

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Безопасность технологического процесса, профилактика и ремонт двигателя КАМАЗ 740

Обучающийся

О.В. БОЛЬШОВ

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.и.н, О. Г. Нурова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

Выпускная квалификационная работа на тему «Безопасность технологического процесса, профилактика и ремонт двигателей КамАЗ–740» выполнена на 84 страницах, содержит 6 рисунков, 10 таблиц и 31 источников литературы.

Ключевые слова: ремонт двигателя, восстановление шатуна, КамАЗ–740, технологический процесс, кривошипно–шатунный механизм, дефектация.

По окончании итоговой аттестационной работы было выбрано оборудование и инструмент для исследования технического процесса ревитализации шатуна двигателя КАМАЗ–740 с использованием технико–технологических и технико–экономических нормативов для оценки его эффективности. Была оценена эффективность мероприятий по обеспечению безопасности технологического процесса профилактики и ремонта двигателей КамАЗ-740 и разработаны рекомендации по улучшению этого процесса.

Содержание

Введение.....	5
1 Характеристика технологического процесса профилактики и ремонта двигателей автомобилей КамАЗ–740.....	7
1.1 Процесс работы двигателя КамАЗ–740.....	7
1.2 Технологический процесс работы шатуна двигателя и основные причины потери его работоспособности.....	13
2 Анализ обеспечения безопасности технологического процесса профилактики и ремонта двигателей автомобилей КамАЗ 740.....	20
2.1 Структурная схема разборки.....	20
2.2 Технологический процесс дефектации детали.....	21
3 Маршрутная карта профилактики и ремонта двигателей автомобилей КамАЗ–740.....	23
3.1 Маршруты восстановления деталей. Сочетание дефектов в маршрутах.....	23
3.2. Выбор рационального способа устранения основных дефектов шатуна двигателя КамАЗ–740.....	24
3.2.1 Назначение способов восстановления дефектов по технологическому критерию.....	24
3.2.2 Оценка назначенных способов устранения дефектов по техническому критерию.....	25
3.2.3 Оценка способов устранения дефектов по технико–экономическому критерию.....	26
4 Проектирование системы профилактических мероприятий по обеспечению безопасности ремонта двигателей.....	27
4.1 Организация процесса проектирования системы профилактических мероприятий.....	27
4.2 Карта технологического процесса восстановления детали.....	28
4.3 Оформление технологических документов.....	46

5 Охрана труда.....	48
5.1 Анализ потенциально возможных травмирующих и вредных воздействий.....	48
5.2 Обеспечение комфортных условий деятельности человека.....	50
5.3 Рациональная организация рабочего места по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей	55
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	59
7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях	60
8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	62
8.1 Расчет размера скидки (надбавки) к страховому тарифу по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.....	62
8.2 Санитарно-гигиеническая эффективность мероприятий по охране труда	68
8.3 Социальная эффективность мероприятий по охране труда	71
8.4 Экономическая эффективность мероприятий по охране труда	75
Заключение	80
Список используемых источников.....	82

Введение

Актуальной проблемой, требующей решения, является разработка и практическое применение технологии восстановления деталей. Одной из основных задач отечественного производства является изготовление машин и переработка сырья. Для успешного выполнения этих задач необходима подготовка специалистов сельскохозяйственного сектора, прежде всего, технических эксплуатантов машин, используемых в сельском хозяйстве.

Сохранение служебных двигателей в рабочем состоянии их эксплуатацией с требуемым качеством и капитальным ремонтом (КР) является важным условием продления их срока службы. Качество КР и технические процессы, в свою очередь, нередко зависят от состояния кузова.

Результаты анализа отказов двигателей КамАЗ-740 показывают, что 44,36% двигателей не подлежали ремонту из-за естественного износа деталей, 31,51% были починены, а остальные требовали капитального и текущего ремонта, которые часто были связаны с повреждениями кузова. Эксплуатация аварийных двигателей с нарушением правил эксплуатации была зарегистрирована в значительном количестве случаев (36 – 59%).

Ремонт деталей является технически и экономически целесообразным. С экономической точки зрения, ремонт деталей позволяет сократить эксплуатационные расходы за счет низкой стоимости новых запасных частей и снизить производственные затраты на технологические процессы. В случае практически всех деталей стоимость их ремонта составляет 60 – 70 процентов от стоимости новых деталей.

Одним из наиболее важных преимуществ ремонта является сокращение расхода металла. Объем металла, необходимый для восстановления детали, составляет от одной двадцатой до одной тридцатой части объема, требуемого для изготовления новой детали. Таким образом, снижение расхода металла является важным аспектом ремонта деталей.

В связи с этим, разработка и внедрение технологии восстановления деталей является актуальной задачей, требующей дальнейшей работы.

Исходя из вышесказанного, обозначена цель данной работы исследовать безопасность технологического процесса, профилактику и ремонт двигателя КамАЗ–740. Объект исследования – техническое устройство автомобиля КамАЗ–740.

Предмет исследования – технологический процесс ремонта двигателя КамАЗ–740.

Для достижения цели работы необходимо решить следующие задачи:

- рассмотрение блока характеристики, анализ его работы;
- разработка конструктивного решения для демонтажа сборочной единицы;
- совершенствование процесса обработки дефектных деталей;
- совершенствование процесса ремонта деталей.

Методы исследования: анализ литературных источников, технологических карт, чертежей по теме исследования, разработка технологической документации по теме исследования.

1 Характеристика технологического процесса профилактики и ремонта двигателей автомобилей КамАЗ–740

1.1 Процесс работы двигателя КамАЗ–740

Раскрытие акронима КамАЗ как «Камский автомобильный завод» является ключевым в изучении операций данной организации. В настоящее время эта аббревиатура все чаще употребляется при обсуждении деятельности, связанной с производством автомобилей. Камский автомобильный завод занимает важное место в отрасли и его деятельность является объектом интереса для исследователей. В ходе исследования процесса функционирования КамАЗ было установлено, что фирменное сокращение полностью и точно отображает сущность и цели компании. Изучение этих аспектов является неотъемлемой частью научных исследований в области автомобилестроения и позволяет лучше понять работу данного завода. [12].

Деятельность автомобильного завода включает производство разнообразных моделей автомобилей с дизельными двигателями и самих двигателей. Такая производственная деятельность завода началась в 1976 году. Основными видами продукции автозавода являются автобусы, тракторы и зерноуборочные машины, а также различные типы электростанций и малых тепловых электростанций, которые становятся особенно важными в малоэнергетических регионах. Данный завод активно развивает исследования и разработки в области энергетически эффективных смежных технологий, а также совершенствует свои производственные процессы для повышения качества и конкурентоспособности производимой продукции. Он также активно сотрудничает с другими предприятиями и организациями в области автомобильной и энергетической индустрии для обмена опытом и внедрения новых технологий. В результате такой масштабной и разнообразной деятельности автомобильный завод занимает стабильное

положение на рынке и является одним из ведущих производителей в своей отрасли.

В 2012 году группа завода "КамАЗ" занимала 16-е место в мировом рейтинге производителей тяжелых грузовых машин. Это достижение стало возможным благодаря историческому развитию данной группы.

В 1960-х годах возникла необходимость увеличить производство грузовых машин в связи с развитием экономической сферы. Это требовало увеличения грузоподъемности машин в диапазоне от восьми до двадцати тонн.

Ключевым фактором эффективности работы этих машин стал мощный дизельный двигатель. К сожалению, на тот момент производители не смогли удовлетворить растущий спрос, что привело к снижению популярности грузовых машин.

В 2010 году группа завода "КамАЗ" начала свою деятельность с производства дизельных деталей и двигателей. Это решение было обусловлено стремлением улучшить производительность и конкурентоспособность своих машин. В результате разработки и запуска новых моделей грузовых машин, завод "КамАЗ" смог занять достойное место в рейтинге мировых производителей. Его продукция стала востребована как внутри страны, так и за ее пределами.

В августе 1969 года было принято решение о строительстве комплексов, специализирующихся на производстве тяжелых автомобилей. Для обслуживания автомобильной промышленности и обеспечения годового объема производства были выбраны удобные местоположения заводов - в центре страны, рядом с судоходными реками Кама и Волга и железной дорогой.

В соответствии с этим решением, в августе 1969 года был выпущен приказ ЦК КПСС № 674 и распоряжение Совета Министров СССР о строительстве указанных заводов. Объем производства первого этапа проекта составлял 150 000 тяжелых автомобилей и 250 000 двигателей.

Для нового поколения грузовиков был разработан четырехтактный дизельный двигатель КАМАЗ-740 V8, объемом 10852 куб. см и мощностью 210 л.с. В конечном итоге, мощность данного двигателя была увеличена до 360 л.с. Этот двигатель представлен на рисунке 1 [17].

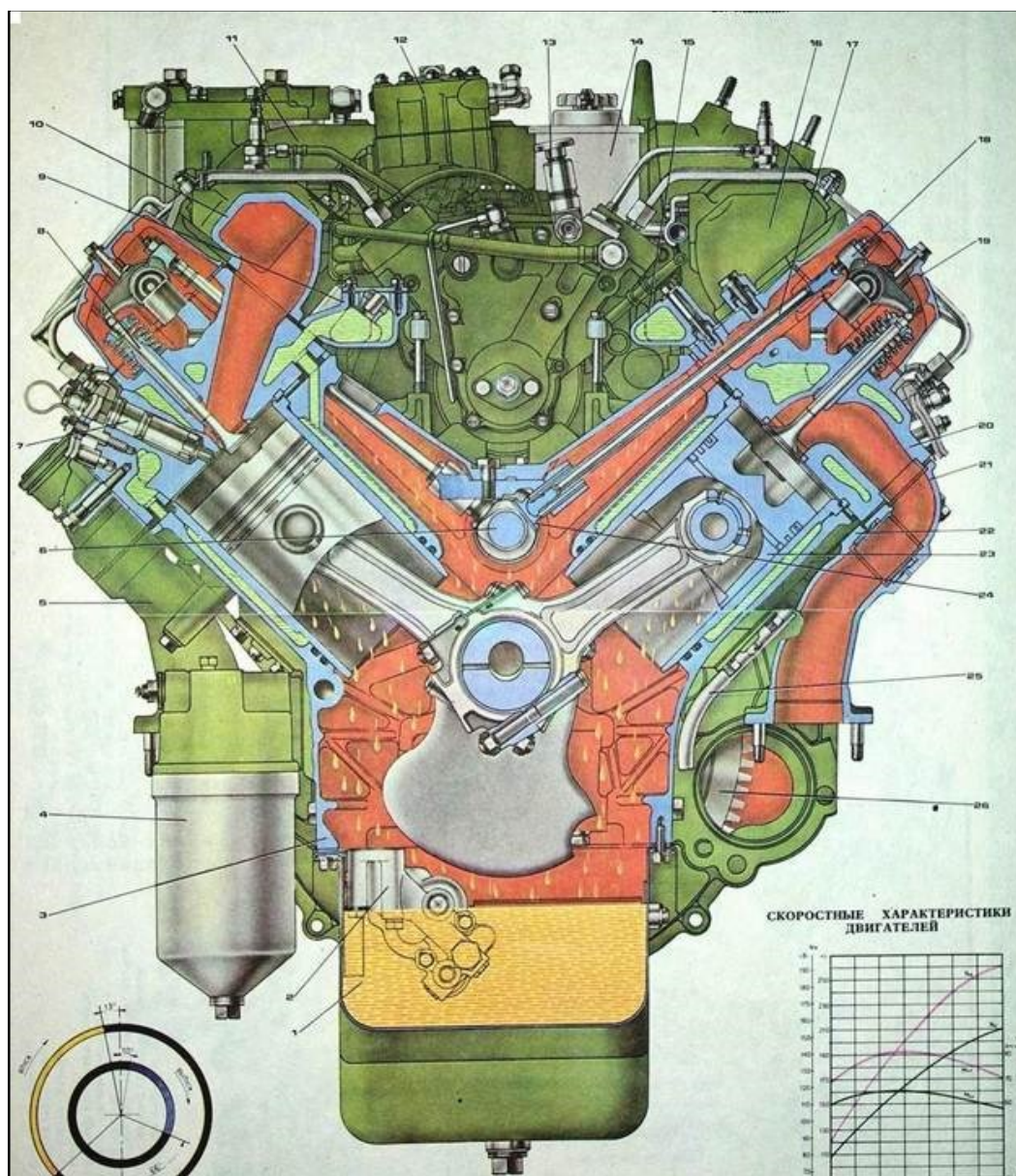


Рисунок 1 – Схема двигателя КамАЗ-740

Множество преимущественных факторов присутствует в схеме конструкции дизельного двигателя КамАЗ-740, который существенно усовершенствован по сравнению с дизельным двигателем ЯМЗ-238. Он

обладает высокой мощностью, скоростной подачей и экономичностью в работе. Цилиндры двигателя расположены под наклоном, с углом наклона 90°.

Кроме того, угол наклона между двумя цилиндрами может быть меньшим в объеме.

Таблица 1 содержит данные, описывающие характеристики двигателя.

Таблица 1 – Основная характеристика дизельных двигателей

Параметры	КамАЗ–740	ЯМЗ–238
Рабочий объем цилиндра, л	10,85	14,86
Степень сжатия		16.5
Номинальная мощность, кВт	154,4	176,5
Порядок работы цилиндров	1542–6378	1542–6378
Охлаждение	Жидкостное	Жидкостное
Габаритные размеры (длина, ширина, высота), мм	110X880X1093	1577X1008X1162

Анализируя структуру двигателя, мы замечаем, что в его компоновке присутствует купольное пространство, которое устанавливается между цилиндрами и находится непосредственно около распределительного вала.

Кроме того, здесь находится приводной клапан, насос под высоким давлением, служащий для гидроусилителя рулевого управления, и компрессор. Необходимо отметить, что здесь также имеется подвижный клапан, который размещается в выпускном отверстии автомобиля и выполняет функцию вывода выхлопных газов и выхода воздуха.

В машинной системе установка тормозов имеет важное значение для снижения нагрузки на тормозную систему и увеличения срока службы.

Интересно отметить, что модель дизельного двигателя КамАЗ–740 не является усовершенствованной по сравнению с более новыми моделями. В таблице 1 приведены характеристики двигателя для более наглядного сравнения. В настоящее время новая модель дизельного двигателя стала более усовершенствованной. Он обладает высокой скоростной подачей, сложными компонентами и системами, которые требуют эффективных

методов развития и обслуживания. Примечательно, что данная модель оснащена специальными технологическими схемами для ремонта и модернизации. На рисунке 2 показана техническая схема двигателя для маршрута пересечения.

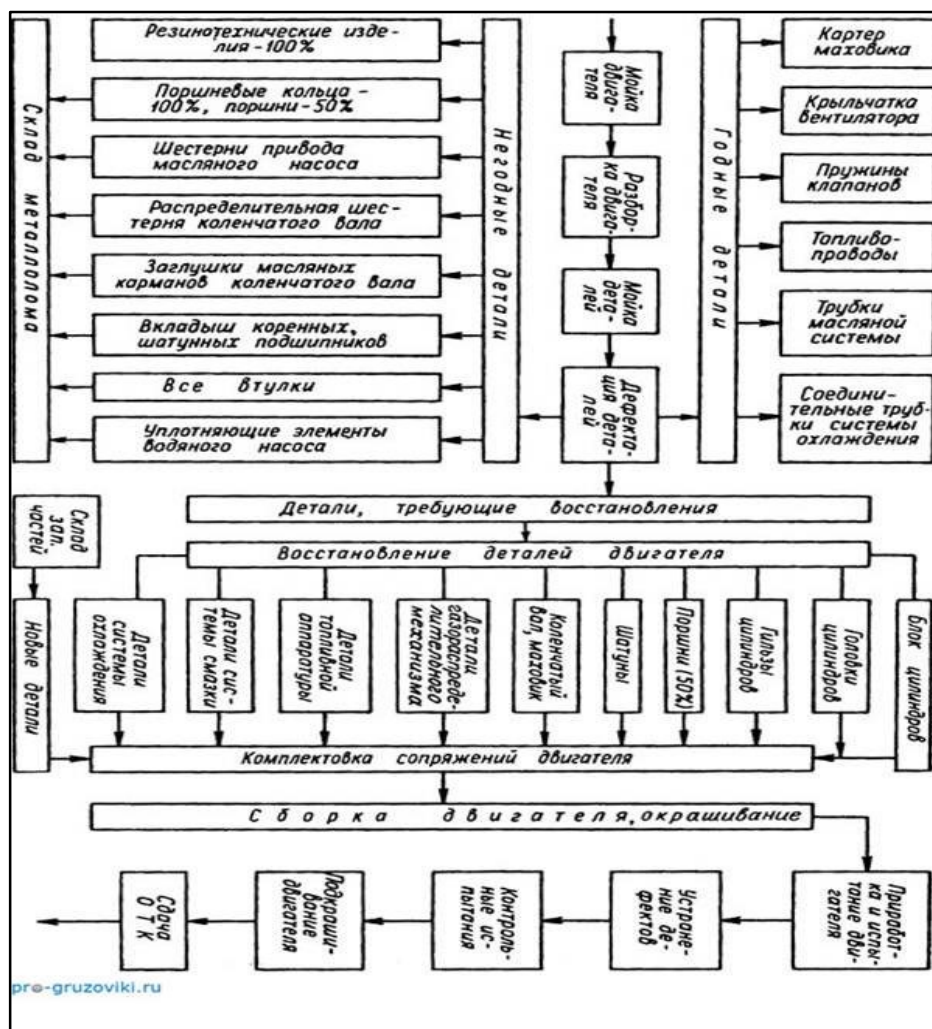


Рисунок 2 – Двигатель КамАЗ–740. Обзор всей системы техпроцесса

В рамках модернизации двигателя КамАЗ-740 осуществляется целый ряд технических операций. Сначала проводится детальное техническое обслуживание, включающее в себя проверку и регулировку всех основных узлов и механизмов. Далее приступают к капитальному ремонту, который включает в себя замену изношенных деталей и исправление выявленных дефектов. При необходимости осуществляется изготовление запасных

частей, которые могут быть утрачены или повреждены. Такой подход позволяет достичь оптимального состояния двигателя и обеспечить его долгую и стабильную работу. Необходимо отметить, что каждая стадия технического процесса модернизации выполняется с высокой степенью точности и ориентирована на обеспечение оптимальных показателей работы двигателя.

