

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

На правах рукописи

ТЕМАСОВА Галина Николаевна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ И МЕТОДОВ
МОНИТОРИНГА ПОТЕРЬ ОТ БРАКА
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Специальность 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для
агропромышленного комплекса

Диссертация на соискание ученой степени
доктора технических наук

Научный консультант –
доктор технических наук, профессор
Леонов Олег Альбертович

Москва – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	14
1.1 Современное состояние парка сельскохозяйственной техники в России	14
1.2 Анализ инструментов и методологии управления качеством	25
1.3 Статистическое регулирование качества технологических процессов	28
1.4 Показатели возможностей процесса	33
1.5 Перспективы внедрения системы мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса	38
1.6 Выводы по главе	40
2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МОНИТОРИНГА ПОТЕРЬ ОТ БРАКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.....	42
2.1 Применение процессного подхода при мониторинге брака и потерь на предприятиях технического сервиса АПК	42
2.2 Теоретические основы формирования брака в процессе контроля в ремонтном производстве	47
2.3 Классификация затрат на качество процесса ремонта техники.....	63
2.4 Разработка методики оценки затрат на качество и потерь от брака при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники	65
2.4.1 Методика оценки базовых издержек	65
2.4.2 Методика оценки издержек на контроль.....	73
2.4.3 Методика оценки внутренних потерь.....	76
2.4.4 Методика оценки внешних потерь.....	81

2.5	Методика оценки качества процессов предприятий технического сервиса	83
2.6	Методика расчета эффективности функционирования предприятий технического сервиса АПК	90
2.7	Выводы по главе	97
3	МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОТЕРЬ ОТ БРАКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.....	99
3.1	Общие принципы методики исследования	99
3.2	Методика измерения размеров коренных и шатунных шеек коленчатого вала	100
3.3	Методы и средства измерения внутреннего диаметра коренной опоры в сборе с вкладышем	105
3.4	Выводы по главе	107
4	ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА	110
4.1	Применение контрольных листов для анализа процессов предприятий технического сервиса АПК	110
4.2	Применение контрольных карт для анализа процессов предприятий технического сервиса АПК	112
4.3	Применение диаграммы Парето для анализа процессов предприятий технического сервиса АПК	120
4.4	Применение новых инструментов контроля и управления качеством для анализа процессов предприятий технического сервиса АПК	124
4.5	Проектирование калибров для контроля валов и отверстий в ремонтном производстве	129
4.6	Выводы по главе	143

5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ОТ БРАКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА	147
5.1 Результаты исследования базовых затрат на процесс.....	147
5.2 Результаты исследования затрат на контроль	150
5.3 Результаты исследования внутренних потерь	154
5.4 Результаты исследования внешних потерь	159
5.5 Анализ эффективности и результативности функционирования предприятий технического сервиса АПК	164
5.6 Выводы по главе	169
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	172
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	177
ПРИЛОЖЕНИЕ	199

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

В настоящее время в Российской Федерации возникла необходимость увеличения объема производства сельскохозяйственной продукции. Одним из основных факторов, влияющих на развитие сельскохозяйственной отрасли, является уровень механизации. Сегодня существует проблема критической недостаточности и высокой степени износа сельскохозяйственной техники в России. Необходимо принять срочные меры для обновления, модернизации и регулярного восстановления работоспособности парка сельскохозяйственной техники. Модернизация и качественный ремонт сельскохозяйственной техники является неотъемлемой частью стратегии развития нашей страны в сфере сельского хозяйства. Это поможет улучшить продуктивность, обеспечить продовольственную безопасность и сделать отечественное сельское хозяйство конкурентоспособным.

Развитие сельскохозяйственного машиностроения в России является одной из главных задач, решение которой направлено на достижение высокой доли присутствия отечественных производителей сельскохозяйственной техники на внутреннем и внешнем рынках. По прогнозам специалистов, к 2030 году производство сельскохозяйственной техники должно увеличиться в 3 раза по сравнению с текущими показателями. Но чтобы достичь эти цели необходимо обеспечить высокое качество как новых машин, так и прошедших ремонт и техническое обслуживание. Одним из реальных путей повышения качества, надежности и конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной техники в процессе эксплуатации является формирование системы мониторинга брака и потерь на предприятиях технического сервиса техники АПК.

Диссертационное исследование посвящено научному обоснованию приоритетных направлений совершенствования инструментов и методов мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса АПК.

Степень разработанности поставленных проблем.

Зарубежные ученые и специалисты проблемы обеспечения качества в производственном процессе начали детально изучать в конце 50-х годов прошлого века. Э. Деминг, Дж. Джуран, К. Исикава, Ф. Кросби, А. Фейгенбаум, Дж. Харрингтон, У. Шухарт и другие зарубежные ученые и специалисты внесли значительный вклад в разработку проблем, связанных с обеспечением качества.

Несколько позже отечественные специалисты начали рассматривать вопросы обеспечения и управления качеством в процессе производства. Среди отечественных ученых, совершенствующих методы управления качеством, следует отметить работы Ю.П. Адлера, Г.Г. Азгальдова, В.Г. Версан, А.В. Гличева, Д.С. Демиденко, Е.М. Карлика, Ю.А. Куликова, В.П. Панова, К.М. Рахлина, Л.Е. Скрипко и других.

Организационным, научным и методическим вопросам обеспечения качества при эксплуатации и ремонте сельскохозяйственной техники посвящены работы Ю.Н. Артемьева, И.Г. Голубева, О.Н. Дидманидзе, А.С. Дорохова, М.Н. Ерохина, Н.Е. Зиминая, А.И. Иванова, П.А. Карепина, Ю.А. Конкина, В.Н. Кузьмина, Л.И. Кушнарера, И.С. Левитского, О.А. Леонова, В.Я. Лимарева, В.Н. Пальчик, А.Г. Пастухова, Е.А. Пучина, В.А. Семейкина, И.С. Серого, М.В. Сушкевич, М.А. Халфина, В.И. Черноиванова Н.Ж. Шкарубы и других. Рассматриваемые авторами подходы к организации контроля качества на предприятиях технического сервиса АПК необходимо совершенствовать с учетом требований международных и государственных стандартов качества, системы менеджмента качества, современных методов контроля и диагностики, использованием новых информационных технологий и средств измерений.

Вопросы организации системы мониторинга брака и потерь при допусковом контроле на предприятиях технического сервиса АПК изучены недостаточно, отсутствует единый терминологический и понятийный аппарат, а также принципы классификации и выявления категорий брака, а также методы их оценки и анализа.

Цель и задачи исследования.

Цель исследования состоит в разработке и внедрении системы мониторинга брака и потерь на предприятиях технического сервиса АПК, которая будет способствовать повышению эффективности производства сельскохозяйственной продукции.

Для достижения цели были поставлены следующие **основные задачи**:

обосновать необходимость совершенствования инструментов и методов мониторинга брака и потерь на предприятиях технического сервиса АПК, что позволит определить области, где существуют проблемы и потери, и разработать соответствующие решения;

сформировать направления для совершенствования системы мониторинга брака и потерь на предприятиях технического сервиса АПК, разработать новые подходы к контролю качества и внедрение передовых технологий, которые помогли бы улучшить производственные процессы;

разработать интегральные зависимости для расчета вероятностных характеристик величин брака при допусковом контроле и определения вероятностных ошибок первого и второго рода в процессе контроля деталей в ремонтном производстве при смещении центра настройки процесса финишной обработки относительно середины поля допуска, составить классификацию видов брака при допусковом контроле;

обосновать контрольные точки и места формирования экономических потерь при допусковом контроле;

составить классификацию внешних и внутренних потерь и разработать методику оценки потерь от внутреннего и внешнего брака при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники;

усовершенствовать инструменты контроля для оценки внутренних и внешних потерь предприятий технического сервиса АПК;

разработать методику расчета комплексного показателя качества процесса;

рассчитать исполнительные и предельные размеры калибра-скобы для контроля размеров коренной и шатунной шеек коленчатых валов и калибра-пробки

для контроля диаметров коренных опор двигателя ЯМЗ;

рассчитать внутренние и внешние потери от брака по процессам предприятий технического сервиса АПК;

рассчитать экономическую эффективность мероприятий по организации мониторинга брака и потерь на предприятиях технического сервиса АПК.

Предмет и объект исследования.

Предметом исследования являются теоретические и практические проблемы организации системы мониторинга брака и потерь на различных этапах производственного цикла ремонта техники на предприятиях технического сервиса АПК.

Объектом исследования являются процессы предприятий технического сервиса АПК с позиции обеспечения качества.

Методы исследований.

Для решения поставленных задач использовались такие методы научного познания, как анализ, синтез, индукция, дедукция, моделирование, наблюдение, методы обобщения, функциональной классификации, сравнительного и структурного анализа.

Для проектирования модели процесса ремонта двигателей на предприятиях технического сервиса АПК применялся метод IDEF0 (Function Modeling – метод функционального моделирования).

Для обработки экспериментальных данных использовались методы теории вероятностей, математической статистики, стандартные и специально разработанные алгоритмы.

Достоверность результатов исследования.

В теоретических исследованиях достоверность результатов обеспечена изучением и анализом ранее выполненных работ в области обеспечения качества при эксплуатации и ремонте техники в сельском хозяйстве, машиностроении и других отраслях. Представленные результаты исследования могут быть использованы для разработки стратегий снижения потерь и повышения эффективности производственного цикла в сфере ремонта машин.

В экспериментальных исследованиях достоверность результатов расчетов гарантирована применением стандартных методик обработки статистических данных и использованием современного программного обеспечения.

Научная новизна работы.

Составлена цифровая функциональная модель процесса ремонта двигателей на предприятиях технического сервиса АПК в нотации IDFO и разработана система мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса.

Получены интегральные зависимости для расчета вероятностных характеристик величин брака слева и справа относительно границ допуска и определения вероятностных ошибок первого и второго рода в процессе контроля деталей в ремонтном производстве при смещении центра настройки процесса финишной обработки относительно середины поля допуска.

Составлена новая классификация видов брака при допусковом контроле деталей в ремонтном производстве в зонах исправимого и неисправимого брака.

Обоснованы контрольные точки и места формирования потерь от погрешностей измерения в процессе контроля качества. Контрольные точки формирования потерь: дефектация деталей на группы годных и требующих ремонта; дефектация деталей на группы требующих ремонта и негодных; контроль восстановленных деталей; входной контроль новых запасных частей поступающих на комплектование агрегатов и сборочных единиц; контроль качества отремонтированной техники.

Составлена классификация внешних и внутренних потерь от брака и получены математические зависимости для оценки величин потерь от брака по процессам предприятий технического сервиса АПК. Разработана комплексная методика оценки потерь от брака.

Усовершенствованы классические инструменты контроля качества, которые будут применяться для оценки внутренних и внешних потерь от брака предприятий технического сервиса АПК.

Разработана методика расчета комплексного показателя качества процесса, включающая в себя построение дерева свойств качества процесса, шкалы рангов для оценивания качества процесса, матрицы оценки качества процесса. Получены математические зависимости для расчета комплексного показателя качества процесса.

Проведен расчет исполнительных и предельных размеров калибра-скобы и калибра-пробки для контроля размеров деталей, применение которых снизит трудоемкость и повысит точность контроля.

Разработана математическая модель оценки процессов предприятий технического сервиса АПК по эффективности и результативности, которая позволяет количественно оценить эффективность и результативность процесса и сравнивать различные варианты повышения его качества.

Практическая значимость работы.

Практическую значимость работы представляют следующие мероприятия: внедрения разработанного контрольного листка процесса дефектации коленчатого вала, который можно с успехом применить на других ответственных деталях;

реализации методики расчета брака при допусковом контроле в ремонтном производстве при смещении центра настройки процесса финишной обработки относительно середины поля допуска;

совместного применения контрольных карт и гистограмм для оценки брака и внутренних потерь, а также применения диаграммы Парето для оценки внешних потерь от брака на предприятиях технического сервиса АПК;

применения методики расчета комплексного показателя качества процесса; внедрения методики расчета внешних и внутренних потерь от брака при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники;

применения калибров для контроля размеров коренных и шатунных шеек после шлифовки под ремонтный размер.

Реализация результатов исследования.

Результаты исследования, в качестве рекомендаций, используются для совершенствования инструментов и методов мониторинга брака и потерь, а также повышения эффективности и результативности процессов предприятий технического сервиса АПК.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований рассмотрены и внедрены в ООО «Завод «АГРОМАШ», ООО «КЗ «Ростсельмаш», ООО «КАР АЦ», филиале «Звезда столицы» АО «Рольф», что подтверждается соответствующими актами.

Результаты исследований используются в учебном процессе, в частности, в разработанном автором учебном пособии «Статистические методы в управлении качеством» изложены новые подходы по оценке и анализу потерь от брака. Основные положения работы используются при чтении лекции и проведении практических занятий по дисциплинам «Логистика технического сервиса», «Статистические методы в управлении качеством», «Экономика качества», «Оценка работ по стандартизации и метрологии» направлений 35.03.06 «Агроинженерия», 27.03.02 «Управление качеством», 27.04.01 «Стандартизация и метрология».

Положения, выносимые на защиту.

На защиту выносятся новые, научно обоснованные направления мониторинга брака и потерь на предприятиях технического сервиса АПК, в том числе:

интегральные зависимости для расчета вероятностных характеристик величин брака слева и справа относительно границ допуска и определения вероятностных ошибок первого и второго рода в процессе контроля деталей в ремонтном производстве при смещении центра настройки процесса финишной обработки относительно середины поля допуска;

классификация видов брака при допусковом контроле деталей в ремонтном производстве в зонах исправимого и неисправимого брака;

классификация внешних и внутренних потерь от брака;

математические зависимости для оценки величины потерь от внутреннего и внешнего брака при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники;

усовершенствованные классические инструменты контроля качества для оценки величины брака, внутренних и внешних потерь от брака на ремонтных предприятиях АПК;

методика расчета комплексного показателя качества процесса, включающая в себя построение дерева свойств качества процесса, шкалы рангов для оценивания качества процесса, матрицы оценки качества процесса;

математическая модель оценки эффективности и результативности процессов предприятий технического сервиса АПК.

Степень достоверности и апробации результатов. Основные положения и результаты диссертационного исследования обсуждены и одобрены на научных конференциях Всероссийского и международного уровня. Среди них: V Международной научной конференции «Модернизация, Инновации, Прогресс» (г. Красноярск, 2023 г.); IV Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества в машиностроении» (г. Тула, 2023 г.); II Всероссийской научной конференции «Наука, технологии, общество - НТО-II-2022» (г. Красноярск, 2022 г.); III Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества в машиностроении» (г. Тула, 2022 г.); II Международной конференции по современным достижениям в области материаловедения и технологий «Proceedings of the II International Conference on Advances in Materials, Systems and Technologies, SAMSTech-II 2021» (г. Красноярск, 2021 г.); Семинаре «Чтения академика В. Н. Болтинского» (г. Москва, 2022 г.); Национальной научно-практической конференции «Состояние, проблемы и перспективы развития современной науки» (Брянск, 2021 г.); II международной научной конференции «Инновационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности» (Волгоград, 2021 г.); III международной научной конференции «Приоритетные направления

инновационной деятельности в промышленности» (Казань, 2021 г.); VI международной научной конференции «Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности» (Казань, 2021 г.); VII международной научной конференции «Инновационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности» (Волгоград, 2021 г.); VIII международной научной конференции «Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности» (Казань, 2021 г.); Международной научно-практической конференции «Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития» (Красноярск, 2021 г.); Международной научной конференции профессорско-преподавательского состава, посвященная 155-летию РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, 2021 г.); XII международной научно-практической конференции «Мир в эпоху глобализации экономики и правовой сферы: роль биотехнологий и цифровых технологий» (Москва, 2021 г.); X международной научной конференции «Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности» (Казань, 2021 г.); VI международной научной конференции «Инновационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности» (Волгоград, 2021 г.).

Публикации. Основные положения и результаты диссертационного исследования опубликованы в 48 научных трудах общим объемом 56,52 п.л., в том числе в двух монографиях, в двух учебно-методических пособиях, в 40 статьях (14 из них – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов диссертаций) и тезисов докладов, имеется четыре свидетельства на базы данных.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 174 наименования, в том числе 17 на иностранном языке, и приложения на 11 страницах. Объем диссертации – 209 страниц машинописного текста. Диссертационная работа проиллюстрирована 41 рисунком и поясняется 48 таблицами.

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Современное состояние парка сельскохозяйственной техники в России

Доля сельского хозяйства в ВВП России составляет около 5% [128]. От состояния материально-технической базы производителей сельскохозяйственной продукции зависит эффективность агропромышленного комплекса [66]. В настоящее время спрос на сельскохозяйственную технику и оборудование растет. Но политическая обстановка оказывает влияние на рынок продаж сельскохозяйственной техники и оборудования. Введенные санкции со стороны США и европейских стран привели к трудностям в поставках необходимых компонентов для сельскохозяйственного оборудования и техники. Из-за проблем с поставками приостановлено около 50-70% экспорта из России и примерно 50% импорта [21].

Внедрение в производственный процесс современной и надежной техники значительно повысит производительность и качество сельскохозяйственной продукции. Развитие российского машиностроения в АПК позволит обеспечить стабильность и конкурентоспособность сельского хозяйства. Приоритетным направлением инновационного развития российского машиностроения является повышение качества выпускаемой техники и оборудования [63, 155], в том числе и в агропромышленном комплексе.

Развитие отечественного производства сельскохозяйственной техники должно быть сопровождено созданием благоприятных условий для инноваций, обучением специалистов и поддержкой малых и средних предприятий [67, 152]. Развитие отечественного производства сельскохозяйственной техники способствуют повышению эффективности агропромышленного комплекса, обеспечению продовольственной безопасности страны, но связано со значительными инвестициями в эту отрасль.

В сложившихся условиях, ремонт и обслуживание сельскохозяйственной техники является важной составляющей обеспечения материально-технической базы производителей агропромышленного комплекса.

Анализ динамики распределения основных видов сельскохозяйственной техники со сроком эксплуатации более десяти лет в Российской Федерации за период с 2018 по 2022 годы (рис. 1.1) позволяет сделать несколько выводов и предположений о будущем развитии парка техники.

Высокая доля сельскохозяйственной техники со сроком эксплуатации свыше десяти лет указывает на то, что в России существует значительное количество устаревшей техники. Это может быть связано с ограниченными финансовыми возможностями аграрных предприятий и недостаточной эффективностью государственных программ обновления парка техники.

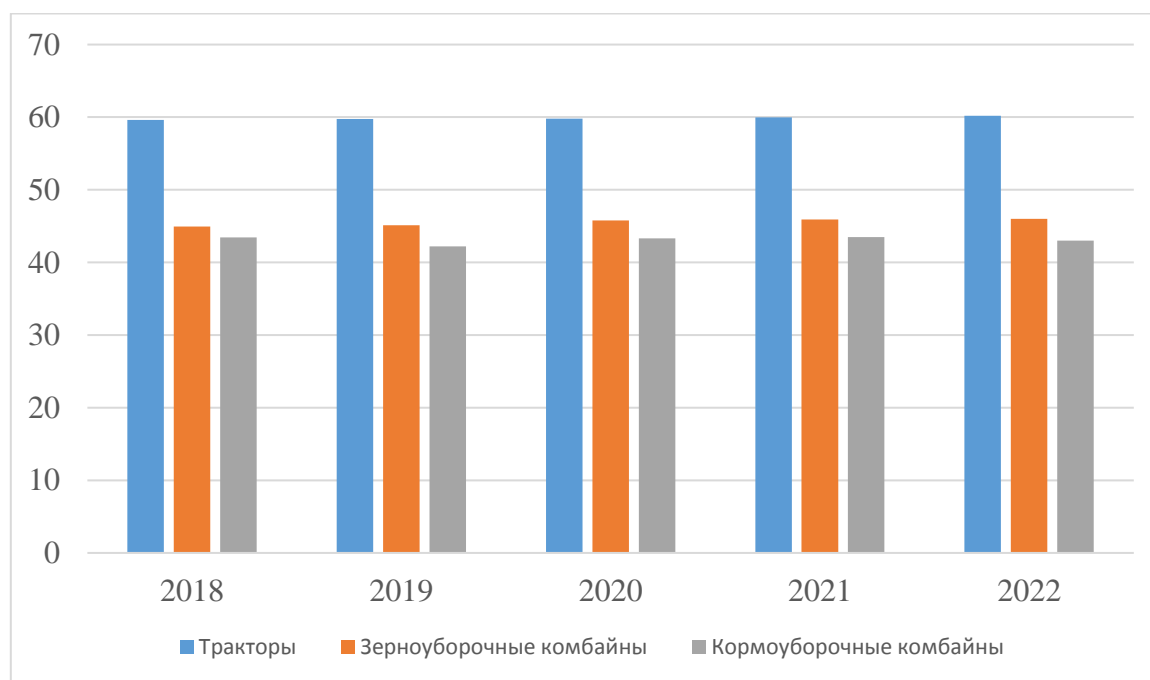


Рисунок 1.1 – Распределение основных видов техники со сроком эксплуатации более десяти лет в Российской Федерации, %

Анализ динамики распределения показал, что в структуре парка техники наблюдается увеличение доли определенных видов техники со сроком эксплуатации более десяти лет. Это указывает на их повышенную надежность и долговечность, но применение устаревшей техники может снижать эффективность

сельскохозяйственного производства, так как данная техника может быть менее производительной, требовать больше времени и ресурсов для проведения работ, а также иметь большую вероятность поломок.

Состояние парка сельскохозяйственной техники в Российской Федерации требует внимания и дальнейших усилий для его обновления и модернизации. Поддержка аграрных предприятий в обновлении парка техники, развитие инновационных технологий и научно-исследовательская работа в этой области являются ключевыми аспектами, которые могут способствовать развитию сельского хозяйства и повышению его эффективности.

Низкий уровень надежности отечественной сельскохозяйственной техники требует повышенных затрат всех видов производственно-технических ресурсов при эксплуатации даже новых машин и оборудования, ведет к непроизводительным потерям рабочего времени и производимой продукции [65].

Низкий уровень конкурентоспособности отечественной техники существенно снижает потребительский спрос. Решить данную проблему можно только на основе повышения качественного уровня и эксплуатационной надежности выпускаемых машин, которые закладываются при производстве техники [64]. Агрегаты и узлы транспортных и технологических машин нуждаются в постоянном совершенствовании для обеспечения высоких эксплуатационных показателей, а также для повышения их надежности. В этих условиях возрастает значимость новых разработок в системе машиностроения. Внедрение новых разработок и технологических процессов должно иметь технико-экономическое обоснование и производственную применимость [148]. Внедрение новой технологии или технического средства в обязательном порядке требует оценки экономической эффективности, и в первую очередь, себестоимости внедрения [146, 147].

Снижение уровня государственной поддержки села, диспаритет цен и инфляция – все эти факторы сказались на энергообеспеченности и энерговооруженности сельского хозяйства в России. С начала 1990-х годов страна столкнулась с устойчивой тенденцией снижения поступления техники в

агропромышленный комплекс [51, 116, 172]. Пополнение машинно-тракторного парка уменьшалось на 1,45-4,3% в год, в то время как списание составляло от 4,1% до 10,7% ежегодно. Это негативное развитие событий привело к серьезным проблемам в сельском хозяйстве. Сельскохозяйственные предприятия стали испытывать затруднения в поддержании высокой эффективности производства. Недостаток современной техники и оборудования привел к увеличению времени и затрат на выполнение сельскохозяйственных работ. Это сказалось на урожайности и качестве продукции.

Однако, несмотря на эти трудности, сельское хозяйство России нашло пути для преодоления проблем: использование современных инновационных технологий, робототехники, альтернативных источников энергии и т. п.

Государство определило важность поддержки сельского хозяйства и внедрения новых технологий. Разработаны программы и льготы для сельскохозяйственных предприятий, способствующие приобретению современной техники и оборудования. Созданы центры инноваций и исследовательские лаборатории, где сельскохозяйственные предприятия могли получить советы и помощь во внедрении новых технологий. В результате этих усилий сельское хозяйство России начало постепенно восстанавливаться. Урожайность и качество продукции улучшились, а затраты на производство снизились.

Несмотря на все положительные изменения, проблемы в сельском хозяйстве России еще не полностью решены. Необходимо продолжать развивать и внедрять новые технологии, а также улучшать государственную поддержку сельского хозяйства. Только так можно обеспечить стабильное и устойчивое развитие агропромышленного комплекса и обеспечить продовольственную безопасность страны.

Сегодня можно с уверенностью сказать, что сельскому хозяйству удалось достичь основных целей аграрной политики России. Одной из таких целей являлось обеспечение роста продовольственной независимости страны. Благодаря усилиям сельскохозяйственной отрасли, Россия стала менее зависимой от импорта продуктов питания и смогла обеспечить своих граждан качественной и доступной

пищевой продукцией. Важным достижением сельского хозяйства является также повышение финансовой устойчивости страны. Развитие сельскохозяйственного сектора способствует созданию новых рабочих мест, увеличению налоговых поступлений и снижению зависимости от внешних рынков. Это позволяет укрепить экономику страны и обеспечить ее устойчивый рост. В 2022 году был превышен целевой показатель по производству продукции сельского хозяйства.

На рисунках 1.2 и 1.3 представлена информация о динамике продаж новой сельскохозяйственной техники.

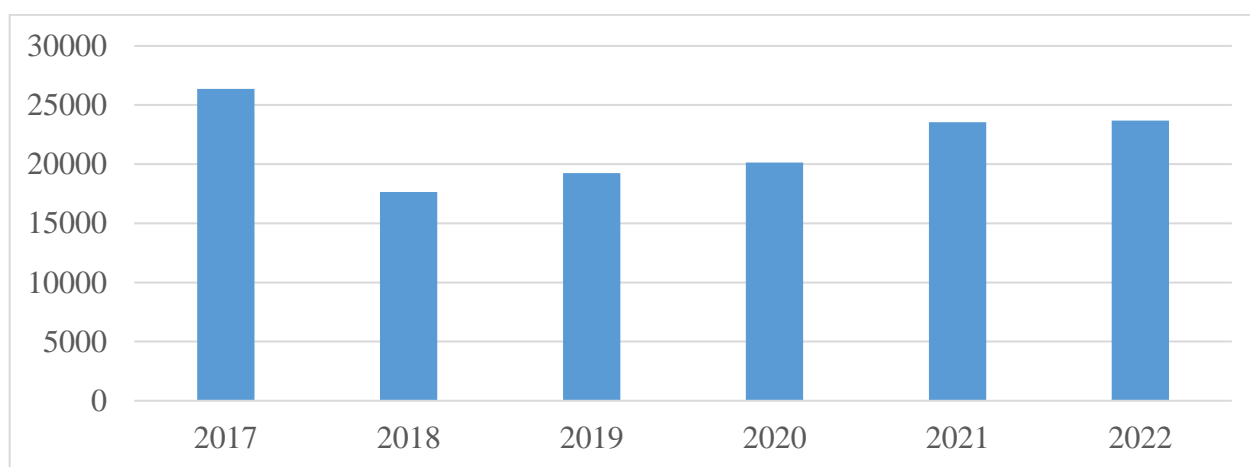


Рисунок 1.2 – Динамика количества новой сельскохозяйственной техники, реализованной производителями сельскохозяйственной техники сельскохозяйственным товаропроизводителям, ед.

