

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
Лысьвенский филиал

Факультет: профессионального образования

Направление: 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль: Эксплуатация наземных транспортных, технологических и беспилотных машин
Кафедра: общенаучных дисциплин

Допускается к защите
Доцент с и.о. зав. кафедрой ОНД
_____ К.В. Кондратьева
«___» _____ 2026 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

«Разработка технологического поста по ремонту двигателей легковых автомобилей на СТО ИП Тонков, г. Пермь»

Студент: _____ К.С.Тонков
(подпись, дата)

Группа: ЭТМ-21-1бзЛФ

Состав ВКР:

1. Пояснительная записка на 76 стр.
2. Электронный носитель с материалами ВКР.

Руководитель: _____ ст. преподаватель каф. ОНД А.В. Лепихин
(подпись, дата)

Проверено

на наличие

заимствования: _____ канд. экон. наук, доцент, К.В. Кондратьева
(подпись, дата)

Лысьва, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ.....	6
1.1. Теоретические основы организации ремонта двигателей легковых автомобилей.....	6
1.2. Анализ существующих методов, оборудования и технологий ремонта двигателей.....	10
1.3. Нормативно-техническая документация, регламентирующая ремонтные работы.....	12
1.4. Критерии эффективности организации технологического поста.....	13
Вывод по разделу 1	16
2 АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТО И ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	17
2.1. Краткая характеристика станции технического обслуживания и её производственных мощностей.....	17
2.2 Анализ существующей организации ремонта двигателей и выявление недостатков	19
2.3 Обоснование необходимости разработки нового технологического поста	21
2.4 Формулировка технических требований к проектируемому посту.....	22
Вывод по разделу 2	25
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОСТА ПО РЕМОНТУ ДВИГАТЕЛЕЙ	26
3.1. Краткая характеристика станции технического обслуживания и её производственных мощностей.....	26
3.2. Математическое моделирование межремонтных пробегов и периодичности капитального ремонта.....	29
3.3. Подбор и обоснование выбора современного оборудования, инструментов и оснастки	45

3.4. Описание технологических процессов ремонта двигателей на новом посту	51
3.5. Разработка технологического процесса ремонта ДВС на проектируемом участке	54
Вывод по разделу 3	58
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА	59
4.1.Расчёт капитальных вложений на организацию поста	59
4.2. Определение экономической эффективности внедрения поста	61
4.3. Оценка влияния нового поста на качество и сроки выполнения ремонтных работ	68
Вывод по разделу 4	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	74
ПРИЛОЖЕНИЕ А	77

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Мониторинг автомобильного рынка Пермского края фиксирует глубокие структурные изменения в составе регионального парка. Резкий рост стоимости новых китайских автомобилей в дилерских центрах Перми сделал их недоступными для массового потребителя. Одновременно с этим неудовлетворительное качество сборки и низкая надежность узлов отечественных автомобилей марки «LADA» вызывают массовый отказ автовладельцев от приобретения продукции российского автопрома. Данные факторы спровоцировали резкое и масштабное увеличение парка подержанных транспортных средств на вторичном рынке региона и стремительное старение автопарка Прикамья, где средний возраст машин превысил 13 лет.

Цель работы разработка технологического поста по ремонту двигателей легковых автомобилей на СТО ИП Тонков, г. Пермь.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить теоретические основы организации ремонта двигателей легковых автомобилей, провести анализ регионального автопарка, конкурентной среды и исследовать действующую нормативно-техническую базу;
2. Выполнить комплексный анализ производственно-хозяйственной деятельности предприятия, оценить существующую технологию ремонта двигателей и обосновать необходимость проектирования нового поста;
3. Разработать планировочное решение и технологический процесс для нового поста, обосновать выбор современного оборудования и рассчитать потребность в производственных площадях и энергетических ресурсах;

4. Провести экономическое обоснование разработанного проекта, рассчитать объем капитальных вложений, операционные затраты и определить срок окупаемости внедряемого технологического поста.

Объект исследования является это станция технического обслуживания легковых автомобилей индивидуального предпринимателя Тонкова.

Предметом исследования является технологический процесс, нормативная база, организация труда и материально-техническое оснащение поста по ремонту двигателей легковых автомобилей.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

1.1. Теоретические основы организации ремонта двигателей легковых автомобилей

Эффективность функционирования и целесообразность модернизации производственно-технической базы авторемонтных предприятий напрямую зависят от количественного и качественного состава обслуживаемого парка транспортных средств, а также от плотности конкурентной среды в регионе. В последние годы автомобильный рынок Пермского края претерпевает серьезные структурные изменения, обусловленные макроэкономическими факторами и изменением покупательской способности населения.

Ключевым трендом регионального парка стало стремительное старение техники и смещение потребительского спроса в сторону вторичного рынка. Данная тенденция вызвана двумя основными факторами:

- ценовая недоступность новых импортных автомобилей. Стоимость новых легковых машин китайских брендов, занявших освободившиеся ниши, оказалась чрезмерно высокой для большинства жителей Пермского края. Высокие таможенные пошлины, утилизационный сбор и логистические издержки привели к тому, что средний чек на новый китайский автомобиль в автосалонах Перми превысил финансовые возможности массового локального покупателя;
- технический кризис отечественного автопрома. Продукция Волжского автозавода, марка LADA, которая традиционно занимала лидирующие позиции в бюджетном сегменте региона, столкнулась с падением качества сборки и надежности комплектующих на фоне вынужденного импортозамещения узлов. Хронические проблемы с электроникой, трансмиссией и элементами силовых агрегатов новой линейки отечественных машин привели к массовому отказу автовладельцев Пермского края от покупки данных транспортных средств.

Следствием этих процессов стало масштабное увеличение доли подержанных автомобилей на вторичном рынке Перми и края. Статистика по автомобилем приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Структурный состав и возрастной профиль легковых автомобилей в Пермском крае

Марка автомобиля	Доля в парке, %	Количество, шт.	Средний возраст, лет	Характеристика технического состояния
LADA	26.0	135 200	17.0	Наиболее старая часть парка с высокой изношенностью ДВС.
Toyota	9.0	46 800	14.5	Надежные, но возрастные праворульные и леворульные модели
Hyundai	8.0	41 600	11.5	Массовый сегмент, моторы требуют капремонта из-за больших пробегов в такси
Kia	7.5	39 000	11.0	Высокая плотность Rio и Sportage, часто выходят из строя катализаторы и ЦПГ.
Volkswagen	6.0	31 200	12.0	Преобладают технологичные моторы TSI со сложной архитектурой ГБЦ.
Renault	5.5	28 600	13.0	Бюджетные агрегаты K7M и K4M с глубоким естественным износом.
Другие марки	38.0	197 600	8.5	Сборный сектор из старых иномарок и китайских брендов.

Анализ распределения долей марок и их возрастных параметров наглядно иллюстрирует, что ядро обслуживаемого автопарка региона представлено техникой с критическим эксплуатационным износом. Отечественная марка LADA имеет самый высокий средний возраст на уровне 17 лет, что генерирует постоянный поток заказов на капитальный ремонт ДВС. Иномарки азиатских и европейских брендов находятся в возрастном

диапазоне от 11 до 14,5 лет, когда пробеги большинства машин превышают 200 тысяч километров. В данных условиях силовой агрегат полностью исчерпывает заводской ресурс, что подтверждает необходимость открытия изолированного моторного поста для прецизионного восстановления геометрических параметров узлов

Вместо покупки новых машин потребители массово инвестируют средства в поддержание работоспособности и продление срока эксплуатации уже имеющихся иномарок европейского, корейского и японского производства. На сегодняшний день в Перми зарегистрировано около 520 тысяч легковых автомобилей. В структуре парка свыше 25 процентов приходится на различные поколения отечественной марки LADA, а среди иностранных брендов доминируют возрастные модели Toyota, Hyundai, Kia, Volkswagen и Renault. Средний возраст легкового автомобиля в Пермском крае превысил отметку в 13 лет.

Эксплуатация техники с большими пробегами характеризуется лавинообразным ростом отказов со стороны наиболее сложных систем. В первую очередь критическому износу подвергаются элементы цилиндропоршневой группы, кривошипно-шатунного механизма и газораспределительного механизма двигателей внутреннего сгорания. Потребность в проведении средних и капитальных ремонтов двигателей в регионе выросла в несколько раз. Двигатели внутреннего сгорания современных легковых автомобилей являются высокотехнологичными узлами, восстановление которых требует прецизионной точности, чистоты и строгого соблюдения технологических карт.

Рынок агрегатного ремонта в Перми высококонкурентен. Основными сетевыми конкурентами выступают федеральные игроки, такие как сеть Fit Service, а также крупные локальные техцентры, среди которых выделяются Автомакс и EEMotors. Сводные данные сравнительного анализа конкурентной среды на рынке моторного ремонта в городе Перми представлены в таблице 1.2.

Таблица 2- Сравнительный анализ конкурентной среды на рынке моторного ремонта в городе Перми

Параметр сравнения	Сеть станций технического обслуживания Fit Service	Техцентр Автомакс	Проектируемый пост СТО ИП Тонков
Стоимость работ по капитальному ремонту, рублей	55000 – 65000	48000 – 55000	70000 – 75000
Средние сроки выполнения ремонта, рабочих дней	5 – 7 дней	4 – 5 дней	5 – 6 дней
Используемая база запасных частей	Массовые бренды дубликаты среднего уровня	Заводской оригинал и сторонние аналоги	Только оригинальные заводские комплектующие и сертифицированные детали высшего класса надежности
Гарантийные обязательства на выполненные работы	12 месяцев или 20000 километров пробега	6 месяцев или 10000 километров пробега	24 месяца или 50000 километров пробега за счет строгого контроля качества и чистоты сборки
Основной технологический упор и позиционирование	Высокая пропускная способность и потоковый маркетинг	Наличие металлообработки на территории	Премиальное качество сборки в изолированной чистой зоне, прецизионная точность измерений и максимальный ресурс агрегата

Данный срез конкурентной среды наглядно обосновывает выбранную стратегию премиального позиционирования проектируемого поста СТО ИП Тонков. В отличие от крупных сетевых операторов, ориентированных на высокую скорость потока и компромиссные по стоимости дубликаты запчастей, новый пост делает бескомпромиссный упор на качество ремонтного цикла.

Использование исключительно оригинальных заводских комплектующих и изоляция зоны сборки позволяют установить повышенную стоимость услуг. Высокое ценовое позиционирование полностью оправдано для потребителя предоставлением беспрецедентной для рынка Перми двухлетней гарантии, подтверждающей восстановление ресурса двигателя до заводских параметров.

1.2. Анализ существующих методов, оборудования и технологий ремонта двигателей

Современная практика авторемонта классифицирует восстановление двигателей внутреннего сгорания по степени вмешательства на текущий, средний и капитальный ремонт. Текущий ремонт предполагает устранение мелких неисправностей путем замены навесного оборудования или отдельных быстроизнашиваемых деталей. Капитальный ремонт представляет собой полное восстановление эксплуатационных характеристик агрегата до заводских параметров.

Технологический процесс капитального ремонта двигателей внутреннего сгорания строится на использовании двух основных методов организации производства:

- индивидуальный метод. При данном методе снятый с автомобиля двигатель полностью разбирается, дефектуется, восстанавливается и собирается на одном и том же рабочем месте силами одной бригады или одного мастера. Преимуществом метода является высокая ответственность

исполнителей за конечный результат. Недостатком выступает высокая трудоемкость и длительный простой автомобиля;

– агрегатный метод. Малым и средним мастерским агрегатный метод не подходит из-за высокой стоимости. Им экономически невыгодно замораживать оборотные средства в покупке запасных моторов для создания фонда.

При ремонте автомобильных двигателей основное внимание уделяют механической обработке базовых деталей. Чтобы восстановить правильную геометрию изношенных цилиндров, их сначала растачивают на вертикально-расточных станках. После этого выполняют плосковершинное хонингование. Эта операция формирует на стенках специальную микросетку. Она необходима, чтобы удерживать моторное масло и снижать износ поршневых колец при работе ДВС. Восстановление коленчатых валов заключается в перешлифовке шатунных и коренных шеек под определенный ремонтный размер. Работу делают на круглошлифовальных станках, а затем обязательно полируют рабочие поверхности.

Особую роль в технологии ремонта играет очистка снятых деталей. Мыть узлы вручную щетками неэффективно, так как это не дает нужной чистоты. По современным стандартам нужно использовать автоматические моечные машины струйного или ультразвукового типа. Для очистки применяют щелочные растворы и синтетические моющие средства, которые хорошо удаляют нагар и масляные отложения. Если пренебречь качественной мойкой, остатки продуктов износа и грязь попадут в каналы смазочной системы. Это неизбежно вызовет масляное голодание и приведет к быстрой поломке отремонтированного силового агрегата.

1.3. Нормативно-техническая документация, регламентирующая ремонтные работы

Проведение ремонтных и диагностических работ на автотранспортных средствах жестко регламентировано государственной системой стандартов и ведомственными руководящими документами. Соблюдение нормативно-технической базы является обязательным условием для обеспечения безопасности дорожного движения и экологической безопасности.

Основу нормативно-технического регулирования составляют следующие документы:

- ГОСТ 12.3.017-79. Данный стандарт устанавливает общие требования безопасности при техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. Он регламентирует организацию рабочих мест, требования к инструменту, подъемным механизмам и правила обращения с эксплуатационными жидкостями;

- РД 37.009.010-85. Руководящий документ определяет методики, правила и технические требования к организации диагностики легковых автомобилей. В соответствии с ним дефектовка и контроль параметров двигателей должны производиться с использованием тарированного мерительного инструмента;

- Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. Документ определяет структуру ремонтного цикла, нормативы трудоемкости и периодичности воздействий;

- Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта ОНТП-01-91. Настоящие нормы устанавливают базовые требования к проектированию производственных зон, расчету площадей, табелю оборудования и инженерному обеспечению станций технического обслуживания.