Устройство, размещенное на креплениях, находится на распределительной балке. В данной системе луч непрерывно окружен водным раствором. Синтетический очиститель, известный как КМЦ, находится в водном растворе и заполняет внутреннюю часть основания при помощи отверстий, расположенных на подвижной стенке. Это позволяет предотвратить возможные повреждения трещины при подъеме подвижного стола.

В процессе ремонта, основные компоненты, которые требуют восстановления, будут доставлены в механический цех с помощью специального курьера. Остальные детали, которые не требуют ремонта, могут быть использованы для осмотра и детализации, такие как суда на воздушной подушке, корпус корабля на воздушной подушке, пружины клапанов, топливопроводы и трубы паровой системы. После отказа машины, эти детали могут быть собраны и установлены для восстановления ее работы. Кроме того, соединительные патрубки масляной и охлаждающей систем также могут быть использованы для сборки и установки.

При передаче машины происходит выполнение нескольких шагов. Сначала необходимо снять все принадлежности с машины. Затем следует очистить машину от этих принадлежностей. После этого производится разборка машины на различные части. Каждая деталь тщательно очищается от загрязнений. Далее проводится сборка деталей вместе. После этого производится запуск машины для проверки ее работоспособности. Если возникает необходимость, производится ремонт ОТС (очередной технический осмотр).

1.2 Технологический процесс работы шатуна двигателя и основные причины потери его работоспособности

Соединение поршня с кривошипом коленчатого вала осуществляется шатуном, который передает усилие на кривошип вала во время рабочего хода и обеспечивает движение поршня от кривошипа в подготовительные такты.

Шатун, изготовленный из стали, имеет сложную структуру, состоящую из верхней неразъемной головки с впрессованной бронзовой втулкой, тела шатуна с двутавровым сечением и нижней разъемной головки с тонкостенными вкладышами. Крышка шатуна крепится к нему с помощью стальных болтов, а гайка шатуна шплинтуется для предотвращения самопроизвольного отвинчивания.

Шатуны двигателей КамАЗ имеют особенную конструкцию, отличающуюся от других марок двигателей. Их форма сечения – I-образная, а верхняя часть шатуна коническая. Для удобства монтажа конические втулки охлаждаются в жидком азоте и затем устанавливаются в верхнюю головку.

Важно отметить, что шатуны и крышки нижней головки нельзя разбирать, поэтому они маркируются заводом. Номера цилиндров выбиты на крышках и шатунах шатунов. Крышка шатуна крепится болтами к нижнему концу шатуна. Шатуны двигателей КамАЗ изготавливаются из штампованной стали, обеспечивая им надежность и прочность.

Трещины являются одной из основных причин общего отказа соединения шатуна. Они могут возникать из-за различных факторов, таких как неправильная установка или недостаток прочности материала. Другой распространенной причиной отказа являются сломанные шатуны и шатунные болты. Эти детали составляют значительную часть всех отказов и могут привести к серьезным повреждениям двигателя.

Втулки шатуна также могут стать причиной общего отказа соединения. С течением времени они подвержены износу и требуют замены. Замена

втулок шатуна является неотъемлемой частью ремонта и составляет 100% всех операций по восстановлению соединения.

Кроме того, повышенная изношенность конца шатуна может вызвать общий отказ соединения. Это может произойти из-за несоответствия между элементами соединения или из-за неправильной эксплуатации.

Восстановление конца шатуна является важной задачей при ремонте и требует детального и точного выполнения.

Таким образом, общий отказ соединения шатуна может быть вызван различными причинами, включая трещины, сломанные шатуны и шатунные болты, потертые втулки шатуна и повышенную изношенность конца шатуна. Ремонт и восстановление требуют систематического подхода и высокой точности.

Изображение 3 демонстрирует конкретную часть, обозначенную номером 740.1004045. Данная деталь изготовлена из различных материалов, а именно: сталь 40ХН2МА для шатуна и болта, а также бронза Бр.ОС10-10 для втулки. Для обеспечения необходимой прочности и долговечности, установлены следующие показатели твердости: шатун - в диапазоне НВ245-285, болт - HRC35-38 [13].

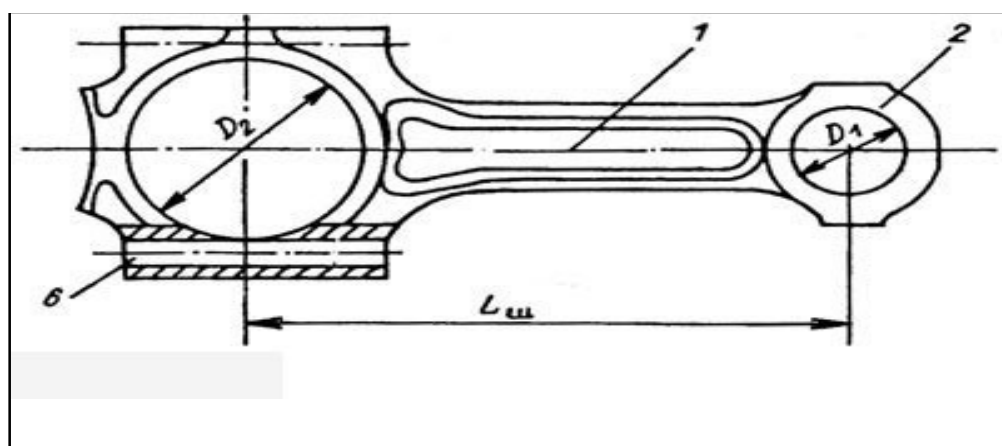


Рисунок 3 – Деталь № 740.1004045 [12]

В соответствии с задачей анализа технических условий, была представлена классификация данных условий и она представлена в таблице

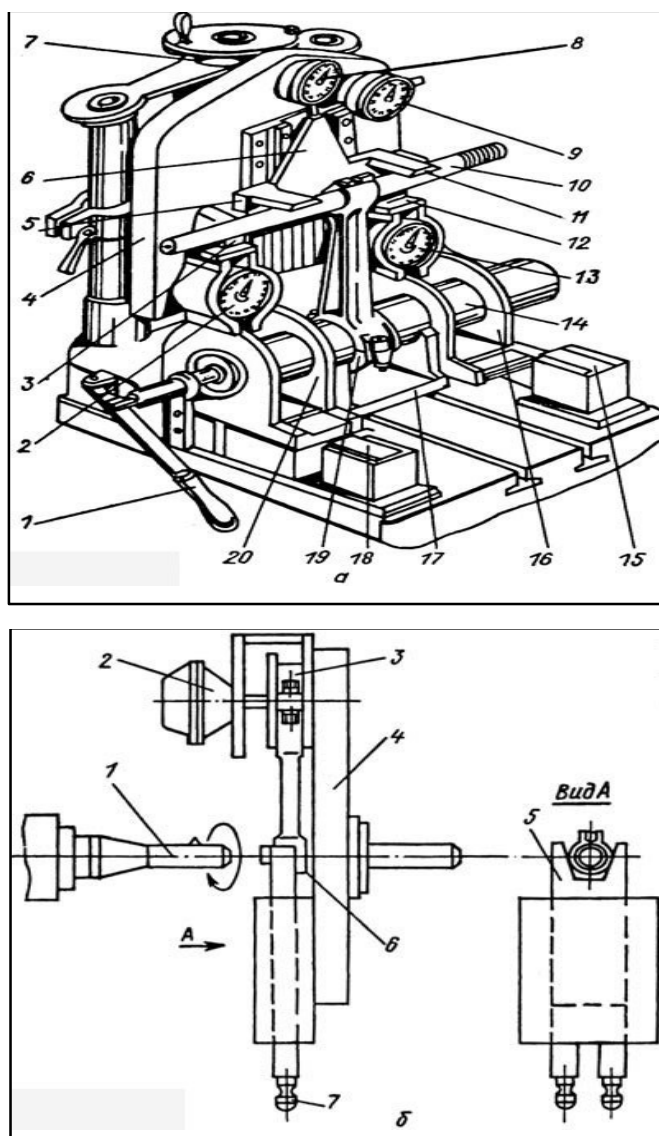
2.

Таблица 2 – Технические условия для контроля сварки и ремонта.

№	Дефекты	Способ установления дефекта	Размер, мм		Рекомендации
			по рабочему чертежу	допустимый без ремонта	
—	Трещины	Магнитный дефектоскоп	—	—	Браковать
1	Изгиб или скручивание шатуна на длине lш (225±0,03) мм	Приспособлен ие для проверки шатунов	Непараллельность осей А и Б не более 0,04 мм; отклонение осей в плоскости не более 0,08 мм		Править на приспособлени и для правки шатунов
2, 3	Деформация или износ отверстий в головках шатуна:	Пневмокалибр, нутромер 50– 100			Верхнюю втулку выпрессовать. Вместо нее запрессовать новую
	нижней D1		84,995 [^] 0,02	85,02	
	верхней D2		49 [^] +0,016	49,02	
4	Изменение расстояния между осями верхней и нижней головок lш	Калибр 224,90	225 [^] +–0,03	224,90	Нижнюю головку шатуна восстановить осталиванием
5	Износ торцов нижней головки шатуна	Скоба 33,20	33	33,20	Торцы нижней головки подвергаются осталиванию
6	Износ болтов и отверстия под болты	Скоба 12,22	12,2	—	Заменить болты
		Пробка 12,33	12,2 [^] –0,027	12,33	

Выполнение работ по восстановлению и реконструкции тяг является важным этапом в процессе поддержания работоспособности тягового оборудования. Одним из первостепенных условий для начала данных работ является наличие изгибов и перегибов в самой конструкции тяг. Это представляет собой необходимое требование для обеспечения эффективности процесса восстановления и реконструкции тяг, в рамках которого осуществляется возвращение изначальной формы и

функциональных характеристик указанных элементов.



1–рычаг извлечения; 13–сигнал определения и измерения вращения шатунов; 12–упор вала управления при измерении вращения шатунов 4–тарелка для смены калибров; 11–плоская опора; 7–устройство для перемещения и фиксации плиты в вертикальном положении; с помощью контрольного взрывателя в вертикальное положение; отметка 8 для измерения длины шатуна; 9–маркер для измерения изгиба шатуна; 10–рычаг управления; 18–контрольный предохранитель, управляющий вращением штока; 16, 20–опора с отверстиями для нижней части резцедержателя; 17–призматические приспособления для измерения ширины по нижнему концу соединительного стержня; 19–панель управления; б–подтверждение расстояния от соединительной планки до верхнего конца крепления. 4–призма на верхнем конце шатуна; 6–верхний конец шатуна.

Рисунок 4 – Сгибание и загибание тяги управления и сверление верхней обжимной втулки

Для проведения диагностики неисправности нижнего шатуна производится фиксация шатуна на специальном приспособлении с использованием жидкого электролита. Такой подход позволяет более точно определить причину неисправности и принять необходимые меры по ее устранению. Таким образом, при нарушении работы нижнего шатуна применяется методика диагностики, основанная на фиксации шатуна с помощью выдержки в жидком электролите на специальном приспособлении, что обеспечивает более точный анализ неисправности и последующее принятие соответствующих устранительных мер.

Для повышения надежности и эффективности работы механизма рулевых тяг, важно обратить внимание на состояние втулок, особенно на концах верхних рулевых тяг. При обнаружении неисправности или повреждения втулки необходимо осуществить ее замену. Для этого можно воспользоваться специальным инструментом, предназначенным для прессования новой зажимной втулки с точностью и надежностью. Одним из способов снять образцовую втулку на верхнем конце шатуна может быть использование бурового долота. Такие меры позволят устранить возможные неисправности и обеспечить бесперебойную и долговечную работу механизма.

В процессе сверления верхнего вала и нижнего подшипника шатуна применяется специальное двухшпиндельное сверло. Для этого необходимо произвести замену колеса между верхней и нижней осями шатунов. Диаметр этого колеса составляет $(225 \pm 0,03)$ мм, и выбор конкретного значения производится на основе данных, представленных в таблице 2.

Настоящее исследование знакомит читателя с основами и общей процедурой профилактики и ремонта двигателей автомобилей КамАЗ-740. В главе, посвященной данной теме, представлен обзор технологического процесса, а также рассмотрены его основные этапы. Значительное внимание уделено описанию необходимых инструментов, приспособлений и материалов, которые требуются для успешного проведения процедуры.

Точное и точное описание каждого из этих элементов позволяет обеспечить максимально эффективное выполнение профилактики и ремонта двигателей автомобиля КамАЗ-740. Важно отметить, что процесс профилактики и ремонта двигателей необходим для обеспечения надежной работы автомобиля, а также для предотвращения возможной поломки или деградации двигателя. Правильная реализация технологического процесса профилактики и ремонта является ключевым фактором для длительного срока службы автомобиля КамАЗ-740.

В процессе проведения профилактики и ремонта двигателей важным аспектом является диагностика и определение причин возникновения дефектов. В данном исследовании было уделено значительное внимание изучению и описанию методов проверки параметров двигателя, а также выявления основных признаков дефектов.

Для успешной диагностики двигателя необходимо провести проверку его параметров. Эти параметры могут оказать существенное влияние на работу двигателя и его состояние. В настоящем исследовании были представлены различные методы проверки параметров двигателя, которые позволяют определить его эффективность и выявить потенциальные проблемы и дефекты.

Однако, основная цель этих методов - выявление признаков дефектов. В процессе проведения профилактики и ремонта двигателей, важно иметь полное представление о возможных проблемах и дефектах, которые могут возникнуть. Это позволяет своевременно принять необходимые меры и предотвратить серьезные повреждения двигателя.

В данном исследовании были представлены основные признаки дефектов, которые могут быть выявлены в процессе проведения профилактики и ремонта двигателя. Эти признаки являются ключевыми для успешной диагностики и определения причин возникновения дефектов. Они помогают механикам и инженерам определить необходимые меры по устранению дефектов и предотвратить их повторное возникновение.

Таким образом, в данном исследовании было уделено значительное внимание вопросам диагностики двигателя и определению причин возникновения дефектов. Представленные методы проверки параметров двигателя, а также основные признаки дефектов, позволяют своевременно выявлять проблемы и предпринимать необходимые меры по их устранению. В результате, можно снизить риски серьезных повреждений и продлить срок службы двигателя.

В своем исследовании будет рассмотрена методика проведения профилактических и ремонтных работ на двигателях КамАЗ–740. Глава состоит из подробного описания технологического процесса, что позволяет четко представить последовательность основных этапов и необходимые инструменты для успешной реализации данной процедуры. Упомянутый подход к ремонту и обслуживанию двигателей КамАЗ–740 основан на передовых технологиях и методах. Впоследствии, понимание основных принципов и требуемых навыков в данной области позволит специалистам более комплексно подходить к проведению работы по профилактике и ремонту двигателей данного типа автомобилей.

2 Анализ обеспечения безопасности технологического процесса профилактики и ремонта двигателей автомобилей КамАЗ 740

2.1 Структурная схема разборки

Работа по разборке агрегатных станков должна строго соответствовать порядку, предусмотренному в соответствующей технической документации.