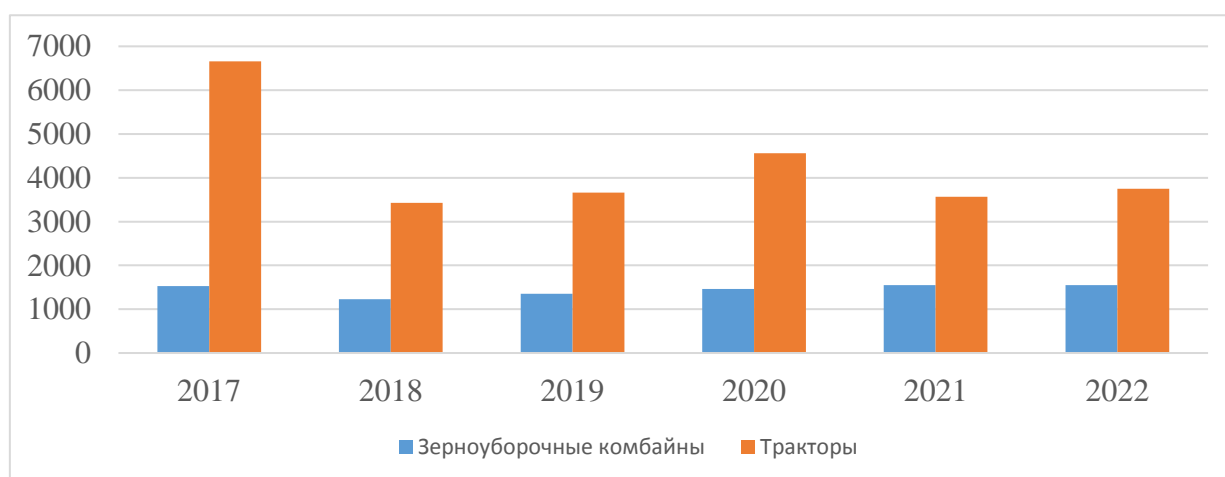


Рисунок 1.3 – Динамика количества новых тракторов и зерноуборочных комбайнов, реализованных производителями сельскохозяйственной техники сельскохозяйственным товаропроизводителям, ед.

Сельское хозяйство России страдает от недостатка технического оборудования. Данные Росстата [128] за 2022 год показывают, что на каждые 1000 гектаров пашни приходится всего 3 трактора, а на каждые 1000 гектаров посевов – 3 зерноуборочных комбайна. Эти цифры говорят о том, что уровень технической оснащенности в сельском хозяйстве оставляет желать лучшего. Кроме того, стоит отметить, что нагрузка на каждый трактор в 2022 году составляла огромные 339 гектаров. Это означает, что каждый трактор должен был обслуживать и обрабатывать огромные площади земли, нагрузка на технику увеличилась.

Россия должна стремиться к повышению своей тракторизации, чтобы обеспечить устойчивое развитие сельского хозяйства и увеличить производство сельскохозяйственной продукции.

Анализ показал, что в 2022 году энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций составила 148,4 лошадиных сил на 100 гектаров посевных площадей. Это значение ниже, чем в 2014 году, когда оно составляло 149,1 лошадиных сил. Энергоэффективность автотракторной техники АПК России – одна из основных задач Министерства сельского хозяйства [153, 171].

На рисунке 1.4 показано, что у нас есть определенная потребность и прогноз приобретения основных видов сельскохозяйственной техники [163]. Дефицит тракторов, зерноуборочных комбайнов и кормоуборочных комбайнов составляет тысячи единиц. Обеспеченность сельского хозяйства тракторами в 2022 году составила только 65 %, зерноуборочными комбайнами – 44 %, а кормоуборочными комбайнами – 67 % [140]. Недостаток в сельскохозяйственной технике, сказывается на эффективности деятельности сельскохозяйственных предприятий.

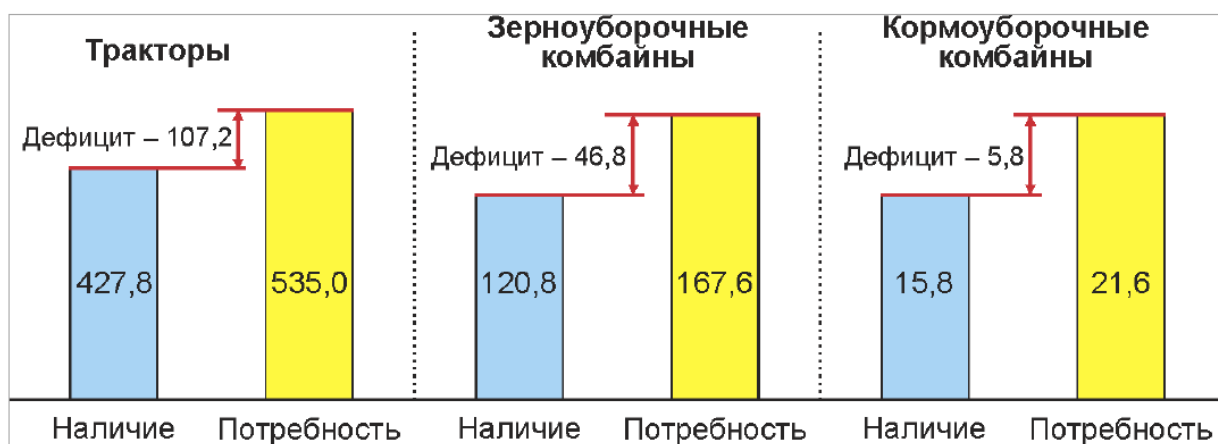


Рисунок 1.4 – Наличие и потребность основных видов сельскохозяйственной техники, тыс. ед. (данные Минсельхоза России, Департамента растениеводства, механизации, химизации и защиты растений)

Около 60% сельскохозяйственной техники находится за пределами сроков амортизации. Это означает, что большое количество машин уже устарело и требует замены. Проблема заключается в том, что наличие сельскохозяйственной техники со сроком службы, превышающим амортизационный период, приводит к тому, что до 20 % имеющихся машин не могут участвовать в полевых работах [140]. Это снижает производительность и эффективность работы сельскохозяйственных организаций. Таким образом, необходимо принять меры для обновления парка сельскохозяйственной техники, чтобы повысить энергообеспеченность и обеспечить эффективность работы в сельском хозяйстве. Это может включать в себя программы субсидирования для приобретения новой техники, обучение сотрудников по использованию современной технологии и разработку более долгосрочных планов замены устаревшей техники.

Одной из главных причин неблагополучия в сельском хозяйстве является финансово-экономическое состояние большинства сельскохозяйственных предприятий [140]. Это негативно сказывается на развитии рынка материально-технических ресурсов, особенно из-за низкого качества отечественной техники, которую предоставляет промышленность [66]. Данные Ростехнадзора свидетельствуют о том, что из 3,7 тысячи претензий, предъявленных поставщикам

техники, в 2,7 тысячи случаев (73 %) признана вина самих поставщиков [25]. Почти половина машин, которые имеют дефекты, вызванные ошибками завода-изготовителя, сельскохозяйственными производителями устраняется собственными силами и средствами [78].

Помимо финансовых и качественных проблем, сельское хозяйство также сталкивается с недостатком квалифицированных специалистов в области технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники. Это создает серьезные проблемы для предприятий, так как без должного обслуживания машины быстро изнашиваются и теряют свою эффективность. Кроме того, отсутствие доступного кредитования и лизинговых программ для сельскохозяйственных предприятий ограничивает их возможности приобретения новой техники. Банки и финансовые учреждения обычно предоставляют высокие процентные ставки и строгие требования, что делает финансирование для сельскохозяйственных предприятий невозможным.

Для улучшения ситуации в сельском хозяйстве необходимо принять ряд мер:

1) необходимо повысить качество отечественной техники, чтобы уменьшить количество дефектов и претензий со стороны сельскохозяйственных предприятий;

2) государство может предоставить льготные кредиты и лизинговые программы для сельскохозяйственных предприятий, чтобы облегчить им доступ к новой технике.

3) развивать систему образования и подготовки специалистов в области технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники. Это поможет предприятиям иметь доступ к квалифицированным работникам, способным эффективно обслуживать и ремонтировать технику, продлевая ее срок службы и повышая производительность.

В целом, улучшение технического оснащения сельского хозяйства требует комплексного подхода и совместных усилий со стороны государства, промышленности и сельскохозяйственных предприятий. Только таким образом

можно достичь устойчивого развития сельского хозяйства и повысить его эффективность.

По результатам периодических испытаний и обследования техники в хозяйственных условиях стало ясно, что более 95 % изготовленных образцов имеют отклонения от заданных технических условий. Это означает, что большинство машин не соответствуют требуемым стандартам. В 2022 году безотказность тракторов снизилась на 30-80 % по сравнению с 2018 годом. Таким образом, надежность тракторов стала проблемой в последние годы. Качество изготовления зерноуборочных комбайнов также оставляет желать лучшего. Средняя наработка на отказ отечественных комбайнов в 2022 году варьируется от 16 до 40 часов, что в 5-20 раз ниже, чем у импортных аналогов. Это является серьезным недостатком и требует внимания производителей. Не только тракторы и комбайны страдают от проблем с качеством и надежностью. Другие виды сельскохозяйственной техники, такие как плуги, бороны, культиваторы, сеялки и косилки, также не удовлетворяют требованиям надежности и качества изготовления. Примерно 30 % плугов, 35 % борон, 60 % культиваторов, 45 % сеялок и 60 % косилок не соответствуют техническим условиям [80]. Более 40 % сельскохозяйственной техники также не соответствует эксплуатационным показателям, не выполняя своих функций должным образом [57]. Это означает, что большое количество машин не работает так, как ожидается, и требуется улучшение их надежности и качества.

Результаты исследований и испытаний показывают, что сельскохозяйственная техника в России сталкивается с серьезными проблемами в области качества и надежности. Эти проблемы не только затрагивают отдельные виды техники, но также являются системными и требуют комплексного подхода для их решения.

Анализ данных о применении импортной техники показывает, что иностранные модели обладают более длительным сроком службы и требуют значительно меньше затрат на ремонт и плановое техническое обслуживание [78]. Однако, в связи с высокой стоимостью такой техники (в 4-7 раз выше) и основных

запчастей (в 8-12 раз выше), а также расходных материалов, стоимость одного часа работы этих машин превышает российские аналоги в 2-16,5 раза [95].

Исследования показывают, что капитальный ремонт машины обходится в 2-3 раза дешевле, чем покупка новой. То есть, средства, которые потребовались бы на приобретение одной новой машины, можно использовать для ремонта 4-5 неисправных машин. Это говорит о том, что использование запасных частей со списанной техники, которые можно использовать вторично без ремонта, является экономически и технически выгодным, и целесообразным. Себестоимость восстановленных деталей составляет всего 50-70 % от цены новых деталей, при этом ресурс таких восстановленных деталей составляет 80-90 % от ресурса новых. Таким образом, при использовании восстановленных деталей требуется провести в 5-8 раз меньше производственных операций, чем при изготовлении новых [140].

Таким образом, анализ данных показывает, что использование импортной техники имеет свои преимущества, такие как более длительный срок службы и меньшие затраты на ремонт и обслуживание [79]. Однако, стоимость такой техники и ее запчастей значительно выше, что делает ремонт и восстановление более выгодными вариантами. Использование восстановленных деталей также позволяет сэкономить на производственных операциях. В целом, решение о выборе между приобретением новой техники и ее ремонтом должно основываться на анализе экономической эффективности и потребностях конкретного предприятия.

Рынок подержанной техники является важным аспектом для сохранения технического потенциала сельских товаропроизводителей, и это подтверждается опытом экономически развитых стран, таких как США, Англия, Германия и другие. В этих странах на один новый трактор приходится от трех до четырех подержанных. Фермерские хозяйства во многих западных странах выполняют более 50 % механизированных работ с использованием машин, которые уже проработали от 7 до 15 лет и даже больше.

Однако не все подержанные машины находят свое применение в сельском хозяйстве. Машины, находящиеся в плохом техническом состоянии, могут быть приобретены фирмами, занимающимися разборкой изношенной техники, чтобы

использовать их как источник агрегатов и запасных частей для ремонта других машин [79]. Это позволяет продлить срок службы эксплуатируемых агрегатов, сборочных единиц и соединений в машинах. Таким образом, хозяйства могут заменять отказавшие элементы на более долговечные детали, что помогает уравнивать сроки службы различных компонентов в машинах и обеспечивает их более эффективную эксплуатацию.

Этот подход имеет свои преимущества: позволяет сэкономить средства, поскольку замена отдельных элементов обходится дешевле, чем покупка полностью новой машины. Кроме того, это экологически обоснованный подход, поскольку использование подержанных машин и их запасных частей способствует уменьшению отходов и продлению жизненного цикла техники.

Необходимо учитывать, что подержанная техника может иметь свои ограничения. Существует риск покупки машины с низким качеством или скрытыми дефектами, поэтому необходимо быть внимательным при выборе подержанной техники. С течением времени некоторые детали могут стать устаревшими или недоступными, что может затруднить ремонт и поддержание работы машины.

Рынок подержанной техники играет важную роль в сельском хозяйстве экономически развитых стран [58]. Он позволяет сельским товаропроизводителям сохранять технический потенциал и обеспечивает экономически выгодную альтернативу приобретению новой техники. Однако необходимо учитывать, как преимущества, так и ограничения использования подержанной техники, чтобы сделать правильный выбор и обеспечить эффективное функционирование сельскохозяйственных предприятий.

Списанная техника часто содержит сборочные единицы и детали, которые еще могут быть использованы [159]. Например, в списанных тракторах типов МТЗ и ЮМЗ, в среднем около 30-35 % деталей остаются в хорошем состоянии и могут быть использованы повторно без дополнительных технологических воздействий. Еще 40-45 % деталей требуют восстановления, а только 25-30 % непригодны для дальнейшего использования.

Если говорить о цене, то около 40 % деталей шасси можно использовать повторно без ремонта, 37 % требуют восстановления, и только 23 % подлежат выбраковке. По массе эти показатели составляют примерно 37 %, 35 % и 28 % соответственно. Аналогичная ситуация наблюдается и с деталями списанных автомобилей, комбайнов и другой сложной техники.

Эти данные могут варьироваться в зависимости от конкретной модели и состояния техники. В одних списанных единицах техники процент деталей, пригодных для повторного использования, значительный. В других – процент непригодных деталей выше. В связи с этим, важно осуществлять тщательный анализ и оценку каждой списанной единицы перед принятием решения о дальнейшем использовании [160].

Внедрение системы мониторинга брака и потерь на предприятиях технического сервиса АПК, основанной на процессном подходе, позволит снизить издержки на качество, повысить эффективность процессов и улучшить репутацию предприятия. Это обеспечит конкурентоспособность предприятия и удовлетворенность клиентов, а также снизит издержки производства.

1.2 Анализ инструментов и методологии управления качеством

Элементарные инструменты контроля и управления качеством играют важную роль в принятии решений [88]. Однако, не всегда эти данные представлены в числовой форме. В таких случаях, для принятия решений, полагаются на знания поведенческой науки, операционного анализа, статистики и теории оптимизации [100]. Эти области знаний позволили разработать новые инструменты управления качеством, которые дополняют числовые данные.

Один из таких инструментов – мозговой штурм, который используется для сбора идей и предложений от различных участников команды [60]. Это помогает получить разнообразные взгляды на проблему и разработать наиболее эффективное решение.

Анализ поля сил – это метод, который позволяет определить влияние различных факторов на процесс или систему [62]. Это помогает выявить ключевые факторы, которые необходимо учесть при принятии решений.

Диаграмма сродства и диаграммы связей используются для визуализации взаимосвязей между различными элементами системы [134]. Они помогают понять, какие факторы могут влиять на качество процесса и как они взаимодействуют друг с другом.

Дерево решений – это графический инструмент, который помогает структурировать проблему и определить последовательность принятия решений [52]. Оно представляет собой древовидную структуру, где каждая ветвь представляет возможные варианты решений.

Таблица качества – это инструмент, который используется для сравнения различных аспектов качества и определения их приоритетов [47]. Это помогает определить, какие аспекты следует улучшить в первую очередь.

Стрелочная диаграмма и поточная диаграмма процесса – это инструменты, которые помогают визуализировать последовательность шагов в процессе и выявить возможные узкие места или проблемные зоны [47].

Диаграмма процесса осуществления программы – это инструмент, который помогает понять последовательность действий, необходимых для реализации программы или проекта [47]. Она помогает определить, какие шаги необходимо выполнить и в какой последовательности.

Матрица приоритетов – это инструмент, который используется для определения приоритетов различных задач или факторов [48]. Она помогает определить, какие задачи следует выполнить в первую очередь, и какие могут быть отложены или устранены.

Все эти инструменты являются дополнительными средствами управления качеством, которые помогают принимать решения на основе различных типов данных и знаний. Их использование позволяет более полно и всесторонне анализировать процесс и принимать обоснованные решения для повышения качества.

Для анализа и классификации причин нарушения процесса можно использовать диаграмму средств. Эта диаграмма помогает наглядно представить связи между различными элементами информации и выявить основные причины, лежащие в основе возникновения проблемы. Она также позволяет разработать эффективные меры для решения проблемы, основываясь на выявленных нарушениях процесса.

Еще одним полезным инструментом для анализа причин нарушения процесса является диаграмма связей. Она помогает установить логические связи между основной идеей или различными данными, что позволяет определить соответствие между основными причинами нарушения процесса и проблемами, требующими решения. Данная диаграмма помогает более полно и системно рассмотреть причины нарушения процесса и определить наиболее приоритетные аспекты для устранения проблемы.

Для более глубокого анализа и системного определения оптимальных средств решения проблем можно применить древовидную диаграмму. Она представляет собой многоступенчатую структуру, которая позволяет иерархически организовать информацию об основных причинах нарушения процесса и возможных способах их устранения. Такая диаграмма помогает систематизировать информацию и определить оптимальные пути решения проблемы.

Важно отметить, что использование этих диаграмм является лишь одним из инструментов для анализа и решения проблемы нарушения процесса. Дополнительные методы и подходы могут быть применены в зависимости от конкретной ситуации. Однако, эти диаграммы предоставляют структурированный и наглядный подход к анализу и решению проблемы, что делает их эффективными инструментами для улучшения процессов и повышения эффективности работы.

Классические инструменты контроля качества обычно позволяют решить около 95% задач, связанных с обеспечением качества. Однако, для решения оставшихся 5% и практической реализации концепции нулевой дефектности, необходимо использовать новые инструменты управления качеством. Эти инструменты помогают выявить и устранить даже малейшие недочеты в процессе

производства или предоставления услуги, что способствует повышению общего уровня качества и удовлетворенности клиентов.

Таким образом, использование различных диаграмм и инструментов позволяет более эффективно планировать, контролировать и улучшать процессы в различных областях деятельности. Они помогают визуализировать сложные взаимосвязи и определить приоритеты, что способствует более эффективному принятию решений и достижению поставленных целей.

1.3 Статистическое регулирование качества технологических процессов

Статистическое регулирования качества технологических процессов основано на количественных и альтернативных (качественных) признаках [121].

Для статистического регулирования качества процессов по количественным признакам, разработаны специальные статистические методы, позволяющие анализировать числовые данные и определять, насколько они соответствуют установленным стандартам [48]. Например, можно использовать выборочное среднее, медиану, размах и выборочное среднее квадратическое отклонение. Первые две характеристики являются характеристиками положения, а последние две – характеристиками рассеяния случайной величины X .

Вторая разновидность регулирования процессов основана на альтернативных или качественных признаках. Здесь также применяются специальные статистические методы, которые позволяют анализировать качественные данные и определять, насколько они соответствуют требуемым стандартам [48]. Например, можно использовать метод контроля доли брака в выборке и его доверительных интервалов. Если доля брака превышает допустимый уровень, то это может указывать на нестабильность процесса и требовать корректировки.

Контроль по альтернативному признаку заключается в проверке соответствия контролируемого параметра или единицы продукции установленным требованиям [102]. При проведении контроля по альтернативному признаку устанавливается факт соответствия или несоответствия требованиям, фактическое значение контролируемого

параметра знать не требуется. Поэтому для этого типа контроля можно использовать простые инструменты, такие как шаблоны, калибры и другие [102].

Решение о состоянии технологического процесса принимается на основе обнаруженных числа дефектов или числа дефектных единиц продукции [102]. Контроль по альтернативному признаку может быть эффективным в случаях, когда точное измерение контролируемого параметра затруднено или невозможно.

Однако статистическое регулирование процессов не ограничивается только анализом данных. Важным аспектом является также определение причин нестабильности процесса и разработка мер по их устранению. Для этого может потребоваться проведение дополнительных исследований и анализ других факторов, влияющих на процесс.

Кроме того, статистическое регулирование процессов может быть автоматизировано с помощью специальных программных средств. Это позволяет сократить время и ресурсы, затрачиваемые на анализ данных и принятие решений. Автоматизация также позволяет более точно и надежно контролировать процессы, исключая возможность человеческого фактора.

В целом, статистическое регулирование технологических процессов является неотъемлемой частью современного производства. Оно позволяет обеспечить стабильность и качество продукции, а также повысить эффективность производственных процессов. С развитием новых технологий и методов статистического анализа можно ожидать еще большего прогресса в этой области.

Регулирование и контроль являются неотъемлемыми частями процесса производства, которые позволяют обеспечить качество продукции и удовлетворить требования потребителей. Они основываются на анализе статистических характеристик и принятии решений на основе этих данных. Контроль по альтернативному признаку предоставляет удобный и простой способ проверки соответствия требованиям, особенно в случаях, когда точные измерения затруднены.

Эффективность выбора способа контроля зависит от конкретной ситуации и требований, предъявляемых к контролируемому процессу. Например, если точность контроля является наиболее важным фактором, то контроль по количественному

признаку может быть предпочтительным. Однако, если простота и экономическая эффективность имеют большее значение, то контроль по альтернативному признаку может быть более подходящим выбором.

В некоторых случаях может быть необходимо комбинировать различные способы контроля для достижения наилучших результатов. Например, можно использовать контроль по количественному признаку для получения точных данных и контроль по альтернативному признаку для быстрой проверки.

Выбор способа контроля зависит от множества факторов, таких как требования, доступные ресурсы и особенности контролируемого процесса. Поэтому важно тщательно анализировать каждую ситуацию и выбирать наиболее подходящий способ контроля для достижения желаемых результатов.

В настоящее время существует несколько методов статистического регулирования технологических процессов. Наиболее распространенный и эффективный из них – метод с использованием контрольных карт (карт Шухарта), на которых отмечают границы регулирования, ограничивающие область допустимых значений, вычисленных на основании статистических данных. Выход точки за границы регулирования (или появление ее на самой границе) служит сигналом о разладке технологического процесса. Контрольная карта позволяет не только обнаружить какие-то отклонения от нормального хода процесса, но и в значительной степени объяснить причины этого отклонения [46]. Метод с использованием контрольных карт является широко распространенным и эффективным инструментом для статистического регулирования технологических процессов. Однако с появлением новых технологий и развитием индустрии возникают необходимость в совершенствовании этого метода.

Одним из направлений развития контрольных карт является их автоматизация. Современные технологии позволяют собирать и анализировать большие объемы данных в реальном времени. Это открывает новые возможности для автоматического контроля и регулирования технологических процессов.

Еще одним направлением развития является использование более сложных статистических моделей для анализа данных. Вместо простого определения границ регулирования на основе статистических данных, можно применять более сложные

алгоритмы, которые учитывают различные факторы и взаимосвязи между параметрами процесса. Это позволит более точно определить границы регулирования и улучшить качество контроля технологического процесса.

Метод контрольных карт является мощным инструментом для статистического регулирования технологических процессов, однако он требует постоянного совершенствования и адаптации к новым условиям и требованиям. Автоматизация, использование сложных статистических моделей, адаптация к конкретным отраслям и развитие новых методов анализа данных – все это позволит улучшить контроль и регулирование технологических процессов и повысить качество производства.

Существуют следующие виды контрольных карт [48, 88]:

- средних арифметических значений (\bar{X} -карта);
- медиан (M -карта);
- средних квадратичных отклонений (S -карта);
- размахов (R -карта);
- числа дефектных изделий (np -карта);
- доли дефектных изделий (p -карта);
- числа дефектов (c -карта);
- числа дефектов на единицу продукции (u -карта).

Контрольные карты являются важным инструментом в управлении качеством продукции. Они помогают отслеживать и контролировать процессы производства, позволяя оперативно реагировать на отклонения и принимать меры для улучшения продукции [48].

Один из видов контрольных карт – это карта средних арифметических значений (\bar{X} -карта) [48]. Она используется для мониторинга среднего значения некоторой характеристики продукции. На графике \bar{X} -карты отображается среднее значение характеристики по каждой выборке. Если среднее значение отклоняется от установленного стандарта, это может указывать на проблемы в процессе производства.

Еще один вид контрольной карты – медианная карта (M -карта). Она

используется для отслеживания медианного значения характеристики продукции. Медиана является центральным значением выборки и может быть полезной для определения стабильности процесса производства.

Карта средних квадратичных отклонений (*S*-карта) [49] позволяет контролировать изменчивость характеристики продукции. Она отображает стандартное отклонение по каждой выборке. Если стандартное отклонение слишком большое, это может указывать на нестабильность процесса производства.

Размаховая карта (*R*-карта) используется для контроля размаха значений характеристики продукции. Размах – это разница между максимальным и минимальным значением в выборке. Если размах значений слишком большой, это может указывать на несоответствие стандартам качества.