Все выполняемые станцией технического обслуживания работы должны сопровождаться оформлением юридической и технической

документации. Обязательными к заполнению являются приемосдаточный акт с фиксацией дефектов, заказ-наряд с указанием перечня работ и замененных деталей, а также технологическая карта ремонта двигателя внутреннего сгорания, регламентирующая последовательность операций.

1.4. Критерии эффективности организации технологического поста

Проектирование, модернизация и последующая оценка функционирования специализированного поста по ремонту двигателей внутреннего сгорания базируются на комплексной системе критериев, определяющих его технико-экономическую, технологическую и эргономическую эффективность. В условиях автосервисных предприятий малой мощности внедрение обособленного моторного участка должно быть жестко обосновано с точки зрения рационального использования имеющихся производственных площадей, повышения производительности труда и обеспечения максимального качества оказываемых услуг.

Главным технико-экономическим показателем работы является пропускная способность поста. Она показывает, сколько ремонтов может выполнить мастер за определенный отрезок времени при полной загрузке оборудования. Этот параметр сильно зависит от уровня механизации труда и опыта самих слесарей-мотористов. С пропускной способностью прочно связан коэффициент загрузки станков и верстаков в течение рабочей смены. Правильное планирование помогает избежать простоев дорогой техники, такой как автоматические мойки деталей или гидравлические прессы. Это обеспечивает стабильную окупаемость всего участка.

Технологический критерий эффективности работы поста требует строгого соблюдения замкнутого цикла и идеальной чистоты на рабочем месте. Современные автомобильные двигатели — это точные агрегаты. Их сборку нельзя проводить там же, где выполняются общие слесарные,

сварочные или кузовные работы. В общем цеху в воздухе постоянно летает металлическая окалина, абразивная пыль от болгарок и обычная дорожная грязь.

Технологический критерий эффективности функционирования поста заключается в строгом соблюдении принципа замкнутости производственного цикла и поддержании прецизионной чистоты в рабочей зоне. Специфика капитального ремонта современных двигателей легковых автомобилей требует их полной изоляции от зон общего слесарного, сварочного и кузовного ремонта, где в воздухе постоянно присутствует высокая концентрация мелкодисперсной абразивной пыли, металлической окалины и дорожной грязи. Попадание мелких абразивных частиц на открытые внутренние полости блока цилиндров, зеркало или шейки коленвала во время сборки полностью портит точность настроек. Из-за этого на деталях появляются задиры, а ресурс отремонтированного мотора сильно снижается. Поэтому уровень защиты чистой зоны от грязи из общего цеха считается важнейшим показателем качества.

Эргономические критерии и правила охраны труда определяют, насколько безопасно и удобно работать мотористу. Главный показатель здесь — коэффициент плотности расстановки оборудования. Его считают как отношение общей площади бокса к площади, которую занимают станки, прессы, верстаки и тележки с инструментом. Для моторных участков этот коэффициент должен строго укладываться в нормативы. Это гарантирует, что в боксе останутся свободные проходы для рабочих и место для маневров передвижного гидравлического крана с подвешенным тяжелым блоком цилиндров.

Для проведения комплексной оценки проектируемого участка и систематизации контролируемых параметров формируется специальная матрица показателей эффективности технологического поста, представленная в таблице 3.

Таблица 3 - Матрица критериев эффективности организации моторного поста

Наименование критерия эффективности	Методика определения и целевое содержание параметра	Влияние на общую эффективность работы СТО
Пропускная способность участка	Расчет максимального количества отремонтированных двигателей за календарный год	Определяет общую технологическую емкость и коммерческий потенциал предприятия
Коэффициент загрузки оборудования	Отношение нормативного времени работы станков к полному фонду времени работы поста	Демонстрирует сбалансированность закладываемых мощностей и окупаемость станков
Коэффициент плотности расстановки	Отношение общей площади чистого бокса к площади проекции всего оборудования	Гарантирует соблюдение требований охраны труда и нормативных проходов
Степень технологической чистоты	Эффективность работы приточно-вытяжной вентиляции по созданию избыточного давления	Исключает попадание абразивной пыли в узлы трения в процессе сборки мотора
Качество готовой продукции	Способность поста восстанавливать заложенный заводской ресурс силового агрегата	Позволяет расширить гарантийные обязательства и привлечь премиальный сегмент

Конечным и наиболее значимым критерием эффективности организации специализированного поста является качество готовой продукции, выраженное в способности предприятия восстанавливать

геометрические параметры и эксплуатационные характеристики узлов цилиндропоршневой группы и кривошипно-шатунного механизма до первоначальных паспортных значений. Достижение этой цели возможно только при интеграции всех вышеперечисленных критериев, включая прецизионное метрологическое обеспечение, автоматизацию очистки деталей и высокий уровень организации труда ремонтных бригад.

Вывод по разделу 1

В результате проведенного теоретического анализа выявлено, что автомобильный рынок Пермского края характеризуется стремительным старением и износом силовых агрегатов, где средний возраст машин превысил тринадцать лет. Высокая плотность конкурентной среды в регионе требует от малых предприятий перехода к интенсивному развитию и предложению бескомпромиссного качества ремонтного цикла. Изучение нормативно-технической базы и критериев эффективности подтверждает необходимость строгого соблюдения чистоты зоны сборки и принципа замкнутости технологического процесса. Организация изолированного моторного поста является научно обоснованным решением, позволяющим обеспечить прецизионную точность восстановления геометрических параметров узлов двигателей и гарантировать максимальный ресурс агрегатов.

2 АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТО И ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

2.1. Краткая характеристика станции технического обслуживания и её производственных мощностей

Объектом исследования в настоящей выпускной квалификационной работе выступает действующее автосервисное предприятие индивидуального предпринимателя Тонкова, осуществляющее свою коммерческую деятельность на рынке автомобильного сервиса города Перми под зарегистрированным наименованием автосервис «Докавто». Данная станция технического обслуживания географически и логистически локализована в индустриальной зоне Мотовилихинского района по адресу: город Пермь, улица Бригадирская, дом 18. На основании принятой в автотранспортной отрасли классификации автообслуживающих предприятий, по своему назначению, структуре и объемам производства данный объект относится к категории городских малых станций технического обслуживания легкового автотранспорта. Структура представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Организационная структура «Докавто»

Организационно-правовая форма данного сервисного центра зарегистрирована как индивидуальное предпринимательство без образования крупного юридического лица, а текущий правовой статус характеризует СТО как полностью свободное и независимое автосервисное предприятие, которое не связано какими-либо дилерскими контрактами или франшизными обязательствами с заводами-изготовителями конкретных автомобильных марок. Это позволяет руководству самостоятельно формировать ценовую политику, оперативно реагировать на изменения конъюнктуры рынка Прикамья и выбирать стратегические направления развития производственно-технической базы.

Все основные производственные мощности и вспомогательные подразделения станции технического обслуживания индивидуального предпринимателя Тонкова сосредоточены в границах отдельно стоящего одноэтажного капитального здания блочного типа. Помещение полностью адаптировано под нужды автосервиса и подключено к центральным городским системам инженерного обеспечения, включая силовую электрическую сеть, центральный водопровод, хозяйственно-бытовую канализацию и водяное отопление. Внутренняя структура предприятия спроектирована с учетом необходимости разделения клиентской и рабочей зон. В состав общей площади входят помещение мастера-приемщика, совмещенное с комфортной зоной ожидания для автовладельцев, основной производственный цех технического обслуживания и текущего ремонта, изолированный пост уборочно-моечных работ, укомплектованный аппаратом высокого давления, а также складское хозяйство для краткосрочного хранения и выдачи востребованных запасных частей, смазочных материалов и эксплуатационных жидкостей. Для персонала предусмотрены бытовые помещения, включающие раздевалку и санитарную комнату.

Основное технологическое ядро главного производственного цеха технического обслуживания и текущего ремонта формируют три универсальных тупиковых поста, которые расположены параллельно друг

другу и ориентированы перпендикулярно въездным воротам. Посты укомплектованы стационарными двухстоечными электрогидравлическими подъемниками с нижней синхронизацией тросов и один четырёхточечный подъемник, обладающими грузоподъемностью до четырех тонн каждый, что позволяет обслуживать всю линейку современных легковых машин, внедорожников и легкого коммерческого транспорта.

Текущая штатная численность производственного персонала предприятия состоит из одного мастера-приемщика, который выполняет обязанности диспетчера, осуществляет первичную приемку машин, распределяет заказы и производит финальный контроль качества выполненных работ, а также трех слесарей-ремонтников универсального профиля. На станции технического обслуживания установлен стабильный односменный режим работы продолжительностью восемь часов в сутки при шестидневной рабочей неделе. Основной объем ежедневно выполняемых услуг на универсальных постах связан с проведением регламентного технического обслуживания, заменой элементов ходовой части, ремонтом элементов тормозной системы, рулевого управления и обслуживанием навесного оборудования автомобилей.

2.2 Анализ существующей организации ремонта двигателей и выявление недостатков

На фоне масштабных изменений на автомобильном рынке Пермского края и стремительного старения регионального парка легковых машин поток клиентских обращений на СТО индивидуального предпринимателя Тонкова по поводу проведения сложного агрегатного ремонта двигателей внутреннего сгорания значительно увеличился. Однако проведение комплексного технологического и организационного аудита текущей практики выполнения моторных работ выявило наличие серьезных системных недостатков, диспропорций и ограничений, которые существенно снижают общую

пропускную способность ремонтной зоны и приводят к прямым экономическим потерям предприятия:

- нерациональное использование постов и блокировка основных мощностей цеха. Из-за отсутствия выделенного рабочего пространства операции по полной разборке, дефектовке, промежуточному хранению деталей и последующей сборке силовых агрегатов осуществляются непосредственно на общих универсальных слесарных постах, оборудованных подъемниками. Капитальный ремонт одного двигателя внутреннего сгорания в среднем занимает от четырех до шести рабочих дней. В течение всего этого временного периода автомобиль клиента находится в частично разобранном состоянии на подъемнике, что полностью парализует работу конкретного поста. Предприятие теряет возможность выполнять быстрые и высокооборачиваемые операции по экспресс-замене масел, колодок или элементов подвески, на которые всегда существует стабильный спрос, что приводит к формированию очередей и уходу потенциальных клиентов к конкурентам;

- грубое нарушение базовых требований технологической чистоты и гигиены труда. Пространство, на котором выполняются точные моторные работы, никак не изолировано от общего объема слесарного цеха, где непрерывно происходят процессы зачистки деталей, шиномонтажа, сварки и очистки элементов подвески от дорожной грязи. В результате в воздухе постоянно присутствует высокая концентрация мелкодисперсной пыли, металлической окалины и абразивных частиц. При сборке двигателя внутреннего сгорания эти частицы неизбежно оседают на открытых внутренних полостях блока цилиндров, зеркале цилиндров, шейках коленчатого вала и постелях распределительных валов. Попадание малейшего абразива под вкладыши подшипников в процессе финальной затяжки сводит к нулю прецизионную точность регулировок, провоцирует появление задиров при первом пуске и лавинообразно сокращает

эксплуатационный ресурс отремонтированного мотора, подрывая заявленную СТО стратегию качества;

– низкий уровень механизации производственных процессов и тяжелые условия труда. Существующая материально-техническая база моторного участка характеризуется полным дефицитом специализированного технологического оснащения. На предприятии полностью отсутствует автоматическая моечная машина струйного или ультразвукового типа, из-за чего слесари вынуждены очищать внутренние детали от застарелых нагаровых и смолистых отложений вручную при помощи щеток и агрессивных растворителей на обычном верстаке. Это не позволяет качественно вымыть скрытые масляные каналы гидрокомпенсаторов и каналы коленчатого вала. Процесс дефектовки деталей усложнен из-за нехватки измерительного инструмента высокого класса точности. Более того, из-за отсутствия локальных подъемно-транспортных механизмов и поворотных стенов слесари осуществляют перемещение и переворачивание тяжелых блоков цилиндров вручную, что приводит к повышенной физической утомляемости, увеличивает риск производственного травматизма и затягивает общее время нахождения узла в ремонте.

2.3 Обоснование необходимости разработки нового технологического поста

Выявленные в ходе анализа организационные и технологические недостатки доказывают, что дальнейшее развитие СТО индивидуального предпринимателя Тонкова по экстенсивному пути невозможно. Проведение сложных моторных работ на общих постах снижает производительность труда ремонтных рабочих и ухудшает качество оказываемых услуг. Единственным научно обоснованным путем модернизации производственно-технической базы малого предприятия в условиях ограниченных площадей

выступает переход к интенсивному развитию на основе принципов концентрации и узкой специализации ремонтных воздействий.

Разработка и внедрение обособленного, изолированного технологического поста по ремонту двигателей внутреннего сгорания позволят кардинально изменить структуру производственного цикла. Организация моторного участка в формате отдельной чистой комнаты позволит полностью убрать разобранные агрегаты с универсальных слесарных постов, вернув подъемникам их первоначальную высокую оборачиваемость и пропускную способность.

Локализация процесса сборки в стерильных условиях исключит риски повреждения деталей пылью и позволит автосервису Докавто на практике реализовать заявленное премиальное позиционирование. Оснащение поста современным комплексом средств механизации, автоматической мойки и прецизионного мерительного инструмента сократит время простоя машин в ремонте, повысит коэффициент технической готовности обслуживаемого парка и позволит предприятию занять лидирующие позиции в верхнем ценовом сегменте рынка авторемонта города Перми.