В институте ГОСНИТИ проведены исследования, результатом которых стали разработка технологических схем демонтажа для каждой марки станка и сборочной единицы деталей. Соответствующие схемы детально описывают последовательность выполнения операций, необходимое оборудование и инструменты, а также особые технические условия, которые должны соблюдаться при выполнении работ.

В данном исследовательском тексте будет проанализирована последовательность действий при разборке шатуна двигателя КАМАЗ-740.

Первым шагом необходимо расшплинтовать и отвернуть гайки шатунных болтов. Таким образом, освобождается доступ к следующему элементу для разборки.

Далее следует снять крышку нижней головки шатуна. Это позволит получить возможность вынуть шатунные вкладыши, которые являются важной частью шатуна и требуют отдельного рассмотрения.

Продолжая разборку, необходимо снять стопорные кольца и вынуть поршневой палец. Это действие освободит шатун от поршневого пальца и создаст пространство для следующего шага - выпрессовать втулку шатуна.

Выпрессовывание втулки шатуна завершает процесс разборки и позволяет достичь всецелого понимания проблемы и возможных неисправностей.

Таким образом, разборка шатуна двигателя КАМАЗ-740 производится последовательно, с учетом вышеперечисленных действий. Каждый шаг играет важную роль в процессе разборки и требует особого внимания. Важно

придерживаться данной последовательности для достижения наилучших результатов.

На странице 1 графической части выпускной квалификационной работы представлены чертеж и разборка узла шатуна и поршня. Этот узел является важной составляющей двигателя внутреннего сгорания. Шатун соединяет поршень с коленчатым валом и отвечает за передачу горизонтального движения поршня во вращательное движение коленчатого вала. Разборка узла шатуна и поршня является неотъемлемой частью процесса обслуживания и ремонта двигателя. В процессе разборки устанавливаются степень износа деталей и определяются необходимые меры по их восстановлению или замене.

Чертеж узла шатуна и поршня содержит точные размеры и конструктивные особенности деталей. Он является важным инструментом при проектировании и изготовлении данного узла. Вместе с разборкой, чертеж позволяет осуществить ремонт и восстановление узла шатуна и поршня в соответствии с требованиями производителя или стандартными нормативами.

Анализ чертежа и разборки узла шатуна и поршня позволяет получить подробное представление о геометрии и конструкции данного узла, а также выявить возможные дефекты или несоответствия. Это позволяет определить причины возникновения проблем и принять соответствующие меры для их устранения или предотвращения.

2.2 Технологический процесс дефектации детали

Требуется провести классификацию деталей на основе контроля, разделив их на две группы:

- годные;
- требующие восстановления.

Такое разделение деталей по уровню годности является нестабильным.

Анализ их распределения может предоставить информацию о благоприятных и неблагоприятных ситуациях в распределении деталей по группам. Также это позволит объективно оценить эффективность работы специалистов по дефектовке деталей. Полученная информация, представленная в отчете о дефектах, подвергается обработке с целью определения коэффициента частичного восстановления деталей.

В процессе установления требований к дефектным деталям автомобиля иностранные производители сталкиваются с неопределенностью и сомнениями относительно доступной информации. Чтобы избавиться от этой проблемы, производитель автомобиля или научно-исследовательский институт устанавливают технические требования к дефектным деталям.

Для устранения дефектов предлагаются различные методы, основанные на богатом опыте отечественных и международных компаний в области консервации. Также предлагаются рациональные варианты, которые помогут иностранным компаниям достичь желаемых результатов.

При изучении случаев поломки шатунов были выявлены следующие проблемы. Верхнее отверстие шатуна подвержено износу поверхностной средой и не должно превышать 48,04 мм. Овальная и конусная части шатуна также подвержены износу и не должны превышать $\pm 84,04$ мм. Также обнаружено появление вмятин и износ головки шатуна.

В отдельной главе «Анализ обеспечения безопасности технологического процесса профилактики и ремонта двигателей автомобилей КамАЗ 740» был проведен анализ процесса ремонта и профилактики двигателей автомобилей КамАЗ-740 с точки зрения обеспечения безопасности.

3 Маршрутная карта профилактики и ремонта двигателей автомобилей КамАЗ–740

3.1 Маршруты восстановления деталей. Сочетание дефектов в маршрутах

Проводятся исследования разных комбинаций и дефектов для анализа.

При этом учитываются следующие факторы:

- необходимо избегать большого числа неудачных сочетаний, чтобы сохранить естественное количество;
- маршруты должны быть не слишком разнообразными, чтобы укладываться в норму;
- если возникают неисправности в технологическом и соединительном обеспечении, имеются методы и способы их устранения;
- – ремонт разных деталей должен быть обоснованным и экономичным.

Если речь идет о кабельной технологии, где износ поверхностей может быть устранен разными способами, то износ одной поверхности рассматривается как несколько дефектов. Таблица 3 показывает распределение (комбинацию) дефектов вдоль пути.

Таблица 3 – Схема совмещения дефектов по шатуну двигателя КамАЗ–740

№ дефекта	Наименование дефекта	Номер маршрута	
		1	2
1	Установление основных поверхностей и отверстия в головке высокого шатуна	+	+
2	Износ, конусность поверхности нижнего конца шатуна	+	+
3	Сгибание шатуна	+	–
Примечание: «+» – данный дефект устраняется, «–» – данный дефект не устраняется			

В анализе каждого устранения и выявления его проблемных аспектов используются определенные методы, одновременно учитывающие

техническую и экономическую составляющие. Эти методы требуют вычислений и расчетов, с учетом строго определенных параметров, чтобы достичь оптимального результата в решении проблем.

3.2. Выбор рационального способа устранения основных дефектов шатуна двигателя КамАЗ–740

При анализе вопроса выбора оптимального метода устранения, следует обратить внимание на трех основных критерия:

- использование универсальной технологической дидактики, включающей в себя множество общепринятых процессов и методов;
- применение современной технической дидактики, учитывающей последние достижения и инновации в данной области;
- учет технической и экономической дидактики, которые позволят оценить эффективность и стоимость выбранного метода.

3.2.1 Назначение способов восстановления дефектов по технологическому критерию

При решении задач восстановления дефектов, специалисты применяют методы, основываясь на технических критериях, а также учитывая конкретные особенности узлов и конструкций. В соответствии с действующими стандартами, для устранения различных дефектов активно используются все возможные методы.

Однако стоит отметить, что в данной ситуации метод ремонтной очистки и закалки поверхности отверстия головки верхнего соединителя не является эффективным и не рекомендуется в текущих условиях.

3.2.2 Оценка назначенных способов устранения дефектов по техническому критерию

В настоящее время технический стандарт может быть рассмотрен в качестве основной и технической характеристики для порядка ремонта деталей, как указано в технической инструкции или стандарте. Эти характеристики являются эксплуатационными параметрами для деталей, требующих ремонта.

Оценка осуществляется по следующим основным показателям:

- показатель адгезии;
- показатель износостойкости;
- показатель сопротивления усталости;
- показатель микротвердости.

После оценки исключаются заранее определенные методы устранения дефектов, которые не соответствуют хотя бы одному из технических требований к ремонтируемым деталям. Для каждого выбранного метода была проведена комплексная оценка качества на основе значения коэффициента долговечности, который определяется согласно установленной формуле [10]:

$$K_d = K_{и} \cdot K_{в} \cdot K_{с} \cdot K_{п} , \quad (1)$$

где $K_{и}$, $K_{в}$, $K_{с}$ – соответственно, коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий;

$K_{п}$ – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации ($K_{п}=0,8 \dots 0,9$).

Обработка под ремонтный размер:

$$K_{и} = 0,95; K_{в} = 0,9; K_{с} = 1,0$$

$$K_d = 0,95 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,68$$

Гальваническое покрытие:

$$K_{и} = 0,95; K_{в} = 0,88; K_{с} = 0,7; K_d = 0,95 \cdot 0,88 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 0,47$$

3.2.3 Оценка способов устранения дефектов по технико-экономическому критерию

При решении данного вопроса, окончательное и разумное решение обуславливается выбором фундаментального дефекта, который определяется с учетом технико-экономических критериев и связывается с фундаментальными и экономическими показателями. Для достижения определенных коэффициентов необходимо представить точную формулу, отражающую экономическую эффективность:

$$K_T = \frac{C_B}{K_D}, \quad (2)$$

где C_B – удельная себестоимость способа устранения дефекта, руб/м²;

K_D – коэффициент долговечности детали.

Обработка под ремонтный размер:

$$C_B = 40 \text{ руб/м}^2;$$

$$K_T = \frac{40}{0,68} = 58,82 \text{ руб/м}^2.$$

Гальваническое покрытие:

$$C_B = 48 \text{ руб/м}^2;$$

$$K_T = \frac{48}{0,47} = 102,13 \text{ руб/м}^2.$$

Наименьшее значение является предпочтительным способом на данном этапе для устранения дефекта. Это решение приводит к окончательной обработке значения, что позволяет провести эффективную профилактику и ремонт двигателей автомобилей КамАЗ–740. Глава «Маршрутная карта профилактики и ремонта двигателей автомобилей КамАЗ–740» содержит подробный алгоритм действий, который необходимо выполнять при проведении такой профилактики и ремонта. Описаны основные работы, которые необходимо проводить на каждом этапе процесса.

4 Проектирование системы профилактических мероприятий по обеспечению безопасности ремонта двигателей

4.1 Организация процесса проектирования системы профилактических мероприятий

Перепроектирование процесса ремонта деталей предполагает оценку по нескольким критериям:

- анализ технологических характеристик различных критериев;
- учет технических требований к деталям, включая название, твердость, проведение термообработки;
- проверка качества и определение роли деталей в сборочном агрегате.

Определение критериев комбинаций и выявление дефектов являются важными этапами процесса. Необходимо провести анализ и разработать методы для устранения выявленных дефектов.

Также требуется проанализировать и найти способы устранения и определения отдельных дефектов. После этого следует выбрать основную и техническую основу для процесса, а также рассмотреть и подготовить технические и операционные действия.

Важным шагом является рассмотрение необходимых средств и устройств. Затем следует выбрать и рассчитать основные методы работы процесса, определить рабочий допуск и запас обработки, а также стандартизировать процессы. В процессе следует вести техническую документацию.

На рисунке 5 представлена полученная в результате проектирования технологическая схема. Она отображает последовательность операций и процессов, необходимых для восстановления шатуна. Используя эту схему на практике, можно оптимизировать производственный процесс и повысить его эффективность.

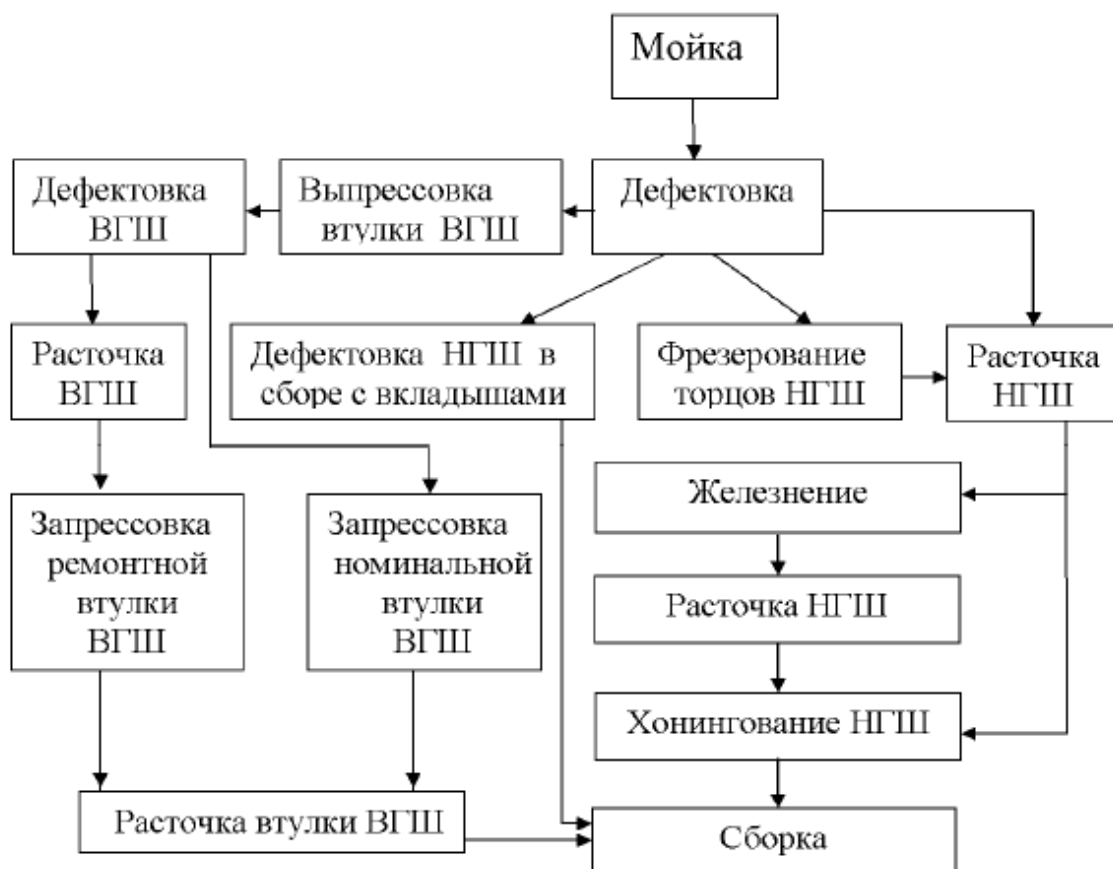


Рисунок 5 – Схема восстановления шатуна технического оснащения

Стабильность формы нижнего конца шатуна после ремонта обеспечивается предлагаемым способом его ремонта. Данный способ придает шатуну оптимальную форму, сохраняющуюся даже после процедуры восстановления.

4.2 Карта технологического процесса восстановления детали

В первую очередь при формировании комплекса мероприятий по каждому маршруту требуется определить самые ответственные поверхности и обнаружить имеющиеся недостатки, которые должны быть устранены. После этого планируется организация и определение последовательности технических мероприятий, направленных на устранение всех обнаруженных недостатков в пути восстановления двигателя Камаз-740. Работу шатуна в технологическом процессе восстановления двигателя можно представить в

виде таблицы, содержащей схему его работы.

Таблица 4 – Последовательность операций восстановления шатуна двигателя

№ операции	Наименование операции и их значение	Содержание операции и их значение
05	Очистная	Обработка детали для устранения загрязнения
10	Дефектовочная	Следовать технологическим документам и руководствам
15	Слесарная (деф.4)	Править шатун в приспособлении
20	Слесарная (деф.1,3)	Выпрессовать изношенную втулку, снять крышку
25	Сверлильная (деф.3)	Цековать поверхности под гайку
30	Слесарная (деф.2)	Собрать шатун с крышкой
35	Расточная (деф.2)	Расточить отверстие нижней головки
40	Гальваническая (деф.2)	Произвести железнение поверхности отверстия нижней головки
45	Хонинговальная (деф.2)	Хонинговать отверстие
50	Слесарная (деф.2)	Разобрать шатун
55	Фрезерная (деф.2)	Фрезеровать паз у крышки и шатуна
60	Слесарная (деф.2,3)	Зачистить острые кромки, собрать шатун с крышкой
65	Расточная (деф.1)	Расточить отверстие верхней головки до ремонтного размера
70	Слесарная (деф.1)	Запрессовать втулку
75	Расточная (деф.1)	Расточить отверстие во втулке
80	Сверлильная (деф.1)	Зенковать две фаски во втулке
85	Электроискровая обработка (деф.1)	Нанести антифрикционное покрытие на поверхность втулки
90	Сверлильная (деф.1)	Раскатать отверстие во втулке
95	Контрольная	Проверить качество восстановления детали согласно требованиям ремонтного чертежа

При анализе технических ресурсов, необходимо принимать во внимание их техническое обеспечение: наличие необходимого технического оборудования, наличие соответствующей оснастки и использование механических или автоматизированных производственных процессов. Эти факторы являются важными для успешной реализации технологических проектов. Без достаточного технического обеспечения процессы могут быть затруднены или непродуктивны [9].

Рассматривая технологическое оборудование и его значение, необходимо соблюдать некоторые условия:

- необходимость в формировании и требовательности в качественных поверхностях;
- соблюдение технических и документальных требований к оснащённости детали.
- соразмерность между крупным оборудованием и мелкими деталями.
- обеспечения более качественных методов для обработки поверхностей.

При анализе возможностей реализации технологических и технических процессов, а также требований к деталям, необходимо учесть выбранные критерии технологической оснастки. Эти средства технологического оснащения вносятся в карту технологического процесса восстановления (см. Приложение А).