Карты числа дефектных изделий (*np*-карта) и доли дефектных изделий (*p*-карта) [47] используются для контроля доли дефектных продуктов в выборке. На *np*-карте отображается количество дефектных изделий, а на *p*-карте – доля дефектных изделий в выборке. Эти карты помогают выявить проблемы в процессе производства, связанные с долей дефектной продукции.

Карта числа дефектов (*c*-карта) используется для контроля числа дефектов в выборке. Она отображает количество дефектов по каждой выборке. Если количество дефектов превышает установленные стандарты, это может указывать на проблемы в процессе производства.

Карта числа дефектов на единицу продукции (*u*-карта) позволяет контролировать количество дефектов на одну единицу продукции. Она отображает количество дефектов, отнесенных к объему произведенной продукции. Эта карта полезна для оценки эффективности процесса производства и выявления проблемных участков.

Все эти контрольные карты являются инструментами статистического контроля качества и позволяют компаниям более точно контролировать и улучшать свою продукцию. Они помогают выявлять отклонения от стандартов и принимать меры для устранения проблем в процессе производства. Первые четыре вида карт используются для контроля по количественному признаку, в то время как

последние четыре – для контроля по альтернативному признаку.

Выбор конкретной контрольной карты зависит от нескольких факторов, таких как серийность процессов, точность измерений и вид показателей качества продукции. Контрольные карты применяются для измерения различных регулируемых показателей. Они также рекомендуются для использования при регулировании процессов производства, особенно в серийном и массовом производстве, а также на технологических процессах с высокой точностью измерений [46, 48].

Помимо контрольных карт, на начальных этапах статистического контроля часто используются гистограммы для предварительного исследования состояния технологического процесса [47]. Гистограммы помогают визуализировать распределение данных и выявить возможные отклонения от требуемых стандартов качества.

Важно отметить, что использование контрольных карт и других статистических методов контроля качества позволяет предотвратить возникновение дефектов, улучшить процессы производства и обеспечить высокое качество продукции.

1.4 Показатели возможностей процесса

Показатели возможностей процесса используются для определения способности технологического процесса производить изделия с заданными границами качества. Они помогают оценить, насколько вероятно, что процесс будет производить изделия, соответствующие требуемым стандартам [127].

Когда говорят о показателях качества, важно, чтобы они находились в пределах допуска [26]. Это значит, что изделия должны соответствовать определенным требованиям и не превышать установленные границы. Если показатели качества выходят за пределы допуска, это может указывать на проблемы в технологическом процессе, которые нужно исправить.

Показатели возможностей процесса позволяют оценить, насколько надежен и стабилен процесс производства. Они учитывают различные факторы, такие как

изменения в сырье, техническое оборудование, условия окружающей среды и другие влияния, которые могут влиять на качество изделий.

Эти индексы могут быть определены на основе статистических методов и анализа данных. Путем сбора информации о показателях качества изделий, производимых в разные периоды времени, можно провести анализ и определить, насколько стабильны и предсказуемы результаты процесса.

Важно отметить, что показатели возможностей процесса не являются абсолютной мерой качества процесса, но они помогают предсказать, насколько вероятно, что процесс будет производить изделия с заданными показателями качества. Это позволяет производителям принимать соответствующие меры для улучшения процесса и обеспечения стабильного качества продукции.

Использование показателей возможностей процесса является важным инструментом в области контроля качества и улучшения процессов производства. Они позволяют предсказать и управлять качеством изделий, что в свою очередь способствует повышению доверия потребителей и улучшению репутации компании.

К показателям возможностей процесса относятся индекс воспроизводимости, коэффициентом точности, индекс центрированности, индекс работоспособности процесса.

Индекс воспроизводимости является безразмерной характеристикой, которая отражает связь между параметрами технологического процесса и его допуском [40]. Для определения этого индекса используются верхняя и нижняя границы допуска, обозначаемые как U и L соответственно, а также изменчивость процесса, обозначаемое как Δ .

Если показатель качества имеет нормальное распределение и его среднее значение находится в середине поля допуска, то индекс воспроизводимости процесса C_p рассчитывается формуле:

$$C_p = \frac{U - L}{\Delta} . \quad (1.1)$$

Индекс воспроизводимости позволяет оценить, насколько технологический процесс способен производить продукцию в пределах заданных допусков. Чем выше значение индекса воспроизводимости, тем более стабильным и надежным является процесс производства.

Также широко используется коэффициент точности k_T [40], который рассчитывается по формуле

$$k_T = \frac{1}{C_p}. \quad (1.2)$$

Коэффициент точности показывает, насколько точно процесс производства соответствует установленным стандартам.

Уровень несоответствий и дефектность изделий зависят не только от значения коэффициента надежности или точности, но и от качества контроля и испытаний, применяемых в процессе производства. Для достижения высокого качества продукции необходимо установить оптимальные значения коэффициентов и регулярно проводить контрольные мероприятия для выявления и устранения возможных несоответствий.

Для учета расхождения между средним значением и целевым уровнем, вводится индекс центрированности k [54], который определяется по формуле

$$k = \frac{2|\mu - \bar{x}|}{U - L}. \quad (1.3)$$

При точном центрировании $k = 0$, а при совпадении среднего уровня с одной из границ поля допуска $k = 1$.

Индекс работоспособности процесса не может превышать индекс воспроизводимости [54]. Этот индекс показывает, насколько процесс настроен и способен выполнять свои функции:

$$C_{pk} = C_p(1 - k). \quad (1.4)$$

Он может быть записан в виде:

$$C_{pk} = \min(C_{pu}, C_{pl}). \quad (1.5)$$

Таким образом, индекс работоспособности предоставляет информацию о том, насколько процесс настроен и способен достичь требуемого уровня качества.

Если индекс работоспособности ниже индекса воспроизводимости, это может указывать на проблемы в процессе, требующие дополнительной настройки или улучшений.

Индексы воспроизводимости и работоспособности являются важными параметрами для контроля качества процесса производства. Они помогают определить, насколько стабильны и надежны процессы, а также позволяют выявить потенциальные проблемы и улучшить эффективность производства.

Для достижения оптимальных результатов и улучшения производственных процессов, необходимо стремиться к минимизации индекса центрированности и максимизации индекса работоспособности. Это поможет обеспечить стабильность и надежность процесса, а также повысить уровень качества выпускаемой продукции.

На рисунке 1.5 представлены четыре возможные ситуации, связанные с работоспособностью процесса [54].

В первом случае процесс является воспроизводимым и центрированным, что означает, что он работает стабильно и соответствует установленным требованиям.

Во втором случае процесс также воспроизводим, но нецентрирован, что указывает на необходимость настройки для достижения оптимальной работоспособности.

В третьем случае процесс невоспроизводим, что означает, что его результаты не могут быть повторены с высокой точностью. В такой ситуации требуется вмешательство менеджеров высокого уровня для устранения проблем и обеспечения работоспособности процесса.

В четвертом случае процесс является и невоспроизводимым, и нецентрированным, что указывает на серьезные проблемы и требует немедленного вмешательства. В таких случаях, помимо усилий рабочих, необходимо вмешательство высококвалифицированных менеджеров, чтобы восстановить работоспособность процесса и достичь требуемых результатов.

В последних двух случаях, когда процесс невоспроизводим или нецентрирован, усилия рабочих могут оказаться недостаточными, и поэтому

необходимо привлечение руководителей с большим опытом и знаниями для успешного решения проблем.

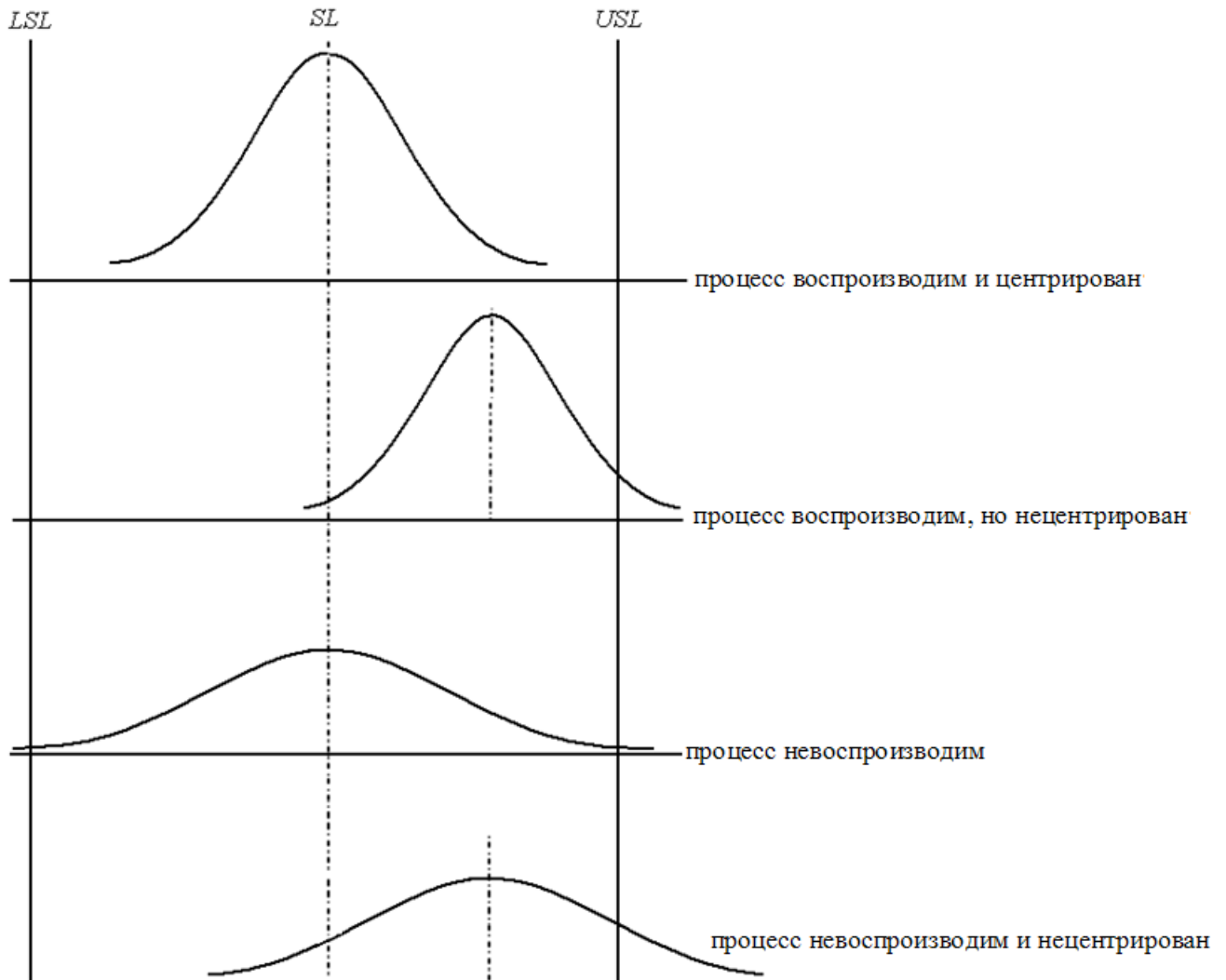


Рисунок 1.5 – Анализ работоспособности процесса

Оценка возможностей процесса с помощью данных показателей проводится при условии подтверждения статистической управляемости процесса с использованием контрольных карт. Если стабильность процесса не подтверждена (т.е. процесс не является статистически управляемым), то для оценки возможностей процесса используются индексы пригодности.

Один из основных инструментов оценки возможностей процесса является анализ данных. Анализируются данные, собранные в ходе работы процесса, чтобы выявить любые отклонения от требуемых стандартов или спецификаций. Это

может включать в себя измерение различных параметров процесса, таких как время выполнения, объем производства, стоимость, качество и т.д.

Контрольные карты являются одним из инструментов, которые помогают отслеживать процесс и определять его статистическую управляемость. Они позволяют наблюдать за процессом в реальном времени и выявлять любые специальные или общие причины вариации. Если процесс является статистически управляемым, то можно использовать рассмотренные показатели для оценки его возможностей. Если процесс не является статистически управляемым, то его оценку проводят с использованием индексов пригодности. Эти индексы помогают определить, насколько процесс соответствует требованиям и какие уровни качества он достигает, несмотря на его непостоянство.

Оценка возможностей процесса является важным шагом в улучшении качества продукции или услуг. Она позволяет определить, насколько хорошо процесс выполняет свою задачу и какие уровни качества он достигает. Контрольные карты и индексы пригодности являются инструментами, которые помогают в этом процессе, независимо от статистической управляемости процесса.

1.5 Перспективы внедрения системы мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса

Для проведения анализа используются различные методы, включая статистические данные, экспертные оценки, а также современные информационные системы, позволяющие собирать и анализировать данные о браке и потерях. Полученные результаты позволяют предприятиям технического сервиса АПК принять меры по улучшению качества продукции или услуг, а также оптимизировать затраты, связанные с браком.

Одним из преимуществ системы мониторинга потерь от брака является более точное определение факторов, влияющих на качество продукции или услуг, и принятие мер по их устранению. Такая система позволяет предприятиям эффективно использовать ресурсы, минимизировать потери и улучшить конкурентоспособность на рынке.

Система мониторинга потерь от брака должна быть непрерывной и включать постоянное обновление данных, чтобы предприятия технического сервиса АПК оперативно реагировали на изменения и принимали соответствующие меры. Также необходимо учитывать специфику каждого предприятия и адаптировать систему мониторинга под его потребности.

Анализ системы мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса АПК является важным шагом в управлении качеством. Эффективным методом учета затрат и мониторинга потерь является ABC-метод.

Методология ABC (Activity-Based Costing), предполагает определение факторов или кост-драйверов (cost-drivers), которые оказывают непосредственное влияние на затраты по основным видам деятельности и накладные расходы компании. [56]. Конечным результатом выполнения этих требований является удовлетворенность потребителя. Для удовлетворения требований потребителей, предприятие выполняет ряд взаимосвязанных действий – разработка, производство и реализация продукции.

Каждая деятельность требует определенных ресурсов. Затраты на эти ресурсы, потребляемые в процессе выполнения деятельности, определяют затраты на функции.

Основная идея ABC-подхода заключается в определении затрат по функциям. Этот подход также можно назвать функциональным подходом к учету затрат. Он позволяет более точно определить стоимость каждой функции или деятельности, связанной с процессом производства или предоставления услуги.

Применение ABC-методологии имеет несколько преимуществ: позволяет предприятию более точно определить стоимость каждого объекта учета и оценить его рентабельность; помогает идентифицировать неэффективные и избыточные деятельности, что позволяет предприятию принять меры по их оптимизации или устранению; дает возможность более точно распределить затраты между объектами учета и определить их влияние на финансовые показатели предприятия.

Менеджеры являются ответственными за управление определенными процессами в системе менеджмента качества. Они являются руководителями

процессов и имеют важное значение для эффективного функционирования организации. Система функционального учета позволяет объединить разрозненные данные о процессах и связать их в одну систему на уровне входных и выходных показателей.

В соответствии с требованиями стандартов ИСО 9000, необходимо определить показатели эффективности процессов. Эти показатели могут быть рассчитаны как отношение выходных и входных показателей процесса. Такой подход позволяет оценить эффективность процессов и выявить возможности для их улучшения.

Нефинансовая информация, которая требуется для внедрения функционального учета, имеет дополнительный положительный эффект на организацию. Она помогает совершенствовать процессы и увеличивать долю деятельности, которая приносит добавленную ценность для потребителя.

1.6 Выводы по главе

1. Организация эффективной системы контроля качества на всех этапах ремонта и технического обслуживания сельскохозяйственной техники позволяет минимизировать риски возникновения дефектов и повысить удовлетворенность клиентов.

2. Статистическое регулирование качества технологических процессов предприятий технического сервиса АПК позволяет своевременно выявить риски возникновения брака и минимизировать потери от брака. При организации статистического регулирования применяются методы по количественным и качественным признакам, планы статистического регулирования и методы статистического анализа. Эти методы позволяют определить причины возникновения дефектов и разработать меры по их устранению.

3. Использование показателей возможностей процесса технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники может помочь предприятиям улучшить свою работу и снизить потери. Например, если компания использует слишком много ресурсов для выполнения работы, то она может снизить

ресурсоемкость, улучшив эффективность использования этих ресурсов. Также, если время выполнения работ слишком велико, компания может сократить его, улучшив процессы и технологии. Таким образом, использование показателей возможностей процесса может помочь компаниям стать более конкурентоспособными и успешными на рынке.

4. Методология «шесть сигм» используется для улучшения процессов и повышения их эффективности. Она основана на принципе, что процесс должен быть настолько близок к идеальному состоянию, насколько это возможно. При ремонте и техническом обслуживании сельскохозяйственной техники методология «шесть сигм» может использоваться для улучшения качества процессов, сокращения времени ремонта, снижения расходов и потерь.

5. Контрольные карты используются для контроля и управления процессами. Они позволяют отслеживать изменения в процессе и принимать решения о том, какие действия необходимо предпринять для улучшения процесса. Контрольные карты могут использоваться для определения того, насколько процесс ремонта соответствует требуемым стандартам, и для принятия решений о том, какие изменения необходимо внести в процесс, чтобы улучшить его качество.

6. Система мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса является важным аспектом управления качеством.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МОНИТОРИНГА ПОТЕРЬ ОТ БРАКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

2.1 Применение процессного подхода при мониторинге брака и потерь на предприятиях технического сервиса АПК

Процессный подход в менеджменте качества представляет собой использование системы процессов в организации, где процессы и их управление взаимодействуют друг с другом [84]. Процесс может быть определен как любая деятельность, которая преобразует входные потоки в выходные потоки с использованием ресурсов и управляющих воздействий [91]. Целью этой деятельности является достижение определенного результата, который может быть выражен количественно. Для внедрения процессного подхода организационная система должна перейти от функционального управления к управлению результатами, где совокупность результатов обеспечивает повышение эффективности системы и конкурентоспособности предприятия [140]. Входные потоки, управляющие воздействия и ресурсы поступают в процесс.

В современных условиях хозяйствования, перед производителями встает проблема выпуска продукции не только высокого качества, но и имеющую доступную и конкурентоспособную цену. Этому способствует разработка СМК на основе МС ИСО 9000, где предприятие рассматривается как совокупность процессов. В дополнении к МС ИСО 9000 организация системы мониторинга брака и потерь позволяет выявить и идентифицировать потери по каждому процессу и устранить их.

На предприятиях технического сервиса АПК необходимо уделять должное внимание управлению рисками процессов ремонта и технического обслуживания [154]. Это связано с тем, что в АПК техника играет важную роль в повышении эффективности сельскохозяйственного производства. Одним из инструментов повышения качества на предприятиях технического сервиса АПК, является внедрение системы управления рисками в рамках системы менеджмента качества,

которая позволит предотвратить возможные проблемы и несоответствия в процессе ремонта и обслуживания техники, а также снизит вероятность возникновения брака и потерь.

Вопросу совершенствования организации и управления процессом технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники на современном этапе уделяется большое внимание [150].

В настоящее время на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса система контроля расходов на качество отсутствует. Поэтому задачей диссертационного исследования является разработка системы контроля брака при допусковом контроле. Это позволит своевременно принимать управленческие решения, что, в свою очередь, повысит качество продукции и услуг, и, как следствие, эффективность функционирования предприятий технического сервиса. Решение данной задачи предполагает выполнение 5 этапов, которые представлены на рисунке 2.1.

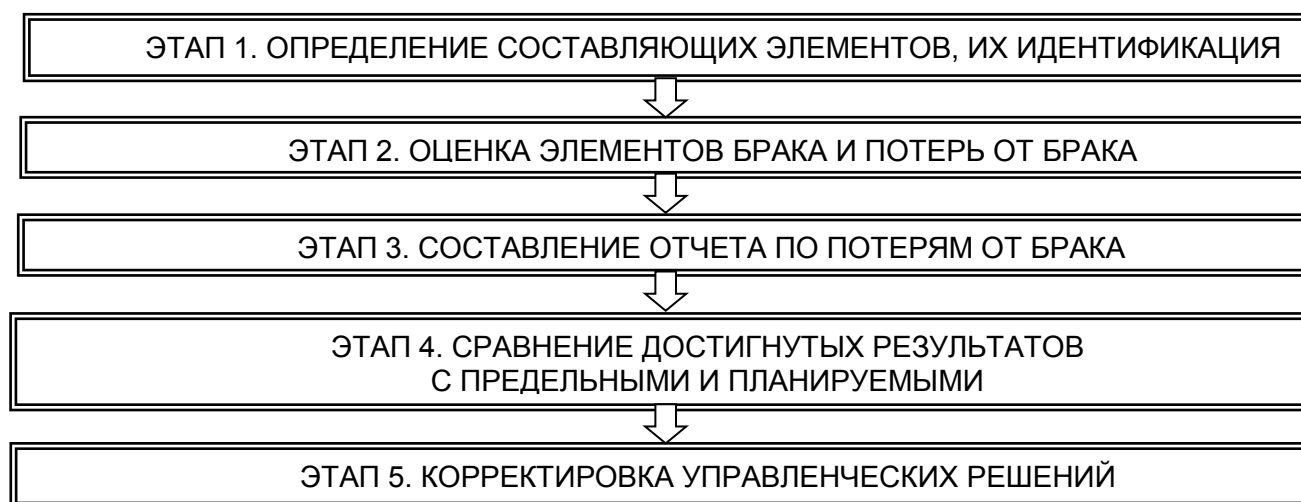


Рисунок 2.1 – Этапы организации системы мониторинга брака и потерь

Объектами мониторинга брака и потерь являются процессы предприятий технического сервиса АПК. Один из основных процессов, выполняемых предприятиями технического сервиса АПК, является «Техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники». Рассмотрим этот процесс и его

характеристики, которые представлены в таблице 2.1 [66, 80, 118, 130, 143].

Характеристики процесса технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, представленные в таблице 2.1, включают в себя различные аспекты.

Таблица 2.1 – Характеристики процесса технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники [140]

Наименование характеристики	Описание характеристики	Содержание характеристики процесса ремонта агрегатов и сборочных единиц
Полное наименование процесса	Должно быть кратким и по возможности выражено отглагольным существительным	Техническое обслуживание и ремонт агрегатов и сборочных единиц
Определение процесса	Формулировка, раскрывающая сущность и основное содержание процесса	Удовлетворение потребностей предприятий АПК в проведении работ по поддержанию в работоспособном состоянии имеющихся агрегатов и сборочных единиц
Цель процесса	Необходимый или желаемый результат процесса	Обеспечение работоспособности агрегатов и сборочных единиц при постоянном уменьшении соотношения «цена/качество»
Организатор процесса	Лицо, ответственное за перспективное планирование, ресурсное обеспечение и эффективность процесса	Главный инженер
Руководитель процесса	Лицо, ответственное за текущее планирование и ведение процесса с целью достижения запланированных результатов	Главный технолог
Нормативы процесса	Документация, содержащая показатели норм, в соответствии с которыми осуществляется процесс	Технические требования на техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт; СТП «Ремонт агрегатов и сборочных единиц», типовые технологические процессы ремонта агрегатов и сборочных единиц
Входы процесса	Материальные и информационные потоки, поступающие в процесс извне и подлежащие преобразованию	Номенклатура агрегатов и сборочных единиц; Исправные агрегаты и сборочные единицы (подлежащие плановому ремонту); Неисправные агрегаты и сборочные единицы (вышедшие из строя); Договор на ТО и ремонт между потребителем и предприятием

Наименование характеристики	Описание характеристики	Содержание характеристики процесса ремонта агрегатов и сборочных единиц
Выходы процесса	Результаты преобразования, добавляющие стоимость	Агрегаты и сборочные единицы, прошедшие ремонт (плановый и неплановый); Отчет о проведении работ по ремонту
Ресурсы	Финансовые, технологические, материальные, временные и информационные ресурсы, посредством которых осуществляется преобразование входов в выходы	Персонал ремонтного предприятия; Инфраструктура (оборудование, здания и производственные помещения, транспорт, связь и т.д.); Материальные, энергетические и временные ресурсы, необходимые для выполнения всех видов ремонтных работ; Программное обеспечение, задействованное при выполнении процесса
Поставщики и потребители процесса	Внутренние или внешние поставщики и потребители	Предприятия АПК различных форм собственности, производственные подразделения, цеха и участки
Измеряемые параметры процесса	Характеристики процесса, подлежащие измерению и контролю	Соответствие деталей, узлов и агрегатов техническим требованиям и нормам
Показатели результативности и эффективности процесса	Показатели, отражающие степень соответствия фактических результатов процесса запланированным, а также связь между достигнутым результатом и использованными ресурсами	Технико-экономические показатели деятельности ремонтного предприятия; Количество рекламаций; Количество гарантийных ремонтов; Количество внутреннего брака

Рассмотрим функциональную модель процессов предприятий технического сервиса более подробно. Основная модель, которую мы будем использовать, основана на стандарте ГОСТ Р 52380.1–2005 [37]. Она помогает описать и классифицировать все процессы, которые функционируют в рамках предприятия.

Важно разделить эти процессы на три группы в зависимости от их степени важности. Первая группа – это основные процессы, которые являются основой деятельности предприятия. Эти процессы напрямую связаны с оказанием технического сервиса и включают в себя такие действия, как обслуживание, ремонт и установка технического оборудования. Они являются основным источником дохода для предприятия.

Вторая группа – это управляющие процессы. Они отвечают за планирование,

организацию и контроль деятельности предприятия. К таким процессам относятся разработка стратегии, управление ресурсами, финансовое планирование и контроль качества. Управляющие процессы не только обеспечивают эффективное функционирование предприятия, но и помогают оптимизировать его работу и принимать стратегические решения.

Третья группа – это вспомогательные процессы. Они поддерживают основные и управляющие процессы, обеспечивая необходимые ресурсы и условия для их выполнения. К таким процессам относятся закупка материалов и оборудования, управление персоналом, обучение и развитие сотрудников, а также информационное обеспечение.

Функциональная модель позволяет предприятию более четко структурировать свои процессы и определить их взаимосвязи. Она также помогает улучшить эффективность работы предприятия, оптимизировать расходы и повысить качество предоставляемых услуг.

Модель может быть дополнена и адаптирована под конкретные потребности и особенности предприятия технического сервиса. Каждое предприятие может внести свои коррективы и дополнения в модель, чтобы она лучше соответствовала его целям и задачам.

Функциональная модель процессов предприятий технического сервиса является важным инструментом для описания и классификации процессов, а также для оптимизации работы предприятия и повышения качества предоставляемых услуг.

Для создания модели процессов использовался пакет Международных стандартов моделирования IDEF (Icam Definition). Этот пакет позволяет анализировать процессы с разных точек зрения, включая IDEF0, IDEF3 и DFD.