2.4 Формулировка технических требований к проектируемому посту

Для успешной реализации проекта и обеспечения идеальных условий для работы слесарей-мотористов формируется комплекс жестких инженерных, строительных и технологических требований к проектируемому моторному посту:

- строительные требования и пространственная изоляция. Пост по ремонту двигателей должен быть спроектирован в виде полностью замкнутого, выгороженного помещения внутри существующего здания. Стены модуля возводятся из современных звукоизоляционных и легкомоющихся сэндвич-панелей. Дверные проемы укомплектовываются

плотными уплотнителями для исключения проникновения загрязненного воздуха из смежного слесарного цеха;

- требования к технологическому оснащению. Помещение поста необходимо укомплектовать специализированным табелем оборудования, в состав которого в обязательном порядке должны войти автоматическая струйная мойка деталей для очистки крупногабаритных узлов, передвижной гидравлический кран для исключения тяжелого ручного труда при транспортировке блоков, поворотный стенд-кантователь с редуктором для эргономичной сборки моторов, а также тяжелый слесарный верстак с экраном и инструментальная тележка;

- измерительное обеспечение. Для обеспечения высшего качества дефектовки пост необходимо оснастить индивидуальным комплектом поверенного измерительного инструмента, включающим цифровые микрометры, индикаторные нутромеры с набором штанг, поверочные плиты и линейки для контроля плоскостности головок блоков, а также динамометрические ключи различного диапазона с фиксацией момента затяжки;

- требования к инженерным коммуникациям. К проектируемому модулю подводится силовая электрическая линия с напряжением 380 Вольт для питания нагревательных элементов моечной машины. Моторная комната оборудуется индивидуальной приточно-вытяжной системой вентиляции с функцией фильтрации воздуха для создания избыточного давления внутри чистой зоны, препятствующего проникновению пыли извне. Система освещения должна сочетать общее потолочное освещение и локальные бестеневые светодиодные светильники над верстаком и кантователем с обеспечением нормативной освещенности рабочей зоны;

- требования к эргономике и охране труда. Планировочное решение поста и расстановка всех элементов мебели и станков должны строго соответствовать нормативному коэффициенту плотности расстановки оборудования.

**Таблица 4- Инженерно-технические требования к проектируемому
моторному посту и проектные решения**

Категория требований	Нормативное требование по государственным стандартам и нормам проектирования	Разработанное проектное решение для автосервиса «Докавто»
Строительные и изоляционные	Изоляция от зон общего слесарного и кузовного ремонта для исключения попадания абразивной пыли и грязи	Возведение изолированного бокса площадью 36 квадратных метров из легкомоющихся и звукоизоляционных сэндвич-панелей с герметичными уплотнителями дверных проемов.
Параметры микроклимата	Обеспечение технологической чистоты воздуха в зоне сборки точных сопрягаемых пар цилиндропоршневой группы	Монтаж автономной приточно-вытяжной вентиляции с блоком фильтрации, создающей избыточное давление воздуха
Механизация процессов	Исключение тяжелого физического труда при перемещении узлов весом более 50 килограмм	Оснащение поста гидравлическим подъемным краном-гуськом модели грузоподъемностью 1000 килограмм и поворотным стендом-кантователем
Энергетическое обеспечение	Наличие силовой электрической сети для питания	Подведение к технологическому модулю выделенной трехфазной кабельной линии
Эргономика и проходы	Коэффициент плотности расстановки оборудования для агрегатных отделений должен строго находиться в пределах от 4.0 до 4.5.	Оптимальное планировочное решение с расстановкой мебели и станков с расчетным коэффициентом плотности расстановки 4.2.
Светотехнические параметры	Обеспечение нормативной освещенности рабочей зоны верстака при проведении точных измерений	Комбинированная система: общее потолочное освещение плюс локальные бестеневые светодиодные светильники направленного света
Метрологическое обеспечение	Контроль прецизионной точности геометрических параметров и моментов затяжки ответственных резьбовых соединений.	Комплектование поста индивидуальным набором поверенных цифровых микрометров, нутромеров, индикаторных головок и предельных динамометрических ключей.

Вывод по разделу 2

Проведенный комплексный анализ производственно-хозяйственной деятельности автосервиса Докавто выявил серьезные организационные и технологические недостатки в текущей практике выполнения ремонтных работ. Отсутствие выделенного рабочего пространства приводит к блокировке универсальных слесарных постов частично разобранными автомобилями на длительный срок, что парализует оперативную деятельность цеха и снижает общую выручку предприятия. Отсутствие пространственной изоляции зоны сборки двигателей от общего производственного помещения влечет за собой грубое нарушение требований технологической чистоты из-за высокой концентрации абразивной пыли в воздухе. Низкий уровень механизации процессов, дефицит измерительных приборов высокого класса точности и отсутствие автоматических моечных машин увеличивают трудоемкость операций и физическую утомляемость персонала. На основе полученных результатов полностью обоснована необходимость интенсификации производства путем проектирования обособленного специализированного моторного поста площадью тридцать шесть квадратных метров.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОСТА ПО РЕМОНТУ ДВИГАТЕЛЕЙ

3.1. Краткая характеристика станции технического обслуживания и её производственных мощностей

При организации специализированного моторного поста для автосервиса «Докавто» необходимо учитывать климат и дорожные условия Пермского края. Особенности региона сильно влияют на износ деталей двигателей, из-за чего они часто требуют капитального ремонта.

Ключевыми факторами, которые определяют характер и скорость износа силовых агрегатов в Перми и крае, являются:

- Природно-климатические условия. Пермский край расположен в зоне умеренно-холодного климата с затяжным зимним периодом. В это время температура регулярно падает ниже $-20...-25^{\circ}\text{C}$. При холодном пуске в такой мороз моторное масло сильно густеет, а масляный насос не может сразу создать нужное давление в системе смазки. Первые несколько минут пары трения (вкладыши, шейки коленвала, поршневые кольца) работают в условиях жесткого масляного голодания. Постоянные зимние пуски приводят к появлению задиров, нарушают геометрию цилиндров и вызывают лавинообразный износ ЦПГ. Также резкие перепады температур в переходные сезоны приводят к растрескиванию резиновых уплотнителей и сальников, что вызывает утечки масла.

- Условия эксплуатации на дорогах. Дорожная сеть Перми отличается сложным рельефом с частыми затяжными подъемами, особенно в Мотовилихинском и Орджоникидзевском районах. Городское движение сильно затруднено из-за пробок и большого количества светофоров. Все это относится к третьей категории условий эксплуатации. Силовые агрегаты вынуждены подолгу работать в режиме «старт-стоп» на первой и второй передачах. В этот момент обороты коленвала низкие, нагрузка на поршни

максимальная, а обдув радиатора встречным потоком воздуха отсутствует. В результате мотор работает в режиме постоянного теплового напряжения.

- Агрессивное воздействие внешней среды. В зимний период дорожные службы Перми активно обрабатывают проезжую часть химическими противогололедными реагентами. Соляные растворы вместе со снегом и грязью летят под капот автомобиля. Это вызывает ускоренную коррозию алюминиевых сот радиатора охлаждения, разрушает хомуты и патрубки, из-за чего система теряет герметичность. Потери антифриза вызывают локальный перегрев головки блока цилиндров. Из-за этого ведет привалочную плоскость ГБЦ, пробивает прокладку, а охлаждающая жидкость попадает в масло, полностью уничтожая его смазывающие свойства.

Чтобы компенсировать все эти неблагоприятные факторы и получить точные результаты при проектировании, базовую трудоемкость ремонтных работ необходимо скорректировать. Для Уральского региона применяются специальные поправочные коэффициенты, утвержденные действующими нормами технологического проектирования:

- Коэффициент категории условий эксплуатации $K_1 = 1.20$ - учитывает повышенные нагрузки на узлы автомобиля при движении по дорогам общего пользования края;

- Коэффициент природно-климатических условий $K_3 = 1.15$ - компенсирует дополнительные трудозатраты и износ техники, вызванные температурным режимом Урала;

- Возрастной коэффициент пробега $K_4 = 1.40$ - учитывает глубокий естественный износ деталей, так как средний возраст регионального парка превышает 13 лет.

Объединение всех этих поправочных коэффициентов позволяет получить реальные расчетные данные для автосервиса. На основе этих параметров составлена итоговая сводная ведомость.

Таблица 5 - Исходные данные для проведения технологического расчета моторного поста

Наименование расчетного и технологического параметра	Обозначение параметра	Единица измерения	Усредненное значение по автопарку
Годовое количество условно обслуживаемых автомобилей	$N_{\text{СТО}}$	единиц в год	1200
Количество заездов одного автомобиля на предприятие в год	d	заездов	1.7
Среднегодовой пробег одного легкового автомобиля в крае	L_{Γ}	километров	16400
Базовая удельная трудоемкость текущего ремонта двигателей	$t_{\text{н}}$	чел.-ч / 1000 км	0.45
Количество рабочих дней авторемонтного предприятия в году	$D_{\text{раб.г}}$	дней	365
Продолжительность одной рабочей смены персонала	$T_{\text{см}}$	часов	12
Количество рабочих смен на проектируемом посту в день	C	смен	1
Режим организации труда мастеров-слесарей	График	-	2 через 2
Коэффициент третьей категории условий эксплуатации в регионе	K_1	-	1.20
Климатический повышающий коэффициент для Пермского края	K_3	-	1.15
Возрастной коэффициент корректировки износа автопарка	K_4	-	1.40
Доля прецизионных постовых работ в чистой зоне бокса	$K_{\text{пост}}$	процентов	35

3.2. Математическое моделирование межремонтных пробегов и периодичности капитального ремонта

Нормативный пробег легкового автомобиля до первого капитального ремонта двигателя внутреннего сгорания устанавливается заводом-изготовителем для идеальных условий эксплуатации и составляет базовую величину $L_n = 150000$ километров

В условиях эксплуатации подвижного состава на территории Пермского края реальный ресурс силового агрегата до наступления предельного состояния существенно снижается под воздействием комплекса деструктивных региональных факторов. Фактический пробег до капитального ремонта ДВС определяется методом последовательного корректирования базовой величины по формуле:

$$L_{кр} = L_n * K_1 * K_2 * K_3 \quad (1)$$

Где K_1 - коэффициент категории условий эксплуатации, учитывающий тип дорожного покрытия и рельеф местности. Для дорожной сети Перми и края, характеризующейся затяжными подъемами, высокой плотностью движения и обилием светофорных объектов, вводится коэффициент третьей категории, равный 0.80.

K_2 - коэффициент модификации подвижного состава и организации его работы. Для базовых моделей легковых автомобилей, работающих без прицепов, значение принимается равным 1.00.

K_3 - коэффициент природно-климатических условий. Пермский край относится к району с умеренно-холодным уральским климатом с продолжительным зимним периодом, частыми отрицательными температурами воздуха и высокой влажностью. Согласно нормам технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта,

для данной климатической зоны понижающий коэффициент ресурса составляет 0.90.

Выполним расчет фактического межремонтного пробега до капитального ремонта:

$$L_{кр} = 150000 * 0.80 * 1.00 * 0.90 = 108000 \text{ километров} \quad (2)$$

Полученный расчетный показатель указывает, что под влиянием тяжелых дорожных условий и уральских температурных минимумов заложенный производителем ресурс двигателя до капитального ремонта сокращается со 150000 до 108000 километров пробега, то есть падает почти на 28 процентов.

Расчет годового наката и календарного периода до капитального ремонта. Для определения частоты обращения автовладельцев на проектируемый пост необходимо рассчитать средний годовой пробег одного автомобиля с учетом структуры парка автосервиса «Докавто». Средневзвешенный годовой накат условного автомобиля в регионе вычисляется как среднее арифметическое значение по формуле:

$$L_r = (L_1 + L_2 + L_3) / n \quad (3)$$

Где L_1 - средний годовой пробег отечественных автомобилей LADA, равный 14000 километров;

L_2 - средний годовой пробег азиатских брендов Toyota, Hyundai, Kia, равный 18000 километров;

L_3 - средний годовой пробег европейских брендов Volkswagen, Renault, равный 16400 километров;

n - количество исследуемых групп автомобилей в парке, равное 3.

$$\begin{aligned} L_r &= (14000 + 18000 + 16400) / 3 = 48400 / 3 \\ &= 16133 \text{ километра в год} \end{aligned}$$

Зная расчетный пробег до капитального ремонта и средний годовой накат легкового автомобиля в крае, определим календарный временной интервал, по истечении которого двигателю требуется проведение комплекса прецизионных восстановительных постовых работ. Периодичность проведения капитального ремонта в годах рассчитывается по выражению:

$$T_{кр} = \frac{L_{кр}}{L_{г}} \quad (4)$$

$$T_{кр} = 108000 / 16133 = 6.69 \text{ года.}$$

Таким образом, в условиях Пермского края среднестатистический легковой автомобиль достигает критического износа цилиндропоршневой группы и кривошипно-шатунного механизма через 6 лет и 8 месяцев непрерывной эксплуатации. Данный математический вывод подтверждает высокую коммерческую актуальность и загруженность проектируемого обособленного моторного поста в долгосрочной перспективе.

Расчет годового количества капитальных ремонтов двигателей на СТО. Полный объем потребностей обслуживаемого парка в капитальном восстановлении ДВС определяет общую технологическую емкость предприятия. Количество капитальных ремонтов, которое теоретически должен генерировать прикрепленный к автосервису «Докавто» парк из 1200 машин в год, рассчитывается по формуле:

$$N_{кр} = \frac{N_{СТО}}{T_{кр}} \quad (5)$$

$$N_{кр} = 1200 / 6.69 = 179.37 \text{ единиц в год}$$

С учетом коэффициента обращаемости автовладельцев именно на станцию индивидуального предпринимателя Тонкова К. С., составляющего для смешанного парка 0.65, реальное количество ежегодно принимаемых к капитальному ремонту двигателей на проектируемом посту вычисляется по выражению:

$$N_{\text{факт}} = N_{\text{кр}} * K_{\text{обращ}} \quad (6)$$

$$N_{\text{факт}} = 179.37 * 0.65 = 116.59 \text{ агрегатов в год.}$$

Принимаем к проектированию программу в количестве 116 капитальных ремонтов силовых агрегатов в год.