Расчет режимов резания производится только для операций механической обработки детали и операции железнения.

Операция 25 включает использование станка вертикально-сверлильного 2Н135. Глубина резания составляет $t = 0,2$ мм, а подача - $S = 0,27$ мм/об [11].

«Скорость резания рассчитываем по формуле:

$$V = V_{\text{табл.}} \times k_1 \times k_2 \times k_3, \quad (3)$$

где $V_{\text{табл}}$ – табличное значение скорости, м/мин;

k_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

k_2 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента;

k_3 – коэффициент, зависящий от вида обработки.

Из соответствующих таблиц» [11]:

$$V_{\text{табл}} = 17 \text{ м/мин}; k_1 = 0,75, k_2 = 1,4, k_3 = 1,0.$$

$$V = 17 \times 0,75 \times 1,4 \times 1,0 = 17,85 \text{ м/мин}$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi d}, \quad (4)$$

где d – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

$$n = \frac{1000 \times 17,85}{3,14 \times 23} = 247 \text{ мин}^{-1}$$

Ближайшая частота из стандартного ряда $n_{\phi} = 250 \text{ мин}^{-1}$. Тогда фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi d n_{\phi}}{1000}, \quad (5)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \times 23 \times 250}{1000} = 18,1 \text{ м/мин}$$

Сила резания:

$$P = P_{\text{табл}} \cdot k_p, \quad (6)$$

где $P_{\text{табл}}$ – табличное значение силы резания, Н;

k_p – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$k_p = 1,1$.

$$P_{\text{табл}} = 150 \times S \times (d_1 - d_2), \quad (7)$$

где d_1, d_2 – наибольший и наименьший диаметры обрабатываемой поверхности.

$$P_{\text{табл}} = 150 \times 0,27 \times (23 - 12) = 445,5 \text{ Н}$$

$$P = 445,5 \times 1,1 = 490,1 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \times k_N \times V/100, \quad (8)$$

где $N_{\text{табл}}$ – мощность резания по таблице;

k_N – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала, $k_N = 1$;

V – скорость резания, м/мин.

$$N_{\text{табл}} = 4 \times S \times (d_1 - d_2) \quad (9)$$

$$N_{\text{табл}} = 4 \times 0,27 \times (23 - 12) = 11,88 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез}} = 11,88 \times 1,0 \times \frac{18,1}{100} = 2,15 \text{ кВт}$$

«При этом необходимо выполнение условия: $N_{\text{рез}} \leq 0,8N_{\text{см}}$

2,15 кВт < 3,2 кВт – условие выполняется.

Переход 3. Цековать поверхности под гайку крышки шатуна начисто.

Глубина резания $t = 0,2$ мм.

Подача $S = 0,27$ мм/об.

Скорость резания определяется по формуле (3), для которой по» [10] определим: $V_{\text{табл}} = 17$ м/мин; $k_1 = 0,75$; $k_2 = 1,4$; $k_3 = 1,0$.

$$V = 17 \times 0,75 \times 1,4 \times 1,0 = 17,85 \text{ м/мин}$$

Частота вращения определяется по формуле (4):

$$n = \frac{1000 \times 17,85}{3,14 \times 26} = 218,6 \text{ мин}^{-1}$$

Ближайшая частота из стандартного ряда $n_{\phi} = 215 \text{ мин}^{-1}$.

Фактическая скорость резания, формула (5):

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \times 26 \times 215}{1000} = 17,6 \text{ м/мин}$$

Сила резания, формулы (6) и (7):

$$P_{\text{табл}} = 150 \times 0,27 \times (26 - 12) = 567 \text{ Н}$$

$$P = 567 \times 1,1 = 623,7 \text{ Н}$$

Мощность резания, формулы (8) и (9):

$$N_{\text{табл}} = 4 \times 0,27 \times (26 - 12) = 15,12 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез}} = 15,12 \times 1,0 \times \frac{17,6}{100} = 2,66 \text{ кВт}$$

2,66 кВт < 3,2 кВт – условие выполняется.

Операция 35. Расточная.

Оборудование: станок алмазно–расточной 2Е78П.

Переход 2. Расточить отверстие нижней головки шатуна до $\varnothing 85,25^{+0,1}$ мм.

Глубина резания: $t = 0,125$ мм.

Из таблицы [11] выбираем подачу: $S = 0,05$ мм/об.

Рекомендуемая скорость резания: $V = 140$ м/мин (для стали 40Х), [5].

Частота вращения, формула (4):

$$n = \frac{1000 \times 140}{3,14 \times 85,25} = 523 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем $n_{\phi} = 500 \text{ мин}^{-1}$.

Фактическая скорость резания, формула (5):

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \times 85,25 \times 500}{1000} = 134 \text{ м/мин}$$

Сила резания, формула (7):

Из соответствующих таблиц [11] выбираем:

$P_{\text{зтабл}} = 7,5$ Н, $k_1 = 0,85$, $k_2 = 1,0$.

$$P_z = 7,5 \times 0,85 \times 1 = 6,4 \text{ Н}$$

Мощность резания, формула (9):

$$N_{z1} = 6,4 \times 140 / 1020 \times 60 = 0,015 \text{ кВт.}$$

$0,015 \text{ кВт} < 1,76 \text{ кВт}$ – условие выполняется.

Операция 40. Гальваническая.

Оборудование: ванна гальваническая.

Переход 2. Произвести железнение поверхности отверстия нижней головки шатуна до $\varnothing 84,95^{+0,03}$ мм на длине 33 мм.

Метод железнения: ванное.

Сила тока:

$$I = D_k \times F_k \text{ (А)}, \quad (10)$$

где D_k – катодная плотность тока, А/дм²;

F_k – площадь покрываемой поверхности дм²,

$$F_k = l \times h, \quad (11)$$

где l – длина осталиваемой поверхности; $l = 3,14$ дм;

$$D = 3,14 \times 0,85 = 2,67 \text{ дм};$$

h – длина отверстия; $h = 33 \text{ мм} = 0,33 \text{ дм}$.

$$F_k = 2,67 \times 0,33 = 0,88 \text{ дм}^2$$

Тогда:

$$I = 0,88 \times 20 = 17,6 \text{ А}.$$

Операция 45. Хонинговальная.

Оборудование: станок хонинговальный 3Г833.

Переход 2. Хонинговать отверстие нижней головки шатуна до $\varnothing 85^{+0,021}$ мм.

По выбранной окружной скорости определяем количество оборотов хонинговальной головки (n_x):

$$n_x = 1000 \times V_{вр} / \pi D_p, \quad (12)$$

где D_p – диаметр обрабатываемого отверстия.

$$n_x = 1000 \times 40 / 3,14 \times 85 = 150 \text{ мин}^{-1}.$$

По паспорту станка принимаем $n_\phi = 155 \text{ мин}^{-1}$:

$$V_\phi = 3,14 \times 85 \times 155 / 1000 = 41,7 \text{ м/мин}.$$

Длина хода доводочной головки (L_x) рассчитывается по формуле:

$$L_x = l_1 + 2l_2 - l_6, \quad (13)$$

где l_1 – длина обрабатываемого отверстия, мм;

l_2 – перебеги бруска; $l_2 = 67 \text{ мм}$;

l_6 – длина бруска; $l_6 = 100 \text{ мм}$.

$$L_x = 33 + 2 \times 67 - 100 = 67 \text{ мм}.$$

Число двойных ходов ($n_{дв.х}$) определяется по формуле:

$$n_{дв.х} = V_{вп} \times 1000 / 2 \times L_x, \quad (14)$$

$$n_{дв.х} = 5 \times 1000 / 2 \times 67 = 37.$$

Операция 55. Фрезерная.

«Оборудование: Станок горизонтально–фрезерный 6М82.

Переход 2. Фрезеровать паз у крышки.

Глубина резания: $t = 2,5$ мм.

Ширина фрезерования: $B = 6$ мм.

Подача на зуб: $S_Z = 0,1$ мм/зуб, [13].

Скорость резания, [13]:

$$V = \frac{(C_v \times D^q)}{T} (T_m \times t_x \times S_{zy} \times B_u \times Z_p) \cdot K_v, \quad (15)$$

где D – наружный диаметр фрезы, мм;

C_v, m, x, y – коэффициент и показатели степени; принимаем по:

$C_v = 68,5; m = 0,2; x = 0,3; y = 0,2; q = 0,25; i=0,1; p=0,1;$

T – стойкость инструмента; $T = 20$ мин.» [13].

«Поправочный коэффициент на скорость резания:

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{iv}, \quad (16)$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

$$K_{mv} = K_r \times (750/\sigma_B)^{n_v}, \quad (17)$$

где σ_B – предел прочности; $\sigma_B = 980$ МПа;

k_r, n_v – коэффициент и показатель степени; $K_r = 1, n_v = 0,9$, [13].

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{nv} = 0,8$ [13];

K_{iv} – коэффициент, учитывающий материал инструмента, $K_{iv}=1$.

$$K_u = 0,78 \times 0,81 \times 1 = 0,6.$$

Принимаем частоту вращения из стандартного ряда по паспорту станка $n_{ст} = 200 \text{ мин}^{-1}$, тогда фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = 3,14 \times 55 \times 200 / 1000 = 34,54 \text{ м/мин.}$$

Сила резания определяется по формуле» [13]:

$$P_z = (10 \times C_p \times t_x \times S_y \times V_n \times Z) / (Dq \times n^w) \cdot K_{MP}, \quad (17)$$

где C_p , x , y , n – коэффициент и показатели степени; принимаем по таблице 22 [13]; $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $n = 1$; $q = 0,86$; $w = 0$; z – число зубьев фрезы, $Z = 14$;

k_{MP} – коэффициент, учитывающий влияние материала, определяем по формуле:

$$K_{MP} = (\sigma_B / 750)^n, \quad (18)$$

$n = 0,3$, [13].

$$K_{MP} = (980 / 750)^{0,3} = 1,08$$

Сила резания:

$$P_z = (10 \times 68,2 \times 2,5^{0,86} \times 0,1^{0,72} \times 6^1 \times 14) / (55^{0,86} \times 200) \times 1,08 = 826,1 \text{ Н.}$$

Крутящий момент на шпинделе определяем по формуле, [13]:

$$M_{кр} = P_z \times D / 2 \times 100, \quad (19)$$

$$M_{кр} = 826,1 \times 55 / 2 \times 100 = 227,1 \text{ Н} \times \text{м.}$$

Мощность резания определяем по формуле, [13]:

$$N_e = P_z \times V / 1020 \times 60 \quad (20)$$

$$N_e = 826,1 \times 34,54 / 1020 \times 60 = 0,46 \text{ кВт.}$$

Проведем проверку рассчитанной мощности резания в зависимости от мощности станка в соответствии с условием:

$$N_{\text{рез}} < 0,8 \cdot N_{\text{ст}}, \quad (21)$$

0,46 кВт < 0,8 × 7,5 кВт – условие выполняется.

Операция 65. Расточная.

Оборудование: станок алмазно–расточной 2Л78.

Переход 2. Расточить отверстие верхней головки шатуна до $\varnothing 49,5^{+0,027}$ мм (1 ремонтный размер) или при необходимости до $\varnothing 50^{+0,027}$ мм (2 ремонтный размер).

Глубина резания: $t_1 = 0,36$ мм (1 проход), $t_2 = 0,1$ мм (2 проход).

Из таблицы [11] выбираем подачу: $S_1 = 0,08$ мм/об, $S_2 = 0,05$ мм/об.

Рекомендуемая скорость резания: $V=140$ м/мин (для стали 40Х).

Частота вращения, формула (4):

$$n_1 = n_2 = 1000 \times 140 / 3,14 \times 49,5 = 919,3 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем частоту из стандартного ряда по паспорту станка

$n_{\phi}=930 \text{ мин}^{-1}$.

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = 3,14 \times 49 \times 930 / 1000 = 140,2 \text{ м/мин.}$$

Сила резания определяется по формулам. Из соответствующих таблиц [11] выбираем: $P_{z1\text{табл}} = 8$ Н; $P_{z2\text{табл}} = 7,5$ Н $\kappa_1 = 0,85$, $\kappa_2 = 1,0$.

$$P_{z1} = 8 \times 0,85 \times 1 = 6,8 \text{ Н;}$$

$$P_{z2} = 7,5 \times 0,85 \times 1 = 6,4 \text{ Н.}$$

Мощность резания, формулы (6), (7):

$$N_{z1} = 6,4 \times 140 / 1020 \times 60 = 0,015 \text{ кВт.}$$

При этом 0,015 кВт < 1,76кВт – условие выполняется.

$$N_{z2} = 6,8 \times 140 / 1020 \times 60 = 0,02 \text{ кВт.}$$

При этом 0,02 кВт < 1,76 кВт – условие выполняется.

Операция 75. Расточная.

Оборудование: станок алмазно–расточной 2Л78.

Переход 2. Расточить отверстие во втулке до $\varnothing 45,1^{+0,022}_{+0,007}$ мм.

Глубина резания $t = 0,3$ мм.

Из таблицы [11] выбираем подачу: $S = 0,05$ мм/об.

Рекомендуемая скорость резания $V = 180$ м/мин (для бронзы).

Частота вращения, формула (5):

$$n = 1000 \times 180 / 3,14 \times 45 = 1274 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n_{\phi} = 1300$ мин⁻¹.

Фактическая скорость резания, формула (6):

$$V_{\phi} = 3,14 \times 45 \times 1300 / 1000 = 183 \text{ м/мин.}$$

Сила резания определяется по формулам. Из соответствующих таблиц [11] выбираем: $P_{\text{табл}} = 7,5$ Н, $k_1 = 0,3$, $k_2 = 1,0$.

$$P_z = 7,5 \times 0,3 \times 1,0 = 2,25 \text{ Н.}$$

Мощность резания, формулы (4.8), (4.9):

$$N_z = 2,25 \times 183 / 1020 \times 60 = 0,01 \text{ кВт.}$$

При этом $0,01$ кВт $< 1,76$ кВт – условие выполняется.

Операция 80. Сверлильная.

Оборудование: станок вертикально–сверлильный 2А135.

Переход 2. «Зенковать фаску $0,5 \times 45^0$ во втулке верхней головки шатуна.

Глубина резания $t = 0,5$ мм.

Выбираем подачу $S=0,25$ мм/об, [11].

Скорость резания, формула (6).

Принимаем $V_{\text{табл}} = 17$ м/мин; $k_1 = 0,75$; $k_2 = 1,4$; $k_3 = 1,0$, [11]:

$$V = 17 \times 0,75 \times 1,4 \times 1,0 = 17,85 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения определяется по формуле (5):

$$n = 1000 \times 17,85 / 3,14 \times 45 = 126,3 \text{ мин}^{-1}.$$

Ближайшая частота из стандартного ряда $n_{\phi}=130$ мин⁻¹, тогда фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = 3,14 \times 45 \times 130 / 1000 = 18,4 \text{ м/мин.} \text{» [9].}$$

«Сила резания определяется по формулам (7), (8) и составляет (при $k_p = 1,1$):

$$P_{\text{табл}} = 150 \times 0,25 \times (46-45) = 37,5 \text{ Н},$$

$$P = 37,5 \times 1,1 = 41,25 \text{ Н}.$$

Мощность резания, формула (4.9); при $N_{\text{табл}} = 0,7 \text{ кВт}$; $k_N = 1,0$, [11]:

$$N_{\text{рез}} = 0,7 \times 1,0 \times 130/1000 = 0,1 \text{ кВт}.$$

При этом условие выполняется: $0,1 \text{ кВт} < 3,2 \text{ кВт}$.

Переход 4. Зенковать фаску $0,5 \times 45^\circ$ во втулке верхней головки шатуна (расчет ведется в аналогичном порядке).

Операция 25. Сверлильная.

Переход 2. Цековать поверхности под головку болта шатуна начисто.

Норму времени на обработку данной детали $T_{\text{шт}}$ находим по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_v + T_{\text{обсл}} + T_{\text{отд}}, \quad (22)$$

где - T_0 – основное (технологическое) время определяем по формуле [14, 15]:

$$T_0 = (L / n \times S) \times i, \text{ мин}, \quad (23)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности, $L = 11 \text{ мм}$;

n – частота вращения шпинделя, $n = 250 \text{ мин}^{-1}$;

S – подача, мм/об; $S = 0,27 \text{ мм/об}$;

i – число проходов инструмента.

$$T_0 = 11 \times 2 / 250 \times 0,27 = 0,33 \text{ мин}.$$

T_v – вспомогательное время на пуск и остановку станка, подвод и отвод режущего инструмента и т. п.; $T_v = 0,51 \text{ мин}$.

