	удельное количество (g_i), г/с м ²
Мойка и расконсервация деталей	Керосин	Керосин	0,433
Мойка деталей в растворах СМС, содержащих кальцинированную соду 40-50%	Лабомид 101 202 203 “Темп- 100Д”и др.	Натрия карбонат (кальцинированная сода)	0,0016

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе проведено исследование проведения капитального ремонта цеха ДВС ООО «Черногорский РМЗ». В результате работы были получены следующие результаты:

1. Проведен анализ технологического процесса проведения капитального ремонта двигателей типа КТА-50 и QSK-60, на основе которого разработан план проведения хронометражных наблюдений.

2. Проведены хронометражные наблюдения по выполнению всех операций капитального ремонта указанных типов двигателей. В результате определены нормы времени, количество исполнителей и нормы трудоемкости каждой операции. Общее время проведения капитального ремонта составило: для двигателя QSK-60 – 136,52 час., для КТА-50 – 151,2 час. Общая трудоемкость составила: для двигателя QSK-60 – 146,45 чел-час., для КТА-50 – 1598,87 чел-час.

3. Разработаны операционно-постовые карты ремонта по укрупненным технологическим блокам операций с указанием условий, времени, оборудования и инструмента.

CONCLUSION

The present graduation thesis considers the overhaul maintenance procedures conducted at «Chernogorsky Repair and Engineering Works (REW)», LLC. The following results have been obtained:

1. The analysis of the engine overhaul operational process considering KTA-50 and QSK60 ones has been conducted, and a stop-watch reading execution plan has been developed.

2. Stop-watch reading execution of the given engines overhaul have been carried out. Consequently, the time rate, the number of staff and the labor performance standard of each processing step have been determined. The total time overhaul has amounted to 136 hours and 52 minutes for QSK-60 engines, and 151 hours and 2 minutes for KTA-50 ones. The total labor performance has amounted to 146.45 man-hour rate for QSK-60 engines, and 1598.87 man-hour rate for KTA-50 ones.

3. Operational repair procedure sheet checklists have been developed considering the integrated technology operational clusters as well as conditions, time, equipment and tools.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Инструкция по капитальному ремонту двигателя. Двигатели серий К38 и К50. Том I и II. Бюллетень № 3810304-01. Cummins Engine Company, Inc. Copyright 1999.
2. Руководство по поиску и устранению неисправностей двигателей Камминз серии QSK45 и QSK60. Бюллетень № 4095240-00. Cummins Engine Company, Inc. Copyright 2002.
3. Нормы трудозатрат на капитальный ремонт ДВС типа QSK-60 АО «Черногорский РМЗ», Черногорск 2015.
4. Нормы трудозатрат на капитальный ремонт ДВС типа КТА-50 АО «Черногорский РМЗ», Черногорск 2015.
5. Олейников, А. В. Основы теории надежности : учеб. пособие / А.В. Олейников, В. А. Васильев, А. А. Суетова ; Сиб. Федер. ун-т; ХТИ – филиал СФУ. – Абакан : Ред.-изд. сектор ХТИ – филиала СФУ, 20154. – 144 с.
6. "Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта" (утв. Минавтотрансом РСФСР 20.09.1984).
7. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий. М.,1991, Донченко В.В., Манусаджянц Ж.Г., Самойлова Л.Г., Кунин Ю.И., Солнцева Г.Я. (НИИ-АТ), Рузский А.В., Кузнецов Ю.М. (МАДИ).

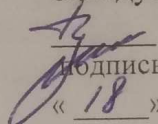
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт-
филиал федерального государственного автономного образовательного учреж-
дения высшего профессионального образования
«Сибирский федеральный университет»
институт

«Автомобильный транспорт и машиностроение»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

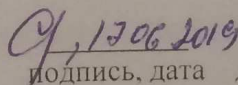
 А.Н. Борисенко
подпись инициалы, фамилия
« 18 » 06 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
код – наименование направления

«Разработка норм рабочего времени на капитальный ремонт двигателей внут-
реннего сгорания типа КТА-50 QSK-60 ООО «Черногорский РМЗ»
г.Черногорск»
тема

Руководитель

 17.06.2019

подпись, дата

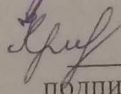
доцент кафедры АТиМ

должность, ученая степень

А.В. Олейников

инициалы, фамилия

Выпускник

 17.06.2019

подпись, дата

Р.С Кривоногов

инициалы, фамилия

Абакан 2019