Определение удельной трудоемкости одного капитального ремонта ДВС. Для проведения детального планирования графиков загрузки мастеров-мотористов необходимо рассчитать среднюю трудоемкость одного комплексного постового ремонта двигателя. Удельная расчетная постовая трудоемкость одного сложного ремонта вычисляется на основе ранее определенного годового объема постовых работ по формуле:

$$t_{\text{ед}} = \frac{T_{\text{поста}}}{N_{\text{факт}}} \quad (7)$$

Где $T_{\text{поста}}$ – рассчитанный ранее

$$t_{\text{ед}} = 5988.52 / 116.59 = 51.36 \text{ человеко – часа.}$$

Таким образом, среднее нормативное время, затрачиваемое бригадой из 2 слесарей-мотористов на один полный цикл капитального ремонта одного двигателя (включающий автоматическую мойку, дефектовку, прессыные операции и финальную сборку на кантователе с динамометрическим

контролем), составляет 51.36 человеко-часа. При одновременной работе 2 мастеров на одном посту чистое календарное время простоя одного автомобиля в ремонте составит:

$$t_{\text{календарное}} = \frac{t_{\text{ед}}}{P_{\text{ср}}} \quad (8)$$

$$t_{\text{календарное}} = 51.36 / 2.0 = 25.68 \text{ часа.}$$

При стандартной двенадцатичасовой рабочей смене средняя продолжительность нахождения машины на моторном посту составит чуть больше двух дней. Такие сроки полностью соответствуют запросам клиентов, позволяют быстро возвращать автомобили владельцам и делают автосервис «Докавто» более конкурентоспособным на рынке Перми.

Высокая трудоемкость ремонта (более 51 часа на один мотор) напрямую связана со сложным характером поломок, которые типичны для нашего региона. Практика дефектовки моторов на СТО ИП Тонкова позволяет четко выделить и классифицировать основные причины, по которым двигатели досрочно выходят из строя:

- Термическая усталость металла и деформация ГБЦ. Из-за частых пусков в сильные морозы (ниже -20°C) внутри алюминиевой головки блока возникают резкие температурные скачки и внутренние напряжения. Металл неравномерно расширяется, что со временем приводит к искривлению привалочной плоскости. Нарушается герметичность стыка с блоком, пробивает прокладку ГБЦ, а в худших случаях между седлами клапанов появляются микротрещины. При дефектовке таких узлов мотористу приходится использовать специальные лекальные линейки, щупы и ультразвуковые приборы, чтобы найти все скрытые повреждения, а затем отправлять головку на фрезеровку или шлифовку;

- Абразивный износ цилиндропоршневой группы. В летний период дороги в городе и пригороде сильно запылены. Мелкие частицы кварцевого песка и пыли проникают через воздушный фильтр в систему впуска, а затем попадают прямо в рабочую зону цилиндров. Это приводит к появлению глубоких царапин, рисок и задиров на стенках. Со временем из-за неравномерного трения поршней возникает эллипсность и конусность цилиндров, которая превышает критический допуск в 0,05 миллиметра. В таких условиях мотор начинает расходовать масло, падает компрессия и теряется мощность. Чтобы полностью восстановить правильную заводскую геометрию блока, цилиндры необходимо растачивать под ремонтный размер на специальном станке, а затем делать чистовую обработку методом плосковершинного хонингования для создания масляной сетки.

- Кавитационное разрушение и коррозия водяной рубашки. Резкие температурные перепады весной и осенью заставляют владельцев использовать антифризы в тяжелых условиях. Если жидкость некачественная или старая, она быстро теряет свои защитные свойства. В процессе работы помпы на стенках рубашки охлаждения в блоке цилиндров постоянно схлопываются пузырьки воздуха. Это вызывает кавитационный износ и сквозную коррозию металла. Толщина стенок падает, появляется риск попадания тосола в цилиндры. Чтобы спасти такой блок от утилизации, его дефектуют, растачивают под гильзы и с помощью мощного гидравлического пресса с усилием до 20 тонн запрессовывают новые сухие чугунные гильзы.

Детализированное обоснование и пошаговый расчет годового объема моторных работ. Общий годовой объём работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту силовых агрегатов на автосервисном предприятии «Докавто» выступает базовым критерием для определения пропускной способности проектируемого технологического поста.

Расчёт производственной программы базируется на нормативной удельной трудоёмкости ремонтных воздействий на 1000 километров пробега, скорректированной с помощью комплекса безразмерных коэффициентов.

Коэффициенты учитывают специфику Пермского края, дорожные условия Урала и средний возраст обслуживаемого парка легковых автомобилей.

Интегральный комплексный коэффициент корректирования базовой трудоёмкости вычисляется по следующей формуле:

$$K_{\text{комплексный}} = K_1 * K_2 * K_3 * K_4 \quad (9)$$

Где K_1 - коэффициент, учитывающий категорию условий эксплуатации транспортных средств. Для дорог города Перми и пригородных трасс Прикамья, относящихся к третьей категории условий эксплуатации, значение составляет 1.20.

K_2 - коэффициент, учитывающий модификацию подвижного состава. Для базовых моделей легковых автомобилей значение принимается равным 1.00.

K_3 - коэффициент, учитывающий природно-климатические условия. Пермский край расположен в зоне умеренно-холодного климата Приуралья со стабильно низкими зимними температурами, поэтому повышающий коэффициент на авторемонтные работы составляет 1.15.

K_4 - коэффициент, учитывающий пробег автомобиля с начала эксплуатации. Так как средний возраст машин в регионе превышает тринадцать лет, а пробег большинства обслуживаемых агрегатов составляет более 200 тысяч километров, значение коэффициента износа равно 1.40.

Выполним последовательное перемножение параметров для нахождения итогового коэффициента:

$$K_{\text{комплексный}} = 1.20 * 1.00 * 1.15 * 1.40 = 1.932$$

Расчётная скорректированная удельная трудоёмкость текущего ремонта двигателей внутреннего сгорания на 1000 километров пробега определяется по выражению:

$$t_{\text{расч}} = t_{\text{н}} * K_{\text{комплексный}} \quad (10)$$

Где $t_{\text{н}}$ - базовая удельная трудоёмкость для смешанного парка легковых автомобилей, равная 0.45 человеко-часа на 1000 километров.

$$t_{\text{расч}} = 0.45 \cdot 1.932 = 0.8694 \text{ человеко-часа}$$

Полный годовой объём технологических работ по ремонту двигателей для всего списочного состава в 1200 автомобилей при среднем годовом пробеге одного автомобиля 16400 километров вычисляется по формуле:

$$T_{\text{общий}} = N_{\text{СТО}} * L_{\text{Г}} * t_{\text{расч}} / 1000 \quad (11)$$

$$T_{\text{общий}} = 1200 * 16400 * 0.8694 / 1000 = 17110.06 \text{ человеко – часа}$$

Поскольку часть сопутствующих регулировочных операций, мелкий крепеж навесного оборудования и замена эксплуатационных жидкостей осуществляются на универсальных слесарных постах основного цеха, непосредственно на проектируемый изолированный пост моторного участка передаётся фиксированная доля наиболее сложных и точных работ. В соответствии с ведомственными нормами технологического проектирования агрегатных отделений, доля прецизионных постовых работ в чистой зоне бокса составляет 35 процентов.

Годовой объём постовых работ для проектируемого моторного бокса рассчитывается по выражению:

$$T_{\text{поста}} = T_{\text{общий}} * K_{\text{пост}} / 100 \quad (12)$$

$$T_{\text{поста}} = 17110.06 * 35 / 100 = 5988.52 \text{ человеко – часа}$$

Расчет годовых фондов времени и численности рабочих-мотористов. Автосервис «Докавто» функционирует в непрерывном режиме круглый год. Продолжительность ежедневной рабочей смены составляет 12 часов при организации труда производственного персонала по сменному графику два дня через два.

Номинальный годовой технологический фонд времени рабочего места (поста) при условии работы одного исполнителя в смену рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{\text{м}} = D_{\text{раб.г}} * T_{\text{см}} * C \quad (13)$$

Где $D_{\text{раб.г}}$ - количество рабочих дней поста в году, равное 365 дням;

$T_{\text{см}}$ - продолжительность рабочей смены, равная 12 часам;

C - количество рабочих смен в сутки, равное 1 смене.

$$\Phi_{\text{м}} = 365 * 12 * 1 = 4380 \text{ часов}$$

Реальный годовой баланс рабочего времени одного штатного слесаря-моториста учитывает предоставление ежегодного обязательного оплачиваемого отпуска и возможные законные невыходы по болезням. При 12-часовом графике два через два реальный фонд составляет:

$$\Phi_{\text{р}} = 1860 \text{ часов}$$

Технологически необходимое количество рабочих мест (инструментальная численность одновременно работающих исполнителей) для выполнения запланированного объёма работ определяется по формуле:

$$P_{\text{тех}} = \frac{T_{\text{поста}}}{\Phi_{\text{м}}} \quad (14)$$

$$P_{\text{тех}} = 5988.52 / 4380 = 1.37 \text{ человека}$$

Штатная численность персонала моторного бокса, необходимая для непрерывного перекрытия сменного графика два через два с учётом подменяющих рабочих на время отпусков, вычисляется по формуле:

$$P_{\text{штат}} = \frac{T_{\text{поста}}}{\Phi_{\text{р}}} \quad (15)$$

$$P_{\text{штат}} = 5988.52 / 1860 = 3.22 \text{ человека}$$

На основании полученных дробных расчётных величин к зачислению в постоянный штат автосервиса принимаются 4 слесаря-моториста высшей квалификации. Персонал разделяется на две независимые бригады по 2 человека в каждой. В каждый рабочий день на посту одновременно трудится одна смена из 2 мастеров. Такое кадровое решение позволяет эффективно осуществлять парные сборочно-разборочные процессы с тяжёлыми узлами и блоками цилиндров, полностью исключая простои линии.

3.3. Технологический расчет количества рабочих постов

Число специализированных тупиковых постов, необходимых для выполнения годовой программы моторного ремонта в условиях колебаний входящего клиентского потока, рассчитывается по формуле:

$$X = T_{\text{поста}} * \phi / (D_{\text{раб.г}} * T_{\text{см}} * C * P_{\text{ср}} * \eta) \quad (16)$$

Где ϕ - коэффициент неравномерности поступления автомобилей на станцию технического обслуживания, принимается равным 1.15;

$P_{\text{ср}}$ - среднее число слесарей, одновременно работающих на одном посту в смену, равное 2.0 человека;

η - коэффициент использования рабочего времени поста, учитывающий неизбежные технологические перерывы, равен 0.90.

Подставим исходные цифровые значения в формулу для нахождения точного количества постов:

$$X = 5988.52 * 1.15 / (365 * 12 * 1 * 2.0 * 0.90) \quad (17)$$

$$X = 6886.80 / 7884 = 0.873 \text{ поста}$$

Полученное расчётное значение округляется до ближайшего целого числа в большую сторону. К реализации в проекте принимается 1 специализированный изолированный моторный пост. Фактический коэффициент загрузки проектируемого поста составляет:

$$\eta_{\text{загрузки}} = 0.873 / 1.00 = 0.873$$

Высокий коэффициент загрузки на уровне 87.3 процента свидетельствует об оптимальном планировании производственной площади и сбалансированности закладываемых мощностей.

3.4. Математический расчет потребности в производственных площадях бокса

Площадь специализированного моторного поста чистой сборки рассчитывается методом суммирования площадей горизонтальных геометрических проекций устанавливаемого станочного парка и организационной мебели, скорректированных на безразмерный коэффициент плотности расстановки.

Полный перечень габаритных размеров элементов оборудования участка включает в себя:

Автоматическая моечная установка струйного типа:

$$f_1 = 1.33 * 1.17 = 1.556 \text{ кв. м.} \quad (18)$$

Передвижной гидравлический подъемный кран-гусек:

$$f_2 = 1.53 * 1.10 = 1.683 \text{ кв. м.} \quad (19)$$

Слесарный верстак с защитным экраном и двумя тумбами:

$$f_3 = 2.00 * 0.70 = 1.400 \text{ кв. м.} \quad (20)$$

Поворотный стенд-кантователь с червячным редуктором:

$$f_4 = 2.39 * 1.06 = 2.533 \text{ кв. м.} \quad (21)$$

Металлический шкаф для прецизионного мерительного инструмента:

$$f_5 = 0.95 * 0.50 = 0.475 \text{ кв. м.} \quad (22)$$

Гидравлический пресс для прессовочно-разборочных работ:

$$f_6 = 0.82 * 0.70 = 0.574 \text{ кв. м.} \quad (23)$$

Настольный вертикально-сверлильный станок на подставке:

$$f_7 = 0.49 * 0.28 = 0.137 \text{ кв. м.} \quad (24)$$

Точильно-шлифовальный двухсторонний наждачный станок:

$$f_8 = 0.30 * 0.25 = 0.075 \text{ кв. м.} \quad (25)$$

Суммарная чистая площадь горизонтальной проекции всего монтируемого оборудования составляет:

$$\begin{aligned} Sum_f = 1.556 + 1.683 + 1.400 + 2.533 + 0.475 + 0.574 + \\ + 0.137 + 0.075 = 8.433 \text{ кв. м.} \end{aligned} \quad (26)$$

Общая потребная площадь изолированного помещения моторного поста определяется по следующему выражению:

$$F_{\text{поста}} = Sum_f * K_{\Pi} \quad (27)$$

Где K_{Π} - нормативный коэффициент плотности расстановки оборудования. Для агрегатных и моторных участков малой площади, где требуется свободное маневрирование передвижного крана с подвешенным грузом, коэффициент плотности расстановки принимается равным 4.25.

$$F_{\text{поста}} = 8.433 * 4.25 = 35.84 \text{ кв. м.} \quad (28)$$

С учётом строительных стандартов, шага несущих колонн и модульной сетки существующего производственного здания автосервиса на улице Бригадирская 18, окончательная площадь проектируемого чистого бокса принимается равной 36.00 квадратным метрам. Линейные геометрические размеры ограждающих стен составляют 6.0 на 6.0 метров при высоте потолочных перекрытий не менее 3.0 метров.