$T_{\text{обсл}}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.

$$T_{\text{обсл}} = 10\% \times (T_0 + T_v), \quad (24)$$

где $T_{\text{отд}}$ – время на отдых, мин.

$$T_{\text{обсл}} = 0,1 \times (0,33 + 0,51) = 0,08 \text{ мин}. [9].$$

$$T_{отд} = (5 \dots 8\%) \times (T_o + T_v), \quad (25)$$

$$T_{отд} = 0,07 \times (0,33 + 0,51) = 0,05 \text{ мин.}$$

Переход 3. Цековать поверхности под гайку крышки шатуна начисто.

Основное время определяем по формуле (23):

$$T_o = 14 \times 2 / 215 \times 0,27 = 0,48 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время – $T_v = 0,31$ мин.

Время на обслуживание рабочего места $T_{обсл}$, формула (24):

$$T_{обсл} = 0,1 \times (0,48 + 0,31) = 0,07 \text{ мин.}$$

Время на отдых определяем по формуле (25):

$$T_{отд} = 0,07 \times (0,48 + 0,31) = 0,05 \text{ мин.}$$

Определим общее время на обработку, суммировав составляющие штучного времени по переходам. Тогда:

$$\Sigma T_o = 0,33 + 0,48 = 0,81 \text{ мин,}$$

$$\Sigma T_v = 0,42 + 0,51 + 0,31 = 1,24 \text{ мин,}$$

$$\Sigma T_{обсл} = 0,08 + 0,07 = 0,15 \text{ мин,}$$

$$\Sigma T_{отд} = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 0,81 + 1,24 + 0,15 + 0,1 = 2,3 \text{ мин.}$$

Также рассчитывается подготовительно–заключительное время $T_{пз}$ и штучно–калькуляционное время $T_{шк}$.

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (26)$$

где $T_{пз}$ – подготовительно–заключительное время, $T_{пз} = 15$ мин;

n – количество деталей в обработке, $n = 1$.

$$T_{шк} = 2,3 + \frac{15}{1} = 17,3 \text{ мин.}$$

Операция 35. Расточная.

Переход 2. Расточить отверстие нижней головки шатуна.

Норму времени на обработку данной детали $T_{шт}$ находим по формулам:

Основное время:

$$T_o = 33 \times 2 / 500 \times 0,05 = 2,64 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_v = 0,17 + 6,85 = 7,02 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места:

$$T_{обсл} = 0,1 \times (2,64 + 7,02) = 0,95 \text{ мин.}$$

Время на отдых, мин.

$$T_{отд} = 0,07 \times (2,64 + 7,02) = 0,67 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 2,64 + 7,02 + 0,95 + 0,67 = 11,28 \text{ мин.}$$

Штучно–калькуляционное время $T_{шк}$, для определения которого принимаем $T_{пз} = 25$ мин, $n = 1$

$$T_{шк} = 11,28 + \frac{25}{1} = 36,28 \text{ мин.}$$

Операция 40. Гальваническая.

Переход 2. Произвести железнение поверхности отверстия нижней головки шатуна до $\varnothing 84,95^{+0,03}$ мм на длине 33 мм.

Норма времени на железнение определяется по формуле:

$$T_n = ((T_o + T_1) \times K_{пз}) / (n_d \times \eta_n), \quad (27)$$

где T_1 – время на загрузку и выгрузку деталей; $T_1 = 0,1 \dots 0,2$ ч;

$K_{пз}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное и подготовительно–заключительное время; при работе в одну смену

$K_{пз} = 1,1 \dots 1,2$; принимаем $K_{пз} = 1,2$;

n_d – число деталей, одновременно наращиваемых в ванне; $n_d = 24$ шт.

η_n – коэффициент использования ванны, $\eta_n = 0,8 \dots 0,95$;

принимаем $\eta_n = 0,9$;

T_0 – продолжительность электролитического осаждения металлов в ванне:

$$T_0 = 1000 \times h \times y / C \times Dk \times \eta_B, \quad (28)$$

где h – толщина наращивания; $h = 0,15$ мм;

j – плотность осажденного металла; $j = 7,8$ г/см³, [10];

C – электрохимический эквивалент; $C = 1,042$ г/А×ч;

η_B – выход металла по току; при железнении $\eta_B = 80...95\%$.

Тогда:

$$T_0 = (1000 \times 0,15 \times 7,8) / (1,042 \times 84,95 \times 0,9) = 14,0 \text{ мин.}$$

$$T_H = ((14,7+0,2) \times 1,2) / (24 \times 0,9) = 0,83 \text{ мин.}$$

Операция 45. Хонинговальная.

Переход 2. Хонинговать отверстие нижней головки шатуна до $\varnothing 85^{+0,021}$ мм.

Штучное время определяем по формуле (28).

«Основное время (T_0) при хонинговании определяется по формуле:

$$T_0 = t / (n_{дв.х} \times S_p), \quad (29)$$

где t – припуск на хонингование; $t = 0,05$ мм;

S_p – радиальная подача на один двойной ход доводочной головки,

$S_p = 0,001-0,002$ мм, [10];

$n_{дв.х}$ – число двойных ходов; $n_{дв.х} = 37$.

$$T_0 = 0,05 / (37 \times 0,001) = 1,4 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время – $T_B = 0,5$ мин.

Время на обслуживание рабочего места, формула (4.26):

$$T_{обсл} = 0,1 \times (1,4 + 0,5) = 0,19 \text{ мин.}$$

Время на отдых, формула (4.27):

$$T_{отд} = 0,07 \times (1,4 + 0,5) = 0,13 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 1,4 + 0,5 + 0,19 + 0,13 = 2,22 \text{ мин.}$$

Штучно–калькуляционное время $T_{шк}$, для определения которого принимаем $T_{пз} = 20$ мин, $n = 1$ » [3]:

$$T_{шк} = 2,22 + \frac{20}{1} = 22,2 \text{ мин.}$$

Операция 55. Фрезерная.

Переход 2. Фрезеровать паз у крышки.

Основное (машинное) время определяется по формуле:

$$T_o = L / S_M \times i, \quad (30)$$

где L – длина фрезерования;

S_M – подача минутная, мм/мин.

$$S_M = z \times S_Z \times n \quad (31)$$

где z – число зубьев фрезы, $z = 14$;

S_Z – подача на один зуб фрезы, $S_Z = 0,1$ мм;

n – частота вращения, $n = 200$ мин⁻¹.

$$S_M = 14 \times 0,1 \times 200 = 280 \text{ мм/мин.}$$

Основное время:

$$T_o = 2,5 / 280 \times 1 = 0,01 \text{ мин.}$$

Принимаем $T_o = 0,1$ мин при ручной подаче.

Составляющие штучного времени определим по формулам.

$$T_B = 0,6 + 0,77 = 1,37 \text{ мин;}$$

$$T_{обсл} = 0,1 \times (0,1 + 1,37) = 0,15 \text{ мин;}$$

$$T_{отд} = 0,07 \times (0,1 + 1,37) = 0,1 \text{ мин.}$$

Переход 3. Фрезеровать паз у шатуна.

Расчет ведется в аналогичном порядке.

Определим общее время на обработку, суммировав составляющие штучного времени по переходам. Тогда:

$$\Sigma T_o = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ мин,}$$

$$\Sigma T_v = 1,37 + 1,37 = 2,74 \text{ мин,}$$

$$\Sigma T_{\text{обсл}} = 0,15 + 0,15 = 0,3 \text{ мин,}$$

$$\Sigma T_{\text{отд}} = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,2 + 2,74 + 0,3 + 0,2 = 3,44 \text{ мин.}$$

Штучно–калькуляционное время $T_{\text{шк}}$ рассчитывается по формуле. Для его определения принимаем $T_{\text{пз}} = 23$ мин, $n = 1$:

$$T_{\text{шк}} = 3,44 + (23/1) = 26,44 \text{ мин.}$$

Операция 65. Расточная.

Переход 2. Расточить отверстие верхней головки шатуна.

Норму времени на обработку данной детали $T_{\text{шт}}$ находим по формулам основное время:

$$T_o = (33 \times 2) / (930 \times 0,05) = 1,42 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_v = 0,17 + 7,52 = 7,69 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места:

$$T_{\text{обсл}} = 0,1 \times (1,42 + 7,69) = 0,91 \text{ мин.}$$

Время на отдых, мин.

$$T_{\text{отд}} = 0,07 \times (1,42 + 7,69) = 0,64 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 1,42 + 7,69 + 0,91 + 0,64 = 10,66 \text{ мин.}$$

Штучно–калькуляционное время $T_{\text{шк}}$, для определения которого принимаем $T_{\text{пз}} = 25$ мин, $n = 1$.

$$T_{\text{шк}} = 10,66 + \frac{25}{1} = 35,66 \text{ мин.}$$

Операция 75. Расточная.

Переход 2. Расточить отверстие во втулке.

Норму времени на обработку данной детали $T_{шт}$ находим по формулам:

Основное время:

$$T_o = (33 \times 1) / (1300 \times 0,05) = 0,51 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_v = 0,17 + 6,85 = 7,02 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места:

$$T_{обсл} = 0,1 \times (0,51 + 7,02) = 0,75 \text{ мин.}$$

Время на отдых, мин.

$$T_{отд} = 0,07 \times (0,51 + 7,02) = 0,53 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 0,51 + 7,02 + 0,75 + 0,53 = 8,81 \text{ мин.}$$

Штучно–калькуляционное время $T_{шк}$, для определения которого принимаем $T_{пз} = 25$ мин, $n = 1$:

$$T_{шк} = 8,81 + \frac{25}{1} = 33,81 \text{ мин.}$$

Операция 80. Сверлильная.

Переход 2. Зенковать фаску во втулке верхней головки шатуна.

Штучное время определяем по формуле.

Основное время определяем по формуле:

$$T_o = (0,5 \times 1) / (130 \times 0,25) = 0,015 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_v = 0,17 + 0,12 + 0,1 = 0,39 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места и время на отдых определим по формулам:

$$T_{обсл} = 0,1 \times (0,015 + 0,39) = 0,04 \text{ мин.}$$

$$T_{отд} = 0,07 \times (0,015 + 0,39) = 0,03 \text{ мин.}$$

Переход 3. Переустановить шатун.

Переход 4. Зенковать фаску во втулке верхней головки шатуна. Расчет ведется в аналогичном порядке. Тогда:

$$\sum T_o = 0,015 + 0,015 = 0,03 \text{ мин,}$$

$$\Sigma T_v = 0,39 + 0,39 = 0,78 \text{ мин,}$$

$$\Sigma T_{\text{обсл}} = 0,04 + 0,04 = 0,08 \text{ мин,}$$

$$\Sigma T_{\text{отд}} = 0,03 + 0,03 = 0,06 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,03 + 0,78 + 0,08 + 0,06 = 0,95 \text{ мин.}$$

Штучно–калькуляционное время $T_{\text{шк}}$ рассчитывается по формуле. Для его определения принимаем $T_{\text{пз}} = 16$ мин, $n = 1$:

$$T_{\text{шк}} = 0,95 + \frac{16}{1} = 16,95 \text{ мин.}$$

4.3 Оформление технологических документов

Учитывая описательную и текстовую документацию, при проведении экспертизы технической документации рассматривается предоставленная информация, описывающая процессы ремонта и оборудование для различных компонентов. Требования к технической документации определены в соответствии с ГОСТ 3.1104-81 (СТ СЭВ 1802-99) и ГОСТ 3.1105-84 (СТ СЭВ 1800-99), где основная надпись на чертежах исключительно соответствует ГОСТу 3.1105-84 (СТ СЭВ 1800-99). Информация, представленная в виде блоков, является неотъемлемой частью перечисленной документации [16].

Для организации ремонтных комплексов на производстве, необходимо учитывать различные технологические процессы, которые помогут восстановить оснащение детали. Для данного процесса восстановления существуют технологические документы в виде ГОСТ.

Результаты исследования "Проектирование систем превентивного действия для обеспечения безопасности при ремонте двигателей" представляют собой организацию процесса проектирования систем превентивного действия, картирование технического процесса ремонта компонентов и разработку технической документации. В ходе исследования

были выявлены основные проблемы в области профилактики и ремонта двигателей автомобилей КамАЗ-740.

Для разработки системы профилактического обслуживания была составлена карта рабочего процесса ремонта компонентов, определяющая последовательность работ для каждого компонента двигателя. Вместе с тем, с целью обеспечения безопасности во время ремонта были разработаны технологические документы, которые содержат информацию о правилах и требованиях по безопасности, инструкции по выполнению работ, а также требования к инструментам и оборудованию. Оформление этих документов играет важную роль в снижении риска возникновения аварийных ситуаций и обеспечении безопасности персонала. Документы также обеспечивают стандартизацию работы и возможность контроля соответствия процесса ремонта установленным требованиям.

Оформление всех операционных эскизов или схем осуществляется с использованием регламентированных технических средств маркировки (РТМ).

Также неотъемлемой частью процесса является оформление всех чертежей в соответствии с ГОСТ 2.604-2000. Это обеспечивает надлежащую документированность и стандартизацию проектирования.

Важным аспектом в процессе ремонта является разработка технологических карт дефектации, оформляемых в соответствии с ГОСТ 3.1115-99. Такие карты содержат информацию о выявленных дефектах и способы их устранения. Это позволяет улучшить эффективность процесса ремонта и предотвратить повторное возникновение дефектов.

Таким образом, создание и использование технической документации, включая операционные эскизы, чертежи, технологические карты дефектации и технологические документы, является неотъемлемой частью процесса проектирования и ремонта двигателей. Это обеспечивает стандартизацию работ, снижение риска аварийных ситуаций и обеспечение безопасности персонала.

5 Охрана труда

5.1 Анализ потенциально возможных травмирующих и вредных воздействий

Таблица 5 – Анализ травмирующих факторов [15]

Воздействие	Источник	Норма
Травма	Движущиеся части производственного оборудования Высокая температура поверхности обрабатываемых деталей	ГОСТ 12.2.012–75
	Разрыв шлифовального круга Вырыв обрабатываемой детали Вращающийся инструмент детали Приспособления для закрепления инструмента Перемещение шлифовальной бабки Слесарно–монтажный инструмент	ГОСТ 12.2.033–78 2
Поражение электрическим током	Пробой фазы на корпус Нарушение изоляции токоведущих частей Перегрузка электрооборудования	ГОСТ 12.1.038–82 3
Пожар	Нарушение изоляции токоведущих частей; перегрузка электрооборудования; нарушение технологического процесса; наличие промасленной ветоши; открытый огонь и искры; повышенная температура воздуха и окружающих предметов; токсичные продукты горения; дым; негерметичность системы питания; подача топлива самотёком, курение в непосредственной близости от системы питания; применение легковоспламеняющихся и горючих жидкостей при мойке двигателя	ГОСТ 12.1.038–82»

Таблица 6 – Анализ негативных факторов

Воздействие	Источник	Норма	Нормативные правовые акты
Оксид углерода (СО)	Выхлопные газы работы	ДВС 20 мг/м ³	ГОСТ 12.1.005–88
Оксид азота	Выхлопные газы работы	ДВС 5 мг/м	ГОСТ 12.1.005–88
Пары бензина	Емкость из–под топлива	100 мг/м ³	ГОСТ 12.1.005–88
Керосин	Мойка Автомобильных деталей	300 мг/м ³	ГОСТ 12.1.005–88
Пыль электрокорунда	Шлифовальные операции	6 мг/м	ГОСТ 12.1.005–88

Продолжение таблицы 6

Относительная влажность	Помещение для обслуживания автомобилей	40–60%	ГОСТ 12.1.005–88
Температура воздуха		18–20°С	ГОСТ 12.1.005–88
Скорость воздуха		0,2 м/с	ГОСТ 12.1.005–88
Аэрозоли свинца	Аккумуляторная батарея	0,01 мг/м ³	ГОСТ 12.1.005–88 (ГОСТ 12.1.0 12–90)
Вибрация	Неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе оборудования: неуравновешенные вращающиеся части оборудования Допустимая колебательная скорость	11,2 дБ	
Шум	Вибрация поверхностей оборудования, электродвигатель, зубчатая, клиноременная и др. передачи, периодические соударения в сочлененных деталях, непосредственно обработка резанием, компрессоры, двигатели автомобилей, электрические двигатели технологического оборудования, механические передачи, воздухопроводы, технологическое оборудование и механизированный инструмент	80дБА	ГОСТ 12.1.003–83
Недостаточная освещённость	Неправильный выбор светильников, места их крепления и направления светового потока		СНиП 11–4–78

Допустимые нормы содержания оксида углерода (СО) и оксида азота в воздухе, которые выделяются при работе двигателя, регулируются ГОСТ 12.1.005–88. Их наличие в воздухе считается вредным воздействием. Таблица также содержит допустимые нормы содержания паров бензина, керосина, аэрозолей свинца и пыли электрокорунда в воздухе. Также в таблице указаны допустимые нормы относительной влажности, температуры воздуха, скорости воздуха, уровня вибрации и шума, а также недостаточной освещенности. При проведении технического обслуживания и ремонта

двигателя КАМАЗ-740 необходимо соблюдать установленные стандарты и рекомендации. Также следует принимать соответствующие меры по охране труда и технике безопасности для обеспечения безопасных условий работы.