Мониторинг брака и потерь являются важными аспектами управления предприятиями технического сервиса в АПК. Понимание этих процессов и их особенностей позволяет оптимизировать расходы, повысить эффективность работы и обеспечить высокое качество производимой продукции и предоставляемых услуг.

На рисунке 2.2 представлена функциональная модель процесса технического обслуживания и ремонта для предприятий технического сервиса в агропромышленном комплексе.

Функциональная модель процесса технического обслуживания и ремонта может быть адаптирована и применена в других отраслях и предприятиях, где также требуется эффективное управление и организация ремонтных работ.

2.2 Теоретические основы формирования брака в процессе контроля в ремонтном производстве

В ремонтном производстве, осуществляющем допусковый контроль, имеются определенные теоретические основы, которые лежат в основе формирования брака. Основная цель контроля заключается в определении действительного размера детали [135]. После проведения измерений, полученный результат сравнивается с предельными размерами, которые устанавливаются в качестве стандартов (допусков) – верхним и нижним пределами. Затем происходит сортировка деталей на годные и бракованные [135].

Брак в ремонтном производстве классифицируется на две категории – исправимый и неисправимый [139]. Если размер вала, полученный в результате измерений, оказывается меньше нижнего предельного значения, то такая деталь считается неисправимым браком. В случае, когда размер превышает верхний предельный размер, деталь относится к исправимому браку. В случае с отверстиями наоборот, если размер отверстия, полученный в результате измерений, оказывается больше верхнего предельного значения, то такая деталь считается неисправимым браком, если размер не превышает нижний предельный размер, деталь относится к исправимому браку.

Контроль в ремонтном производстве играет важную роль в обеспечении надежности и безопасности конечного изделия. Он позволяет выявить потенциальные дефекты и отклонения, которые могут повлиять на работоспособность и долговечность изделия.

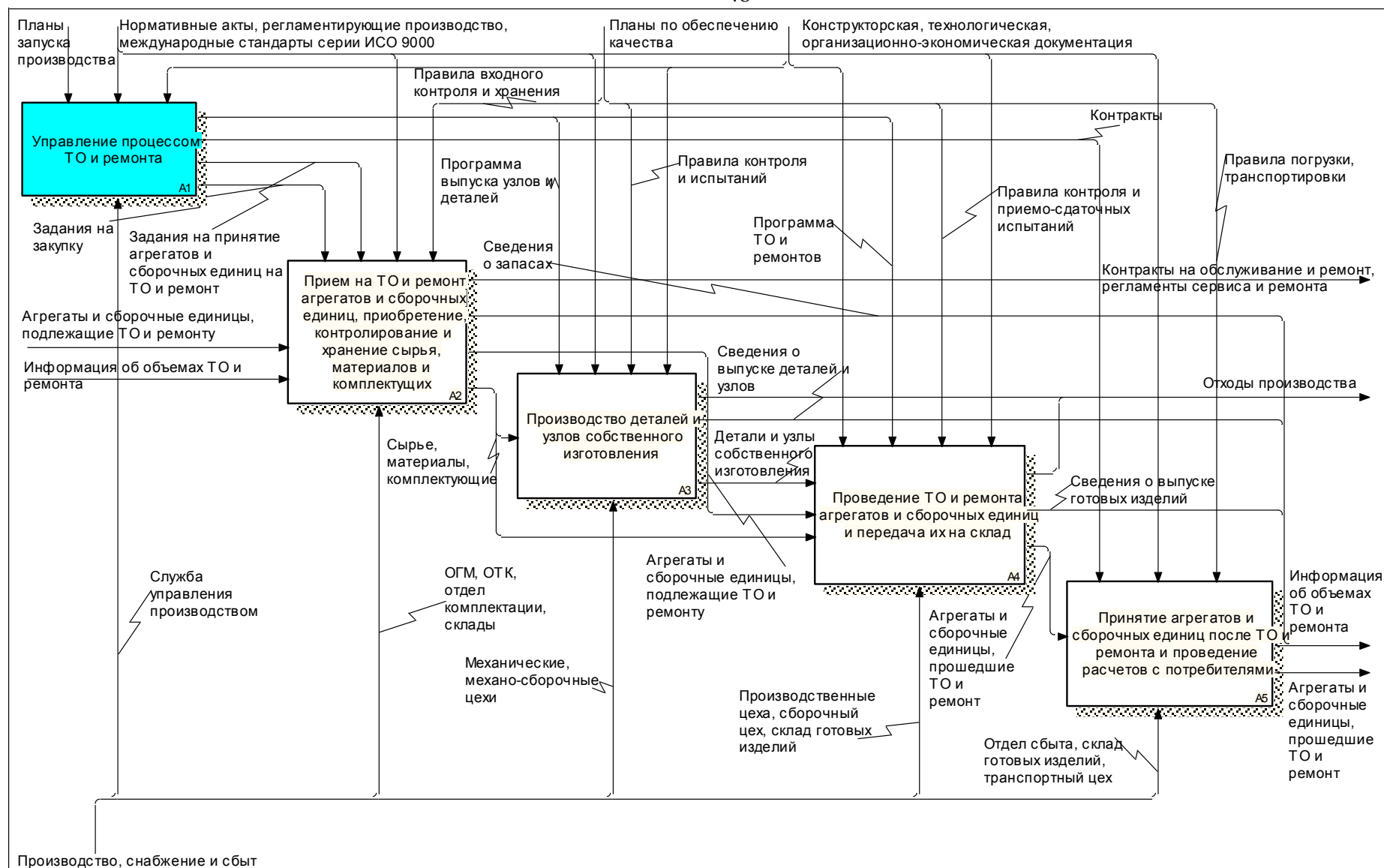


Рисунок 2.2 – Модель процесса «Техническое обслуживание и ремонт»: деятельность предприятий технического сервиса

При измерениях, всегда существует некоторая погрешность, связанная с самим инструментом. Эта погрешность может оказывать влияние на точность измерений и, в конечном счете, на принятие решений о приемке или выбраковке деталей. Даже небольшая погрешность измерений может привести к неправильным выводам о соответствии размеров детали требованиям. Если погрешность средства измерения влияет на результаты измерений таким образом, что фактический размер детали оказывается за пределами допустимого интервала, то можно принять неправильное решение о приемке или выбраковке.

Эта проблема особенно серьезна для деталей, размеры которых находятся очень близко к границам интервала допуска. В таких случаях даже небольшая погрешность может привести к неправильному решению. Поэтому важно учитывать погрешность измерений и принимать ее во внимание при анализе результатов измерений.

Проблема затрагивает не только детали, размеры которых находятся близко к границам интервала допуска, но и все детали, находящиеся в зоне действия погрешности средства измерения. Это означает, что погрешность может влиять на все диапазоны действительных размеров деталей, которые находятся около границ интервала допуска размера.

При изучении контролируемых поверхностей деталей, обычно сталкиваются с рассеянием их действительных размеров. Чтобы понять, какие размеры деталей считать приемлемыми, используют гистограммы и полигоны опытного распределения [174]. Они позволяют определить, какие значения размеров наиболее вероятны.

Однако, помимо рассеяния действительных размеров, мы также должны учитывать погрешности средства измерений. В большинстве случаев, эти погрешности описываются законом нормального распределения [99]. Это означает, что среднее значение погрешности средства измерений будет в центре распределения, а значения, отклоняющиеся от среднего, будут появляться с меньшей вероятностью.

Таким образом, когда мы комбинируем рассеяние действительных размеров деталей и погрешности средства измерений, мы имеем дело с случайным событием. Мы не можем точно предсказать, какие детали будут забракованы или приняты неправильно, но мы можем использовать вероятностный подход для определения вероятностей таких ошибок.

При анализе вероятностей неправильного забракования или неправильного принятия мы должны учитывать не только значения рассеяния и погрешности, но и требования и стандарты, установленные для деталей. Например, если нам требуется, чтобы деталь имела размер в определенном диапазоне, мы должны учитывать этот диапазон при определении вероятностей ошибок.

Вероятностный подход позволяет более точно оценить вероятности неправильного забракования или неправильного принятия деталей. Это важно для обеспечения качества и надежности в производственных процессах.

Результаты допускового контроля зависят от реального размера детали и погрешности измерений. Это приводит к различным категориям результатов контроля. Основные категории включают: годные детали, неисправимый брак, исправимый брак, неправильно принятые детали в зоне неисправимого брака, неправильно принятые детали в зоне исправимого брака, неправильно забракованные детали в зоне неисправимого брака и неправильно забракованные детали в зоне исправимого брака.

Допусковой контроль является важным этапом в процессе производства, поскольку он позволяет определить соответствие деталей заданным требованиям. Для этого используются различные методы измерений, такие как измерение размеров, геометрических параметров и других характеристик деталей.

Когда выполняется контроль, сравниваются измеренные значения с допустимыми пределами. Если размер детали находится в пределах допусков, то она считается годной. Однако, если размер выходит за пределы допусков, деталь классифицируется как бракованная: с неисправимым или с исправимым браком. Неисправимый брак означает, что деталь не может быть исправлена и должна быть

отклонена. Исправимый брак, напротив, подразумевает, что деталь может быть отремонтирована или подвергнута коррекции, чтобы соответствовать требованиям.

Однако, иногда возникают ошибки при принятии решений о классификации деталей. Неправильно принятые детали в зоне неисправимого брака означают, что детали, которые на самом деле являются годными, но ошибочно отклонены. Неправильно принятые детали в зоне исправимого брака, наоборот, означают, что детали, которые на самом деле являются бракованными, но ошибочно приняты.

Также возможны ошибки при забраковке деталей. Неправильно забракованные детали в зоне неисправимого брака означают, что детали, которые на самом деле являются бракованными, но ошибочно приняты как исправимый брак. Неправильно забракованные детали в зоне исправимого брака означают, что детали, которые на самом деле являются годными, но ошибочно отклонены как неисправимый брак.

Таким образом, допусковой контроль является сложным процессом, который требует точности и внимательности. Он позволяет определить качество деталей и принять решение о их пригодности для использования.

При проведении контроля любого вида, принимаемые решения основываются на измерениях и зависят от набора случайных событий, которые образуют полную группу. В данном случае, у нас есть следующие вероятности [163]:

$P_{ГГ}$ – вероятность того, деталь годна и будет признана годной;

$P_{ДД}$ – вероятность того, что деталь является браком и будет признана браком в результате контроля;

$P_{ГД}$ – вероятность того, что деталь годна, но будет принята как дефектная;

$P_{ДГ}$ – вероятность того, что деталь является браком, но будет принята как годная.

Представим вышеназванные вероятности в виде математических выражений:

$$P_{ГГ} = \int_{X_H}^{X_B} f(x) \int_{X_H-x}^{X_B-x} \varphi(\gamma) d\gamma dx; \quad (2.1)$$

$$P_{\text{ДГ}} = \int_{-\infty}^{X_B} f(x) \int_{X_H-X}^{X_B-X} \varphi(\gamma) d\gamma dx + \int_{X_B}^{+\infty} f(x) \int_{X_H-X}^{X_B-X} \varphi(\gamma) d\gamma dx; \quad (2.2)$$

$$P_{\text{ГД}} = \int_{X_H}^{X_B} f(x) \left(\int_{-\infty}^{X_H-X} \varphi(\gamma) d\gamma + \int_{X_B-X}^{+\infty} \varphi(\gamma) d\gamma \right) dx; \quad (2.3)$$

$$P_{\text{ДД}} = \int_{-\infty}^{X_H} f(x) \left(\int_{-\infty}^{X_H-X} \varphi(\gamma) d\gamma + \int_{X_B-X}^{+\infty} \varphi(\gamma) d\gamma \right) dx + \int_{X_B}^{+\infty} f(x) \left(\int_{-\infty}^{X_H-X} \varphi(\gamma) d\gamma + \int_{X_B-X}^{+\infty} \varphi(\gamma) d\gamma \right) dx, \quad (2.4)$$

где $f(x)$ и $\varphi(\gamma)$ – плотности распределений действительных размеров деталей и погрешности средства измерений соответственно.

Однако, важно отметить, что контрольные мероприятия не всегда могут обеспечить полную точность и надежность в определении качества деталей. Вероятности, указанные выше, помогают оценить вероятность ошибок, которые могут возникнуть в процессе контроля.

Для повышения эффективности контроля и минимизации ошибок, могут быть применены различные методы и техники. Например, использование более точных измерительных приборов, применение статистических методов анализа данных, а также обучение и квалификация персонала, ответственного за проведение контроля.

Более того, современные технологии позволяют автоматизировать процесс контроля и использовать искусственный интеллект для анализа данных и принятия решений. Это может значительно улучшить точность контроля и снизить вероятность ошибок.

Таким образом, контроль любого вида основан на оценке вероятностей различных исходов и требует применения различных методов и техник для обеспечения точности и надежности процесса контроля. Внедрение современных технологий и методов может значительно повысить эффективность контроля и обеспечить высокое качество продукции.

Методика определения вероятностных характеристик параметров разбраковки, описанная в РД 50-98-86 [125], является наиболее распространенной. Согласно этим рекомендациям, мы можем определить несколько параметров, которые важны для процесса контроля качества изделий [74]:

m (m_1) – количество неправильно принятых деталей в процентах от общего числа измеренных (количества принятых);

n (n_1) – количество неправильно забракованных деталей в процентах от общего числа измеренных (количества годных);

c (c_1) – вероятностная величина выхода измеряемого параметра за каждую границу допуска у неправильно принятых деталей (от количества принятых деталей).

Эти параметры позволяют более точно оценить качество производства и выявить потенциальные проблемы. Они помогают контролировать процесс разбраковки и улучшать его эффективность.

Кроме того, важно упомянуть, что существует и другие методики определения вероятностных характеристик параметров разбраковки. Некоторые из них могут использовать другие формулы или подходы к оценке вероятностей. Однако, методика, описанная в РД 50-98-86 [125], является широко применяемой и признанной в индустрии.

На основе проведенного исследования проблемы, определили цель работы – разработать методику оценки брака при сортировке деталей с использованием вероятностных характеристик, учитывая особенности ремонтного производства. Для достижения этой планируется создать математическую модель, которая будет описывать процесс формирования исправимого и неисправимого брака. Также необходимо разработать модель, которая будет учитывать влияние результатов измерений, близких к границам допустимых значений, на вероятностные характеристики сортировки деталей.

В результате исследований разработаем методики оценки брака для двух конкретных типов деталей: «вал» и «отверстие». Необходимо установить, какие именно вероятностные характеристики сортировки деталей наиболее важны для

этих типов деталей и как они связаны с результатами измерений. Приближение к границам допустимого поля будет иметь значительное влияние на вероятностные характеристики сортировки деталей. Поэтому необходимо учитывать этот фактор при разработке модели. Также при разработке методики оценки брака необходимо учитывать специфику ремонтного производства, чтобы методика была максимально применима в практических условиях.

Работа имеет большое значение для производственных предприятий, так как позволит оптимизировать процесс сортировки деталей и уменьшить количество бракованных изделий. Это приведет к повышению качества продукции, снижению затрат и улучшению репутации компании.

В ремонтном производстве существует необходимость контролировать размеры деталей на различных этапах технологического процесса.

Рассмотрим классификацию брака при контроле деталей типа «вал» и типа «отверстие» (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Классификация брака при контроле

Одним из важных аспектов контроля деталей типа «вал» является оценка влияния погрешности измерения на результаты контроля [164]. Для наглядности, рассмотрим схему, представленную на рисунке 2.4. На этой схеме детали типа

«вал» подразделяются на три группы: исправимый брак (ИБ), неисправимый брак (НБ) и годные детали (ГД).

Исправимый брак включает детали, размеры которых находятся в пределах допустимой погрешности измерения. Эти детали могут быть отремонтированы или подвергнуты коррекции, чтобы соответствовать требуемым размерам. Они не являются полностью бракованными, но требуют дополнительных мер для устранения недочетов.

Неисправимый брак включает детали, размеры которых значительно отклоняются от требуемых значений и не могут быть исправлены без серьезных изменений в структуре детали. Эти детали считаются полностью бракованными и должны быть отклонены от производства.

Годные детали представляют собой детали, размеры которых находятся в пределах допустимых значений и соответствуют требованиям. Эти детали могут быть использованы без каких-либо дополнительных мероприятий или коррекций.

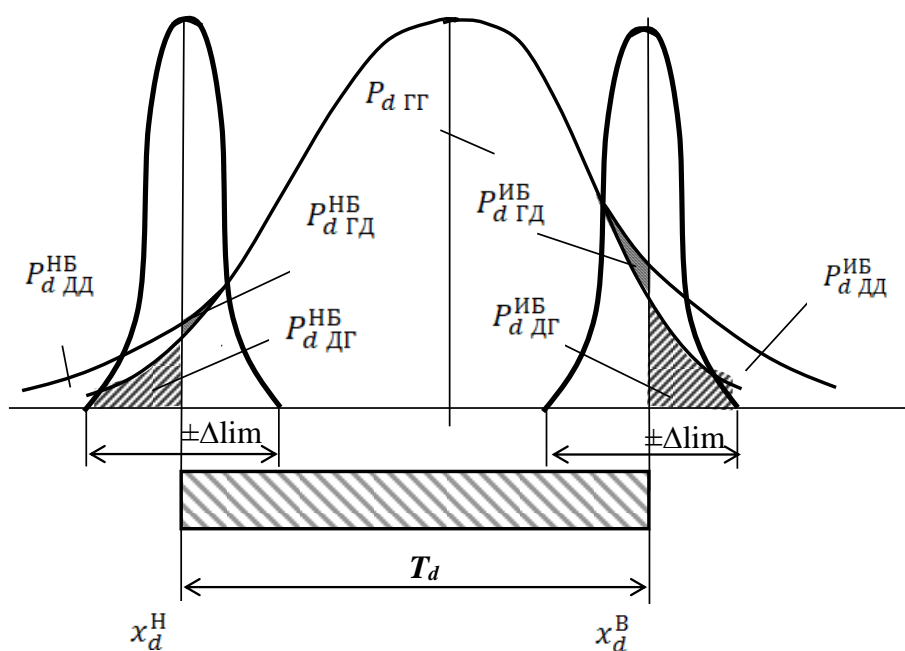


Рисунок 2.4 – Схема формирования брака при контроле валов в ремонтном производстве при условии сдвига центра настройки процесса финишной обработки в сторону исправимого брака:

$\pm\Delta\text{lim}$ – предельная погрешность измерения; T_d – допуск контролируемого вала; x_d^B , x_d^H – верхняя (верхний предельный размер) и нижняя (нижний предельный размер)

границы интервала допуска контролируемого вала; $P_{aГД}^{ИБ}$ – вероятность попадания годных валов в группу валов с исправимым браком; $P_{aГД}^{НБ}$ – вероятность попадания годных валов в группу валов с неисправимым браком; $P_{aДГ}^{ИБ}$ – вероятность попадания валов с исправимым браком в группу годных деталей; $P_{aДГ}^{НБ}$ – вероятность попадания валов с неисправимым браком в группу годных деталей; $P_{aДД}^{ИБ}$ – вероятность попадания валов с исправимым браком в группу валов с исправимым браком; $P_{aДД}^{НБ}$ – вероятность попадания валов с неисправимым браком в группу валов с неисправимым браком; $P_{aГГ}$ – вероятность попадания годных валов в группу годных деталей.

Данная схема формирования брака в ремонтном производстве основана на контроле валов и включает в себя сдвиг центра настройки процесса финишной обработки в сторону исправимого брака. Важными параметрами здесь являются предельная погрешность измерения (Δ_{lim}) и допуск контролируемого вала (T_d). Также имеются x_a^B верхняя и нижняя x_a^H границы интервала допуска контролируемого вала.

Эта схема позволяет оценить вероятность возникновения различных видов брака при контроле валов в ремонтном производстве. Опираясь на эти вероятности, можно принять решения о дальнейшей обработке или отбраковке деталей.

Для описания вероятностных характеристик результатов контроля деталей типа «вал» можно использовать интегральные зависимости. Эти зависимости позволяют учесть вероятность ошибочного признания деталей как бракованных или годных, исходя из представленной на рисунке 2.4 схемы.

Теперь рассмотрим математическую модель, характеризующую влияние погрешности измерения на вероятностные характеристики распределения контролируемых параметров деталей типа «вал» [163].

Для описания вероятности попадания годных валов в группу годных деталей используется интеграл:

$$P_{d \Gamma \Gamma} = \int_{x_d^H}^{x_d^B} f(x) \int_{x_d^H - x}^{x_d^B - x} \varphi(\gamma) d\gamma dx, \quad (2.5)$$

где $f(x)$ и $\varphi(\gamma)$ – функции распределения контролируемого параметра и погрешности измерения соответственно.

Вероятность попадания валов с неисправимым браком в группу валов с неисправимым браком описывается интегралом

$$P_{d \text{ДД}}^{\text{НБ}} = \int_{-\infty}^{x_d^H} f(x) \left(\int_{-\infty}^{x_d^H - x} \varphi(\gamma) + \int_{x_d^B - x}^{+\infty} \varphi(\gamma) d\gamma \right) dx. \quad (2.6)$$

Вероятность попадания валов с исправимым браком в группу валов с исправимым браком описывается интегралом

$$P_{d \text{ДД}}^{\text{ИБ}} = \int_{x_d^B}^{+\infty} f(x) \left(\int_{-\infty}^{x_d^H - x} \varphi(\gamma) + \int_{x_d^B - x}^{+\infty} \varphi(\gamma) d\gamma \right) dx. \quad (2.7)$$

Вероятность попадания годных валов в группу валов с исправимым браком определяется следующим интегралом

$$P_{d \text{ГД}}^{\text{НБ}} = \int_{x_d^H}^{x_d^B} f(x) \int_{-\infty}^{x_d^H - x} \varphi(\gamma) d\gamma dx. \quad (2.8)$$

Вероятность попадания годных валов в группу валов с исправимым браком определяется интегралом

$$P_{d \text{ГД}}^{\text{ИБ}} = \int_{x_d^H}^{x_d^B} f(x) \int_{x_d^B - x}^{+\infty} \varphi(\gamma) d\gamma dx. \quad (2.9)$$

Вероятность попадания валов с неисправимым браком в группу годных деталей определяется интегралом

$$P_{d \text{ГГ}}^{\text{НБ}} = \int_{-\infty}^{x_d^H} f(x) \int_{x_d^H - x}^{x_d^B - x} \varphi(\gamma) d\gamma dx. \quad (2.10)$$

Вероятность попадания валов с исправимым браком в группу годных деталей определяется интегралом

$$P_{d \text{ ДГ}}^{\text{ИБ}} = \int_{x_d^B}^{+\infty} f(x) \int_{x_d^H - x}^{x_d^B - x} \varphi(\gamma) d\gamma dx. \quad (2.11)$$

Оценка влияния погрешности измерения на результаты контроля деталей типа «вал» является важным шагом в обеспечении качества производства. При проведении контроля необходимо учитывать возможные погрешности измерительных инструментов и методов, чтобы минимизировать ошибки и обеспечить точность результатов.

Таким образом, контроль деталей типа «вал» включает классификацию на исправимый брак, неисправимый брак и годные детали, а также оценку влияния погрешности измерения на результаты контроля. Это позволяет оптимизировать процесс производства и обеспечить высокое качество готовой продукции.

Влияние погрешности измерения на результаты контроля может привести к непредсказуемым последствиям. В частности, при проверке деталей типа «вал» возникает вероятность того, что некоторые из них будут ошибочно признаны бракованными, в то время как другие, на самом деле имеющие дефекты, могут быть ошибочно признаны годными.

Это происходит из-за того, что измерения не всегда могут быть абсолютно точными. Даже самые совершенные измерительные инструменты могут иметь определенную погрешность, которая влияет на полученные результаты. Таким образом, при контроле деталей типа «вал» необходимо учитывать эту погрешность и принимать меры для минимизации ее влияния.

Однако стоит отметить, что контроль деталей не ограничивается только деталями типа «вал». Другие типы деталей также могут подвергаться контролю с целью обнаружения дефектов. В этом случае также существует вероятность ошибочного признания деталей как бракованных или годных.

Для обеспечения более точного контроля и минимизации погрешностей измерений, используются различные методы и техники. Например, можно

проводить повторные измерения или использовать более точные измерительные приборы. Также важно обучать персонал, выполняющий контроль.

В целом, погрешность измерения является неотъемлемой частью процесса контроля деталей. Понимание ее влияния и применение соответствующих методов и техник позволяет повысить эффективность контрольных процедур и гарантировать качество продукции.

Теперь рассмотрим схему, представленную на рисунке 2.5, для оценки влияния погрешности измерения на результаты контроля деталей типа «отверстие» [163]. При проведении контроля, детали типа «отверстие» классифицируются на три группы: исправимый брак (ИБ), неисправимый брак (НБ) и годные детали (ГД).

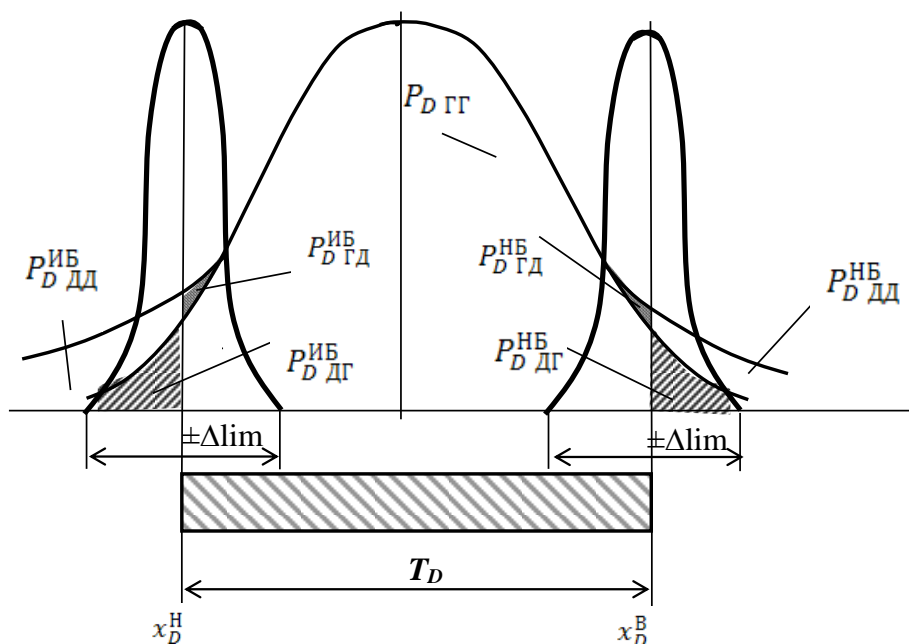


Рисунок 2.5 – Схема формирования брака при контроле отверстий в ремонтном производстве при условии сдвига центра настройки процесса финишной обработки в сторону исправимого брака:

$\pm\Delta\text{lim}$ – предельная погрешность измерения; T_D – допуск контролируемого отверстия; x_D^B , x_D^H – верхняя и нижняя границы поля допуска контролируемого отверстия; $P_{D \text{ ГД}}^{\text{ИБ}}$ – вероятность попадания годных отверстий в группу отверстий с исправимым браком; $P_{D \text{ ГД}}^{\text{НБ}}$ – вероятность попадания годных отверстий в группу отверстий с неисправимым браком; $P_{D \text{ ДГ}}^{\text{НБ}}$ – вероятность попадания отверстий с

неисправимым браком в группу годных деталей; $P_{D ДГ}^{ИБ}$ – вероятность попадания отверстий с исправимым браком в группу годных деталей; $P_{D ДД}^{НБ}$ – вероятность попадания отверстий с неисправимым браком в группу отверстий с неисправимым браком; $P_{D ДД}^{ИБ}$ – вероятность попадания отверстий с исправимым браком в группу отверстий с исправимым браком; $P_{D ГГ}$ – вероятность попадания годных отверстий в группу годных деталей.