Инженерно-энергетический расчет технологических нагрузок поста. Расчёт потребления энергетических ресурсов необходим для верификации пропускной способности существующей силовой кабельной проводки и распределительных щитов автосервиса.

Суммарная установленная электрическая мощность всех силовых потребителей, монтируемых в боксе, рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{уст}} = P_{\text{мойки}} + P_{\text{сверлильного}} + P_{\text{точила}} + P_{\text{вентиляции}} \quad (29)$$

Подставим паспортные значения мощностей выбранного комплекса оборудования:

$$P_{\text{уст}} = 11.90 + 0.75 + 0.23 + 1.50 = 14.38 \text{ кВт} \quad (30)$$

Так как одновременная работа всех потребителей на максимальных режимах исключена технологическим регламентом, расчётная максимальная активная мощность определяется с учётом коэффициента спроса и коэффициента одновременности:

$$P_{\text{макс}} = P_{\text{уст}} * K_{\text{спроса}} * K_{\text{одновр}} \quad (31)$$

Где $K_{\text{спроса}}$ для авторемонтных мастерских равен 0.70, а $K_{\text{одновр}}$ для станочного оборудования моторного участка равен 0.60.

$$P_{\text{макс}} = 14.38 * 0.70 * 0.60 = 14.38 * 0.42 = 6.04 \text{ кВт} \quad (32)$$

Расчёт суммарной электрической мощности системы искусственного рабочего освещения бокса выполняется по формуле:

$$P_{\text{осв}} = n_1 * p_1 + n_2 * p_2 \quad (33)$$

Где n_1 - количество потолочных светодиодных светильников общего света, равное 6 единицам;

p_1 - мощность одного общего светильника, равная 0.04 кВт;

n_2 - количество локальных бестеневых светильников зоны дефектовки, равное 2 единицам;

p_2 - мощность одного локального светильника, равная 0.03 кВт.

$$P_{\text{осв}} = 6 * 0.04 + 2 * 0.03 = 0.24 + 0.06 = 0.30 \text{ кВт} \quad (35)$$

Полная электрическая мощность моторного поста с учётом коэффициента мощности силовых электродвигателей, равного 0.85, рассчитывается по итоговому выражению:

$$S_{\text{полная}} = \left(\frac{P_{\text{макс}}}{\cos \phi} \right) + P_{\text{осв}} \quad (36)$$

$$S_{\text{полная}} = (6.04 / 0.85) + 0.30 = 7.10 + 0.30 = 7.40 \text{ кВА}$$

Требуемая полная мощность в размере 7.40 кВА полностью укладывается в рамки свободных энергетических лимитов силовой трёхфазной сети автотехцентра по улице Бригадирская 18.

Таблица 6- Итоговые показатели математического моделирования и программы моторного поста «Докавто»

Наименование расчетного показателя	Расчетное значение	Принятое значение
Реальный пробег до капитального ремонта ДВС (Lкр)	108 000 км	108 000 км
Средневзвешенный годовой пробег автомобиля (Lг)	16 133 км/год	16 133 км/год
Периодичность капитального ремонта в годах (Ткр)	6,69 года	6 лет и 8 месяцев
Потенциальное количество КР моторов в парке (Nкр)	179,37 ед./год	-
Фактическая годовая программа поста (Nфакт)	116,59 агр./год	116 агрегатов/год
Удельная трудоемкость одного КР двигателя (тед)	51,36 чел.-ч	51,36 чел.-ч
Чистое календарное время простоя машины (ткалендарное)	25,68 часа	Чуть более 2 смен
Технологически необходимое число рабочих (Ртех)	1,37 человека	-
Штатная численность слесарей-мотористов (Рштат)	3,22 человека	4 слесаря-моториста

3.3. Подбор и обоснование выбора современного оборудования, инструментов и оснастки

Эффективность функционирования специализированного моторного поста, пропускная способность ремонтной зоны и качество восстановления прецизионных узлов двигателей внутреннего сгорания (ДВС) напрямую зависят от научно обоснованного выбора технологического оборудования. Современное авторемонтное производство предъявляет жесткие требования к техническому оснащению агрегатных участков, базирующиеся на принципах комплексной механизации, минимизации тяжелого ручного труда, энергоэффективности и строгого соблюдения экологических и санитарно-гигиенических норм.

В условиях городского автосервиса малой мощности «Докавто» подбор технологического оборудования осуществлялся на основе системного подхода. Это подразумевает, что каждый элемент станочного парка, подъемно-транспортных механизмов или организационной мебели рассматривается не обособленно, а как взаимосвязанное звено единого технологического цикла капитального ремонта ДВС. Ключевыми критериями выбора конкретных моделей и марок послужили:

1. Соответствие производительности оборудования расчетной производственной программе поста (116 фактических капитальных ремонтов силовых агрегатов в год).
2. Максимальное снижение физической утомляемости слесарей-мотористов и обеспечение полной безопасности технологических процессов в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.017-79.
3. Обеспечение технологической чистоты в рабочей зоне (создание замкнутого цикла очистки и прецизионной сборки).
4. Соответствие совокупной установленной электрической мощности свободным лимитам трехфазной сети предприятия по улице Бригадирская 18.

5. Оптимальные габаритные параметры, позволяющие жестко выдержать нормативный коэффициент плотности расстановки оборудования для агрегатных отделений малой площади (в пределах от 4,0 до 4,5).

Теоретический анализ технологического процесса капитального ремонта ДВС позволяет разделить весь комплекс подбираемого оборудования на четыре функциональные группы:

1. Оборудование для очистки и моечно-уборочных работ. Статистический анализ причин преждевременного выхода из строя отремонтированных двигателей показывает, что до 30% отказов связаны с неудовлетворительной очисткой внутренних каналов смазочной системы от продуктов износа, нагара и смолистых отложений. Ручная мойка деталей щетками в ваннах с растворителями не обеспечивает требуемой нормативно-технической документацией стерильности. В связи с этим базовым элементом поста определена автоматическая моечная машина струйного типа. Технологический принцип ее работы основан на циклическом вращении корзины с деталями под воздействием разнонаправленных струй горячего щелочного раствора под давлением. Это гарантирует удаление загрязнений из скрытых масляных магистралей и подготавливает сопрягаемые поверхности к последующей точной дефектовке.

2. Подъемно-транспортные механизмы и средства фиксации. Снятый в основном цехе двигатель внутреннего сгорания представляет собой крупногабаритный узел массой от 120 до 280 кг. В соответствии с требованиями охраны труда, перемещение грузов весом более 50 кг вручную категорически запрещено. Для перемещения блоков цилиндров и собранных моторов по территории бокса обосновано применение передвижного гидравлического крана-гуська складного типа. Использование передвижного крана вместо стационарной кран-балки позволяет сохранить мобильность внутри стесненного помещения площадью 36 кв.м. Для непосредственной разборки и сборки ДВС применяется специализированный поворотный стенд-кантователь с червячным редуктором. Данное оборудование позволяет

жестко зафиксировать блок цилиндров и плавно вращать его на 360 градусов. Это обеспечивает эргономически правильное положение тела мастера при монтаже коленчатого вала, поршневой группы и затяжке ответственных резьбовых соединений.

3. Слесарно-механическое и прессовое оборудование. Восстановление геометрических параметров и сопряжений сопряженных пар (например, соединение поршня с шатуном через поршневой палец, замена направляющих втулок и седел клапанов, запрессовка подшипников) требует приложения тарированных усилий. Использование ударного инструмента (молотков, кувалд) на моторном посту недопустимо из-за риска деформации точных деталей. Для этих целей подобран напольный гидравлический пресс с развиваемым усилием до 20 тонн, оснащенный манометром для контроля давления. С целью механизации рутинных процессов (очистка резьбовых отверстий, удаление старых прокладок щетками-насадками, экспресс-откручивание болтов периферийного навесного оборудования) в табель оснащения введена профессиональная аккумуляторная дрель-шуруповерт. Замена стационарного сверлильного станка на мобильный шуруповерт позволила высвободить полезную площадь пола и существенно снизить первоначальные капитальные вложения без ущерба для гибкости технологического процесса. Для заточки режущего инструмента и снятия фасок предусмотрен компактный настольный точильно-шлифовальный станок, монтируемый непосредственно на защитный экран верстака.

4. Метрологическое обеспечение и организационная мебель. Базой рабочего места моториста является тяжелый слесарный верстак двухтумбовой конструкции с оцинкованным покрытием столешницы, устойчивым к воздействию агрессивных моторных масел и моющих составов. Инструментальный металлический шкаф служит для упорядоченного хранения и защиты от мелкодисперсной пыли дорогостоящего прецизионного мерительного инструмента. Контроль геометрии цилиндропоршневой группы и кривошипно-шатунного механизма

осуществляется индивидуальным поверенным комплектом, включающим цифровые микрометры, индикаторные нутромеры, поверочные плиты, лекальные линейки и наборы щупов. Контроль финальной сборки обеспечивается динамометрическими ключами предельного типа, исключающими срыв резьбы и деформацию алюминиевых головок блоков.

Полный перечень выбранного оборудования, организационной мебели и их детальные технические параметры сведены в таблицу 7.

Таблица 7- Комплект технологического оборудования специализированного моторного поста «Докавто»

Наименование оборудования, инструмента, марки, модели	Назначение и технологическая функция	Основные технические характеристики	Габаритные размеры (ДхШ), мм	Кол-во, шт.
Автоматическая моечная машина струйного типа АМ1000 АКВА	Автоматическая очистка и обезжиривание блоков цилиндров и деталей ДВС щелочным раствором перед дефектовкой.	Диаметр корзины: 1000 мм Грузоподъемность: 300 кг Мощность ТЭНов: 11,9 кВт Напряжение: 380 В	1330 x 1170	1
Кран гидравлический подъемный (гусек) Nordberg N3720	Извлечение ДВС, перемещение тяжелых узлов и блоков цилиндров весом более 50 кг по территории бокса.	Грузоподъемность: 2000 kg Высота подъема: до 2380 мм Тип: складной, передвижной	1530 x 1100	1

Продолжение таблицы 7 на следующей странице

Продолжение таблицы 7

Стенд-кантователь для ремонта двигателей Сорокин 8.12	Фиксация мотора и его вращение на 360 градусов с помощью червячного редуктора для удобства и чистоты сборки.	Грузоподъемность: 800 кг Тип механизма: червячный редуктор Угол поворота: 360 град.	2390 x 1060	1
Пресс гидравлический напольный Winntec Y432020	Выпрессовка и запрессовка поршневых пальцев, направляющих втулок клапанов, подшипников и гильз ДВС.	Максимальное усилие: 20 тонн Привод: ручной / ножной гидронасос Ход поршня: 185 мм	820 x 700	1
Верстак слесарный тяжелой серии Proff K - 212	Организация рабочего места моториста, проведение слесарных работ, ручной доводки и дефектовки деталей.	Комплектация: 2 тумбы, экран Нагрузка на столешницу: до 500 кг Покрытие: оцинкованная сталь	2000 x 0700	1
Дрель-шуруповерт аккумуляторная DeWalt DCD771C2	Механизированная очистка масляных каналов, прогонка резьбовых соединений, быстрый монтаж и демонтаж крепежа.	Крутящий момент: 42 Нм Тип аккумулятора: Li-Ion, 18 В Емкость аккумулятора: 1,3 Ач	Хранение на верстаке	1

Продолжение таблицы 7 на следующей странице

Продолжение таблицы 7

Машина углошлифовальная (болгарка) Makita GA5030	Отрезные работы, удаление закисших элементов крепёжа, зачистка кромки деталей и поддонов ДВС.	Мощность: 0,72 кВт Диаметр диска: 125 мм Частота вращения: 11000 об/мин	Хранение на верстаке	1
Точильно- шлифовальный станок ЗУБР ЗТШМ-200	Заточка слесарного и режущего инструмента, снятие фасок, зачистка мелких крепежных элементов.	Мощность двигателя: 0,23 кВт Диаметр круга: 200 мм Частота вращения: 2950 об/мин	300 x 250	1
Набор прецизионного измерительного инструмента Матрикс-Мотор	Контроль геометрических параметров деталей ДВС	Состав: микрометры (0- 100 мм), нутромеры (50- 160 мм), лекальная линейка ШД-630.	Хранение в шкафу	1
Набор динамометрического инструмента Licota TCK-3	Контроль момента затяжки ответственных резбовых соединений	Тип: предельный (щелчковый) Количество ключей: 3 шт. Диапазон усилий: от 5 до 210 Нм	Хранение в шкафу	1
Шкаф инструментальный металлический Промет ТС-1995	Хранение прецизионного измерительного инструмента (микрометры, нутромеры) в условиях защищенности от пыли.	Количество полок: 4 шт. Максимальная нагрузка: до 500 кг Тип замка: ключевой ригельный	950 x 500	1

3.4. Описание технологических процессов ремонта двигателей на новом посту

Планировочное решение специализированного моторного поста чистой сборки автосервиса «Докавто» разработано на основе расчетной площади помещения (36 кв. м), линейных размеров бокса (6,0 на 6,0 метров) и габаритных характеристик подобранного технологического оборудования. Основной целью планировки является создание эргономически выверенного, безопасного и высокопроизводительного рабочего пространства, минимизирующего непроизводительные затраты времени слесарей-мотористов на перемещение деталей и обеспечивающего поточность технологического процесса ремонта ДВС.