5.2 Обеспечение комфортных условий деятельности человека

5.2.1 Оценка тяжести и напряженности трудового процесса

«В соответствии с ГОСТ 12.0.003–74, определены опасные и вредные производственные факторы, которые подлежат классификации по степени тяжести и напряженности рабочего процесса. Для комплексной оценки интенсивности труда используется медико-физиологическая классификация, которая учитывает условия и факторы труда и разделяет интенсивность труда на шесть видов. Согласно этой классификации, ремонт инструментов относится к третьей категории» [3].

Также необходимы соответствующие меры безопасности в процессе обслуживания транспортных средств и экипажей. Одним из таких мероприятий является оснащение всех операций автоматическими огнетушителями и системами сигнализации. Это поможет обеспечить безопасность работников и предотвратить возникновение пожаров и аварийных ситуаций.

Однако безопасность оборудования и соблюдение гигиенических и санитарных условий также играют важную роль в предотвращении производственных рисков. Наличие безопасной и надежной техники, а также правильное ее обслуживание и обновление, способствуют защите работников от возможных опасностей. Кроме того, необходимо обеспечить эффективное соблюдение гигиены и санитарных условий, чтобы предотвратить заболевания и профессиональные риски, связанные с неблагоприятными условиями труда.

Одним из показателей интенсивности труда является динамическая нагрузка, которая измеряется в килограмм-метрах. В рамках производства устанавливается специальный датчик весом 1,5 кг на руль для его

перемещения на расстояние 1,8 метра. Это позволяет оценить уровень физической нагрузки на работников и принять соответствующие меры по снижению рисков и повышению безопасности труда [9]. Производитель должен регулировать оборудование три раза в день и часто корректировать рабочий день (до 80%), что того стоит.

Поскольку производитель должен установить два датчика, расстояние установки определяется количеством мест установки:

$$1,5 \times 2 = 3 \text{ м одиночная установка;}$$

$$3 \times 3 = 9 \text{ метров в час;}$$

$$9 \times 9 = 81 \text{ метр.}$$

80% рабочих дней составляют 65 метров.

2. Вес (кг) тяжелых предметов, которые необходимо поднимать и переносить вручную.

Производитель поднял тяжелый предмет весом 1,8 кг.

Определите общую массу груза:

$$1,8 \times 2 = 3,6 \text{ кг;}$$

$$3,6 \times 3 = 10,8 \text{ кг/час;}$$

$$10,8 \times 9 = 97,2 \text{ кг.}$$

Таким образом, по этому показателю работу можно разделить на два класса

3. Рабочая поза. Данный вид работы относится к классу 3.2. Это следует из того, что перевод составляет 80% смены.

5.2.2 Создание нормативных параметров микроклимата

В ходе исследования, необходимо учесть такие параметры, как приспособляемость, коэффициенты пыли, газа, шума и вибрации, а также другие соответствующие факторы. Они играют значимую роль в оценке условий труда на рабочих местах. Необходимо основываться на установленной норме, определенной соответствующим ГОСТом, который регулирует уровень шума в рабочих местах, а также в жилых помещениях,

общественных зданиях и жилых застройках. (Ссылка: СН2.2.4/2.1.8.566–96) [17].

Гарантия теплового равновесия между живыми организмами и окружающей средой является основной предпосылкой основных показателей микроклимата. Они не только поддерживают состояние и здоровье, но и обеспечивают оптимальные и допустимые значения тепла. Эти показатели, характеризующие микроклимат, соответствуют ГОСТу 12.1.005–88 и считаются наиболее оптимальными и допустимыми.

Согласно ГОСТу:

- температура воздуха должна быть в диапазоне 18–20°;
- относительная влажность должна быть в диапазоне 40–60%;
- скорость движения воздуха не должна превышать 0,2 м/с [19].

Для обеспечения комфорта сотрудников, находящихся в определенных условиях труда, необходимо учитывать параметры, которые рассматриваются как критерии для микроклимата. При этом становится ясным, что для поддержания уровней вредных веществ на безопасном уровне используется искусственный воздух, а также естественные системы вентиляции и отопления.

Однако, следует обеспечить безопасное и комфортное рабочее место для работников, работающих в таких условиях, и не ограничивать их рабочее время. Для этого необходимо соблюдение эргономических требований и работы в различных положениях, как сидя, так и стоя. Соответствующие требования прописаны в ГОСТ 12.2.032–78 и ГОСТ 12.2.033.78.

«Для обеспечения безопасности работников также используются специальная одежда, обувь и средства индивидуальной защиты, соответствующие установленным стандартам для работников автомобильного транспорта и дорожной отрасли № 63 от 16 декабря 1997 года. Эти меры позволяют обеспечить необходимую защиту и снизить риск возникновения негативных последствий в процессе труда» [26].

5.2.3 Производственное освещение

В ходе изложения следует уделить внимание обзору безопасных установок искусственного освещения с учетом неотъемлемых критериев приемки, установленных в соответствии с СНиП 23-05-95, регламентирующим естественное и искусственное освещение [23].

Таблица 7 демонстрирует информацию о производственном освещении и передвижении работников. Результаты наблюдений представлены в нумерованных строках, в которых указаны соответствующие значения.

Рассмотрим подробнее полученные данные.

Первая строка таблицы содержит информацию о уровне и качестве производственного освещения. Средний уровень освещения составил 250 лк, что соответствует нормативному требованию для комфортной работы.

Качество освещения оценивалось как хорошее на основе ощущений работников.

Во второй строке отображена информация о передвижении людей.

Средняя скорость передвижения работников составила 2 м/с, что также находится в пределах допустимого значения. В целом, данные говорят о том, что процессы производственного освещения и передвижения работников находятся в норме и не требуют корректировок.

Данные, представленные в таблице 7, являются результатом систематического наблюдения и измерений, проведенных на производственной площадке. Их анализ позволяет оценить эффективность и безопасность рабочей среды, а также выявить возможные проблемы.

Полученные результаты могут быть использованы для принятия решений по улучшению условий работы и повышению эффективности производственных процессов.

Таблица 7 – Нормы освещения для объектов и рабочих мест

Участки	Плоскость	Разряд	Освещение, к	
			комбинированное освещение	общее освещение
Техническое обслуживание и ремонт АТС	пол	Va	300	200
ЕО В	–на машине	VIIIa	–	75
Мойка и уборка АТС	пол	VI	–	75
Осмотровые канавы	Г – низ	VI	–	150
Отделения: моторное, агрегатное, механическое, электротехническое, приборов питания	Г – 0,8	VIa	750	300
Коридоры, проходы и переходы	пол	VIIIa	–	50
Проезды АТС по территории АТП	пол	–	–	2

В таблице 7 представлены рациональные устройства для оснащения освещения, которые являются важным фактором обеспечения труда и сохранения безопасности для здоровья работников. При анализе таблицы можно выделить основные требования, которые необходимо учитывать при выборе и установке оборудования для освещения. Важно правильно подобрать источники света и создать системы освещения, обеспечивающие необходимые уровни освещенности на рабочих местах и поверхностях. Также требуется ограничение светового ослепления и предотвращение неправильного использования бликов при освещении зон и рабочих мест. Осуществление этих требований позволит снизить риск возникновения проблем со здоровьем и повысить удобство труда для работников [20].

В современных условиях освещение рабочих мест является важным фактором, оказывающим влияние на здоровье человека. Оптимальное освещение является основным критерием для создания комфортных условий работы. Однако, необходимо учитывать определенные требования, чтобы избежать негативных последствий.

Один из основных критериев, который характеризует требования к

освещению, связан с достаточностью яркости. Недостаточная освещенность может привести к снижению контрастности между яркостью и фоном, что может препятствовать определению сигналов опасности и вызывать утомление. Одновременно с этим, яркое освещение, превышающее норму, также может сказываться негативно на работе, вызывая дискомфорт при восприятии.

Другим важным критерием является стробоскопический эффект. Это явление связано с мерцанием света, которое может оказывать отрицательное влияние на зрение. Частое мерцание света может стать причиной возникновения травмы и повредить здоровье человека.

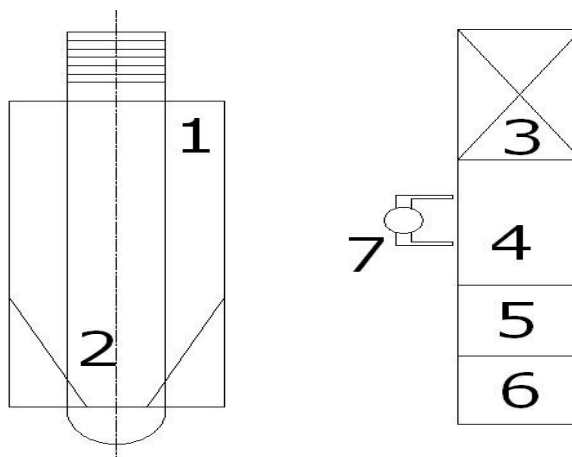
В результате изучения указанных критериев становится очевидным, что чрезмерное использование освещения может негативно сказаться на зрении и общем состоянии здоровья. Повышенная яркость может стать причиной развития серьезных заболеваний, например катаракты, а также вызвать повышенную чувствительность к яркому свету. Поэтому для поддержания оптимальных условий работы необходимо учитывать указанные критерии и регулировать освещение в соответствии с ними.

5.3 Рациональная организация рабочего места по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей

На рисунке 6 представлена эффективная структура рабочего места, предназначенного для технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Эта организация основывается на принципах рациональной расстановки инструментов, оборудования и рабочих материалов. Передовые методы исследования позволяют оптимизировать рабочий процесс и улучшить продуктивность труда. Важным аспектом такой организации является учет эргономических требований, которые способствуют комфортной и безопасной работе. Также учитываются практические аспекты, такие как доступность инструментов и материалов, что минимизирует время,

затрачиваемое на поиск нужных объектов. Для достижения наилучших результатов, рассматриваются различные факторы, такие как эффективность использования пространства и оптимальное размещение рабочих мест. Такая рациональная организация минимизирует лишние перемещения и улучшает условия работы, что приводит к повышению эффективности процесса технического обслуживания и ремонта автомобилей.



1 - станок, 2 - смотровой люк, 3 - машинный шкаф, 4 - верстак, 5 - гараж, 6 - мойка, 7 - водитель.

Рисунок 6 - Рациональная группировка авторемонтных мастерских

Деятельность операторов транспортных средств должна осуществляться в условиях безопасности. Для этого необходимо обеспечить свободное пространство, которое не будет препятствовать работе. Positionирование руки рабочего имеет значение для эффективной фиксации оборудования и может быть изменено на 90 градусов в любом направлении. Это позволяет выбрать оптимальную позицию, максимально удобную для оператора.

Для эффективного обслуживания и ремонта автомобилей в мастерской необходимо обеспечить наличие всех необходимых элементов. Для этого необходимо расположить столы, шкафы, оборудование и материалы на расстоянии не менее 12 футов от смотровой ямы. Такой подход позволит создать оптимальные условия для работы механиков и обеспечить безопасность в процессе ремонта и обслуживания транспортных средств.

Данное требование является важным аспектом организации рабочего пространства, учитывая особенности автомобильного сервиса. С помощью удобного размещения необходимых инструментов и материалов, мастерская становится функциональным и эргономичным помещением. Правильное размещение оборудования способствует оптимизации рабочего процесса и повышению эффективности операций, проводимых при обслуживании и ремонте автомобиля.

Техническое обслуживание и ремонт на рабочем месте требуют наличия специальных контейнеров для сбора отходов. Они необходимы для утилизации непригодных деталей, нефтяных камней и других подобных материалов. От скопления таких отходов в определенных местах возникает риск засорения коридоров и смотровых ям. Поэтому важно предусмотреть систему управления и хранения отходов, чтобы поддерживать рабочую зону в чистоте и порядке.

В соответствии со Стандартами дорожной отрасли и дорожников № 63, начиная с декабря 1997 года, рабочие, выполняющие работы на рабочей машине, укомплектованы спецодеждой, обувью и средствами индивидуальной защиты. Для обеспечения безопасности рабочих и эффективности выполнения работ, рабочая машина размещена в строгом соответствии с требованиями над гаванью, а колеса машины расположены параллельно краю окна обзора.

По завершении данного раздела необходимо сделать итоговые выводы.

Во-первых, при анализе возможных и вредных воздействий можно отметить, что различные воздействия могут нанести ущерб предприятию.

Во-вторых, при рассмотрении проекта, связанного с возможными контрактами для жизни, стоит отметить, что уровень дефицита и напряженности в работе составляет 3 по пункту 3.2. В-третьих, при анализе проекта, определяющего параметры микроклимата, можно отметить, что в данном пункте учтены все требования, которые определяются технологической номенклатурой и руководятся по ГОСТу. В-четвертых, пункт о пожароопасных местах и мастерской по обслуживанию транспортных

средств входит в группу пожароопасности, позицию "4". Наконец, параграф "размещение агрегатов в соответствии с требованиями правил эргономики и инженерии" подробно объясняет значение экономических концепций эргономики и инженерии в графике обслуживания и ремонта транспортных средств.

В ходе анализа возможных потенциальных травм и ущерба были выявлены основные опасности, которые могут возникнуть при выполнении работ на двигателях КАМАЗ-740. Для обеспечения безопасности и защиты здоровья работников предлагается применение мер, направленных на создание комфортных условий труда. Одним из рекомендуемых способов снижения риска возникновения травм и последствий для здоровья является установление нормативных параметров микроклимата и производственного освещения.

Дополнительно, произведена оценка строгости и тяжести рабочих процессов с целью определения наиболее подходящего режима работы, который позволит снизить физическую и умственную нагрузку на персонал.

Это позволяет уменьшить возможность возникновения травм и ущерба в процессе выполнения работ. Весьма важно учитывать данный аспект при планировании рабочих процессов.

В целом, изложенный раздел предполагает проведение оценки возможных рисков и формулирование мер по обеспечению безопасности труда при проведении профилактических и ремонтных работ на двигателях КАМАЗ-740. Это направлено на предотвращение возможных травм и снижение риска для здоровья работников.

6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Развитие автомобильного транспорта включает в себя использование альтернативных источников энергии, что представляет перспективу для будущего. Современные двигатели автомобилей вносят значительно меньший негативный вклад в окружающую среду по сравнению с предыдущими моделями. При разработке новых образцов автомобильной техники основными критериями сочтены экономичность и низкое содержание вредных веществ. В каждом автотранспортном предприятии существуют отдельные участки, где проводятся различные виды ремонтных, восстановительных и диагностических работ. Однако такие процессы приводят к образованию сточных вод, загрязняющих атмосферный воздух и почву [23].

Вопросы, связанные с соблюдением экологических требований при производстве технологических операций по ремонту двигателей автомобилей КамАЗ-740, были рассмотрены в главе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность». В процессе ремонта двигателей анализируются основные факторы, которые оказывают влияние на окружающую среду, и также рассматриваются меры по снижению негативного воздействия на нее.

Анализ, проведенный в результате этого исследования, позволяет прийти к выводу о необходимости использования современных методов и технологий при производстве технологических операций по ремонту двигателей, которые способствуют минимизации негативного влияния на окружающую среду. Кроме того, рекомендуется соблюдать меры по обеспечению экологической безопасности при работе с опасными химическими веществами, а также организовывать правильную утилизацию отходов.

7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Очаги пожара могут возникать из-за наличия огнеопасных элементов в объекте. Для предотвращения подобных ситуаций и защиты физических характеристик объекта разработаны меры и системы огнезащиты. Согласно ГОСТ 12.1.004–91сбт «Огнезащита», их целью является устранение возможности возгорания и предотвращение внесения огнеопасных элементов в очаг пожара.

В здании проекта АТП–II все противопожарные элементы конструкции выполнены из нетрадиционных материалов. Кроме того, было осуществлено установление огнетушителей, пожарных навесов с ведрами, крюков, крабовых столбов, люков и ящиков для песка, в соответствии с требованиями огнезащиты.

Важным шагом в пожаротушении и предотвращении пожаров является использование основных средств пожаротушения - пены ОХП–10 и СО₂–5. Они используются для электрооборудования в объектах, предназначенных для тушения пожаров.

Для обнаружения пожара применяется тепловой извещатель DPS–038. Также предусмотрен резервуар для воды, который может быть использован для тушения пожара и одновременно содержит питьевую воду.