При проведении контроля деталей типа отверстие, возникает проблема влияния погрешности измерения на результаты [163]. Это может привести к тому, что некоторые годные детали будут ошибочно признаны бракованными, а некоторые бракованные детали – годными. Таким образом, контроль может дать неправильные результаты.

Для более точной оценки вероятностных характеристик результатов контроля, можно использовать интегральные зависимости. На рисунке 2.5 представлена схема, которая поможет описать эти зависимости.

Интегральные зависимости позволяют учесть вероятность попадания годных деталей в исправимый брак и неисправимый брак, а также вероятность признания дефектных деталей годными. Это полезно для определения оптимальных параметров контроля и минимизации ошибок.

Кроме того, важно учитывать, что погрешность измерения может быть различной для разных типов деталей. Например, для отверстий могут использоваться разные методы измерения, которые могут иметь свои особенности и погрешности. Поэтому необходимо проводить анализ и учитывать эти факторы при разработке процедуры контроля.

Использование интегральных зависимостей и учет погрешности измерения помогут повысить надежность контроля деталей типа «отверстие» и снизить вероятность ошибок. Это особенно важно в промышленных процессах, где качество и надежность деталей играют ключевую роль.

Вероятность попадания годных отверстий в группу годных деталей описывается интегралом

$$P_{D \Gamma \Gamma} = \int_{x_D^H}^{x_D^B} f(x) \int_{x_D^H-x}^{x_D^B-x} \varphi(\gamma) d\gamma dx, \quad (2.12)$$

где $f(x)$ и $\varphi(\gamma)$ – функции распределения контролируемого параметра и погрешности измерения соответственно.

Вероятность попадания отверстий с исправимым браком в группу отверстий с исправимым браком описывается интегралом

$$P_{D \text{ДД}}^{\text{ИБ}} = \int_{-\infty}^{x_D^H} f(x) \left(\int_{-\infty}^{x_D^H-x} \varphi(\gamma) + \int_{x_D^B-x}^{+\infty} \varphi(\gamma) d\gamma \right) dx. \quad (2.13)$$

Вероятность попадания отверстий с неисправимым браком в группу отверстий с неисправимым браком описывается интегралом

$$P_{D \text{ДД}}^{\text{НБ}} = \int_{x_D^B}^{+\infty} f(x) \left(\int_{-\infty}^{x_D^H-x} \varphi(\gamma) + \int_{x_D^B-x}^{+\infty} \varphi(\gamma) d\gamma \right) dx. \quad (2.14)$$

Вероятность попадания годных отверстий в группу отверстий с исправимым браком определяется следующим интегралом

$$P_{D \Gamma \text{Д}}^{\text{ИБ}} = \int_{x_D^H}^{x_D^B} f(x) \int_{-\infty}^{x_D^H-x} \varphi(\gamma) d\gamma dx. \quad (2.15)$$

Вероятность попадания годных отверстий в группу отверстий с неисправимым браком определяется интегралом

$$P_{D \Gamma \text{Д}}^{\text{НБ}} = \int_{x_D^H}^{x_D^B} f(x) \int_{x_D^B-x}^{+\infty} \varphi(\gamma) d\gamma dx. \quad (2.16)$$

Вероятность попадания отверстий с исправимым браком в группу годных деталей определяется интегралом

$$P_{D \text{ДГ}}^{\text{ИБ}} = \int_{-\infty}^{x_D^H} f(x) \int_{x_D^H-x}^{x_D^B-x} \varphi(\gamma) d\gamma dx. \quad (2.17)$$

Вероятность опадания отверстий с неисправимым браком в группу годных деталей определяется интегралом

$$P_{D \text{ ДГ}}^{\text{НБ}} = \int_{x_D^B}^{+\infty} f(x) \int_{x_D^H - x}^{x_D^B - x} \varphi(\gamma) d\gamma dx. \quad (2.18)$$

Важно отметить, что эти формулы применяются для анализа распределения контролируемых параметров деталей типа отверстие. Это может быть полезно при проектировании и производстве деталей, где точность и соответствие параметров играют важную роль. Использование математических моделей позволяет более точно предсказывать вероятностные характеристики и оценивать риски, связанные с возможными погрешностями измерений.

Формулы (2.12) – (2.18) представляют собой инструменты, которые помогают учесть влияние погрешности измерения на распределение контролируемых параметров деталей типа отверстие. Их использование позволяет повысить точность и надежность процессов проектирования и производства, что в свою очередь способствует повышению качества конечных продуктов.

Разбраковка – важный этап контроля качества, который зависит от различных факторов. Одним из таких факторов является закон распределения контролируемого параметра. Если знаем, как распределены значения этого параметра, то можем определить параметры разбраковки более точно.

Другим фактором, влияющим на параметры разбраковки, является протяженность распределения. Если распределение имеет большую протяженность, то вероятность попадания значений за пределы допустимого диапазона также возрастает. В таком случае, параметры разбраковки следует выбирать с большей осторожностью, чтобы минимизировать количество ложных срабатываний или пропусков.

Для определения параметров разбраковки необходимо иметь априорную статистическую информацию о рассеянии действительных размеров объекта контроля. Это означает, что необходимо знать, какие значения являются типичными для данного объекта и как они распределены. Например, если

контролируем размеры деталей, то нужно знать, какие значения считаются нормальными, а какие являются отклонениями.

Имея такую информацию, можем определить параметры разбраковки, которые позволят эффективно отсеивать отклонения от заданных значений. Например, если известно, что 95% значений лежат в пределах $\pm 0,1$ мм от среднего значения, то параметры разбраковки можно установить соответствующим образом.

Таким образом, априорная статистическая информация о рассеянии действительных размеров объекта контроля играет важную роль в определении параметров разбраковки. Она помогает выбрать оптимальные значения, чтобы контроль качества был эффективным и надежным.

2.3 Классификация затрат на качество процесса ремонта техники

Когда речь заходит о классификации затрат на качество процесса ремонта техники, существует множество подходов, но необходимо применять на предприятиях технического сервиса метод основанный на всестороннем анализе и учете затрат по каждому процессу, выполняемому на предприятии.

Преимущество этого подхода заключается в том, что он позволяет принимать обоснованные управленческие решения в области качества процессов.

Затраты на процесс включают несколько аспектов, которые связаны с обеспечением соответствия продукции или услуг заданным стандартам. В рамках общепринятой терминологии [140] выделяются следующие виды затрат на процесс: затраты на соответствие процесса; потери от несоответствия процесса; базовые затраты на процесс.

На рисунке 2.6 представлена схематическая классификация затрат на процесс с подробным описанием каждой категории затрат. Эта классификация позволяет производителю тщательно анализировать все составляющие затрат на процесс с целью достижения успеха – создания высококачественной продукции (услуги) при минимальной стоимости.



Рисунок 2.6 – Состав затрат на процесс с учетом потерь от брака

В бухгалтерском балансе каждый дополнительный рубль, который вкладывается в контроль качества, должен привести к сокращению некачественной продукции на не менее чем один рубль. Это означает, что затраты на контроль должны окупаться.

2.4 Разработка методики оценки затрат на качество и потерь от брака при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники

2.4.1 Методика оценки базовых издержек

Базовые издержки включают несколько статей расходов. Во-первых, это издержки на сырье, материалы, полуфабрикаты и запасные части, которые используются в основном производстве. Они играют важную роль в процессе создания конечного продукта или предоставления услуги. Контроль и учет этих расходов помогают оптимизировать использование ресурсов и повысить эффективность производства.

Второй важной статьёй базовых издержек является фонд оплаты труда. Затраты на заработную плату сотрудников, занятых в производственном процессе, имеют существенное значение. Работники являются ключевым ресурсом предприятия, и контроль за их оплатой помогает управлять бюджетом и обеспечить справедливое вознаграждение.

Третья статья базовых издержек связана с издержками на вспомогательные материалы. Это включает расходы на различные материалы и ресурсы, которые не являются основными компонентами продукции, но необходимы для поддержки производственного процесса. Например, это могут быть масла, смазки, химические реагенты и другие аналогичные материалы.

Четвертая статья базовых издержек – издержки, связанные с износом инструментов и приспособлений. Учет этих издержек позволит своевременно определить износ и обеспечить непрерывность производства.

При оценке базовых издержек необходимо учитывать амортизационные отчисления – пятая статья. Амортизационные отчисления позволяют покрывать

издержки на замену оборудования и обеспечат финансовую устойчивость предприятия.

Издержки на содержание и эксплуатацию основных производственных фондов (ОПФ) – шестая статья базовых издержек. Издержки на содержание и эксплуатацию ОПФ включают расходы на энергию, техническое обслуживание, ремонт и другие операционные расходы, связанные с обслуживанием оборудования.

Прочие издержки также должны быть учтены при оценке базовых издержек – седьмая статья. Это могут быть расходы на административные услуги, страхование, аренду помещений и другие не прямые расходы, связанные с производством.

Оценка и учет базовых издержек являются важным инструментом для эффективного управления производственным процессом, позволяют оптимизировать использование ресурсов, контролировать расходы и повысить общую эффективность предприятия.

Для расчета базовых издержек применяется формула:

$$Z_{\text{б}} = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{мо}} + Z_{\text{мв}} + Z_{\text{и}} + Z_{\text{а}} + Z_{\text{опф}} + Z_{\text{пр}}, \quad (2.19)$$

где $Z_{\text{зп}}$ – фонд оплаты труда; $Z_{\text{мо}}$ – издержки на сырье, материалы, запасные части основного производства; $Z_{\text{мв}}$ – издержки на вспомогательные материалы; $Z_{\text{и}}$ – издержки, связанные с износом инструментов и приспособлений; $Z_{\text{а}}$ – фонд амортизационных отчислений; $Z_{\text{опф}}$ – издержки на содержание и эксплуатацию ОПФ; $Z_{\text{пр}}$ – прочие издержки.

При оценке базовых издержек на процесс ремонта сельскохозяйственной техники следует учитывать все факторы. Это позволит получить точную оценку затрат и позволит эффективно планировать и управлять процессом ремонта.

Фонд оплаты труда является важным аспектом в управлении производственными процессами. Он позволяет оценить и распределить затраты на заработную плату сотрудников, учитывая различные составляющие. Для определения фонда оплаты труда по каждому производственному процессу используется следующая формула:

$$З_{зп} = ЗП_{оп} + ЗП_{вп} + ЗП_{обп} + ЗП_{уп}, \quad (2.20)$$

где $ЗП_{оп}$ – фонд оплаты труда сотрудников основного производства; $ЗП_{вп}$ – фонд оплаты труда сотрудников вспомогательного производства; $ЗП_{обп}$ – фонд оплаты труда сотрудников, занятых обслуживанием производства; $ЗП_{уп}$ – фонд оплаты труда управленческого персонала предприятия.

Фонд оплаты труда сотрудников основного производства включает в себя заработную плату работников, непосредственно занятых в производственных операциях. Это может быть, например, персонал, занимающийся сборкой продукции или осуществляющий контроль качества.

Фонд оплаты труда сотрудников основного производства рассчитывается по формуле

$$ЗП_{оп} = (1 + k_d) \cdot \sum_{i=1}^n t_b \cdot b_{оп}, \quad (2.21)$$

где t_b – трудоемкость i -ой операции восстановления; $b_{оп}$ – часовая тарифная ставка работников основного производства, выполняющих ремонт; n – количество восстановительных операций; k_d – коэффициент, учитывающий страховые взносы и дополнительную заработную плату.

Фонд оплаты труда сотрудников вспомогательного производства включает в себя заработную плату сотрудников, выполняющих задачи, связанные с обеспечением основного производства необходимыми ресурсами и материалами.

Фонд оплаты труда сотрудников, занятых обслуживанием производства включает в себя заработную плату специалистов по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, а также других работников, поддерживающих бесперебойную работу производства.

Фонд оплаты труда сотрудников вспомогательного и обслуживающего производств рассчитывается по формуле

$$ЗП_{вп} = (1 + k_d) \cdot \sum_{j=1}^m t_{вп} \cdot b_{вп}, \quad (2.22)$$

где $t_{\text{вп}}$ – время, затраченное j -ым работником вспомогательного производства на операции, связанные с процессом ремонта; $b_{\text{вп}}$ – часовая тарифная ставка работника вспомогательного производства, выполняющего операции, связанные с процессом ремонта; m – количество работников вспомогательного производства, участвующих в операциях, связанных с процессом ремонта.

Фонд оплаты труда управленческого персонала предприятия включает в себя заработную плату сотрудников, которые руководят и контролируют производственные процессы, отвечают за планирование, координацию и принятие стратегических решений, необходимых для эффективного функционирования предприятия.

Фонд оплаты труда управленческого персонала предприятия, отнесенный на процесс ремонта определенного вида продукции рассчитывается по формуле

$$ЗП_{\text{уп}} = (1 + k_{\text{д}}) \cdot \sum_{j=1}^k t_{\text{уп}} \cdot З_{\text{ср}}, \quad (2.23)$$

где $t_{\text{уп}}$ – время, затраченное j -ым управленческим работником на организацию и управление процессом ремонта продукции; $З_{\text{ср}}$ – средняя часовая заработная плата j -го управленческого работника, участвующего в организации и управлении процессом ремонта продукции; k – количество работников управленческого персонала, участвующих в организации и управлении процессом ремонта продукции.

Фонд оплаты труда является важным аспектом в управлении затратами на производство. Он включает в себя не только базовую заработную плату сотрудников, но и дополнительные выплаты, такие как налоги и премии. Коэффициент $k_{\text{д}}$ учитывает эти дополнительные расходы, чтобы обеспечить точный расчет фонда оплаты труда.

Трудоёмкость каждой операции играет важную роль в определении фонда оплаты труда. Чем более сложная и трудоёмкая операция, тем выше будет фонд оплаты труда для этой операции. Это объясняется тем, что сотрудникам, выполняющим сложные операции, требуется больше времени и усилий, и их труд должен быть соответствующим образом компенсирован.

Часовая тарифная ставка $b_{оп}$ работников производства может различаться в зависимости от их квалификации и опыта работы. Работники с более высокой квалификацией и опытом могут иметь более высокую тарифную ставку, поскольку их навыки и знания ценятся выше.

В результате, фонд оплаты труда сотрудников является суммой всех расходов на заработную плату, включая базовую ставку, дополнительные выплаты и налоги, и он рассчитывается с учетом трудоемкости операций и часовой тарифной ставки работников. Это позволяет предприятию точно определить затраты на оплату труда и планировать свои бюджетные расходы.

Правильное распределение фонда оплаты труда позволяет обеспечить справедливую оплату труда сотрудников и мотивировать их на достижение поставленных целей. Кроме того, это способствует оптимизации затрат и повышению производительности предприятия.

Формула (2.20) является одним из подходов к оценке фонда оплаты труда и может быть адаптирована в зависимости от особенностей конкретного предприятия. В некоторых случаях могут использоваться дополнительные показатели или коэффициенты, учитывающие специфику отрасли или региона.

Управление фондом оплаты труда играет важную роль в эффективном функционировании предприятия. Это позволяет учесть различные составляющие затрат на заработную плату и обеспечить справедливую оплату труда сотрудников, что способствует повышению производительности и успеху бизнеса.

Издержки на сырье, материалы и запасные части являются неотъемлемой частью основного производства. Они включают в себя затраты на материалы Z_M , затраты на сырье Z_C и затраты на запасные части $Z_{зч}$

$$Z_{ом} = Z_M + Z_C + Z_{зч}. \quad (2.24)$$

Издержки на материалы, используемые при ремонте, рассчитываются по формуле

$$Z_M = \sum_{t=1}^l H_M \cdot C_M, \quad (2.25)$$

где H_M – норма расхода t -го ремонтного материала; $Ц_M$ – цена единицы t -го ремонтного материала; l – количество ремонтных материалов.

Издержки на сырье, используемое в ремонтном производстве, рассчитывают по формуле

$$З_c = \sum_{t=1}^p H_c \cdot Ц_c, \quad (2.26)$$

где H_c – норма расхода t -го вида сырья; $Ц_c$ – цена единицы t -го вида сырья; p – количество видов сырья.

Издержки на запасные части

$$З_{зч} = \sum_{t=1}^q Ц_{зч} \cdot Q_{зч}, \quad (2.27)$$

где $Ц_{зч}$ – цена t -ой запасной части; $Q_{зч}$ – количество запасных частей t -го вида; q – количество видов запасных частей.

Зная стоимость и количество необходимых материалов, а также цену и норму расхода для каждого материала, можно определить общие издержки на материалы, сырье и запасные части. Эти затраты являются важным фактором при планировании и управлении производственными процессами, поскольку они могут значительно влиять на общую стоимость производства и прибыльность предприятия.

Кроме того, эти издержки могут быть оптимизированы путем поиска более дешевых альтернативных материалов или улучшения процесса использования сырья и материалов. Это может привести к снижению издержек и повышению эффективности производства.

Мониторинг и оптимизация издержек на сырье, материалы и запасные части являются важными задачами для предприятий, стремящихся к эффективному управлению своими производственными процессами и достижению конкурентных преимуществ на рынке.

Стоит отметить, что величина издержек на сырье и запасные части может существенно варьироваться в зависимости от конкретных условий производства.

Например, изменение цен на сырье или запасные части может привести к изменению общих издержек. Также, эффективное управление запасами и оптимизация расходов на сырье могут существенно снизить общие издержки ремонтного производства.

При анализе издержек в ремонтном производстве необходимо учитывать не только расходы на сырье и запасные части, но и другие факторы, которые могут влиять на общие издержки.

При расчете общих издержек на ремонтные работы необходимо учесть расходы на вспомогательные материалы. Это поможет предоставить более полную и точную информацию о затратах на ремонт и спланировать бюджетные ресурсы эффективно.

Издержки на вспомогательные материалы рассчитываются по следующей формуле

$$Z_{\text{ВМ}} = \sum_{t=1}^r P_{\text{ВМ}} \cdot C_{\text{ВМ}}, \quad (2.28)$$

где $P_{\text{ВМ}}$ – расход t -го вида вспомогательного материала на ремонт; $C_{\text{ВМ}}$ – цена t -го вида вспомогательного материала; r – количество видов вспомогательных материалов.

В процессе ремонта также возникают издержки на возмещение износа инструментов и приспособлений. Эти издержки связаны с заменой изношенных инструментов и приспособлений, используемых при ремонте.

Издержки на возмещение износа инструментов и приспособлений рассчитываются по формуле

$$Z_{\text{И}} = \sum_{t=1}^s C_{\text{И}} \cdot H_{\text{р}}, \quad (2.29)$$

где $C_{\text{И}}$ – стоимость t -го инструмента или приспособления, используемого при ремонте; $H_{\text{р}}$ – норма расхода t -го инструмента или приспособления на один ремонт; s – количество инструментов и приспособлений.

Эти издержки являются неотъемлемой частью общих затрат на ремонтные работы. Учет этих издержек позволяет более точно оценить стоимость ремонта и принять рациональные решения в планировании и управлении процессом ремонта.

Фонд амортизационных отчислений рассчитывается по формуле

$$Z_a = \sum_{t=1}^z C_{oc} \cdot H_a, \quad (2.30)$$

где C_{oc} – стоимость t -ых основных средств, используемых при ремонте; H_a – норма амортизационных отчислений на t -ые основные средства; z – количество основных средств, используемых при ремонте.

Издержки на содержание и эксплуатацию ОПФ рассчитывается по формуле

$$Z_{опф} = \sum_{t=1}^b C_э \cdot P_э + \sum_{t=1}^d C_{гсм} \cdot P_{гсм} + \sum_{t=1}^c C_{тр} \cdot Q_{тр} + \sum_{t=1}^f Z_н \cdot Q_н, \quad (2.31)$$

где $C_э$ – стоимость t -го вида энергии, расходуемой при ремонте; $C_{гсм}$ – стоимость t -го вида горюче-смазочных материалов, расходуемых при ремонте; $C_{тр}$ – стоимость t -го вида текущего ремонта ОПФ; $Z_н$ – затраты на t -ый вид наладки оборудования; $P_э$ – расход t -го вида энергии; $P_{гсм}$ – расход t -го вида горюче-смазочных материалов; $Q_{тр}$ – количество t -ых текущих ремонтов; $Q_н$ – количество t -ых наладок оборудования; b – количество видов энергии; d – количество видов горюче-смазочных материалов; c – количество видов текущих ремонтов оборудования; f – количество видов наладок оборудования.

Прочие затраты включают в себя все не учтенные ранее затраты, которыми могут быть расходы на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, результаты которых используются в производстве продукции, выполнении работ и оказании услуг; амортизация по объекту нематериальных активов, используемому в производстве продукции и т.д. Прочие затраты не оказывают значительного влияния на общую величину базовых затрат, поэтому особого внимания мы им уделять не будем.

2.4.2 Методика оценки издержек на контроль

Методика оценки издержек на контроль позволяет определить затраты на проведение контроля процессов ремонта и технического обслуживания на предприятиях технического сервиса АПК.

Суммарные издержки на контроль определяются по формуле

$$C_o = C_{\text{дк}} + C_{\text{вк}} + C_{\text{ли}} + C_{\text{ки}} + C_{\text{обк}} + C_{\text{мк}} + C_{\text{ар}} + C_{\text{кэх}} + C_{\text{ро}} + C_{\text{оз}} + C_{\text{хп}}, \quad (2.32)$$

где $C_{\text{дк}}$ – издержки, связанные с проведением контроля до начала осуществления производства; $C_{\text{вк}}$ – издержки, связанные с проведением входного контроля; $C_{\text{ли}}$ – издержки, связанные с проведением лабораторных приемочных испытаний; $C_{\text{ки}}$ – издержки на проверку качества; $C_{\text{обк}}$ – издержки на амортизацию, техническое обслуживание и калибровку оборудования; $C_{\text{мк}}$ – издержки на материалы, использованные или разрушенные при разрушающем контроле; $C_{\text{ар}}$ – издержки на проведение анализа с целью установки соответствия продукции требованиям к качеству; $C_{\text{кэх}}$ – издержки на контроль в различных режимах эксплуатации; $C_{\text{ро}}$ – издержки на обязательное рассмотрение и одобрение другими специалистами; $C_{\text{оз}}$ – издержки на контроль и испытания запасов; $C_{\text{хп}}$ – издержки на хранение результатов контроля качества и контрольных эталонов.

Проведение анализа издержек на контроль позволяет определить все затраты, связанные с контролем процесса ремонта и технического обслуживания, что помогает предотвратить возникновение потерь от брака и повысить качество продукции.

Затраты, связанные с проведением контроля до начала осуществления производства, определяются по формуле

$$C_{\text{дк}} = (1 + k_d) \cdot t_{\text{дк}} \cdot b_{\text{дк}} + \text{НИ}_{\text{дк}}, \quad (2.33)$$

где $t_{\text{дк}}$ – время проведения контроля до начала осуществления производства; $b_{\text{дк}}$ – тарифная ставка работника, осуществляющего контроль до начала осуществления производства; $\text{НИ}_{\text{дк}}$ – накладные расходы, связанные с проведением контроля до начала осуществления производства.

Проведение контроля до начала производства может включать в себя различные виды проверок и мероприятий. Например, это может включать проверку

качества поставляемых материалов или компонентов, анализ технической документации, обучение персонала и т.д. Все эти факторы могут оказывать влияние на затраты, связанные с проведением контроля до начала производства.

Эффективность проведения контроля до начала производства может сказываться на общей производительности и качестве производимой продукции.

Издержки, связанные с проведением входного контроля, определяются по формуле

$$C_{\text{вк}} = (1 + k_{\text{д}}) \cdot t_{\text{вк}} \cdot b_{\text{вк}} + \text{НИ}_{\text{вк}}, \quad (2.34)$$

где $t_{\text{вк}}$ – время проведения входного контроля; $b_{\text{вк}}$ – тарифная ставка работника, осуществляющего входной контроль; $\text{НИ}_{\text{вк}}$ – накладные издержки, связанные с проведением входного контроля.

Издержки, связанные с проведением лабораторных приемочных испытаний, определяются по формуле

$$C_{\text{ли}} = (1 + k_{\text{д}}) \cdot t_{\text{ли}} \cdot b_{\text{ли}} + \text{НИ}_{\text{ли}}, \quad (2.35)$$

где $t_{\text{ли}}$ – время проведения лабораторных приемочных испытаний; $b_{\text{ли}}$ – тарифная ставка работника, осуществляющего лабораторные приемочные испытания; $\text{НИ}_{\text{ли}}$ – накладные издержки, связанные с лабораторными приемочными испытаниями.

Издержки на проверку качества определяются по формуле

$$C_{\text{ки}} = (1 + k_{\text{д}}) \cdot t_{\text{ки}} \cdot b_{\text{ки}} + \text{НИ}_{\text{ки}}, \quad (2.36)$$

где $t_{\text{ки}}$ – время проведения проверки качества; $b_{\text{ки}}$ – тарифная ставка работника, осуществляющего проведение проверки качества; $\text{НИ}_{\text{ки}}$ – накладные издержки, связанные с проведением проверки качества.

Издержки на амортизацию, техническое обслуживание и калибровку оборудования, определяются по формуле

$$C_{\text{обк}} = \sum C_{\text{у}} + \sum C_{\text{то}} + \sum C_{\text{пов}}, \quad (2.37)$$

где $C_{\text{у}}$ – издержки на установку оборудования; $C_{\text{то}}$ – издержки на техническое обслуживание оборудования; $C_{\text{пов}}$ – издержки на поверку или калибровку оборудования.