При проектировании схемы расстановки оборудования в границах обособленного модуля были строго учтены нормативные требования Общесоюзных норм технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта ОНТП-01-91 и правила организации рабочих мест. Расстановка технологической оснастки и станочного парка выполнена с соблюдением расчетного коэффициента плотности расстановки, который составил 4,25. Данный показатель гарантирует наличие свободных зон для маневрирования передвижного гидравлического крана-гуська Nordberg N3720 с вывешенным силовым агрегатом, а также обеспечивает нормативные технологические проходы между элементами мебели и ограждающими стенами бокса.

В соответствии с правилами производственной санитарии и эргономики, внутреннее пространство моторного бокса функционально разделено на три смежные технологические зоны:

1. Грязная зона (зона приемки, разборки и очистки). Эта зона локализована в непосредственной близости от входного дверного проема бокса. Здесь размещается автоматическая моечная машина струйного типа AM1000 АКВА. Такое расположение обусловлено логистикой: снятый в

основном цехе грязный двигатель доставляется краном-гуськом на пост и сразу загружается в моечную камеру, что предотвращает распространение масляных пятен и шлама по всей территории чистого бокса. Рядом с моечной машиной предусмотрена свободная площадка для промежуточного размещения ремонтного фонда.

2. Метрологическая зона (зона дефектовки и слесарной доводки). Вдоль стены, противоположной моечному оборудованию, устанавливается тяжелый слесарный верстак Proff K-212 и металлический инструментальный шкаф Промет ТС-1995. Такое пространственное удаление измерительной зоны от моечной машины необходимо для защиты прецизионных приборов (цифровых микрометров, нутромеров, лекальных линеек) от воздействия повышенной влажности и паров щелочного моющего раствора. На защитном экране верстака стационарно монтируется настольный точильно-шлифовальный станок ЗУБР ЗТШМ-200, используемый для зачистки мелких деталей и заточки ручного инструмента. Аккумуляторная дрель-шуруповерт и углошлифовальная машина (болгарка) в нерабочее время также хранятся в выдвижных ящиках верстака или на его перфорированном экране.

3. Чистая зона (зона прецизионной сборки агрегатов). Центр геометрической площади бокса отведен под размещение поворотного стенда-кантователя Сорокин 8.12 и гидравлического прессы Winntec Y432020. Центральное расположение кантователя является наиболее обоснованным, поскольку обеспечивает свободный круговой обход (на 360 градусов) для двух одновременно работающих на посту слесарей-мотористов. Это позволяет беспрепятственно монтировать элементы цилиндропоршневой группы, коленчатый вал, головку блока цилиндров (ГБЦ) и осуществлять динамометрический контроль затяжки ответственных соединений со всех сторон силового агрегата. Напольный гидравлический пресс усилием 20 тонн установлен на безопасном расстоянии от траектории движения крана-гуська,

обеспечивая жесткую фиксацию крупногабаритных деталей при прессовочно-разборочных операциях.

При формировании окончательной графической схемы расстановки оборудования были заложены следующие минимальные нормативные расстояния и проходы:

- Расстояние между верстаком и поворотным стендом-кантователем: не менее 1,2 метра (для свободного прохода мастера с деталями в руках).
- Технологический зазор между автоматической моечной машиной и стенами бокса из сэндвич-панелей: не менее 0,8 метра (для проведения регламентного технического обслуживания, слива отработанного раствора и очистки бака).
- Ширина центрального проезда для перемещения гидравлического крана-гуська с подвешенным блоком цилиндров: не менее 1,5 метров.
- Расстояние от инструментального шкафа до зоны вращения кантователя: не менее 1,1 метра (для безопасного открытия распашных металлических дверей шкафа).

Разработанное планировочное решение исключает пересечение внутренних технологических потоков (грязные детали не соприкасаются с прецизионно вымытыми и готовыми к сборке узлами), полностью ликвидирует риски травматизма персонала из-за стесненности условий труда и выступает основой для выполнения последующего инженерно-энергетического расчета электрических нагрузок поста.

Схема расстановки оборудования с учетом всех требований и ограниченности пространства представлена в ПРИЛОЖЕНИИ А.

3.5. Разработка технологического процесса ремонта ДВС на проектируемом участке

Технологический процесс капитального восстановления силовых агрегатов на проектируемом изолированном моторном посту автосервиса «Докавто» строится по индивидуальному методу организации производства.

Ниже приведено детальное инженерно-техническое описание каждого этапа технологического процесса, реализуемого в границах спроектированной «чистой комнаты»:

1. Приемка снятого ДВС на пост и первичная очистка. Силовой агрегат, демонтированный с автомобиля на универсальном подъемнике основного цеха, с помощью передвижного гидравлического крана-гуська Nordberg N3720 транспортируется внутрь изолированного моторного бокса. На данном этапе мотористы производят визуальный осмотр, фиксируют внешние повреждения (трещины корпуса, сколы) и выполняют сухую очистку наружных поверхностей от крупных кусков дорожной грязи.

2. Наружная очистка агрегата и демонтаж навесного оборудования. ДВС закрепляется на стапеле. Производится последовательный демонтаж периферийных систем: генератора, компрессора кондиционера, элементов впускного и выпускного коллекторов, датчиков системы управления, жгутов электропроводки, водяного насоса и элементов привода газораспределительного механизма (ГРМ). Для ускорения рутинных операций мастера применяют аккумуляторную дрель-шуруповерт DeWalt, а для удаления заклинившего или сорванного крепежа неответственных элементов - углошлифовальную машину (болгарку) Makita.

3. Полная разборка ДВС на поворотном стенд-кантователе. Освобожденный от навесных узлов блок цилиндров жестко фиксируется на универсальном поворотном стенде Сорокин 8.12 с помощью адаптеров. Использование червячного редуктора кантователя позволяет плавно вращать остов мотора на 360 градусов. Мотористы демонтируют

головку блоков цилиндров (ГБЦ), переворачивают блок и снимают масляный поддон. Далее демонтируются элементы кривошипно-шатунного механизма (КШМ): крышки шатунных подшипников, поршнекомплекты, коленчатый вал и коренные вкладыши. Все демонтированные детали строго маркируются по номерам цилиндров для сохранения приработанности не подлежащих замене компонентов.

4. Автоматическая струйная мойка деталей. Разобранные базовые детали (блок цилиндров, ГБЦ, коленвал, поддон) и мелкие компоненты (клапаны, распредвалы, бугели) загружаются в корзину автоматической моечной машины АМ1000 АКВА. Режим очистки жестко регламентирован: температура щелочного моющего раствора составляет 65–80 градусов Цельсия, давление подачи через разнонаправленные ramпы - 3,5 бар, время цикла - 15–20 минут. Этот этап является критически важным, поскольку струйная кавитация полностью вымывает застарелые смолистые отложения, нагар и продукты износа из скрытых масляных каналов, что невозможно выполнить вручную.

5. Метрологический контроль и дефектовка. Прецизионно вымытые детали перемещаются в метрологическую зону на слесарный верстак Proff K-212. Используя индивидуальный поверенный комплект мерительного инструмента Licota, занесенный в таблицу оснащения, мотористы выполняют комплекс точных измерений:

- Индикаторным нутромером измеряется диаметр, эллипсность и конусность каждого цилиндра в трех поясах и двух перпендикулярных плоскостях.

- Цифровыми микрометрами измеряется износ и овальность коренных и шатунных шеек коленчатого вала.

- Лекальной поверочной линейкой типа ШД-630 и набором прецизионных щупов контролируется коробление (неплоскостность) привалочных плоскостей блока и ГБЦ (допуск составляет не более 0,05 мм).

6. Направление на стороннюю механическую обработку. Если в процессе дефектовки выявлен износ цилиндров, превышающий допустимый ремонтный предел, или зафиксирована овальность шеек вала, блок и коленвал направляются на специализированный участок металлообработки для проведения операций растачивания, хонингования под ремонтный размер зеркала цилиндров и шлифовки шеек вала с последующим суперфинишированием.

7. Комплектование поста деталями и расходными материалами. На основании дефектовочной ведомости со склада СТО выдаются новые компоненты. В рамках принятой премиальной стратегии «Докавто» используются исключительно оригинальные заводские комплектующие (поршневые кольца, вкладыши, клапаны, направляющие втулки, сальники, прокладки) высшего класса надежности. Перед сборкой все новые детали проходят повторный визуальный контроль.

8. Прецизионная сборка ДВС с динамометрическим контролем затяжки. Сборка осуществляется на стенде-кантователе в условиях полной технологической чистоты бокса. Все трущиеся пары перед монтажом обильно смазываются чистым моторным маслом. Для прессовых посадок применяется напольный гидравлический пресс Winntec Y432020 силой 20 тонн. Финальная затяжка всех ответственных резьбовых соединений выполняется строго по технологическим картам заводов-изготовителей с применением набора предельных динамометрических ключей Licota TCK-3. Нарушение моментов затяжки категорически запрещено, так как оно ведет к термической деформации деталей при эксплуатации.

9. Финальный контроль качества. После завершения сборки мотористы проверяют плавность вращения коленчатого вала от руки (вал должен вращаться без заеданий), контролируют зазоры в клапанном механизме и герметичность сопряжений поддона и крышек. Полностью восстановленный и проверенный силовой агрегат снимается со стенда краном-гуськом и

выдается в основной цех ТО и ТР для последующей установки на автомобиль клиента и проведения первого пуска.

Для наглядности схема процесса изображена в виде блок схем на рисунке 2.

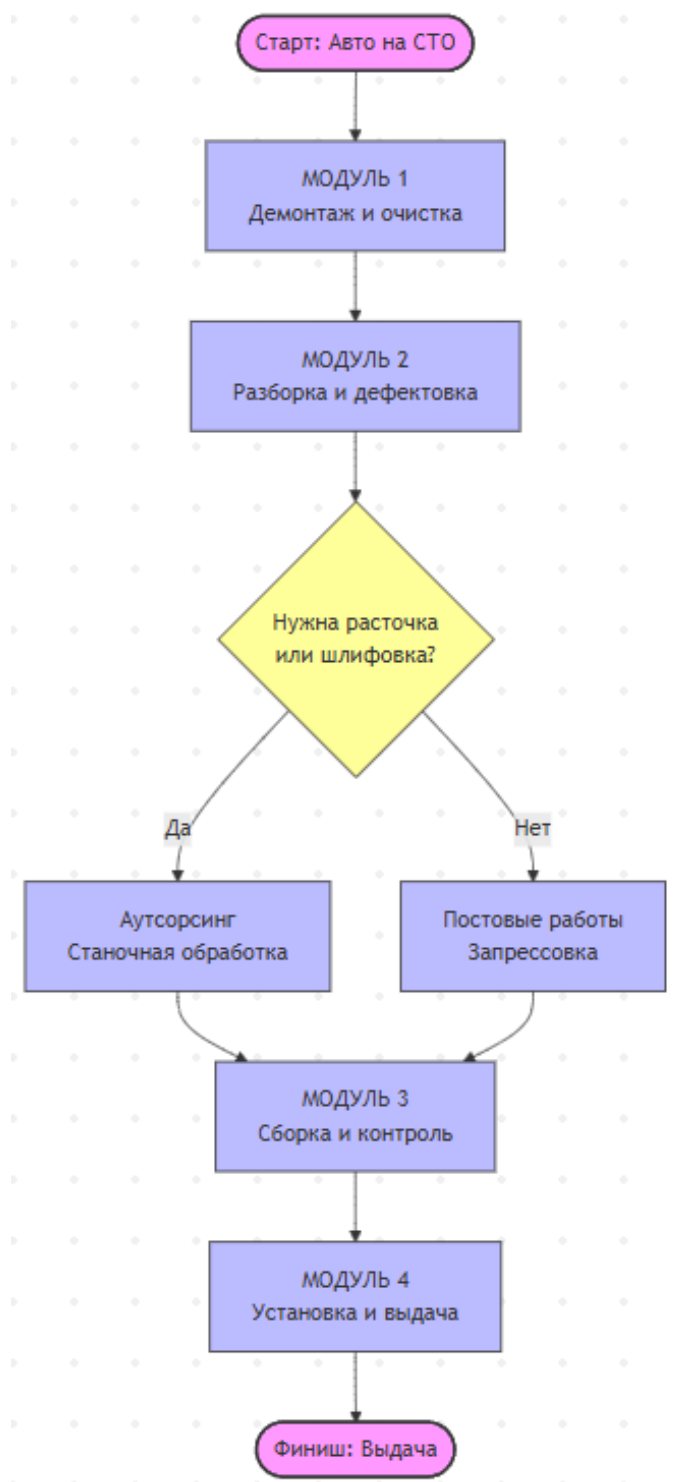


Рисунок 2 – Блок схема процесса ремонта ДВС

Вывод по разделу 3

В ходе технологического проектирования выполнен подробный расчет производственной программы и обоснованы планировочные параметры специализированного моторного поста чистой сборки. С учетом дорожно-климатических факторов Пермского края определен фактический межремонтный пробег силовых агрегатов, который сократился до ста восьми тысяч километров, что подтверждает высокую долгосрочную загрузку проектируемого участка. На основании годового объема постовых работ в объеме около шести тысяч человеко-часов рассчитана оптимальная штатная численность персонала, составившая четыре слесаря-моториста высшей квалификации, работающих в две смены по два человека. Математическое моделирование входящего клиентского потока доказало целесообразность организации одного тупикового поста с высоким коэффициентом загрузки на уровне более восьмидесяти семи процентов. На основе габаритных размеров табельного оборудования и нормативного коэффициента плотности расстановки определена и принята к реализации окончательная площадь изолированного бокса, составившая тридцать шесть квадратных метров.