Содержание, оценка и хранение оборудования для обслуживания воздушных судов придерживаются нормативных требований. СНИП–01–91 "Стандарт проектирования всего альянса автотранспортных предприятий", ВСН–01–89 "Предприятия автомобильного сервиса" и СНиП 2.09.02–85 "Предприятия производственной сферы" определяют правила для технического обслуживания воздушных судов.

Здания, предназначенные для передвижения транспортных средств, работающих только на природном газе, имеют ограничение в шесть этажей.

Для автомобилей с газовыми двигателями устанавливается предельное значение плотности газа в камере при полном опорожнении максимально

вместительной (аварийной) части баллона - не более 1,1 г/м. Резервуар может содержать 1,45 грамма резервного природного газа или расплавленного нефтяного газа на кубический метр.

В разделе "Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях" исследуются меры, направленные на предотвращение и ликвидацию аварийных и чрезвычайных ситуаций в процессе технологического процесса ремонта и профилактики двигателей КамАЗ-740.

В ходе исследования потенциальных опасностей были определены основные факторы, которые приводят к возникновению аварийных ситуаций. Среди таких факторов выявлены неквалифицированный персонал, несоответствие технического оборудования требованиям, а также нарушение правил техники безопасности и другие.

Для предотвращения и ликвидации аварийных ситуаций были предложены соответствующие меры. В частности, рекомендуется проводить обучение персонала основам техники безопасности, регулярно проводить технический осмотр оборудования, использовать средства индивидуальной защиты, а также разработать аварийные планы и организовать оперативные штабы для быстрой реакции на происшествия.

Последствием внедрения систем аварийной защиты будет обеспечение безопасности персонала и оборудования, а также предотвращение потенциально негативного воздействия на окружающую среду. Возможно разработать соответствующую методику для систематической оценки и анализа рисков аварийных ситуаций и принятия мер по их предотвращению.

8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

8.1 Расчет размера скидки (надбавки) к страховому тарифу по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний

В таблице 8 приведен план мероприятий, разработанный с целью снижения воздействия организационно-временных психофизиологических факторов (ОВПФ) и улучшения производственных условий. Описанный план направлен на повышение эффективности и комфорта труда. Для достижения этих целей предлагается реализовать ряд мероприятий, рассчитанных на сокращение негативного влияния ОВПФ и улучшение рабочей среды.

Таблица 8 – План мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности

Наименование рабочего места	Наименование мероприятия	Назначение мероприятия	Источник финансирования	Ответственный за выполнение мероприятия	Срок выполнения	Службы, привлекаемые для выполнения мероприятия
1	2	3	4	5	6	7
Механик по ремонту двигателя	Применение и контроль применения средств защиты органов дыхания	Защита органов дыхания от воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны	Ген. директор	Руководители подразделений Специалист по ОТ	Постоянно	Руководители структурных подразделений
	Замена высоковольтного разъединителя на новый	Уменьшение времени на проведение технологического процесса	Ген. директор	Директор по ТО	Май 2023	Руководители структурных подразделений
	Проведение специальной оценки условий труда	Выявление и устранение потенциально вредных и опасных факторов вреда жизни	Ген. директор	Специалист по ОТ	Февраль–Май 2023	Комиссия по СОУТ, Организация пров. СОУТ

Одним из предлагаемых мероприятий является проведение регулярных обучающих семинаров и тренингов для персонала, нацеленных на формирование навыков эффективной организации рабочего процесса и управления временем. Это позволит сотрудникам находить оптимальный баланс между рабочими задачами и отдыхом, а также улучшить их производительность.

Другим важным мероприятием является рационализация рабочего времени и распределение задач по рабочему дню. Определение приоритетов и оптимальной последовательности выполнения задач позволит снизить перегрузку сотрудников и уменьшить их стрессовый уровень. Кроме того, регулярные перерывы и короткие паузы между задачами помогут восстанавливать энергию и повышать концентрацию работников.

Для улучшения рабочей среды планируется проведение ремонтных работ, обновление оборудования и внедрение новых технологий, направленных на автоматизацию и улучшение рабочих процессов. Также предусмотрено обеспечение световой и звуковой изоляции рабочих помещений, что позволит уменьшить шум и необходимость работы при недостаточной освещенности. Для эффективного контроля и оценки реализации мероприятий планируется введение системы мониторинга и анализа производственных условий и ОВПФ. Это позволит оперативно выявлять проблемы и предлагать соответствующие корректирующие меры для дальнейшего улучшения условий труда. Таким образом, представленный план мероприятий направлен на снижение негативного воздействия ОВПФ и улучшение условий труда. Реализация данных мероприятий способствует повышению эффективности труда, снижению стрессового уровня сотрудников и улучшению их самочувствия. «В настоящем исследовании производится расчет размера скидки или надбавки к страховому тарифу, применяемой при обязательном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Для достоверности расчета, были использованы данные за предыдущие три года, сведения о которых

представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Данные для расчета размера скидки (надбавки) к страховому тарифу по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [26]

Показатель	Усл. обоз.	Ед. изм.	Данные по годам		
			2020	2021	2022
1	2	3	4	5	6
Среднесписочная численность работающих	ССЧ	чел	562	563	562
Количество страховых случаев за год	К	шт.	3	2	1
Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом	S	шт.	3	2	1
Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем	T	дн.	156	96	36
Сумма обеспечения по страхованию	O	руб.	126300	98000	65000
Фонд заработной платы за год	ФЗП	руб.	118800000	119000000	119200000
Число рабочих мест, на которых проведена аттестация рабочих мест по условиям труда	q ₁₁	шт	–	–	256
Число рабочих мест, подлежащих аттестации по условиям труда	q ₁₂	шт.	–	–	301
Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным условиям труда по результатам аттестации	q ₁₃	шт.	–	–	54
Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры	q ₂₁	чел	–	–	500
Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры	q ₂₂	чел	–	–	498

Показатель $a_{стр}$ – отношение суммы обеспечения по страхованию в связи со всеми произошедшими у страхователя страховыми случаями к начисленной сумме страховых взносов, руб. определяется по формуле:

$$a_{стр} = \frac{O}{V}, \quad (32)$$

где O – сумма обеспечения по страхованию, произведенного за три года, предшествующих текущему, руб.;

V – сумма начисленных страховых взносов за три года, предшествующих текущему, руб. определяется по формуле:

$$V = \sum \Phi ЗП \times t_{\text{стр.}} \quad (33)$$

где $t_{\text{стр}}$ – страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (1,1%).

$$V = 356220000 \times 0,011 = 3918420 \text{ руб.}$$

Тогда:

$$a_{\text{стр}} = \frac{289300}{3918420} = 0,074 \text{ руб.}$$

Показатель $b_{\text{стр}}$ – количество страховых случаев у страхователя на тысячу работающих рассчитывается по формуле:

$$b_{\text{стр}} = \frac{K \cdot 1000}{\text{ССЧ}} \quad (34)$$

где K – количество случаев, признанных страховыми, за три года, предшествующих текущему;

N – среднесписочная численность работающих за три года, предшествующих предыдущему.

$$b_{\text{стр}} = \frac{6 \cdot 1000}{1687} = 3,55$$

Показатель $c_{\text{стр}}$ – количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на один несчастный случай, признанный страховым, исключая случаи со смертельным исходом рассчитывается по формуле:

$$c_{\text{стр}} = \frac{T}{S}, \quad (35)$$

где T – число временной нетрудоспособности в связи с несчастными случаями, признанными страховыми, за три года, предшествующих текущему;

S – количество несчастных случаев, признанных страховыми, исключая случаи со смертельным исходом, за три года, предшествующих текущему.

$$c_{\text{стр}} = \frac{288}{6} = 48$$

Коэффициент проведения специальной оценки условий труда у страхователя q_1 рассчитывается по формуле:

$$q_1 = (q_{11} - q_{13}) / q_{12} \quad (36)$$

где q_{11} – количество рабочих мест, в отношении которых проведена специальная оценка условий труда на 1 января текущего календарного года организацией, проводящей специальную оценку условий труда, в установленном законодательством Российской Федерации порядке;

q_{12} – общее количество рабочих мест;

q_{13} – количество рабочих мест, условия труда на которых отнесены к вредным или опасным по результатам проведения специальной оценки условий труда.

$$q_1 = (256 - 54) / 301 = 0,67$$

Коэффициент проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров у страхователя q_2 рассчитывается по формуле:

$$q_2 = q_{21} / q_{22}, \quad (37)$$

где q_{21} – число работников, прошедших обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с

действующими нормативно-правовыми актами на 1 января текущего календарного года;

q_2 – число всех работников, подлежащих данным видам осмотра, у страхователя.

$$q_2 = 500/498 = 1,00$$

«Скидка устанавливается в случае, если все указанные в пунктах 1,2,3 показатели ($a_{\text{стр}}$, $b_{\text{стр}}$, $c_{\text{стр}}$) ниже значений трех аналогичных показателей по виду экономической деятельности ($a_{\text{вэд}}$, $b_{\text{вэд}}$, $c_{\text{вэд}}$) [26].

$$a_{\text{стр}} = 0,074 < a_{\text{вэд}} = 0,080,$$

$$b_{\text{стр}} = 3,55 < b_{\text{вэд}} = 3,600,$$

$$c_{\text{стр}} = 48 < c_{\text{вэд}} = 50.$$

Произведем расчет скидки по формуле:

$$C\% = \left\{ 1 - \frac{\left(\frac{a_{\text{стр}}}{a_{\text{вэд}}} + \frac{b_{\text{стр}}}{b_{\text{вэд}}} + \frac{c_{\text{стр}}}{c_{\text{вэд}}} \right)}{3} \right\} \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot 100, \quad (38)$$

$$C\% = \left\{ 1 - \frac{\left(\frac{0,074}{0,080} + \frac{3,55}{3,600} + \frac{48}{50} \right)}{3} \right\} \cdot 0,67 \cdot 1,00 \cdot 100 = 3\%$$

При $0 < C < 40\%$ скидка к страховому тарифу устанавливается в размере полученного по формуле значения (с учетом округления)» [26].

«Учитывая полученную скидку, выявим размер страхового тарифа на 2024 год по формуле:

$$t_{\text{стр}}^{2024} = t_{\text{стр}}^{\text{тек}} - t_{\text{стр}}^{\text{тек}} \cdot C, \quad (39)$$

$$t_{\text{стр}}^{2024} = 0,011 - 0,011 \cdot 0,03 = 0,0107$$

$$t_{\text{стр}}^{2024} = 1,07\%$$

Получим размер страховых взносов по новому тарифу в 2024 году по формуле:

$$V^{2024} = \Phi \Pi^{\text{тек}} \cdot t_{\text{стр}}^{2024}, \quad (40)$$

$$V^{2024} = 119200000 \cdot 0,0107 = 1275440 \text{ руб.}$$

Размер экономии страховых взносов по новому тарифу в следующем году рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E} = V^{2023} - V^{2024}, \quad (41)$$

$$\mathcal{E} = 3918420 - 3895640 = 22780 \text{ руб.}$$

Таким образом, размер скидки к страховому тарифу по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве равен 3%» [3].

8.2 Санитарно-гигиеническая эффективность мероприятий по охране труда

Таблица 10 – Данные для расчета эффективности внедренных мероприятий по охране труда [26]

Показатель	Условные обозначения	Единица измерения	До внедрения	После внедрения
1	2	3	4	5
Число единиц производственного оборудования, не соответствующего ТБ	M_i	шт.	85	18
Общее количество единиц производственного оборудования	M	шт.	185	185
Количество производственных помещений, которые не отвечают требованиям безопасной их эксплуатации	B_i	шт.	2	0
Общее число производственных помещений	B	шт.	3	3
Количество рабочих мест, условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям	K_i	р.м.	63	8
Общее количество рабочих мест	$KЗ$	р.м.	254	254

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5
Численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям	$Ч_i$	чел.	85	15
Годовая среднесписочная численность работников	ССЧ	чел.	562	562
Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	$Ч_{нс}$	чел.	1	0
Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями	$Д_{нс}$	дн.	36	0
Число случаев профессиональных заболеваний	З	шт.	2	0
Количество дней временной нетрудоспособности из-за болезни	Дз	дн.	512	0
Количество случаев заболевания	Кз	шт.	2	0
Численность работников, которые стали инвалидами	$Ч_{и}$	чел.	1	0
Количество работников, уволившихся по собственному желанию из-за неудовлетворительных условий труда	$Ч_{п}$	чел.	1	0
Плановый фонд рабочего времени в днях	Фплан	дн.	249	249
Ставка рабочего	$T_{час}$	руб/час	39	39
Коэффициент доплат	$K_{допл}$	%	24	0
Продолжительность рабочей смены	T	час	8	8
Количество рабочих смен	S	шт.	1	1
Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем	μ		1,5	1,5
Страховой тариф по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний	tстр	%	1,07	1,07
Нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности	Ен		0,08	0,08
Единовременные затраты на проведение мероприятий по улучшению условия труда	Зед	руб.	0	1380000

«Увеличение количества производственного оборудования (ΔM), соответствующего требованиям безопасности» [26], определяем по формуле:

$$\Delta M = \frac{M_1 - M_2}{M} \cdot 100\%, \quad (42)$$

Увеличение числа производственных помещений (ΔB), отвечающих требованиям безопасной их эксплуатации, определяем по формуле:

$$\Delta B = \frac{B_1 - B_2}{B} \cdot 100\%, \quad (43)$$

где M_1, M_2 – число единиц производственного оборудования, не соответствующего требованиям безопасности до и после внедрения мероприятий, шт.;

M – общее количество единиц производственного оборудования, шт.;

B_1, B_2 – количество производственных помещений, не отвечающих требованиям безопасной их эксплуатации до и после внедрения мероприятий, шт.;

B – общее число производственных помещений, шт.

$$\Delta M = \frac{85 - 18}{185} \cdot 100\% = 36,2\%$$

$$\Delta B = \frac{2 - 0}{3} \cdot 100\% = 66,7\%$$

Сокращение количества рабочих мест (ΔK), условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям:

$$\Delta K = \frac{K_1 - K_2}{K_3} \cdot 100\%, \quad (44)$$

«Уменьшение численности занятых ($\Delta Ч$), работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям:

$$\Delta Ч = \frac{Ч_1 - Ч_2}{ССЧ} \cdot 100\%, \quad (45)$$

где K_1, K_2 – количество рабочих мест, условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после проведения мероприятий, р.м.;

K_3 – общее количество рабочих мест, р.м.;

$Ч_1, Ч_2$ – численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после проведения мероприятий, чел.;

ССЧ – годовая среднесписочная численность работников, чел.

$$\Delta K = \frac{63 - 8}{254} \cdot 100\% = 21,7\%$$

$$\Delta Ч = \frac{85-15}{562} \cdot 100\% = 12,5\%» [1].$$

8.3 Социальная эффективность мероприятий по охране труда

«Коэффициент частоты травматизма рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{ч}} = \frac{Ч_{\text{нс}} \cdot 1000}{\text{ССЧ}}, \quad (41)$$

где $Ч_{\text{нс}}$ – число пострадавших от несчастных случаев на производстве, чел.;

ССЧ – годовая среднесписочная численность работников, чел.;

$$K_{\text{ч1}} = \frac{1 \cdot 1000}{562} = 1,78$$

$$K_{\text{ч2}} = \frac{0 \cdot 1000}{562} = 0$$

Коэффициент тяжести травматизма рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{т}} = \frac{Д_{\text{нс}}}{Ч_{\text{нс}}}, \quad (47)$$

где $Д_{\text{нс}}$ – количество дней нетрудоспособности в связи с несчастным случаем, дн» [2].

$$K_{T1} = \frac{36}{1} = 36$$

$$K_{T2} = \frac{0}{0} = 0$$

Уменьшение данных показателей после проведения мероприятий по улучшению условий труда свидетельствует об их эффективности.