Издержки на материалы при разрушающем контроле определяются по формуле

$$C_{\text{МК}} = \sum (C_{\text{М}} - C_{\text{Л}}) \cdot P_{\text{М}}, \quad (2.38)$$

где $C_{\text{М}}$ – стоимость материалов, использованных при контроле; $C_{\text{Л}}$ – стоимость лома; $P_{\text{М}}$ – расход материалов при контроле.

Затраты на проведение анализа для установления соответствия продукции требованиям к качеству, определяются по формуле

$$C_{\text{ар}} = (1 + k_{\text{д}}) \cdot t_{\text{ар}} \cdot b_{\text{ар}} + C_{\text{рд}}, \quad (2.39)$$

где $t_{\text{ар}}$ – время проведения анализа; $b_{\text{ар}}$ – тарифная ставка работника, проводящего анализ; $C_{\text{рд}}$ – затраты на разработку документации по учету результатов анализа.

Издержки на контроль в различных режимах эксплуатации определяются по формуле

$$C_{\text{кэх}} = (1 + k_{\text{д}}) \cdot t_{\text{кэх}} \cdot b_{\text{кэх}} + \text{НИ}_{\text{кэх}}, \quad (2.40)$$

где $t_{\text{кэх}}$ – продолжительность контроля эксплуатационных характеристик продукции; $b_{\text{кэх}}$ – тарифная ставка работника, осуществляющего контроль эксплуатационных характеристик продукции; $\text{НИ}_{\text{кэх}}$ – накладные издержки, связанные с контролем продукции в различных режимах эксплуатации.

Затраты на обязательной рассмотрение и одобрение другими специалистами определяются по формуле

$$C_{\text{ро}} = (1 + k_{\text{д}}) \cdot t_{\text{ро}} \cdot b_{\text{ро}} + \text{НИ}_{\text{ро}}, \quad (2.41)$$

где $t_{\text{ро}}$ – время, затраченное специалистом на обязательное рассмотрение и одобрение продукции; $b_{\text{ро}}$ – тарифная ставка специалиста, проводящего обязательное рассмотрение и одобрение продукции; $\text{НИ}_{\text{ро}}$ – накладные издержки, связанные с рассмотрением и одобрением продукции.

Издержки на контроль и испытания запасов определяются по формуле

$$C_{\text{оз}} = (1 + k_{\text{д}}) \cdot t_{\text{оз}} \cdot b_{\text{оз}} + \text{НИ}_{\text{оз}}, \quad (2.42)$$

где $t_{\text{оз}}$ – время проведения контроля и испытаний запасов; $b_{\text{оз}}$ – тарифная ставка работника, осуществляющего контроль и испытания запасов; $\text{НИ}_{\text{оз}}$ – накладные издержки, связанные с контролем и испытаниями запасов.

Издержки на хранение результатов контроля качества и контрольных эталонов определяются по формуле

$$C_{\text{хп}} = (1 + k_{\text{д}}) \cdot t_{\text{хп}} \cdot b_{\text{хп}} + \text{НИ}_{\text{хп}}, \quad (2.43)$$

где $t_{\text{хп}}$ – продолжительность выполнения работ по организации хранения протоколов; $b_{\text{хп}}$ – тарифная ставка работника, осуществляющего организацию хранения протоколов по продукции; $\text{НИ}_{\text{хп}}$ – накладные издержки, связанные с хранением протоколов.

2.4.3 Методика оценки внутренних потерь

В условиях рыночной экономики, оценка внутренних потерь является важным фактором для определения эффективности деятельности предприятий технического сервиса агропромышленного комплекса. Она основывается на анализе полученной прибыли и произведенных затрат [77]. Однако, чтобы удержаться на рынке и быть конкурентоспособными, предприятиям технического сервиса АПК необходимо оценивать внутренние потери и снижать затраты на производство своей продукции [112].

Снижение затрат на производство является ключевым фактором для достижения конкурентных преимуществ и удержания позиций на рынке [143]. Предприятия технического сервиса АПК должны стремиться к оптимизации своих процессов, внедрению новых технологий и постоянному совершенствованию своей деятельности.

Одним из способов снижения затрат на производство является оптимизация использования ресурсов. Предприятия должны анализировать свои процессы и идентифицировать возможности для сокращения потерь материалов, энергии и времени. Например, внедрение современных систем управления производством и автоматизации может помочь улучшить эффективность использования ресурсов и снизить потери.

Оценка и анализ внутренних потерь являются важными шагами в улучшении процесса производства и снижении затрат. Использование современных методов и инструментов, таких как статистический анализ данных и системы управления

качеством, помогут компаниям эффективно бороться с внутренними потерями и повысить конкурентоспособность своей продукции на рынке.

На предприятиях технического сервиса АПК внутренние потери могут возникать по разным причинам. Одной из таких причин является низкое качество сырья и материалов, которые используются в производстве. Если материалы не соответствуют требуемым стандартам, то это может привести к дефектам и отказам в готовой продукции.

Еще одной причиной внутренних потерь является несоблюдение технологии производства. Если рабочие не следуют предписанным инструкциям и не выполняют необходимые операции в правильной последовательности, то это может привести к ошибкам и дополнительным затратам на исправление.

Изношенное и устаревшее производственное оборудование также может стать причиной внутренних потерь. Если оборудование не функционирует должным образом или требует постоянного ремонта, то это может привести к простоям в производстве и низкой производительности.

Несоответствующая квалификация персонала также может вызывать внутренние потери на предприятиях машиностроения. Если работники не обладают достаточными знаниями и навыками для выполнения своих обязанностей, то это может привести к ошибкам, повреждениям оборудования и некачественной продукции.

Внутренние потери на предприятиях технического сервиса АПК могут иметь различный характер, включая потери от брака, потери от простоев в производстве, потери от переработки и другие. Эти потери могут снижать эффективность работы предприятия и увеличивать затраты на производство.

Для уменьшения внутренних потерь на предприятиях технического сервиса АПК необходимо проводить контроль качества сырья и материалов, обновлять и поддерживать в рабочем состоянии производственное оборудование, обучать персонал и проверять их квалификацию. Также важно внедрять современные технологии и процессы производства, которые позволят улучшить эффективность и качество работы.

Состав внутренних потерь представлен на рисунке 2.7.

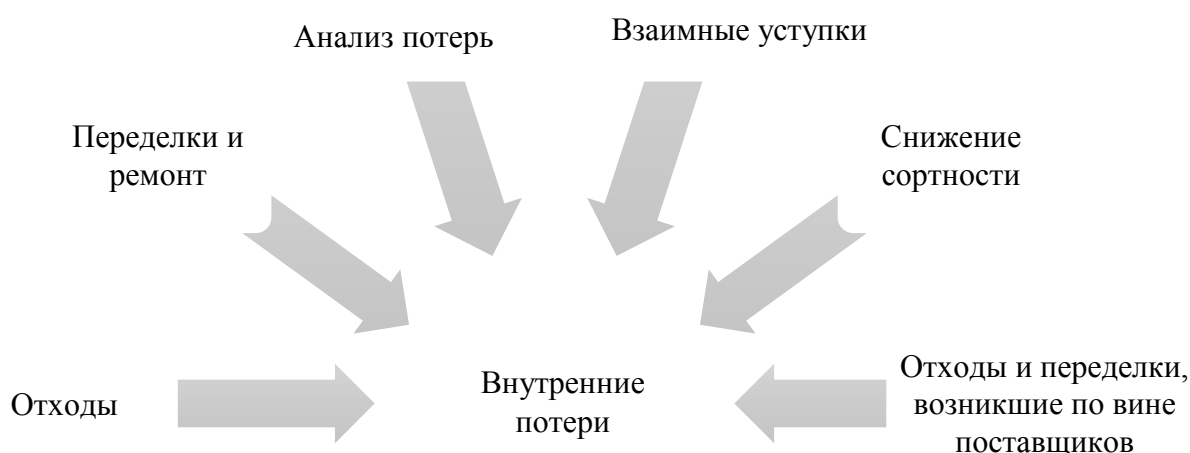


Рисунок 2.7 – Внутренние потери

Суммарные внутренние потери определим по формуле

$$\text{ВНП} = \sum_{i=1}^n (\text{O} + \text{П} + \text{А} + \text{У} + \text{С} + \text{ПП}) \quad (2.44)$$

где O – отходы; П – переделки и ремонт; А – анализ потерь; У – взаимные уступки; С – снижение сортности; ПП – отходы и переделки, возникшие по вине поставщиков.

Внутренние потери предприятия увеличивают себестоимость конечной продукции, но не добавляют ценности. Объем внутренних потерь полностью зависит от количества несоответствий, идентифицированных с требованиями той стадии жизненного цикла продукции, на которой обнаружены несоответствия. Чем раньше выявлены несоответствия, тем ниже их доля в общей себестоимости.

В категорию отходов включают стоимость материалов, не отвечающих требованиям и затраты на их утилизацию и вывоз. Данную категорию затрат можно определить по формуле

$$\text{O} = \text{C}_m \cdot \text{НС}_m - \text{C}_л \cdot \text{НС}_m + \text{C}_y \quad (2.45)$$

где C_m – стоимость материалов, не отвечающих требованиям; $\text{C}_л$ – стоимость лома; НС_m – количество материалов, не отвечающих требованиям; C_y – затраты на утилизацию и вывоз материалов, не отвечающих требованиям.

К переделкам и ремонту относят расходы на восстановление продукции, а также расходы на повторный контроль. Данную категорию затрат можно определить по формуле

$$\Pi = C_{и} \cdot BR_{и} + C_{к} \cdot BR_{и}, \quad (2.46)$$

где $C_{и}$ – расходы на восстановление продукции; $BR_{и}$ – количество изделий, имеющих брак; $C_{к}$ – расходы на повторный контроль.

Затраты на анализ потерь включают расходы на установление факторов, приведших к появлению несоответствий. Данную категорию затрат можно определить по формуле

$$A = T_{а} \cdot B_{а}, \quad (2.47)$$

где $T_{а}$ – время, затраченное на анализ бракованных изделий, материалов или компонентов; $B_{а}$ – тарифная ставка сотрудника, проводящего анализ.

К взаимным уступкам относят расходы на допуск к использованию материалов, не отвечающих требованиям. Данную категорию затрат можно определить по формуле

$$У = T_{у} \cdot B_{у}, \quad (2.48)$$

где $T_{у}$ – время, затраченное на выполнение работ по уступкам; $B_{у}$ – тарифная ставка сотрудника, выполняющего работы по уступкам.

Снижение сортности включает расходы из-за понижения цены на продукцию, не отвечающую требованиям. Данную категорию затрат можно определить по формуле

$$С = (C_{г} - C_{пк}) \cdot ПК, \quad (2.49)$$

где $C_{г}$ – стоимость готового изделия; $C_{пк}$ – стоимость изделия пониженного качества; $ПК$ – количество изделий пониженного качества.

К отходам и переделкам из-за продукции поставщиков относят расходы по поставленным от поставщиков низкокачественным материалам и комплектующим. Данную категорию затрат можно определить по формуле

$$\Pi\Pi = T_{п} \cdot B_{п} + З_{пр} - Ш_{у}, \quad (2.50)$$

где $T_{п}$ – время вынужденного простоя из-за дефектов изделий и сорванных графиков производства; $B_{п}$ – вынужденного прекратить выполнение своих

полномочий из-за дефектов изделий и сорванных графиков производства; $Z_{пр}$ – затраты на энергию во время вынужденного простоя из-за дефектов изделий и сорванных графиков производства; $Ш_y$ – штрафы, удержанные с виновников.

Для управления внутренними потерями предприятиям рекомендуется внедрять системы контроля качества и процессов производства, проводить регулярные аудиты и обучение персонала. Также важно установить эффективные механизмы обратной связи с клиентами и постоянно совершенствовать продукцию и услуги, чтобы минимизировать возможные потери и повысить удовлетворенность клиентов.

Алгоритм определения внутренних потерь в производстве зависит от уникальных характеристик каждого процесса, особенно в машиностроительной отрасли АПК, и в частности на предприятиях технического сервиса. Чтобы эффективно оценить потери от внутреннего брака, необходимо изучить конкретный технологический процесс и разработать соответствующую тактику. На рисунке 2.8 представлен обобщенный алгоритм определения внутренних потерь.

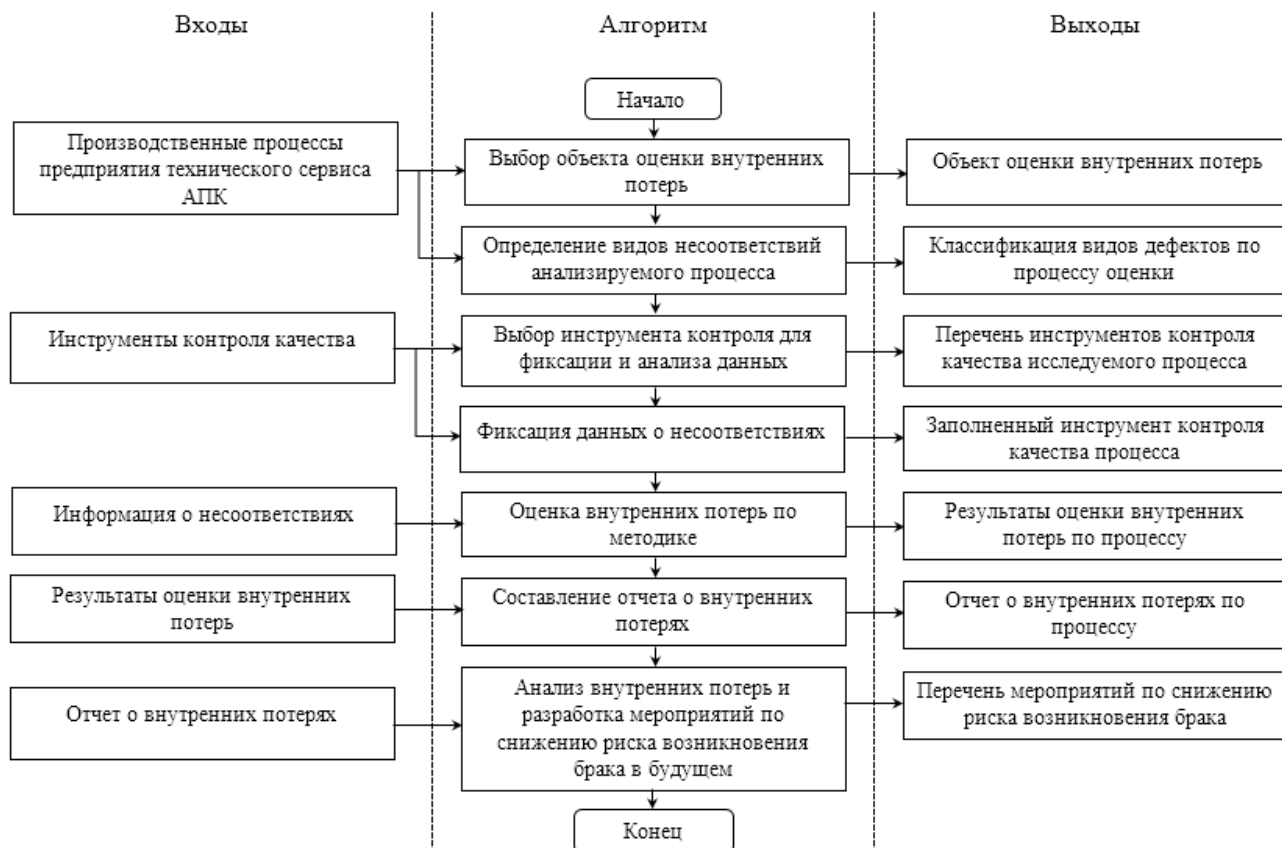


Рисунок 2.8 – Алгоритм определения внутренних потерь процесса

Алгоритм определения внутренних потерь в производстве является индивидуальным для каждого предприятия и процесса. Учет особенностей производства, состояния оборудования, квалификации персонала и использование современных технологий позволяют более точно оценить и уменьшить внутренние потери, что в свою очередь способствует повышению эффективности производства и улучшению качества продукции.

2.4.4 Методика оценки внешних потерь

На предприятиях технического сервиса АПК часто возникают проблемы, связанные с браком продукции. Важным вопросом является оценка внешних потерь, которые возникают у производителя из-за обнаружения брака потребителем. Эти потери могут быть как материальными, поддающимися прямому расчету, так и нематериальными, сумма которых сложно определить напрямую.

Материальные потери предприятия включают расходы на замену или ремонт изделий, в которых обнаружены дефекты заказчиком. Эти расходы напрямую влияют на финансовое состояние предприятия и могут значительно увеличить издержки производства. Однако, помимо материальных потерь, существуют и нематериальные потери, которые не всегда легко учесть.

Нематериальные потери связаны с негативными последствиями, которые могут возникнуть из-за обнаружения брака потребителем. Например, это может быть ухудшение репутации предприятия, потеря доверия со стороны клиентов или даже снижение спроса на продукцию. Оценить эти потери крайне сложно, так как они не имеют прямого финансового выражения.

Для определения внешних потерь предприятия необходимо учитывать, как материальные, так и нематериальные факторы. Это позволит более точно оценить общие потери и принять меры по их снижению. Кроме того, предприятия должны стремиться к постоянному улучшению качества продукции, чтобы минимизировать возникновение брака и связанных с ним потерь.

Внешние потери на предприятиях технического сервиса АПК по каждому виду продукции или услуги можно определить по формуле

$$\text{ВШП} = \sum_{i=1}^n (\text{З}_p + \text{З}_{\text{ВИ}} + \text{П}_y + \text{П}_{\text{СР}} + \text{З}_{\text{ИДИ}} + \text{И}_{\text{ЮР}}), \quad (2.51)$$

где З_p – затраты, связанные с рекламациями продукции; $\text{З}_{\text{ВИ}}$ – затраты на работы с возвращенной продукцией; П_y – потери из-за уступок; $\text{П}_{\text{СР}}$ – потери прибыли из-за снижения спроса на продукцию, как следствие плохого качества продукции; $\text{З}_{\text{ИДИ}}$ – затраты, связанные с изъятием дефектной или подозрительной продукции из эксплуатации; $\text{И}_{\text{ЮР}}$ – юридические издержки из-за низкого качества продукции [110].

Затраты, связанные с рекламациями – это затраты на принятие и анализ рекламаций, определяются по формуле

$$\text{З}_p = T_p \cdot B_p + \text{НР}_p, \quad (2.52)$$

где T_p – время, затраченное работником на принятие и анализ рекламаций по продукции; B_p – часовая тарифная ставка работника, принимающего и анализирующего рекламации по продукции; НР_p – накладные расходы, связанные с рекламациями по продукции.

Наибольший вес во внешних потерях занимают издержки на работы с возвращенной продукцией из-за брака, которые определяются по формуле

$$\text{З}_{\text{ВИ}} = (\text{С}_3 - \text{С}_л) \cdot \text{ВП}_3 + \text{З}_p \cdot \text{ВП}_p + \text{НР}_{\text{ВИ}}, \quad (2.53)$$

где С_3 – стоимость замены бракованной продукции на годную; $\text{С}_л$ – остаточная стоимость бракованной продукции; ВП_3 – количество возвращенной продукции, подлежащей замене; З_p – затраты на ремонт возвращенной продукции; ВП_p – количество возвращенной продукции, подлежащей ремонту; $\text{НР}_{\text{ВИ}}$ – накладные расходы, связанные с заменой и ремонтом возвращенной продукции.

Внешние потери из-за уступок – это снижение стоимости продукции по обоюдной договоренности с потребителем из-за обнаруженных незначительных несоответствий, определяются по формуле

$$\text{П}_y = (\text{С} - \text{С}_y) \cdot \text{ПП}_y, \quad (2.54)$$

где C – стоимость продукции; C_y – стоимость продукции со скидкой; $ПП_y$ – количество продукции, проданной со скидкой [110].

Потеря продаж – это потеря прибыли из-за свертывания существующих рынков как следствие плохого качества произведенной продукции, определяются по формуле

$$П_{CP} = (C - C_C) \cdot ОП_{CP}, \quad (2.55)$$

где C – стоимость продукции на рынке; C_C – себестоимость продукции; $ОП_{CP}$ – объем продаж продукции.

Издержки вследствие изъятия – это издержки, связанные с изъятием дефектного или подозрительного изделия из эксплуатации, затраты на планы подготовки изъятия изделия.

Издержки вследствие изъятия определяются по формуле

$$З_{иди} = T_{иди} \cdot V_{иди} + T_{ппи} \cdot V_{ппи} + НР_{иди}, \quad (2.56)$$

где $T_{иди}$ – время, затраченное работником на изъятие дефектного или подозрительного изделия из эксплуатации; $V_{иди}$ – часовая тарифная ставка работника, осуществляющего изъятие дефектного или подозрительного изделия из эксплуатации; $T_{ппи}$ – время, затраченное работником на составление планов подготовки изъятия изделия; $V_{ппи}$ – часовая тарифная ставка работника, составляющего планы подготовки изъятия изделия; $НР_{иди}$ – накладные расходы, связанные с изъятием дефектного или подозрительного изделия из эксплуатации.

Юридические издержки вследствие низкого качества продукции ($И_{ЮР}$) – это издержки как результат иска, выплаченного за ущерб от судебного процесса в связи с нарушением норм безопасности и качества.

2.5 Методика оценки качества процессов предприятий технического сервиса

Организации, занимающиеся техническим обслуживанием и ремонтом сельскохозяйственной техники, всегда стремятся обеспечить высокое качество предоставляемых услуг, чтобы повысить свою конкурентоспособность на рынке. Для достижения этой цели эффективным инструментом является внедрение

системы менеджмента качества. Однако, необходимо помнить, что оценка процессов предприятия является неотъемлемой составляющей успешного менеджмента качества.

Оценка качества процессов предприятия позволяет определить их эффективность, выявить слабые места и проблемные области, а также предложить решения для их улучшения. Это важно для обеспечения постоянного совершенствования и повышения эффективности работы организации.

Существует несколько методик оценки качества процессов, которые могут быть применены в сфере технического сервиса и ремонта сельскохозяйственной техники: использование ключевых показателей эффективности (KPI); использование аудитов; учет мнения и обратной связи клиентов.

Оценка качества процессов предприятия является важным инструментом для повышения конкурентоспособности организации. Применение различных методик оценки качества позволяет выявить проблемные области и предложить решения для их улучшения, что способствует достижению высокого уровня качества услуг и удовлетворенности клиентов.

Проведение оценки качества услуг по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники является неотъемлемой частью успешной работы организации в данной сфере. Это позволяет выявить приоритетные области для улучшения, контролировать достижение поставленных целей и поддерживать высокий уровень удовлетворенности клиентов.

Предлагаемая методика включает в себя четыре этапа (рис. 2.9). Рассмотрим подробно каждый из этапов предлагаемой методики.

Для оценки важности показателей качества процесса используется шкала рангов, представленная таблице 2.2.

Использование шкалы рангов помогает принимать обоснованные решения и оптимизировать процесс, учитывая важность каждого показателя качества. Это позволяет добиться более эффективных и надежных результатов, удовлетворяющих требованиям и ожиданиям наших клиентов.



Рисунок 2.9 – Комплексная методика оценки качества процесса оказания услуг по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники [95]

Таблица 2.2 – Шкала оценивания важности показателей процесса

Описание важности оцениваемых показателей	Балл
Одинаковая важность	1,0
Важнее (менее важный)	3 ($1/3 \approx 0,33$)
Очень важный (совсем не важный)	5 ($1/5 = 0,2$)

Метод анализа иерархий используется для оценки важности показателей качества процесса. Этот метод включает попарное сравнение показателей с использованием предварительно составленной шкалы значимости (табл. 2.2) [95]:

b_{ij} – отношение важности показателя i к показателю j ;

$b_{ii} = 1$ – для одноименных показателей;

$b_{ji} = 1/b_{ij}$ – отношение показателя j к показателю i ;

Данные заносят в таблицу и рассчитывают сумму экспертных оценок (S_j) каждого столбца [95]:

$$\bar{S}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_{ij}, \quad (2.57)$$

где b_{ij} – экспертная оценка важности соотношения показателя i к показателю j .

Далее делят каждую экспертную оценку на соответствующую ей сумму [95]:

$$B_{ij} = \frac{b_{ij}}{S_j}. \quad (2.58)$$

Для каждой оценки рассчитывают среднее арифметическое значение (\bar{B}_{ij}), которое принимают за коэффициент весомости соответствующего показателя качества [95].

Метод анализа иерархий позволяет определить относительную важность каждого показателя качества процесса на основе экспертных оценок. Это полезный инструмент для принятия решений и улучшения процессов, так как позволяет определить наиболее значимые показатели и сконцентрироваться на них.

На третьем этапе процесса составляется шкала для оценивания показателей качества (табл. 2.3) [95]. Эта шкала поможет определить, насколько каждый показатель важен для общей оценки. Для этого можно использовать формулу (2.58), то есть разделить каждую экспертную оценку на сумму всех оценок для данного показателя. Таким образом, получаем относительный вес каждого показателя.

Для каждого показателя рассчитывается среднее арифметическое значение, которое будет являться коэффициентом весомости этого показателя. Это означает,

что показатели с более высокими средними значениями будут иметь больший вес при общей оценке качества.

Таблица 2.3 – Шкала рангов для оценивания качества процесса

Балл	Описание	Уровень качества
1,0	Оцениваемый показатель не выполнен	Неудовлетворительный
2,0	Оцениваемый показатель выполнен на неудовлетворительном уровне, имеются существенные отклонения и замечания	
3,0	Оцениваемый показатель выполнен на удовлетворительном уровне	Удовлетворительный
4,0	Оцениваемый показатель выполнен на высоком уровне, присутствуют несущественные отклонения	Высокий
5,0	Оцениваемый показатель имеет высший уровень исполнения, замечаний нет	Высший

Затем применяем полученные коэффициенты весомости к каждому показателю, чтобы определить его вклад в общую оценку. Чем выше коэффициент весомости, тем больше вклад этого показателя в общую оценку.

Таким образом, создается система, которая учитывает важность каждого показателя качества и присваивает им соответствующий вес. Это позволяет более объективно оценивать процесс и принимать взвешенные решения на основе полученных данных.