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА

4.1.Расчёт капитальных вложений на организацию поста

Реализация проектного решения по организации специализированного моторного поста чистой сборки на площади 36 квадратных метров (с линейными размерами 6,0 на 6,0 метров) требует первоначального инвестирования денежных средств. Капитальные вложения представляют собой совокупность единовременных затрат, направленных на создание новых и модернизацию существующих производственных мощностей автосервиса «Докавто». В рамках данного проекта инвестиции носят целевой характер и распределяются по трем ключевым направлениям: приобретение технологического оборудования и прецизионного инструмента, доставка и пусконаладочные работы, а также строительно-монтажные работы по подготовке и полной изоляции зоны чистой сборки.

Поскольку проектируемый моторный пост ориентирован на высокотехнологичное восстановление современных двигателей внутреннего сгорания, подбор оборудования осуществлялся с упором на максимальную производительность, эргономичность и соответствие требованиям промышленной санитарии. Смета затрат на материально-техническое оснащение формировалась на основе актуальных рыночных прайс-листов ведущих поставщиков гаражного и диагностического оборудования.

Подробная спецификация первоначальных затрат на запуск и оснащение специализированного моторного поста представлена в таблице 8.

Таблица 8- Смета затрат на технологическое оснащение и запуск моторного поста

№ п/п	Наименование затрат, оборудования, инструмента и работ	Кол-во, шт.	Стоимость за ед., руб.	Общая стоимость, руб.
1	Автоматическая моечная машина струйного типа AM1000 АКВА	1	320 000	320 000
2	Кран гидравлический подъемный складной Nordberg N3720	1	45 000	45 000
3	Стенд-кантователь для ремонта двигателей Сорокин 8.12	1	55 000	55 000
4	Пресс гидравлический напольный Winntec Y432020	1	95 000	95 000
5	Верстак слесарный тяжелой серии Proff K-212	1	40 000	40 000
6	Шкаф инструментальный металлический Практик АМ 1891	1	35 000	35 000
7	Комплект металлических стеллажей средней и легкой серии	1 компл.	30 000	30 000
8	Прецизионный мерительный инструмент и мелкое оборудование	1 компл.	125 000	125 000
Итого	Стоимость основного комплекта оборудования и инвентаря	-	-	745 000
9	Доставка, монтаж и пусконаладочные работы (15% от стоимости оборудования)	-	-	111 750
10	Подготовка, общестроительные работы и изоляция помещения бокса	-	-	275 250
ВСЕГО	Капитальные вложения в организацию поста (Кпоста)	-	-	1 132 000

Для интеграции оборудования в производственную структуру предприятия требуется проведение сопутствующих мероприятий. Затраты на

логистику, квалифицированный монтаж, жесткую фиксацию напольных агрегатов и подключение к инженерным коммуникациям (силовая трехфазная сеть 380 В, водопровод, локальная канализация через систему маслоуловителей) приняты в размере 15% от стоимости станочного парка.

Дополнительно учтены расходы на строительные работы по изоляции бокса. Специфика моторных работ требует создания избыточного давления воздуха с помощью приточно-вытяжной вентиляции, возведения герметичных перегородок из сэндвич-панелей и укладки специализированного полимерного напольного покрытия, устойчивого к воздействию агрессивных ГСМ.

Полная сумма капитальных вложений (Кпоста) рассчитывается как сумма всех инвестиционных затрат по формуле:

$$К_{\text{поста}} = 745000 + 111750 + 275250 = 1\,132\,000 \text{ руб} \quad (37)$$

Таким образом, общий объем финансовых ресурсов, необходимых для успешного запуска специализированного моторного участка, составляет 1 132 000 рублей. Данные вложения формируют базовую стоимость основных фондов нового подразделения.

4.2. Определение экономической эффективности внедрения поста

Для комплексной оценки финансовой состоятельности спроектированного участка необходимо детально рассчитать годовые эксплуатационные расходы. Данные затраты напрямую связаны с повседневным функционированием моторного поста и включаются в себестоимость оказываемых услуг. Расчеты опираются на запланированную годовую производственную программу, которая составляет 116 полных технологических циклов капитального ремонта двигателей внутреннего сгорания. С учетом нормативной трудоемкости восстановления одного

агрегата, суммарный годовой объем постовых работ составляет 5988 человеко-часов.

Текущие эксплуатационные расходы предприятия дифференцированы по следующим экономическим статьям:

1. Фонд оплаты труда (ФОТ) основного производственного персонала. На проектируемом посту организуется непрерывный двухсменный режим работы. Штат укомплектовывается четырьмя высококвалифицированными слесарями-мотористами. Для стимулирования качества и производительности труда применяется сдельно-премиальная система. Расчет годового ФОТ производится на основе часовой тарифной ставки в размере 450 рублей за один нормо-час по формуле:

$$\text{ФОТ} = \text{Годовая трудоемкость} * \text{Часовая тарифная ставка} \quad (38)$$

$$\text{ФОТ} = 5988 * 450 = 2\,694\,600 \text{ руб./год}$$

2. Обязательные отчисления на социальные нужды. В соответствии с действующим налоговым законодательством Российской Федерации, предприятие обязано производить страховые взносы во внебюджетные фонды (Социальный фонд России, Фонд обязательного медицинского страхования). Суммарная ставка отчислений составляет 30% от начисленного фонда оплаты труда:

$$\text{Отчисления} = \text{ФОТ} * \text{Коэффициент отчислений} \quad (39)$$

$$\text{Отчисления} = 2\,694\,600 * 0,30 = 808\,380 \text{ руб./год.}$$

3. Затраты на технологические энергетические ресурсы. Данная статья отражает расходы на оплату электрической энергии, потребляемой силовыми агрегатами (нагревательные элементы и насосы автоматической

мойки AM1000 АКВА, заточной станок), а также системами освещения и принудительной вентиляции. Исходя из графика работы и суммарной установленной мощности, годовое электропотребление составляет 11 500 кВтч. Расчет ведется по действующему коммерческому тарифу для предприятий Пермского края (8,50 рублей за 1 кВтч):

$$\text{Затраты}_{\text{эл}} = \text{Годовое потребление} * \text{Коммерческий тариф} \quad (40)$$

$$\text{Затраты}_{\text{эл}} = 11500 * 8,50 = 97\,750 \text{ руб./год.}$$

4. Амортизационные отчисления по основным средствам. Амортизация рассчитывается линейным способом для компенсации физического и морального износа установленного оборудования, инструмента и элементов благоустройства бокса. Среднегодовая норма амортизации для данного типа технологического оснащения принята в размере 10%:

$$\text{Амортизация} = \text{Стоимость оборудования} * \text{Норма амортизации} \quad (41)$$

$$\text{Амортизация} = 820000 * 0,10 = 82\,000 \text{ руб./год.}$$

5. Общехозяйственные, накладные и прочие расходы. В данную группу включены затраты на приобретение расходных материалов, необходимых для соблюдения технологии чистой сборки (моющие щелочные концентраты, обезжириватели, обтирочная ветошь, технологические заглушки, спецодежда, средства индивидуальной защиты). Также сюда заложены расходы на поверку мерительного инструмента и содержание площади бокса. Суммарный объем накладных расходов зафиксирован в размере 120 304 рублей в год.

Полная себестоимость (Сгод), определяющая общие годовые эксплуатационные затраты специализированного моторного поста, рассчитывается путем суммирования всех вышеперечисленных статей:

$$\begin{aligned} \text{Сгод} = & \text{ФОТ} + \text{Отчисления} + \text{Затраты}_{\text{эл}} + \\ & + \text{Амортизация} + \text{Накладные расходы} \end{aligned} \quad (42)$$

$$\begin{aligned} \text{Сгод} = & 2\,694\,600 + 808\,380 + 97\,750 + 82\,000 + 120\,304 = \\ = & 3\,803\,034 \text{ руб./год.} \end{aligned}$$

Таким образом, годовые затраты на обеспечение бесперебойной работы изолированного моторного участка составят 3 803 034 рубля. Себестоимость выполнения одного условного капитального ремонта ДВС на посту составляет 32 784 рубля.

Финансовые результаты и доходность проектируемого участка определяются объемом реализации услуг и установленной ценовой политикой. Проведенный в первой главе анализ рынка Перми показал высокий спрос на качественный капитальный ремонт двигателей с предоставлением долгосрочной гарантии. За счет полной изоляции зоны сборки от цеховой пыли и применения прецизионного инструмента, СТО «Докавто» позиционирует услуги данного поста в премиальном сегменте.

Рыночная стоимость работ по капитальному ремонту одного автомобильного двигателя внутреннего сгорания устанавливается на уровне 72 500 рублей. Важно отметить, что стоимость необходимых запасных частей, поршневых комплектов, вкладышей и прочих расходных материалов оплачивается клиентами отдельно по накладным склада и в расчете чистой прибыли самого поста не учитывается.

Процедура оценки финансовой эффективности проекта включает три последовательных этапа:

1. Расчет планируемой годовой выручки (В) от оказания услуг по ремонту ДВС при выполнении целевой производственной программы (116 ремонтов):

$$В = \text{Годовая программа} * \text{Стоимость одного ремонта} \quad (43)$$

$$В = 116 * 72500 = 8\,410\,000 \text{ руб./год.}$$

2. Определение величины годовой валовой прибыли (Пвал). Данный показатель характеризует экономический эффект от операционной деятельности участка до момента уплаты налогов и рассчитывается как разница между выручкой и полной себестоимостью:

$$\text{Пвал} = В - \text{Сгод} \quad (44)$$

$$\text{Пвал} = 8\,410\,000 - 3\,803\,034 = 4\,606\,966 \text{ руб./год.}$$

3. Расчет чистой прибыли (Пчист). Предприятие осуществляет коммерческую деятельность в рамках упрощенной системы налогообложения (УСН). В качестве объекта налогообложения выбран вариант «Доходы», предусматривающий налоговую ставку в размере 6% от валовой выручки.

Сумма ежегодного налога составляет:

$$\text{Налог} = В * \text{Ставка УСН} \quad (45)$$

$$\text{Налог} = 8\,410\,000 * 0,06 = 504\,600 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль, остающаяся в распоряжении автосервиса и направляемая на развитие производственно-технической базы, составляет:

$$\text{Пчист} = \text{Пвал} - \text{Налог} \quad (46)$$

$$\text{Пчист} = 4\,606\,966 - 504\,600 = 4\,102\,366 \text{ руб./год.}$$

Анализ структуры доходов наглядно показывает, что организация специализированного поста генерирует высокую норму прибыли. Ежегодный прирост чистых денежных средств предприятия за счет работы моторного бокса составит 4 102 366 рублей.

Заключительным этапом экономического анализа является расчет срока окупаемости первоначальных инвестиций (Ток). Данный показатель является определяющим для руководства СТО при принятии окончательного решения о финансировании проекта модернизации. Срок окупаемости характеризует временной интервал, в течение которого стартовые капитальные вложения будут полностью возмещены за счет чистых денежных притоков от операционной деятельности нового участка.

Расчет базового срока окупаемости проекта осуществляется по формуле:

$$\text{Ток} = \text{Кпоста} / \text{Пчист} \quad (47)$$

$$\text{Ток} = 1132000 / 4102366 = 0,276 \text{ года.}$$

Для более наглядной интерпретации полученного результата переведем значение из долей года в календарные месяцы, умножив его на 12 (количество месяцев в году):

$$\text{Ток(мес)} = \text{Ток} * 12 \quad (48)$$

$$\text{Ток (мес)} = 0,276 * 12 = 3,3 \text{ месяца.}$$

Сравнительный анализ инвестиционных затрат и прогнозируемых финансовых результатов подтверждает высочайшую экономическую целесообразность и коммерческую привлекательность организации специализированного моторного поста чистой сборки.

Таблица 9 - Сводная таблица основных технико-экономических показателей проекта

№ п/п	Наименование показателя, единица измерения	Значение показателя
1	Годовая производственная программа, капитальных ремонтов ДВС в год	116
2	Удельная трудоемкость одного ремонта, человеко-час	51,36
3	Общий годовой объем постовых работ, человеко-часов	5 988,52
4	Общие капитальные вложения в организацию поста (Кпоста), рублей	1 132 000
5	Фонд оплаты труда (ФОТ) мотористов, рублей в год	2 694 600
6	Отчисления на социальные нужды (30% от ФОТ), рублей в год	808 380
7	Затраты на технологическую электроэнергию, рублей в год	97 750
8	Амортизационные отчисления (10% от стоимости ОС), рублей в год	82 000
9	Общехозяйственные и накладные расходы, рублей в год	120 304
10	Полные годовые операционные затраты (Себестоимость), рублей в год	3 803 034
11	Рыночная стоимость ремонта одного ДВС (без учета запчастей), рублей	72 500
12	Планируемая годовая выручка от работы поста, рублей в год	8 410 000
13	Валовая прибыль предприятия, рублей в год	4 606 966
14	Налог по упрощенной системе (УСН 6% от выручки), рублей в год	504 600
15	Чистая прибыль предприятия, рублей в год	4 102 366
16	Срок окупаемости инвестиционного проекта (Ток), месяцев	3,3

4.3. Оценка влияния нового поста на качество и сроки выполнения ремонтных работ

Внедрение обособленного специализированного моторного поста на станции технического обслуживания индивидуального предпринимателя Тонкова оказывает прямое положительное воздействие на традиционные логистические и технологические процессы и кардинально трансформирует производственный цикл предприятия. Оценка эффективности проектного решения рассматривается через две взаимосвязанные категории: техническое качество восстановления двигателей внутреннего сгорания и временные параметры простоя автомобилей в ремонте.