Рассчитаем изменение коэффициента частоты травматизма по формуле:

$$\Delta K_{\text{ч}} = 100 - \frac{K_{\text{ч}2}}{K_{\text{ч}1}} \cdot 100, \quad (48)$$

где $K_{\text{ч}1}, K_{\text{ч}2}$ – коэффициент частоты травматизма до и после проведения мероприятий.

$$\Delta K_{\text{ч}} = 100 - \frac{0}{1,78} \cdot 100 = 100$$

Рассчитаем изменение коэффициента тяжести травматизма по формуле:

$$\Delta K_{\text{т}} = 100 - \frac{K_{\text{т}2}}{K_{\text{т}1}} \cdot 100, \quad (49),$$

где $K_{\text{т}1}, K_{\text{т}2}$ – коэффициент тяжести травматизма до и после проведения мероприятий.

$$\Delta K_{\text{т}} = 100 - \frac{0}{36} \cdot 100 = 100$$

Рассчитаем уменьшение коэффициента частоты профессиональной заболеваемости из-за неудовлетворительных условий труда по формуле:

$$\Delta K_{\text{з}} = \frac{З_1 - З_2}{\text{ССЧ}} \cdot 100\%, \quad (50)$$

где $З_1, З_2$ – число случаев профессиональных заболеваний соответственно до и после внедрения мероприятий.

$$\Delta K_3 = \frac{2 - 0}{562} \cdot 100\% = 0,36\%$$

Сокращение коэффициентов тяжести заболевания рассчитаем по формуле:

$$\Delta K_{3T} = \frac{D_{31}}{K_{31}} - \frac{D_{32}}{K_{32}} \quad (51)$$

где D_{31}, D_{32} – количество дней временной нетрудоспособности из-за болезни соответственно до и после внедрения мероприятий.

K_{31}, K_{32} – количество случаев заболевания соответственно до и после внедрения мероприятий.

$$\Delta K_{3T} = \frac{512}{2} - \frac{0}{0} = 256$$

Рассчитаем уменьшение числа случаев выхода на инвалидность в результате травматизма или профессиональной заболеваемости по формуле:

$$\Delta Ч = \frac{Ч_{и1} - Ч_{и2}}{ССЧ} \cdot 100\%, \quad (52)$$

где $Ч_{и1}, Ч_{и2}$ – численность работников, которые стали инвалидами до и после проведения мероприятий, чел.

$$\Delta Ч = \frac{1 - 0}{562} \cdot 100\% = 0,18\%$$

Сокращение текучести кадров из-за неудовлетворительных условий труда рассчитаем по формуле:

$$\Delta Ч_{п} = \frac{Ч_{п1} - Ч_{п2}}{ССЧ}, \quad (53)$$

где $Ч_{п1}, Ч_{п2}$ – количество работников, уволившихся по собственному желанию из-за неудовлетворительных условий труда соответственно до и после внедрения мероприятий, чел.

$$\Delta Ч_{п} = \frac{1-0}{562} = 0,0018 \sim 1 \text{чел.}$$

Потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих за год рассчитываются по формуле:

$$ВУТ = \frac{100 \cdot Д_{нс}}{ССЧ}, \quad (54)$$

где $Д_{нс}$ – количество дней нетрудоспособности в связи с несчастным случаем на производстве, дн.

$ССЧ$ – годовая среднесписочная численность работников, чел.

$$ВУТ_1 = \frac{100 \cdot 36}{562} = 6,4 \text{дн.}$$

$$ВУТ_2 = \frac{100 \cdot 0}{562} = 0 \text{дн.}$$

Фактический годовой фонд рабочего времени 1 основного рабочего найдем по формуле:

$$\Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{план}} - ВУТ, \quad (55)$$

где $\Phi_{\text{план}}$ – плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, дн.

$\Phi_{\text{факт1}}, \Phi_{\text{факт2}}$ – фактический фонд рабочего времени 1 основного рабочего до и после проведения мероприятия, дн.

$$\Phi_{\text{факт1}} = 249 - 6,4 = 242,6 \text{ дн.}$$

$$\Phi_{\text{факт2}} = 249 - 0 = 249 \text{ дн.}$$

Прирост фактического фонда рабочего времени 1 основного рабочего после проведения мероприятия по охране труда найдем по формуле:

$$\Delta\Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{факт2}} - \Phi_{\text{факт1}}, \quad (56)$$

$$\Delta\Phi_{\text{факт}} = 249 - 242,6 = 6,4 \text{ дн.}$$

Относительное высвобождение численности рабочих за счет снижения количества дней невыхода на работу найдем по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ч}} = \frac{\text{ВУТ}_1 - \text{ВУТ}_2}{\Phi_{\text{факт1}}} \cdot \text{Ч}_{\text{нс1}}, \quad (57)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ч}} = \frac{6,4 - 0}{242,6} \cdot 1 = 0,03 = 1 \text{ чел.}$$

8.4 Экономическая эффективность мероприятий по охране труда

Прирост производительности труда за счет экономии численности работников в результате повышения трудоспособности:

$$\text{П}_{\mathcal{E}\text{ч}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{ч}} \cdot 100\%}{\text{ССЧ}_1 - \mathcal{E}_{\text{ч}}}, \quad (58)$$

где $\mathcal{E}_{\text{ч}}$ – сумма относительной экономии (высвобождения) численности работающих (рабочих) по всем мероприятиям, чел;

ССЧ_1 – среднесписочная численность работающих до проведения мероприятий, чел.

$$\text{П}_{\mathcal{E}\text{ч}} = \frac{1 \cdot 100\%}{562 - 1} = 0,18\%$$

Общий годовой экономический эффект ($\mathcal{E}\text{г}$) от мероприятий по улучшению условий труда представляет собой экономию приведенных затрат от внедрения данных мероприятий:

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{E}_{\text{мз}} + \mathcal{E}_{\text{усл.тр.}} + \mathcal{E}_{\text{страх.}} \quad (59)$$

Среднедневная заработная плата:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{дн}} = T_{\text{час}} \cdot T \cdot S \cdot (100\% + k_{\text{допл.}}), \quad (60)$$

Материальные затраты в связи с несчастными случаями на производстве рассчитываются по формуле:

$$P_{\text{мз}} = \text{ВУТ} \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{дн}} \cdot \mu, \quad (61)$$

Годовая экономия материальных затрат:

$$\mathcal{E}_{\text{мз}} = P_{\text{мз1}} - P_{\text{мз2}} \quad (62)$$

где $P_{\text{мз1}}$, $P_{\text{мз2}}$ – материальные затраты в связи с несчастными случаями до и после проведения мероприятий, руб.;

ВУТ – потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих за год до и после проведения мероприятия;

$\text{ЗПЛ}_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата одного работающего (рабочего), руб.;

μ – коэффициент, учитывающий все элементы материальных затрат по отношению к заработной плате;

$T_{\text{час}}$ – часовая тарифная ставка, руб/ч.;

$k_{\text{допл.}}$ – коэффициент доплат за условия труда, %;

T – продолжительность рабочей смены, ч.;

S – количество рабочих смен, шт.

$$\text{ЗПЛ}_{\text{дн1}} = 39 \cdot 8 \cdot 1 \cdot (100\% + 24) = 387 \text{ руб.}$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{дн2}} = 39 \cdot 8 \cdot 1 \cdot (100\% + 0) = 312 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{мз1}} = 6,4 \cdot 387 \cdot 1,5 = 3715 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{мз2}} = 0 \cdot 312 \cdot 1,5 = 0 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{мз}} = 3715 - 0 = 3715 \text{ руб.}$$

Среднегодовая заработная плата:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год}} = \text{ЗПЛ}_{\text{дн}} \cdot \Phi_{\text{план}}, \quad (63)$$

Годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда:

$$\mathcal{E}_{\text{усл.тр}} = (\mathcal{C}_1 - \mathcal{C}_2) \cdot (\text{ЗПЛ}_{\text{год1}} - \text{ЗПЛ}_{\text{год2}}), \quad (64)$$

где $\text{ЗПЛ}_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата одного работающего (рабочего), руб.;

$\Phi_{\text{план}}$ – плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, дн.;

$\text{ЗПЛ}_{\text{год}}$ – среднегодовая заработная плата работника, руб.;

$\mathcal{C}_1, \mathcal{C}_2$ – численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после проведения мероприятий, чел.

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год1}} = 387 \cdot 249 = 96363 \text{ руб.}$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год2}} = 312 \cdot 249 = 77688 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{усл.тр.}} = (85 - 15) \cdot (96363 - 77688) = 1307250 \text{ руб.}$$

Годовая экономия по отчислениям на социальное страхование:

$$\mathcal{E}_{\text{страх.}} = \mathcal{E}_{\text{усл.тр.}} \cdot t_{\text{страх}}, \quad (65)$$

где $t_{\text{страх}}$ – страховой тариф по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, %.

$$\mathcal{E}_{\text{страх.}} = 1307250 \cdot 1,07\% = 1398758 \text{ руб.}$$

Таким образом, общий годовой экономический эффект (\mathcal{E}_r) от мероприятий по улучшению условий труда составит:

$$\mathcal{E}_r = 3715 + 1307250 + 1398758 = 2709723 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий:

$$T_{\text{ед}} = \frac{Z_{\text{ед}}}{\mathcal{E}_r}, \quad (66)$$

Коэффициент экономической эффективности затрат:

$$E_{\text{ед}} = \frac{1}{T_{\text{ед}}}, \quad (67)$$

где $Z_{\text{ед}}$ – единовременные затраты на проведение мероприятий по улучшению условия труда, руб.;

$T_{\text{ед}}$ – срок окупаемости единовременных затрат, год.

$$T_{\text{ед}} = \frac{1380000}{2709723} = 0,5 \text{ года}$$

$$E_{\text{ед}} = \frac{1}{0,5} = 2$$

В результате проведенных расчетов, можно сделать вывод, что улучшение условий труда сопровождается значительным экономическим эффектом в размере 5 377 073 рублей годового дохода. Срок окупаемости затрат на мероприятия составляет всего 0,3 года. Это свидетельствует о том, что внедрение мероприятий по улучшению условий труда является выгодной и быстро окупаемой инвестицией.

В ходе проведенных исследований были разработаны мероприятия по техносферной безопасности при ремонте двигателя автомобиля КамАЗ-740. Анализ безопасности технологического процесса профилактики и ремонта позволил выявить опасности и риски, а также разработать рекомендации по улучшению безопасности данного процесса. Это включает в себя анализ безопасности технологических процессов, определение опасностей, оценку рисков и принятие мер по их уменьшению.

Также были исследованы методы оценки качества профилактических и ремонтных работ, включая контроль выполнения работ, анализ статистики отказов и длительности эксплуатации двигателей после ремонта. Эти методы позволяют оценить эффективность применяемых мероприятий и произвести необходимые корректировки в технологическом процессе.

Таким образом, раздел «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению безопасности» позволяет провести оценку эффективности мероприятий по обеспечению безопасности технологического процесса профилактики и ремонта двигателей КАМАЗ-740. Здесь представлены рекомендации по дальнейшему совершенствованию данного процесса с целью достижения высоких показателей безопасности и качества работы.

Заключение

Общие выводы данного раздела состоят из следующих пунктов:

- различные воздействия могут нанести ущерб компании, особенно в случае возможных и вредных разрушительных воздействий;
- процент дефектов и напряжений в работе оценивается в 3 балла, согласно возможным проектам жизненных контрактов;
- при оценке проектов, определяющих параметры микроклимата, учитываются все требования, определенные в технической терминологии и руководствах, основанных на национальных стандартах;
- локализация пожарной опасности, особенно в мастерских по обслуживанию автомобилей, классифицируется как группа пожарной опасности -4;
- для обеспечения безопасности и предотвращения гибели людей в медицинских учреждениях в случае пожара, предусмотрено время разрешения 0,02 минуты для эвакуации;
- реализация проекта «Системы противопожарной защиты, отвечающие требованиям стационарных электроустановок» выполнена в соответствии с требованиями пожарной безопасности и стандартами для зданий, сооружений и электроустановок;
- проведены расчеты максимальной токовой защиты для всех потребителей, использующих электрооборудование, электрические услуги и сетевые кабели;
- важность экономических понятий эргономики и инженерии при планировании и обслуживании транспортных средств объясняется в параграфе «Компоновка агрегатов по эргономическим и инженерным правилам»;
- с помощью полученных соотношений определяются границы требуемого при отказе технического состояния шатуна и выбирается траектория процесса ремонта;

- разработаны решения для процесса ремонта шатуна, основанные на знании основных геометрических дефектов;
- представлены три схемы восстановления верхнего шатуна и три схемы восстановления нижнего шатуна;
- задачи, связанные с реализацией процесса ремонта шатуна двигателя, решались в ходе выполнения квалификационной работы с использованием технического, технологического и технико-экономического оборудования и инструмента для выполнения операций механической обработки. Были разработаны схемы разборки и поломки;
- в ходе выполнения квалификационной работы получены знания в технической области ремонта машин, определена структура методов выявления и устранения дефектов деталей, а также изучены вопросы повышения качества ремонта машин.

Список используемых источников

1. Азаматов Р.А., Дажин В.Г., Кулаков А.Т., Модин А.И. Восстановление деталей автомобиля КамАЗ. Набережные Челны: КамАЗ, 1994. 215 с.
2. Азаматов Р.А. Восстановление деталей силового агрегата КамАЗ–740.11–240 (Euro–1), Набережные Челны: КамАЗтехобслуживание, 2007. - 307 с.
3. Бендарский В.В. Экологическая безопасность при эксплуатации и ремонте автомобилей, Ростов на Дону: Феникс, 2003. 379 с.
4. Власов В.М., Жанказьнев С.В., Круглов С.М. Техническое обслуживание автомобилей. – М.: Академия, 2018. 480 с.
5. Вшивцев В.В., Малышенко В.В., Никишин В.Н. Исследование динамической нагруженности шатуна с определением силы трения ЦПГ // Динамика и прочность автомобиля: Тезисы докладов второго Всесоюзного научно–технического совещания. 1986. С. 70–71.
6. Денисов А.С. Восстановление шатунов автотракторных двигателей. Саратов: СГТУ, 2008. 250 с.
7. Денисов А.С. Анализ причин эксплуатационных разрушений шатунных вкладышей двигателей КамАЗ–740 //Двигателестроение. 1981. - №9. - С. 37–40.
8. Забрусков А.П., Филатов А.С. Техническая безопасность на ремонтных предприятиях сельского хозяйства. – М.: Россельхозиздат, 2017. 208 с.
9. Кашук В.А., Верещагин А.Б. Справочник шлифовщика. М.: Машиностроение, 1988. - 480 с.
10. Калинский В.С. Автомобиль. М.: Транспорт, 2015. 368 с.
11. Карагодин В.Н., Митрохин Н.Н. Ремонт автомобилей и двигателей. М.: Мастерство. Высшая школа, 2018. - 496 с.
12. Коломейченко А.В., Кузнецов Ю.А. Методические указания к

выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология ремонта машин» для студентов, обучающихся по направлению 660300 «Агроинженерия». Орёл: ОГАУ, 2001. 50 с.

13. Кулаков А.Т. Разработка способа диагностирования шатунных подшипников двигателей и практических рекомендаций для снижения их отказов в процессе эксплуатации (на примере КамАЗ–740). Саратов, 1986. 173 с.

14. Макиенко Н.И. Слесарное дело с основами материаловедения. М.: Высшая школа, 2017. 480 с.

15. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. М.: Колос, 2019. 288 с.

16. Режимы резания металлов. Справочник/ под ред. Ю.В. Барановского – 3–е изд. М.: Машиностроение, 1972. 407 с.

17. Руководство по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей КамАЗ. М.: РусьАвтокнига. 2001. 288 с.

18. Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту двигателей КамАЗ 740.30–260 и 740.31–240. Набережные Челны. ОАО «КамАЗ». 2004. 138 с.

19. Румянцев С.И., Боднев А.Г., Бойко В.И. Ремонт автомобилей. М.: Транспорт, 2018. 328 с.

20. Семенов В.М. Лабораторно–практические занятия по ремонтному делу. – М.: Издательство сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов. 1962. 95 с.

21. Скотников В.А. Тракторы и автомобили. М.: Агропромиздат, 2015. 440 с.

22. Справочник технолога–машиностроителя. – В 2–х т. – Т. 2 /Под ред. Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.К. М.: Машиностроение, 1985. 496 с.

23. Титунин Б.А. Ремонт автомобилей КамАЗ. Л.: Агропромиздат, 1987. 288 с.

24. Туревский И.С. Техническое обслуживание автомобилей. М.: Форум – ИнфРа, 2015. 149 с.

25. Ульман И.Е., Герштейн И.М. Ремонт машин. М.: Колос, 2020. 446 с.
26. Устюгов И.И. Детали машин. М.: Высшая школа, 2017. 399 с.
27. Фрезе Т.Ю. Методы оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», 2020. 258 с.
28. Черноиванов В.И., Бледных В.В. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: учебное пособие. Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. 992 с.
29. Черноиванов В.И., Лялякин В.П. Организация и технология восстановления деталей машин. М.: ГОСНИТИ, 2003. 488 с.
30. Юдин В.М. Анализ способов восстановления шатуна двигателя КамАЗ // Сб. науч. труд. Сарат. гос. техн. универ–т. Саратов, 2006. С. 23–27.
31. Якунин Н.Н. Методологические основы контроля и управления техническим состоянием автомобилей в эксплуатации. М.: Машиностроение–1, 2003. 178 с.