Далее эксперты оценивают качество процесса с использованием шкалы рангов (табл. 2.3). Для каждого показателя рассчитывают средний балл (\bar{a}_{ij*}) и средневзвешенное значение (p_i) [95]:

$$\bar{a}_{ij*} = \frac{1}{l} \sum_{k=1}^l a_{ijk}, \quad (2.59)$$

где значение a_{ijk} – оценка k -го эксперта i -го показателя из j -й группы. Таким образом, индекс i обозначает номер показателя ($i = 1, 2, \dots, n$), индекс j – номер группы (в нашем случае обозначаются буквами А, Б, В) ($j = 1, 2, \dots, m$), k – номер эксперта ($k = 1, 2, \dots, l$).

$$p_{ij} = \bar{a}_{ij*} \cdot \bar{B}_{ij}. \quad (2.60)$$

Таким образом, эксперты оценивают качество процесса и получают числовые значения для каждого показателя и группы. Эти значения позволяют сравнивать и анализировать результаты ремонта в различных группах и определить наиболее эффективные показатели.

Для оценки суммарного средневзвешенного показателя качества (P) процесса рассчитывают суммарный показатель качества в группе (p_{rj}) (сумма средневзвешенных значений в каждой группе) и полученное значение умножают на советуемый групповой коэффициент весомости. Качество процесса в целом оценивается как сумма полученных значений [95]:

$$p_{rj} = \sum_{i=1}^n p_{ij}, \quad (2.61)$$

$$P_{rj} = p_{rj} \cdot \bar{B}_{ij}, \quad (2.62)$$

$$P = \sum_{j=1}^m P_{rj}, \quad (2.63)$$

где p_{rj} – суммарный показатель качества в группе j .

Согласованность мнений экспертов о весомости каждого показателя качества можно оценить также с помощью коэффициентов вариации (V), который представляет собой отношение среднего квадратического отклонения по всем оценкам к среднему арифметическому значению всех оценок [95]:

$$\bar{a}_{***} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ijk}; \quad (2.64)$$

$$\sigma = \frac{1}{n-1} \sqrt{\sum_{i=1}^n (\bar{a}_{***} - a_{ijk})^2}; \quad (2.65)$$

$$V = \frac{\sigma}{\bar{a}_{***}}. \quad (2.66)$$

Считается, что

при $V = (0,26 \dots 0,35)$ согласованность мнений экспертов ниже средней;

при $V = (0,16 \dots 0,25)$ – согласованность средняя;

при $V = (0,11 \dots 0,15)$ – согласованность выше средней;

при $V = 0,1$ – согласованность мнений экспертов высокая [95].

Оценка согласованности мнений экспертов является важным фактором при принятии решений. Если мнения экспертов не согласуются, это может привести к неправильным выводам и недостоверным результатам. Поэтому важно учитывать коэффициенты вариации и стремиться к достижению высокой согласованности мнений экспертов.

Кроме того, можно использовать дополнительные методы для оценки согласованности мнений экспертов, такие как коэффициент Кендалла и коэффициент Спирмена. Эти методы позволяют учесть не только разброс оценок, но и их порядок. Таким образом, они предоставляют более полную информацию о согласованности мнений экспертов.

Для принятия взвешенных решений важно не только учитывать мнения экспертов, но и оценивать их согласованность. Использование коэффициентов вариации и других методов позволяет более объективно оценить согласованность мнений экспертов и принять обоснованные решения.

Для анализа полученных данных и оценки качества процесса используются составленные шкалы, аналогичные матрице оценки рисков. Теперь составим матрицу оценки качества процесса [95], чтобы более детально изучить результаты (табл. 2.4). В этой матрице используется цветовая градация для обозначения уровней качества.

В зоне неудовлетворительного качества, которая обозначена красным цветом, находятся показатели, требующие немедленного внимания и корректировки. Они указывают на проблемы, которые необходимо решить, чтобы улучшить качество процесса. Показатели в оранжевой зоне соответствуют удовлетворительному уровню качества. Они указывают на то, что процесс работает достаточно хорошо, но все же требует некоторых улучшений. Показатели в зеленой зоне соответствуют высокому уровню качества, что говорит о том, что процесс выполняется эффективно и без значительных проблем.

Таблица 2.4 – Матрица оценки качества процесса

Важность показателя	Уровень воздействия на качество (показатель качества)			
	1,0 ... 2,0	2,1 ... 3,0	3,1 ... 4,0	4,1 ... 5,0
0,81...1,0				
0,61 ...0,8				
0,41... 0,6				
0,21 ... 0,4				
0,0 ... 0,2				

Один из способов проведения сравнительного анализа – использование относительного показателя качества процесса. Относительный показатель качества процесса (P_o) рассчитывается как отношение суммарного средневзвешенного показателя качества в текущем периоде к суммарному средневзвешенному показателю в предыдущем периоде. Полученное значение можно выразить в процентах [95]:

$$P_o = \frac{P_t}{P_{t-1}}; \quad (2.67)$$

$$P_{o,\%} = (1 - P_o) \cdot 100. \quad (2.68)$$

Предложенная методика позволяет оценить единичные показатели качества и суммарный средневзвешенный показатель. Данная методика является универсальной и может быть использована для оценки качества других процессов предприятий по техническому обслуживанию и ремонту [95].

2.6 Методика расчета эффективности функционирования предприятий технического сервиса АПК

Эффективность системы управления качеством на предприятиях технического сервиса АПК целесообразно оценивать в контексте процессов. Для этого необходимо сравнивать общие затраты на процессы с объемом выполняемой работы или продаж.

При оценке эффективности системы управления качеством также необходимо учитывать издержки на качество. Поэтому предприятиям следует разработать внутренние отчеты о затратах на качество [97] и вести учет этих затрат как в абсолютных значениях, так и в относительном виде (относительно общей

суммы или себестоимости продукции). Такая оценка позволит более точно определить эффективность процессов и выявить потенциальные области улучшения.

Таким образом, ремонт и обслуживание техники в сфере технического сервиса АПК – это сложная задача, требующая не только опыта и навыков, но и системы управления качеством. Внедрение стандартов ИСО 9000 и оценка эффективности процессов позволяют повысить качество ремонта и обеспечить удовлетворение потребностей клиентов.

Издержки на качество, полученные при оценке процесса, должны соответствовать условиям [97]

$$\begin{cases} z_{\text{ВНП}}^0 \leq [z_{\text{ВНП}}] \\ z_{\text{ВШП}}^0 \leq [z_{\text{ВШП}}] \\ z_0^0 \approx [z_0] \\ z_{\text{П}}^0 \geq [z_{\text{П}}] \end{cases}, \quad (2.69)$$

где $z_{\text{ВНП}}^0$, $z_{\text{ВШП}}^0$, z_0^0 , $z_{\text{П}}^0$ – издержки на качество процесса, полученные при оценке процесса, %; $[z_{\text{ВНП}}]$, $[z_{\text{ВШП}}]$, $[z_0]$, $[z_{\text{П}}]$ – предельные величины издержек на качество, %.

Предельные значения издержек на качество могут быть определены при первичном применении предлагаемой методики оценки для конкретного предприятия, так как не проведено ни одного мероприятия, нацеленного на повышение качества продукции и услуг.

Планируемые издержки могут быть определены из условий

$$\begin{cases} z_{\text{ВНП}}^{\text{п}} = \frac{[z_{\text{ВНП}}]}{k_{\text{ВНП}}} \\ z_{\text{ВШП}}^{\text{п}} = \frac{[z_{\text{ВШП}}]}{k_{\text{ВШП}}} \\ z_0^{\text{п}} = \frac{[z_0]}{k_0} \\ z_{\text{П}}^{\text{п}} = \frac{[z_{\text{П}}]}{k_{\text{П}}} \end{cases}, \quad (2.70)$$

Где $z_{\text{ВНП}}^{\text{п}}$, $z_{\text{ВШП}}^{\text{п}}$, $z_0^{\text{п}}$, $z_{\text{П}}^{\text{п}}$ – планируемые величины издержек на качество, %; $k_{\text{ВНП}}$, $k_{\text{ВШП}}$, k_0 , $k_{\text{П}}$ – коэффициенты, характеризующие величину плановых изменений соответствующих категорий издержек на качество.

Планируемые значения издержек на качество имеют целью снизить внутренние и внешние потери в два раза. Издержки на контроль остаются неизменными, а превентивные затраты увеличиваются из-за проведения мероприятий по идентификации, анализу и оценке риска возникновения брака в производстве, а также из-за необходимости принятия корректирующих мер. После определения планируемых, оцененных и предельных значений издержек на качество процесса ремонта переходят к анализу этих издержек. Этот анализ позволяет определить достигнутый уровень качества, выявить проблемы и установить цели для улучшения [97].

Анализ издержек на качество процесса может быть проведен по нескольким направлениям. Во-первых, можно проанализировать эффективность и результативность процесса. Во-вторых, провести анализ по видам издержек. В-третьих, изучить эффективность мероприятий, направленных на улучшение процесса. В-четвертых, сравнить сумму издержек на соответствие и потери от несоответствий с основными экономическими показателями деятельности предприятия [97].

Первым инструментом анализа издержек на процесс является оценка эффективности и результативности процесса. Эффективность определяется взаимосвязью достигнутого результата и использованных ресурсов. В качестве базы для измерения можно использовать плановые, средние или нормативные значения [97].

$$\mathcal{E}_{\text{пр}} = \frac{\mathcal{Z}_{\text{СК}} + \mathcal{Z}_{\text{БК}}}{\text{ОЗП}_{\text{к}}} \cdot 100 = \left(1 - \frac{\mathcal{Z}_{\text{НК}}}{\text{ОЗП}_{\text{к}}}\right) \cdot 100 \quad (2.71)$$

где $\mathcal{Z}_{\text{СК}}$ – издержки на соответствие на конец периода; $\mathcal{Z}_{\text{БК}}$ – базовые издержки на процесс на конец периода; $\mathcal{Z}_{\text{НК}}$ – потери от несоответствия на конец периода; $\text{ОЗП}_{\text{к}}$ – общие издержки на процесс на конец периода.

Анализ издержек на качество процесса позволяет предприятиям технического сервиса АПК определить, насколько успешно достигается поставленная цель и какие меры необходимо принять для улучшения процесса. Это

важный инструмент в управлении качеством и повышении эффективности деятельности предприятия.

Результативность определяется степенью реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов. Характеризует эффективность использования ресурсов [4].

$$P_{\text{пр}} = \frac{З'_Б + З'_С}{З_Б + З_С} \cdot 100 \quad (2.72)$$

где $З'_Б$ – планируемые базовые издержки на процесс; $З'_С$ – планируемые издержки на соответствие процесса.

Другим не менее эффективным инструментом анализа издержек на процесс, является анализ по видам издержек. Применение этого инструмента дает возможность определить тенденцию изменения групп издержек и привести их к трем классификационным группам: издержки на профилактику, издержки на оценку и издержки на устранение дефектов. На основе этих групп издержек затем строят графики издержек на соответствие, издержек из-за несоответствия и кумулятивную кривую, которая достигает своего минимального значения в точке безубыточности (рис. 2.10). Распределение издержек на процесс по группам влияет на положение точки безубыточности на графике. Так, увеличение объема профилактических издержек сдвигает точку безубыточности влево и позволяет быстрее достичь равновесие [97].

В рассматриваемой модели кривая суммарных затрат достигает минимума при неполном уровне совершенства. Именно этот минимум представляет практический интерес [97].

Третьим инструментом анализа издержек на процесс является анализ эффективности мероприятий по улучшению процесса. Этот инструмент анализа позволяет выявить мероприятия, которые действительно предупреждают появление возможных проблем, и мероприятия, которые малоэффективны. Численная оценка эффективности риска возникновения брака в производстве и корректирующих действий дает возможность правильно распределить или

перераспределить ресурсы, выполнить прогноз и оценить варианты действий, а затем выбрать оптимальный вариант [97].

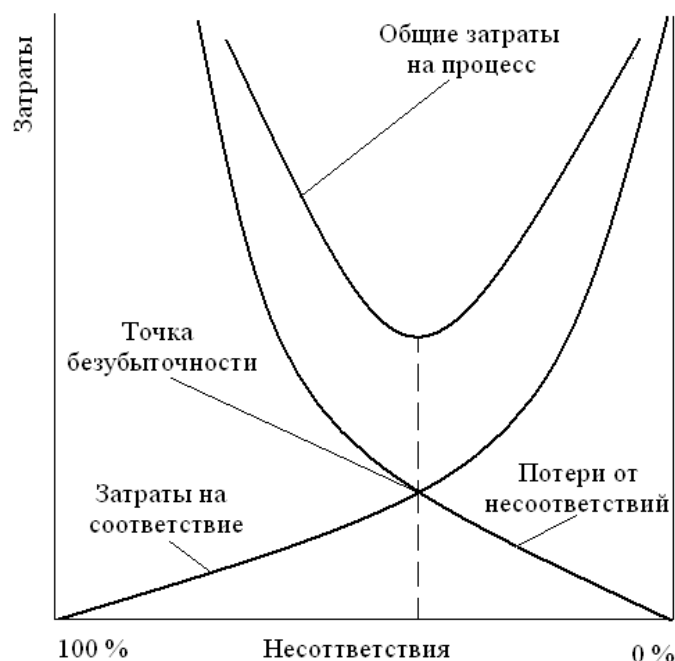


Рисунок 2.10 – Оптимизация издержек на процесс

Модель для оценивания эффективности мероприятий по улучшению процесса (рис. 2.11) должна удовлетворять следующие требования: простота; ясный физический смысл; малые затраты на расчет показателей; связь со сбалансированной системой показателей [97].

Эффективность мероприятий по идентификации, анализу и оценке риска возникновения несоответствий в производстве и корректирующих мероприятий определяют через такие показатели, как прибыльность и снижение дефектов.

Показателями для оценки эффективности мероприятий по улучшению процесса являются: экономический эффект; удельный вес экономического эффекта в объеме продаж; экономическая эффективность; организационная эффективность.

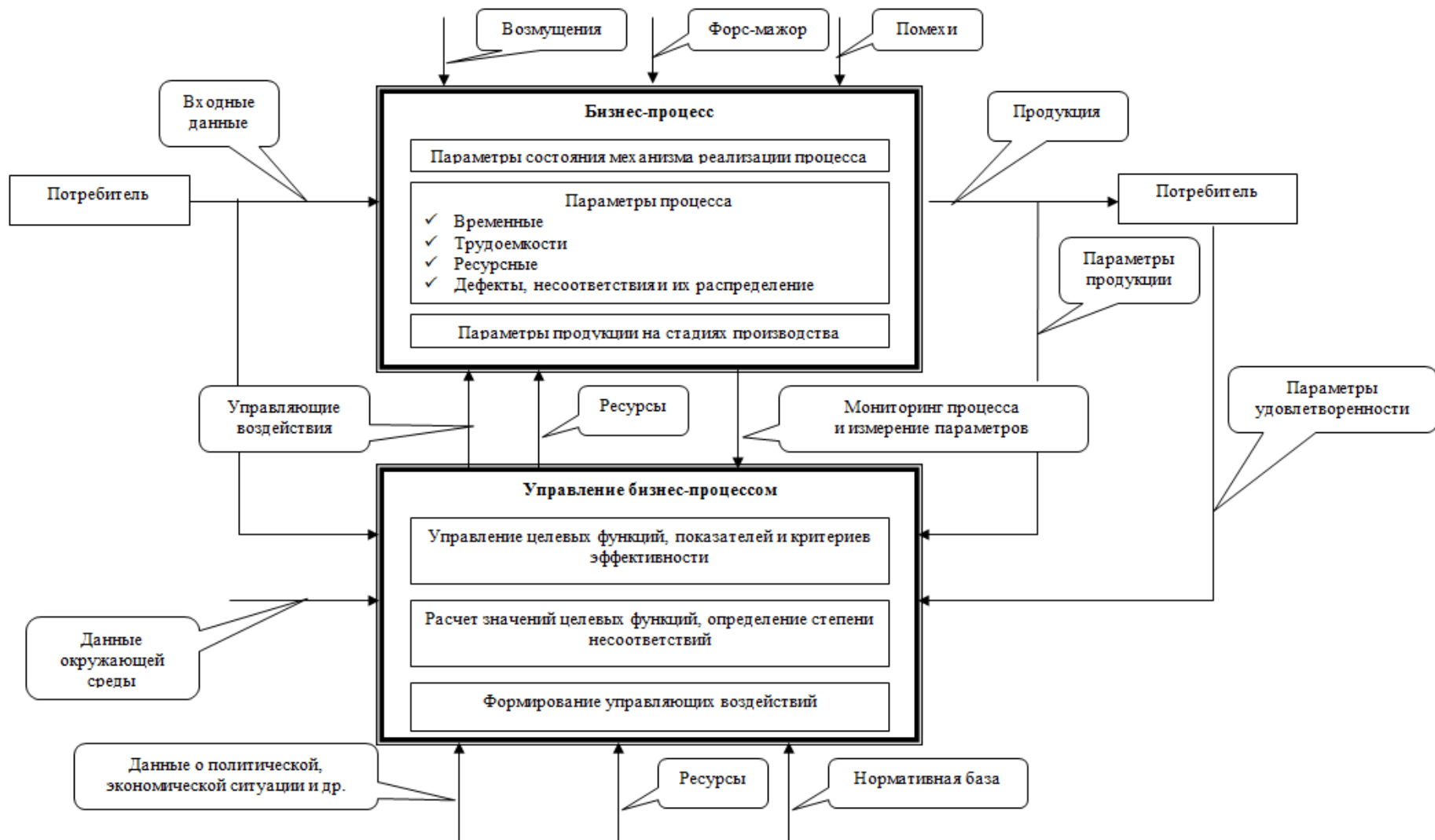


Рисунок 2.11 – Эффективность мероприятий по идентификации, анализу и оценке риска возникновения несоответствий в производстве и корректирующих мероприятий [97]

Экономический эффект – показывает экономический результат проведенных мероприятий по улучшению процесса [173]:

$$\mathcal{E} = (Z_{СН} - Z_{СК}) + (Z_{НН} - Z_{НК}), \quad (2.73)$$

где $Z_{СН}$, $Z_{СК}$ – издержки на соответствие на начало и конец периода соответственно; $Z_{НН}$, $Z_{НК}$ – потери от несоответствия на начало и конец периода соответственно.

Этот показатель можно использовать при оценке подразделений, процессов и предприятия в целом.

Удельный вес экономического эффекта в объеме продаж – характеризует весомость экономического эффекта от мероприятий в объеме продаж (ОП) [173]:

$$D_{\mathcal{E}} = \frac{\mathcal{E}}{ОП} \cdot 100. \quad (2.74)$$

Показатель применяется при оценке предприятия в целом.

Экономическая эффективность – характеризует эффективность затрат в плане получения прибыли [173]. Определяется как отношение экономического эффекта к изменению затрат на соответствие. Показывает сколько рублей прибыли (убытка) приходится на рубль изменения затрат на ее (его) достижение.

$$\mathcal{E}_{\mathcal{E}} = \frac{\mathcal{E}}{Z_{СН} + Z_{СК}} \quad (2.75)$$

Изучение экономической эффективности в динамике позволяет определить тенденции изменения эффективности затрат на мероприятия по улучшению процесса в течение рассматриваемого периода времени. Показатель применяется при оценке подразделений, процессов и предприятия в целом.

Организационная эффективность – характеризует эффективность затрат в плане снижения количества дефектов [140]. Определяется сравнением изменения потерь от несоответствия с изменением затрат на соответствие. Показывает сколько рублей снижения (роста) потерь от несоответствия приходится на каждый рубль изменения затрат на соответствие [97]:

$$\mathcal{E}_o = \frac{Z_{НН} - Z_{НК}}{Z_{СН} - Z_{СК}}. \quad (2.76)$$

Изучение организационной эффективности в динамике позволяет определить тенденции изменения эффективности мероприятий по улучшению процесса в

течение рассматриваемого периода времени. Показатель применяется при оценке подразделений, процессов и предприятия в целом.

Четвертым инструментом анализа издержек на процесс является сравнение суммы затрат на соответствие и потерь от несоответствий с основными экономическими показателями хозяйственной деятельности предприятия.

Удельный вес издержек на соответствие и потерь от несоответствий в объеме продаж определяется по формуле [97]

$$D_{\text{озп}} = \frac{Z_{\text{с}} + Z_{\text{н}}}{\text{ОП}} \cdot 100, \quad (2.77)$$

где $Z_{\text{с}}$ – издержки на соответствие за период по всему предприятию; $Z_{\text{н}}$ – общие потери от несоответствия за период по всему предприятию; ОП – общий объем продаж за период.

2.7 Выводы по главе

1. На основе процессного подхода и цикла PDCA, с учетом требований стандартов ГОСТ Р ИСО 9001-2015, ГОСТ Р 52380 и ГОСТ Р ИСО 10014-2008, определены характеристики процессов технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, составлена функциональная модель процесса ремонта двигателей на предприятиях технического сервиса и разработан механизм управления рисками бизнес-процессов в системе управления качеством, который включает в себя расчет вероятности возникновения брака.

2. Получены интегральные зависимости для расчета вероятностных характеристик величин брака слева и справа относительно границ допуска и определения вероятностных ошибок первого и второго рода в процессе контроля деталей в ремонтном производстве при смещении центра настройки процесса финишной обработки относительно середины поля допуска. Составлена новая классификация видов брака при допусковом контроле.

3. Научно обоснованы контрольные точки и места формирования экономических потерь от погрешности измерения при: дефектации деталей в группы годных и требующий ремонта; дефектации деталей на группы требующих

ремонта и негодных; контроле восстановленных деталей; входном контроле новых запасных частей поступающих на комплектование агрегатов и сборочных единиц; контроле качества отремонтированной техники.

4. Составлена классификация внешних и внутренних потерь и разработана методика оценки затрат на качество и потерь от брака при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники.

3 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОТЕРЬ ОТ БРАКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

3.1 Общие принципы методики исследования

Экспериментальные исследования проводились на элементах двигателей ЯМЗ, требующих капитального ремонта. Проведен анализ состояния блоков, коленчатых валов и вкладышей коренных подшипников. В ходе исследования проводились измерения ключевых параметров, влияющих на состояние двигателя:

- диаметр коренных опор блока;
- диаметры коренных и шатунных шеек коленчатых валов.

Эти измерения являются важными для определения состояния блока и его элементов. Диаметры коренных опор блока и подшипников могут указывать на износ или повреждения, которые могут влиять на работу механизма. Толщина вкладышей также играет роль в обеспечении правильного контакта и снижении износа.

Кроме того, измерение деформации коренных опор в блоке и крышках может помочь в определении проблем с жесткостью или неправильной сборкой. Эти данные позволяют более точно оценить состояние блока и принять соответствующие меры для его ремонта или замены поврежденных элементов.

В данном исследовании определены статистические характеристики различных кривых, которые являются важными параметрами для анализа данных. Эти характеристики включают математическое ожидание (\bar{X}), среднее квадратическое отклонение (σ), моду (Mo), медиану (Me), асимметрию (a_x) и эксцесс (e_x).

Таким образом, проведение измерений и определение статистических характеристик являются важными шагами в анализе и диагностике состояния блока. Эти данные помогают предотвратить возможные поломки и обеспечить более надежную работу механизма [138].

Проведенное исследование на блоках, коленчатых валах и вкладышах коренных подшипников двигателей ЯМЗ, дало ценную информацию о состоянии

их элементов. Измерения диаметров коренных опор блока и подшипников позволили выявить возможные износы и повреждения, которые могут негативно сказаться на работе двигателя. Такие данные являются важными для определения необходимости ремонта или замены поврежденных элементов.

Толщина вкладышей также играет важную роль в обеспечении правильного контакта и снижении износа. Измерение этого параметра позволяет оценить состояние вкладышей и принять соответствующие меры для их замены или ремонта.

Однако, не только измерение размеров, но и изучение деформации коренных опор в блоке и крышках имеет большое значение. Данные измерения помогают выявить проблемы с жесткостью или неправильной сборкой, что может быть причиной неисправности двигателя. Анализ деформации блока и крышек позволяет принять меры по устранению этих проблем и обеспечить более надежную работу механизма.

Для более глубокого анализа полученных данных определены статистические характеристики различных кривых. Математическое ожидание, среднее квадратическое отклонение, мода, медиана, асимметрия и эксцесс – все эти параметры позволяют более точно оценить состояние блока и его элементов. Анализ статистических характеристик помогает выявить аномалии и потенциальные проблемы, что позволяет принять меры для предотвращения возможных поломок и обеспечения более надежной работы двигателя.

В целом, проведение измерений и определение статистических характеристик являются важными шагами в анализе и диагностике состояния блока и его элементов. Эти данные позволяют предотвратить возможные поломки и обеспечить более надежную работу механизма [138].

3.2 Методика измерения размеров коренных и шатунных шеек коленчатого вала

Измерения проводились для определения закона распределения действительных диаметров коренных и шатунных шеек коленчатых валов

двигателей ЯМЗ. Контролировались диаметры коренных и шатунных шеек как у восстановленных, так и у новых коленчатых валов [163]. В таблице 3.1 представлены точностные параметры коренной и шатунной шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ.

Таблица 3.1 – Точностные параметры коренной и шатунной шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ [138]

Номинальный размер с отклонениями		Допуск, мм	Размер допустимый в сопряжении с новыми деталями	Ремонтный размер
Коренная шейка	110 _{-0,022}	0,022	109,965	109,75 _{-0,022}
Шатунная шейка	88 _{-0,022}	0,022	87,965	87,75 _{-0,022}

Для исследования выбрано универсальное средство измерения, обеспечивающее максимально возможную точность – скоба рычажная. Метрологические характеристики данного средства измерения для измерений коренных и шатунных шеек представлены в таблице 3.2. Перед проведением измерений детали и средство измерения выдерживались в помещении в течение необходимого времени для выравнивания их температуры [138]. Также тщательно промыты и очищены поверхности, подлежащие измерению.

Таблица 3.2 – Характеристики средств измерения, применяемых для контроля шеек коленчатых валов двигателя ЯМЗ [138]

Измеряемый параметр	Средство измерения	Диапазон показаний, мм	Диапазон измерений, мм	Цена делений, мм	Погрешность измерения*, мм
Коренная шейка	Скоба рычажная СРП 125-0,001	±0,14	100-125	0,001	±0,003
Шатунная шейка	Скоба рычажная СРП 100-0,001	±0,14	75-100	0,001	±0,003

* ±30 делений от нулевого штриха (согласно ГОСТ)

При изучении закона распределения действительных размеров коренных шеек коленчатого вала, важно правильно выбирать сечения и плоскости для измерений. Необходимо учитывать, что коренная шейка коленчатого вала имеет меньший и более равномерный износ по сравнению с шатунной. Это связано с тем, что коренная шейка воспринимает нагрузку попеременно от нескольких шатунов,

а давление от одного шатуна передается на несколько коренных шеек одновременно, так как их длина и диаметр больше. Однако иногда возникает неравномерный износ коренной шейки вдоль окружности из-за отклонений от соосности коренных опор и радиального биения коренных шеек [138, 163].