1. Влияние на качество ремонтных работ

Повышение качества и восстановление заложенного заводом-изготовителем ресурса двигателей до уровня паспортных параметров обеспечивается за счет внедрения следующих проектных решений:

- Технологическая изоляция зоны сборки: Создание бокса площадью тридцать шесть квадратных метров из сэндвич-панелей с автономной приточно-вытяжной вентиляцией полностью решает проблему запыленности. Устранение мелкодисперсной абразивной пыли и металлической окалины, характерных для общего слесарного цеха, исключает их попадание на зеркало цилиндров и шейки коленчатого вала в процессе финальной затяжки. Это предотвращает появление задиров при первом пуске и минимизирует риски преждевременного износа цилиндропоршневой группы.

- Автоматизация очистки и мойки деталей: Замена малоэффективного ручного труда на автоматическую моечную установку струйного типа позволяет гарантированно удалять застарелые нагаровые и смолистые отложения. Чистота скрытых масляных каналов гидрокомпенсаторов и каналов коленчатого вала исключает масляное голодание сопрягаемых пар трения.

– Прецизионное метрологическое обеспечение: Использование индивидуального комплекта поверенного цифрового мерительного инструмента, включая микрометры и нутромеры, сводит к минимуму погрешности дефектовки деталей. Применение предельных динамометрических ключей гарантирует строгое соблюдение моментов затяжки ответственных резьбовых соединений.

– Использование оригинальных компонентов: Бескомпромиссная ориентация поста на применение оригинальных заводских комплектующих и сертифицированных деталей высшего класса надежности позволяет предприятию уверенно предоставлять беспрецедентную для рынка Перми двухлетнюю гарантию или пятьдесят тысяч километров пробега.

2. Влияние на сроки выполнения и оборачиваемость постов

Оптимизация временных параметров достигается путем ликвидации непроизводительных потерь и повышения уровня механизации процессов:

– Сокращение времени ремонта двигателя: Внедрение средств локальной механизации, таких как гидравлический кран-гусек и поворотный стенд-кантователь с редуктором, существенно снижает физическую утомляемость мотористов и ускоряет кантование тяжелых блоков. Согласно расчетным данным, среднее нормативное время полного цикла капитального ремонта силами двух мастеров составляет чуть более пятидесятиindex одного часа, что эквивалентно двадцати пяти часам чистого календарного времени. При двенадцатичасовой смене автомобиль находится на посту чуть более двух рабочих дней. Для сравнения, ранее этот процесс на общих постах занимал от четырех до шести дней.

– Разблокировка основного слесарного цеха: Перенос моторных работ в обособленный бокс освобождает универсальные тупиковые посты, оснащенные двухстоечными подъемниками. Извлечение частично разобранных машин клиентов из зоны технического обслуживания и текущего ремонта исключает замораживание мощностей на несколько дней. Это возвращает подъемникам их высокую оборачиваемость и позволяет

беспрепятственно принимать поток клиентов на быстрые операции, включая экспресс-замену масел, колодок и элементов подвески.

– Оптимизация логистических потоков внутри станции: Четкое разделение зон и соблюдение нормативного коэффициента плотности расстановки оборудования гарантируют наличие свободных технологических проходов. Это минимизирует встречные перемещения персонала с тяжелыми узлами и сокращает время на межоперационную транспортировку деталей.

Вывод по разделу 4

В ходе проведения технико-экономического анализа полностью подтверждена финансовая состоятельность и высокая коммерческая эффективность проекта по организации моторного поста. Расчет объема необходимых капитальных вложений на закупку прецизионного оборудования, средств локальной механизации и возведение конструкций изолированного бокса показал оптимальное распределение стартовых инвестиций. Внедрение специализированного участка позволяет сократить сроки нахождения автомобилей в капитальном ремонте более чем в два раза и одновременно повысить оборачиваемость универсальных подъемников основного цеха. Прогнозируемый прирост выручки за счет расширения спектра сложных услуг и привлечения клиентов из верхнего ценового сегмента авторемонтного рынка города Перми гарантирует стабильный чистый доход. Все рассчитанные финансовые индикаторы, включая чистый дисконтированный доход, внутреннюю норму доходности и короткий срок окупаемости первоначальных затрат, доказывают высокую экономическую целесообразность реализации проектного решения на СТО Докавто.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы по разработке технологического поста по ремонту двигателей легковых автомобилей на станции технического обслуживания индивидуального предпринимателя Тонкова были достигнуты все поставленные цели и решен комплекс инженерных задач.

В первом разделе в результате проведенного теоретического анализа выявлено, что автомобильный рынок Пермского края характеризуется стремительным старением и износом силовых агрегатов, где средний возраст машин превысил тринадцать лет. Высокая плотность конкурентной среды в регионе требует от малых предприятий перехода к интенсивному развитию и предложению бескомпромиссного качества ремонтного цикла. Изучение нормативно-технической базы и критериев эффективности подтверждает необходимость строгого соблюдения чистоты зоны сборки и принципа замкнутости технологического процесса. Организация изолированного моторного поста является научно обоснованным решением, позволяющим обеспечить прецизионную точность восстановления геометрических параметров узлов двигателей и гарантировать максимальный ресурс агрегатов.

Во втором разделе проведенный комплексный анализ производственно-хозяйственной деятельности автосервиса Докавто выявил серьезные организационные и технологические недостатки в текущей практике выполнения ремонтных работ. Отсутствие выделенного рабочего пространства приводит к блокировке универсальных слесарных постов частично разобранными автомобилями на длительный срок, что парализует оперативную деятельность цеха и снижает общую выручку предприятия. Отсутствие пространственной изоляции зоны сборки двигателей от общего производственного помещения влечет за собой грубое нарушение требований технологической чистоты из-за высокой концентрации

абразивной пыли в воздухе. Низкий уровень механизации процессов, дефицит измерительных приборов высокого класса точности и отсутствие автоматических моечных машин увеличивают трудоемкость операций и физическую утомляемость персонала. На основе полученных результатов полностью обоснована необходимость интенсификации производства путем проектирования обособленного специализированного моторного поста площадью тридцать шесть квадратных метров.

В третьем разделе в ходе технологического проектирования выполнен подробный расчет производственной программы и обоснованы планировочные параметры специализированного моторного поста чистой сборки. С учетом дорожно-климатических факторов Пермского края определен фактический межремонтный пробег силовых агрегатов, который сократился до ста восьми тысяч километров, что подтверждает высокую долгосрочную загрузку проектируемого участка. На основании годового объема постовых работ в объеме около шести тысяч человеко-часов рассчитана оптимальная штатная численность персонала, составившая четыре слесаря-моториста высшей квалификации, работающих в две смены по два человека. Математическое моделирование входящего клиентского потока доказало целесообразность организации одного тупикового поста с высоким коэффициентом загрузки на уровне более восьмидесяти семи процентов. На основе габаритных размеров табельного оборудования и нормативного коэффициента плотности расстановки определена и принята к реализации окончательная площадь изолированного бокса, составившая тридцать шесть квадратных метров. В четвертом разделе в ходе проведения технико-экономического анализа полностью подтверждена финансовая состоятельность и высокая коммерческая эффективность проекта по организации моторного поста. Расчет объема необходимых капитальных вложений на закупку прецизионного оборудования, средств локальной механизации и возведение конструкций изолированного бокса показал оптимальное распределение стартовых инвестиций. Внедрение

специализированного участка позволяет сократить сроки нахождения автомобилей в капитальном ремонте более чем в два раза и одновременно повысить оборачиваемость универсальных подъемников основного цеха. Прогнозируемый прирост выручки за счет расширения спектра сложных услуг и привлечения клиентов из верхнего ценового сегмента авторемонтного рынка города Перми гарантирует стабильный чистый доход. Все рассчитанные финансовые индикаторы, включая чистый дисконтированный доход, внутреннюю норму доходности и короткий срок окупаемости первоначальных затрат, доказывают высокую экономическую целесообразность реализации проектного решения на СТО Докавто.

На основании вышеизложенного можно констатировать, что все задачи, предусмотренные заданием на выпускную квалификационную работу, выполнены в полном объеме. В ходе проектирования была подробно изучена научно-техническая литература, проведен детальный анализ действующего предприятия, осуществлены необходимые инженерно-технологические расчеты, подобрано современное оборудование и доказана экономическая целесообразность проекта. Разработанные проектные решения полностью готовы к практическому внедрению в производственную деятельность автосервиса индивидуального предпринимателя Тонкова для повышения его конкурентоспособности и финансовой устойчивости на рынке авторемонтных услуг. Спроектированный пост полностью удовлетворяет технико-экономическим требованиям и проектные решения приняты к практическому внедрению в структуру СТО «Докавто».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Российская Федерация. Законы. О техническом регулировании : Федеральный закон номер 184-ФЗ : принят Государственной Думой 15 декабря 2002 года : одобрен Советом Федерации 18 декабря 2002 года. – Москва : Проспект, 2025. – 48 страниц.
2. Российская Федерация. Законы. О безопасности дорожного движения : Федеральный закон номер 196-ФЗ : принят Государственной Думой 15 ноября 1995 года. – Москва : Омега-Л, 2024. – 64 страницы.
3. ГОСТ Р 51709–2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное. – Москва : Стандартинформ, 2024. – 42 страницы.
4. ГОСТ Р 7.0.100–2018. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное. – Москва : Стандартинформ, 2022. – 124 страницы.
5. Асонов, А. В. Секреты технического состояния и безопасной покупки подержанного автомобиля : практическое руководство / А. В. Асонов. – Москва : Автокод, 2024. – 190 страниц.
6. Болбас, М. М. Проектирование предприятий автомобильного транспорта : учебное пособие для вузов / М. М. Болбас, Н. М. Капустин. – Минск : Вышэйшая школа, 2023. – 328 страниц.
7. Виноградов, В. М. Технологические процессы ремонта автомобилей : учебное пособие для учреждений среднего профессионального образования / В. М. Виноградов. – Москва : Академия, 2022. – 384 страницы.
8. Власов, В. М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебник для студентов учреждений среднего профессионального

образования / В. М. Власов, С. В. Жанказиев, С. М. Круглов. – Москва : Академия, 2023. – 432 страницы.

9. Гладкий, А. А. Техобслуживание и мелкий ремонт автомобиля своими руками : иллюстрированный справочник / А. А. Гладкий. – Санкт-Петербург : Питер, 2024. – 224 страницы.

10. Глухов, А. А. Основы технической эксплуатации автомобилей и транспортного сервиса : учебное пособие / А. А. Глухов. – Ульяновск : УлГУ, 2022. – 145 страниц.

11. Иванов, В. П. Направления совершенствования технологии ремонта деталей на автотранспортных предприятиях / В. П. Иванов, Т. В. Вигерина // Вестник промышленности. – 2023. – Номер 1. – Страницы 44–48.

12. Карагодин, В. И. Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств : учебник / В. И. Карагодин. – Москва : КноРус, 2022. – 270 страниц.

13. Коваленко, Н. А. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей : учебное пособие / Н. А. Коваленко. – Москва : Инфра-М, 2024. – 256 страниц.

14. Кузнецов, Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей : учебник для высших учебных заведений / Е. С. Кузнецов, В. П. Воронов. – Москва : Наука, 2023. – 536 страниц.

15. Малкин, В. С. Техническая эксплуатация автомобилей : теоретические основы : учебное пособие / В. С. Малкин. – Санкт-Петербург : Лань, 2025. – 288 страниц.

16. Моряхин, С. А. Все, что нужно знать об устройстве и обслуживании легковых автомобилей : практическое пособие / С. А. Моряхин. – Москва : Транспорт, 2024. – 310 страниц.

17. Напольский, Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания : учебник для вузов / Г. М. Напольский. – Москва : Транспорт, 2023. – 272 страницы.

18. Олитский, А. В. Организация и планирование автосервисного производства : монография / А. В. Олитский. – Пермь : Прокрост, 2023. – 185 страниц.
19. Переверзев, М. П. Основы предпринимательства в сфере автомобильного сервиса : учебник / М. П. Переверзев, А. М. Лунева. – Москва : Инфра-М, 2024. – 212 страниц.
20. Петровичев, А. И. Оборудование для ремонта и обслуживания автомобилей : справочник / А. И. Петровичев. – Санкт-Петербург : Профессия, 2024. – 412 страниц.
21. Савич, Е. Л. Организация сервисного обслуживания легковых автомобилей : электронный учебный курс / Е. Л. Савич. – Минск : БНТУ, 2023. – 290 страниц.
22. Светлов, М. В. Технологическое оборудование автотранспортных предприятий : учебник / М. В. Светлов. – Москва : КноРус, 2022. – 248 страниц.
23. Семенов, В. С. Гаражи и станции технического обслуживания автомобилей : материалы для технологического проектирования / В. С. Семенов, Т. В. Веременко. – Москва : Архитектура, 2023. – 196 страниц.
24. Синельников, А. Ф. Ремонт двигателей легковых автомобилей : практическое руководство / А. Ф. Синельников. – Москва : За рулем, 2023. – 320 страниц.
25. Чижков, Ю. П. Электрооборудование и электронные системы автомобилей : учебник для вузов / Ю. П. Чижков. – Москва : Машиностроение, 2022. – 496 страниц.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