Исходя из особенностей износа коренных и шатунных шеек коленчатого вала, при контроле и дефектации назначаются плоскости и сечения, указанные на рисунках 3.1, 3.2, 3.3 (согласно ГОСТ 18509-88). Шатунные шейки коленчатого вала измеряются в двух сечениях по двум плоскостям – параллельно плоскости кривошипа (S1) и перпендикулярно ей (S2) [165], как показано на рисунках 3.1 и 3.2.

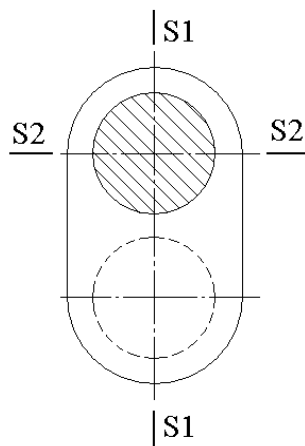


Рисунок 3.1 – Плоскости дефектации шатунных шеек коленчатого вала

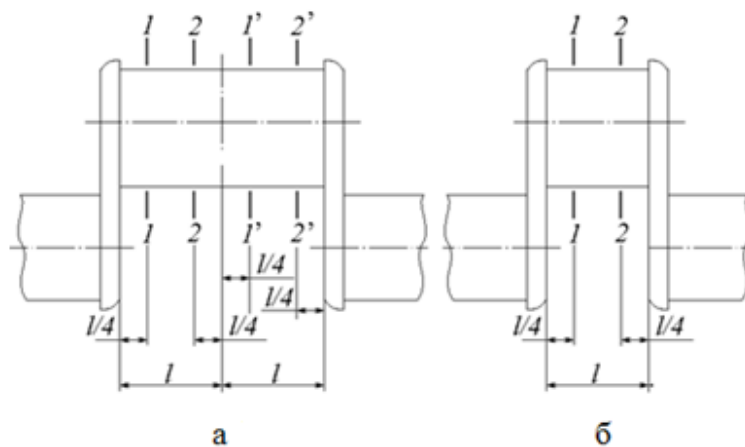


Рисунок 3.2 – Сечения дефектации шатунных шеек коленчатого вала при наличии на шейке двух (а) и одного шатуна (б) [138]

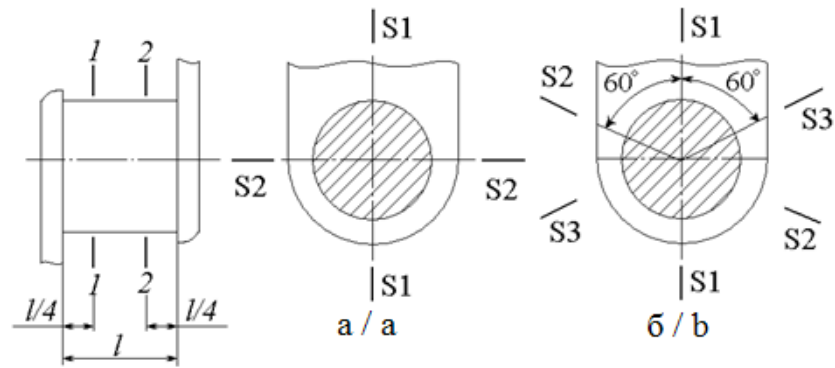


Рисунок 3.3 – Сечения и плоскости при дефектации коренных шеек коленчатого вала для случаев расположения шатунных шеек под углом 90° и 180° (а) и 120° (б) [138, 163]

Коренные шейки коленчатого вала двигателя являются одной из наиболее важных деталей, которые подвержены износу и деформации в процессе эксплуатации. Для обеспечения надлежащей работы двигателя необходимо регулярно контролировать состояние этих шеек и проводить необходимые ремонтные мероприятия [138].

При дефектации коренных шеек рекомендуется проводить контроль в двух сечениях, используя две или три плоскости (через 90 или 60 градусов). Одна из таких плоскостей, обозначенная как S1, проходит в плоскости кривошипа первой шатунной шейки. Это позволяет более точно определить состояние шеек и выявить возможные дефекты [138].

Сечения контроля коренных и шатунных шеек следует располагать на расстоянии $1/4$ от их общей длины, начиная от носка коленчатого вала. Это позволяет охватить наиболее важные участки шеек, где часто происходит износ и деформация. В процессе измерений необходимо определить плоскости и сечения с наибольшими величинами износа и отклонений формы. Для цилиндрических поверхностей такими дефектами могут быть конусообразность и овальность [138].

На основе проведенных измерений можно определить наименьший размер коренной шейки, который будет учитываться при оценке закона распределения [163]. Если диаметр шейки не соответствует указанным условиям, то

рекомендуется произвести обработку до ремонтного размера с припуском на обработку, равным 0,06 мм. Однако, если хотя бы по одной из шеек, это условие не выполняется, то коленчатый вал считается непригодным для использования и должен быть заменен на новый. В случае наличия оборудования для восстановления шеек, можно произвести их восстановление до номинального размера.

Для удобства анализа контролируемых размеров при дефектации коренных и шатунных шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ был разработан контрольный листок, представленный в таблице 3.3. Этот листок позволяет систематизировать и сравнить результаты измерений различных параметров шеек, таких как диаметр, конусность, овальность и т.д. Это помогает оперативно выявить дефекты и принять соответствующие решения по ремонту или замене коленчатого вала [138].

Важно отметить, что контроль и обслуживание коренных шеек коленчатого вала являются неотъемлемой частью технического обслуживания двигателя. Регулярная проверка и своевременное устранение выявленных дефектов помогут продлить срок службы двигателя и обеспечить его надежную работу [138].

Для анализа размеров и отклонений формы каждой шейки коленчатого вала в процессе дефектации был разработан специальный контрольный листок. Этот листок позволяет провести анализ и определить степень износа каждой шейки.

Таблица 3.3 – Контрольный листок дефектации коленчатого вала двигателя ЯМЗ [138]

Действительный диаметр шейки	Значение, мм	Отклонение формы, мм		Заключение
		конусообразность	овальность	
Первая (вторая, третья, четвертая, пятая) коренная шейка $\varnothing 110_{-0,022}$				
В сечении 1 и плоскости S1	109,92	0,01	0,02	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	109,94	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	109,90	0,01	0,01	
В сечении 2 и плоскости S2	109,93	в плоскости S2	в сечении 2-2	
В сечении 1 и плоскости S3	109,95	0,015	-	
В сечении 2 и плоскости S3	109,92	в плоскости S3		
Первая (вторая, третья, четвертая) шатунная шейка $\varnothing 88_{-0,022}$				
В сечении 1 и плоскости S1	87,84	0,02	0,025	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	87,88	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	87,89	0,01	0,015	
В сечении 2 и плоскости S2	87,91	в плоскости S2	в сечении 2-2	

Возьмем, например, первую коренную и первую шатунную шейки коленчатого вала двигателя ЯМЗ. Путем использования контрольного листка возможно определить размеры и отклонения формы этих шеек и принять решение о необходимости ремонтных работ.

Таким образом, контрольный листок является важным инструментом для анализа и контроля размеров и формы шеек коленчатого вала, а также для определения степени износа и необходимости ремонтных работ.

3.3 Методы и средства измерения внутреннего диаметра коренной опоры в сборе с вкладышем

Точностные параметры коренной опоры в сборе с вкладышем двигателя ЯМЗ приведены в таблице 3.4 [163].

Для измерения внутреннего диаметра коренной опоры в сборе с вкладышем двигателей ЯМЗ выбрано средство измерения максимально возможной точности – нутромер индикаторный повышенной точности цифровой НИЦПТ 160-0,001, метрологические характеристики которого сведены в таблице 3.5.

Таблица 3.4 – Точностные параметры коренной опоры в сборе с вкладышем двигателя ЯМЗ

Наименование контролируемого размера	Размеры по чертежу, мм	Зазор, мм	
		по чертежу	допустимый
Диаметр коренной опоры в сборе с вкладышем	$110^{+0,132}_{+0,108}$	+0,108	+0,188
	$P - 109,75^{+0,132}_{+0,108}$	+0,154	

Таблица 3.5 – Характеристики средств измерения, применяемых для контроля диаметров коренной опоры в сборе с вкладышем двигателей ЯМЗ

Измеряемый параметр	Средство измерения	Диапазон измерений, мм	Цена делений, мм	Погрешность измерения*, мм
Коренная опора	Нутромер индикаторный электронный НИЦ повышенной точности 160-0,001 МИК	100-160	0,001	$\pm 0,0045$

* ± 30 делений от нулевого штриха (согласно ГОСТ)

С целью снижения погрешности измерения, контролируемые детали и средства измерения выдерживали перед началом измерения в течение времени, необходимом для выравнивания их температуры. Все измеряемые поверхности тщательно очищены.

При выборе плоскостей и сечений измерения внутреннего диаметра вкладыша коренной опоры учитывались те же факторы, что и при измерении самой шейки коленчатого вала. Разметка измеряемых плоскостей и сечений с целью оценки закона распределения действительных размеров вкладышей коренных шеек коленчатого вала следует проводить согласно рисунка 3.4 [163].

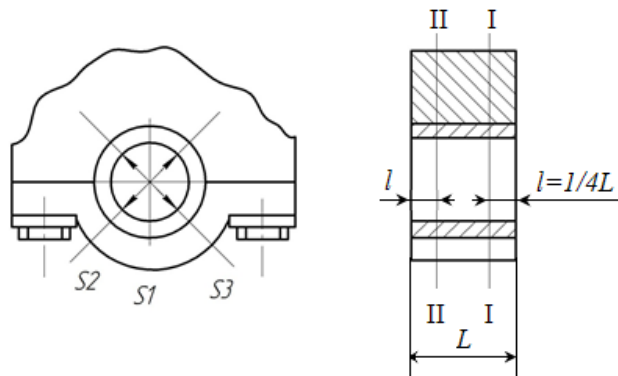


Рисунок 3.4 – Расположение сечений и плоскостей при оценке закона распределения действительных диаметров коренных опор в сборе с вкладышами коленчатого вала

Из полученных результатов измерения диаметров выбирают наибольшее значение, который учитывают при оценке закона распределения.

Схема измерения диаметра коренных опор блоков приведена на рисунке 3.4. Замеры проведены в трех плоскостях ($S1$, $S2$, $S3$) и двух сечениях (I-I, II-II). Первое сечение выбрано ближе к радиатору, и замеры произведены на расстоянии 8 мм от начала коренной опоры блока [61]. Второе сечение взято на расстоянии 8 мм от конца коренной опоры. Замеры выполнены с использованием индикаторного нутромера с диапазоном 100-160 мм. Погрешность измерения составляла ± 12 мкм.

По результатам измерений выявлено, что у 90 % коренных опор блоков диаметр превышает допустимое значение. Изменение диаметра коренных опор блоков наблюдается как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения

диаметра. Наибольшее изменение диаметра коренных опор наблюдается в плоскости S_2 , т.е. под углом 45° к горизонту в сторону вращения коленчатого вала.

Увеличение диаметра коренных опор блоков можно объяснить деформацией самих блоков. Максимальные значения диаметра достигают величины 112,078 мм и наблюдаются у первой и пятой коренных опор.

Уменьшение диаметра коренных опор блоков происходит за счет смятия поверхностей разъема блока и крышек, возникающего в процессе микроперемещений их относительно друг друга при затяжке болтов, соединяющих крышки с блоками [61].

Характерно отметить, что для всех пяти коренных опор блоков наибольшее уменьшение диаметра наблюдается в вертикальной плоскости (S_1) и доходит до значений диаметра, равного 112,900 мм.

Наибольшее увеличение диаметра имеют первая ($X = 0,040$ мм) коренная опора. Наименьшее увеличение диаметра ($X = 0,034$ мм) наблюдается у 3-й и 4-й ($X = 0,036$ мм) коренных опор.

Статистическая обработка данных микрометража позволила определить закон распределения, которому подчиняются эмпирические данные распределения.

3.4 Выводы по главе

1. Оценка точности измерительных процессов является важным аспектом обеспечения качества выпускаемой продукции. Точность измерительного процесса определяется степенью его близости к истинному значению измеряемой величины. Для оценки точности измерительного процесса необходимо провести анализ требований нормативных документов, определить порядок сбора статистических данных и разработать методику оценки точности.

2. В настоящее время существует множество различных методов оценки точности измерительных процессов. Наиболее распространенным методом является метод статистического анализа. Этот метод основан на сборе и обработке статистических данных об ошибках измерения. Для оценки точности

измерительного процесса можно использовать различные статистические показатели, такие как среднее значение ошибки измерения, среднее квадратичное отклонение ошибки измерения и коэффициент вариации ошибки измерения. Также для оценки точности измерительного процесса можно использовать графические методы. Графические методы позволяют наглядно представить распределение ошибок измерения и выявить закономерности в их изменении. Оценка точности измерительных процессов является важным этапом обеспечения качества выпускаемой продукции. Своевременная и правильная оценка точности измерительных процессов позволяет выявить источники погрешностей и принять меры по их устранению.

3. Экспериментальные исследования проводятся с целью получения информации о потерях от брака. Для проведения экспериментальных исследований используются различные методы, такие как статистический анализ, контрольные карты, анализ затрат и т.д. Средствами экспериментальных исследований являются различные инструменты и оборудование, которые используются для проведения исследований. К ним относятся статистические программы, приборы для измерения качества продукции и т.д.

Статистический анализ используется для обработки данных, полученных в ходе экспериментальных исследований. Он позволяет выявить закономерности и зависимости между различными факторами, влияющими на потери от брака.

4. В современных условиях развития промышленности предъявляются высокие требования к точности и качеству выпускаемой продукции. Одним из важных аспектов обеспечения точности и качества является оценка точности измерительных процессов. Точность измерительного процесса определяется степенью его близости к истинному значению измеряемой величины. Для оценки точности измерительного процесса необходимо провести анализ требований нормативных документов, определить порядок сбора статистических данных и разработать методику оценки точности.

5. Разработаны методики измерения (микрометража) действительных размеров деталей – коренная и шатунная шейки коленчатого вала и коренная опора

в сборе с вкладышем. Эти методики позволяют оценить закон распределения действительных размеров. Разработанные методики могут быть использованы для оценки точности измерительных процессов на различных ремонтных предприятиях промышленности.

4 ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

4.1 Применение контрольных листов для анализа процессов предприятий технического сервиса АПК

В процессах дефектации и контроля размеров коленчатого вала двигателя ЯМЗ используется контрольный листок, разработанный и представленный в третьей главе (табл. 3.3).

В таблице 4.1 представлен контрольный листок, заполненный по результатам измерений параметров шеек коленчатого вала при дефектации.

Таблица 4.1 – Контрольный листок дефектации коленчатого вала двигателя
ЯМЗ [138]

Действительный диаметр шейки	Значение, мм	Отклонение формы, мм		Заключение
		конусообразность	овальность	
Первая коренная шейка $\varnothing 110_{-0,022}$				
В сечении 1 и плоскости S1	109,92	0,01	0,02	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	109,94	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	109,90	0,015	0,01	
В сечении 2 и плоскости S2	109,93	в плоскости S2	в сечении 2-2	
В сечении 1 и плоскости S3	109,94	0,01	-	
В сечении 2 и плоскости S3	109,92	в плоскости S3	-	
Вторая коренная шейка $\varnothing 110_{-0,022}$				
В сечении 1 и плоскости S1	109,90	0,01	0,02	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	109,92	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	109,94	0,02	0,02	
В сечении 2 и плоскости S2	109,90	в плоскости S2	в сечении 2-2	
В сечении 1 и плоскости S3	109,92	0,01	-	
В сечении 2 и плоскости S3	109,94	в плоскости S3	-	
Третья коренная шейка $\varnothing 110_{-0,022}$				
В сечении 1 и плоскости S1	109,94	0,01	0,02	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	109,92	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	109,90	0,015	0,015	
В сечении 2 и плоскости S2	109,93	в плоскости S2	в сечении 2-2	
В сечении 1 и плоскости S3	109,92	0,01	-	
В сечении 2 и плоскости S3	109,90	в плоскости S3	-	
Четвертая коренная шейка $\varnothing 110_{-0,022}$				
В сечении 1 и плоскости S1	109,92	0,01	0,01	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	109,94	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	109,92	0,01	0,02	
В сечении 2 и плоскости S2	109,90	в плоскости S2	в сечении 2-2	

Действительный диаметр шейки	Значение, мм	Отклонение формы, мм		Заключение
		конусообразность	овальность	
В сечении 1 и плоскости S3	109,94	0,02	-	
В сечении 2 и плоскости S3	109,90	в плоскости S3		
Пятая коренная шейка $\varnothing 110_{-0,022}$				
В сечении 1 и плоскости S1	109,92	0,01	0,015	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	109,94	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	109,90	0,015	0,01	
В сечении 2 и плоскости S2	109,93	в плоскости S2	в сечении 2-2	
В сечении 1 и плоскости S3	109,95	0,015	-	
В сечении 2 и плоскости S3	109,92	в плоскости S3		
Первая шатунная шейка $\varnothing 88_{-0,022}$				
В сечении 1 и плоскости S1	87,82	0,01	0,02	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	87,84	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	87,86	0,01	0,02	
В сечении 2 и плоскости S2	87,88	в плоскости S2	в сечении 2-2	
Вторая шатунная шейка $\varnothing 88_{-0,022}$				
В сечении 1 и плоскости S1	87,82	0,01	0,01	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	87,84	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	87,84	0,01	0,01	
В сечении 2 и плоскости S2	87,86	в плоскости S2	в сечении 2-2	
Третья шатунная шейка $\varnothing 88_{-0,022}$				
В сечении 1 и плоскости S1	87,84	0,01	0,01	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	87,82	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	87,86	0,02	0,02	
В сечении 2 и плоскости S2	87,90	в плоскости S2	в сечении 2-2	
Четвертая шатунная шейка $\varnothing 88_{-0,022}$				
В сечении 1 и плоскости S1	87,82	0,01	0,02	Обработка под ремонтный размер
В сечении 2 и плоскости S1	87,84	в плоскости S1	в сечении 1-1	
В сечении 1 и плоскости S2	87,86	0,02	0,01	
В сечении 2 и плоскости S2	87,90	в плоскости S2	в сечении 2-2	
Итоговое заключение по валу		Обработка под ремонтный размер		

Данный контрольный листок позволяет провести анализ и определить степень износа каждой шейки.

Возьмем, например, первую коренную и первую шатунную шейки коленчатого вала двигателя ЯМЗ. Путем использования контрольного листка возможно определить размеры и отклонения формы этих шеек и принять решение о необходимости ремонтных работ.

Из информации на контрольном листке видно, что износ коренной шейки происходит медленнее, чем у шатунной шейки. Особенно большие значения износа наблюдаются в плоскости S1 для шатунной шейки. Это объясняется тем, что именно в этой плоскости на шатунную шейку оказывается наибольшее давление во

время такта сжатия и такта разряжения. Износ шатунной шейки, особенно в верхней части, может привести к уменьшению радиуса кривошипа. Однако коренная шейка изнашивается более равномерно.

Из данных о дефектации этих шеек становится понятно, что они могут быть подвергнуты ремонтным работам с учетом следующих размеров: для коренной шейки $109,75_{-0,022}$, а для шатунной шейки $87,75_{-0,022}$. Таким образом, можно математически описать процесс дефектации с использованием неравенств и учитывать, что помимо размеров необходимо контролировать отклонения формы и расположения поверхностей в процессе дефектации.

Разработанный контрольный листок можно также использовать для анализа процесса шлифования шеек коленчатого вала под ремонтный размер.

Таким образом, контрольный листок является важным инструментом для анализа и контроля размеров и формы шеек коленчатого вала, а также для определения степени износа и необходимости ремонтных работ.

4.2 Применение контрольных карт для анализа процессов предприятий технического сервиса АПК

Детали сельскохозяйственной техники повреждаются и разрушаются в результате воздействия на них различных факторов: тепловых, химических и биологических. Для восстановления работоспособности сельскохозяйственной техники используются различные приемы. Значительный объем ремонта сельскохозяйственной техники приходится на двигатели, а именно на ремонт коленчатых валов. Коленчатые валы чаще всего перешлифовывают под ремонтный размер. Оценка технологического процесса ремонта коленчатых валов двигателей является весьма актуальной, так как на процесс влияют множество причин, снижающих качество. Установление статистическими методами значений показателей точности и определение закономерностей протекания, является статистическим анализом точности и стабильности технологического процесса. Показателем точности технологического процесса является разность между фактическим и номинальным значением параметров по их распределению

вероятностей. Показатель стабильности технологического процесса – среднее квадратическое отклонение контролируемого параметра.

По техническим требованиям допуск на перешлифовку коренных и шатунных шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ, как и по чертежу (на изготовление), составляет 0,022 мм, овальность и конусность 0,02 мм. Контролируемые параметры коленчатых валов дизелей ЯМЗ составляют ремонтный размер (P_p) по коренным шейкам –109,75_{-0,022}, по шатунным шейкам – 87,75_{-0,022}. При единичном и мелкосерийном ремонтном производстве применяют сплошной контроль.

Если точность перешлифовки определяется свойством технологического процесса обеспечивать на каждой операции соответствие поля рассеивания значению показателя качества, заданному полю допуска и его расположению, то стабильность перешлифовки – способностью технологического процесса обеспечивать на каждой операции в течение определенного времени сохранение в заданных пределах положения центра группирования и величину рассеивания показателей качества.

С целью выяснения причин отклонения размеров при перешлифовке коленчатых валов двигателей ЯМЗ на предприятиях технического сервиса АПК выполнено прямое измерение коренных и шатунных шеек. Под усиленный контроль взяты шатунные шейки как более подверженные отклонениям по размеру, овальности, перекосу и параллельности по отношению к коренным шейкам. Преднамеренные выборки составляли 25 коленчатых валов. Контролировали пять коренных шеек и четыре шатунные шейки.

Измерение производилось рычажной скобой с ценой деления 0,001 мм коренных шеек в трех плоскостях, шатунных – в двух (в местах наибольшего и наименьшего значения диаметров).

При количественном контроле отклонения в процессе оцениваются как по среднему значению контролируемого параметра, так и по рассеянию значений контролируемого параметра по отношению к этому среднему значению. Смещение

среднего значения в каждом направлении к середине поля допуска и увеличение поля рассеяния приводят к увеличению доли дефектного производства.

На практике часто используются двойные контрольные карты, на одной из которых отмечается измеряемая индивидуальная величина, а на другой – характеристика дисперсии, например, карта $X-R$.

Для построения любой контрольной карты необходимо сначала установить контрольные границы.

Чтобы определить границы регулирования, необходимо знать параметры нормального распределения – математическое ожидание μ и среднее квадратическое отклонение σ . Как правило, эти параметры неизвестны, поэтому необходимо провести предварительное исследование состояния технологического процесса, в результате которого получают оценки параметров μ и σ . Значения μ и σ позволяют определить долю дефектной продукции $P_{\text{деф}}$. Долю дефектной продукции на операции перешлифовки можно определить с применением функции Лапласа $\Phi(t)$ [18]:

$$P_{\text{деф}} = 1 - \Phi\left(\frac{d_{\text{max}} - \mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\mu - d_{\text{min}}}{\sigma}\right) \quad (4.1)$$

где d_{max} – наибольший предельный размер, d_{min} – наименьший предельный размер.

Для оценки качества процесса перешлифовки коленчатых валов двигателей ЯМЗ необходимо оценить индекс воспроизводимости процесса C_p по формуле [19]:

$$C_p = \frac{T}{6\sigma}, \quad (4.2)$$

где T – допуск на операцию.

Ордината центральной линии X -карты равна среднему арифметическому, границы регулирования процесса определены в соответствии со следующей формулой [20]:

$$CL_{\bar{X}} = \bar{X} \pm A_3\sigma, \quad (4.3)$$

где A_3 – коэффициент для построения контрольной карты.

Для R -карты контрольные границы определим по формулам [20]:

$$UCL_R = D_4\bar{R}, \quad (4.4)$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R}, \quad (4.5)$$

где D_3 , D_4 – коэффициенты для построения контрольных карт.

Принимаем, что математическое ожидание отклонения μ равно среднему арифметическому всего массива измерений, в нашем случае для шатунных шеек $\mu = 87,739$ мм, оценка среднего квадратичного отклонения $\sigma = 0,0049$ мм, для коренных шеек $\mu = 109,74$ мм, $\sigma = 0,0055$ мм.

Доля дефектной продукции на операции перешлифовки коленчатых валов двигателей ЯМЗ составила 0,0827. Индекс воспроизводимости процесса перешлифовки коленчатых валов двигателей ЯМЗ составил 0,737. Поскольку $C_p < 1$, то этот технологический процесс можно считать неудовлетворительным с точки зрения точности. Это означает, что изменчивость этой технологической системы не позволяет производить валы без брака. Прежде чем перейти к следующему этапу – переходу процесса к статистическому регулированию, целесообразно определить, что будет дешевле для ремонтного предприятия: или величина издержек от брака (8,27 %) продукции, или стоимость доработки технологической системы до требуемого уровня точности.

На рисунках 4.1 и 4.2 представлены $\bar{X} - \bar{R}$ карты для коренных и шатунных шеек, по которым можно провести анализ состояния процесса.

Контрольная карта показывает, что состояние процесса перешлифовки коленчатых валов двигателей ЯМЗ находится в неуправляемом статистическом состоянии. Этому свидетельствуют серия точек, по которым наблюдаются значительные скачки из зоны А1 в зону А2, также наблюдается приближение точек к контрольным границам. О статистической неуправляемости процесса также свидетельствует индекс воспроизводимости процесса, который меньше 1.

Для оценки качества технологического процесса необходимо сопоставление величины допуска с полем его рассеяния в определенной технологической системе. Несмотря на то, что общая ошибка процесса является наиболее репрезентативным значением поля рассеяния технологической системы, на практике это сравнение используется редко, поскольку расчет общей ошибки процесса является чрезвычайно трудоемкой операцией. Гораздо проще определить поле рассеяния

каждого размера детали при ее изготовлении в конкретном технологическом процессе путем обработки результатов экспериментальных исследований.

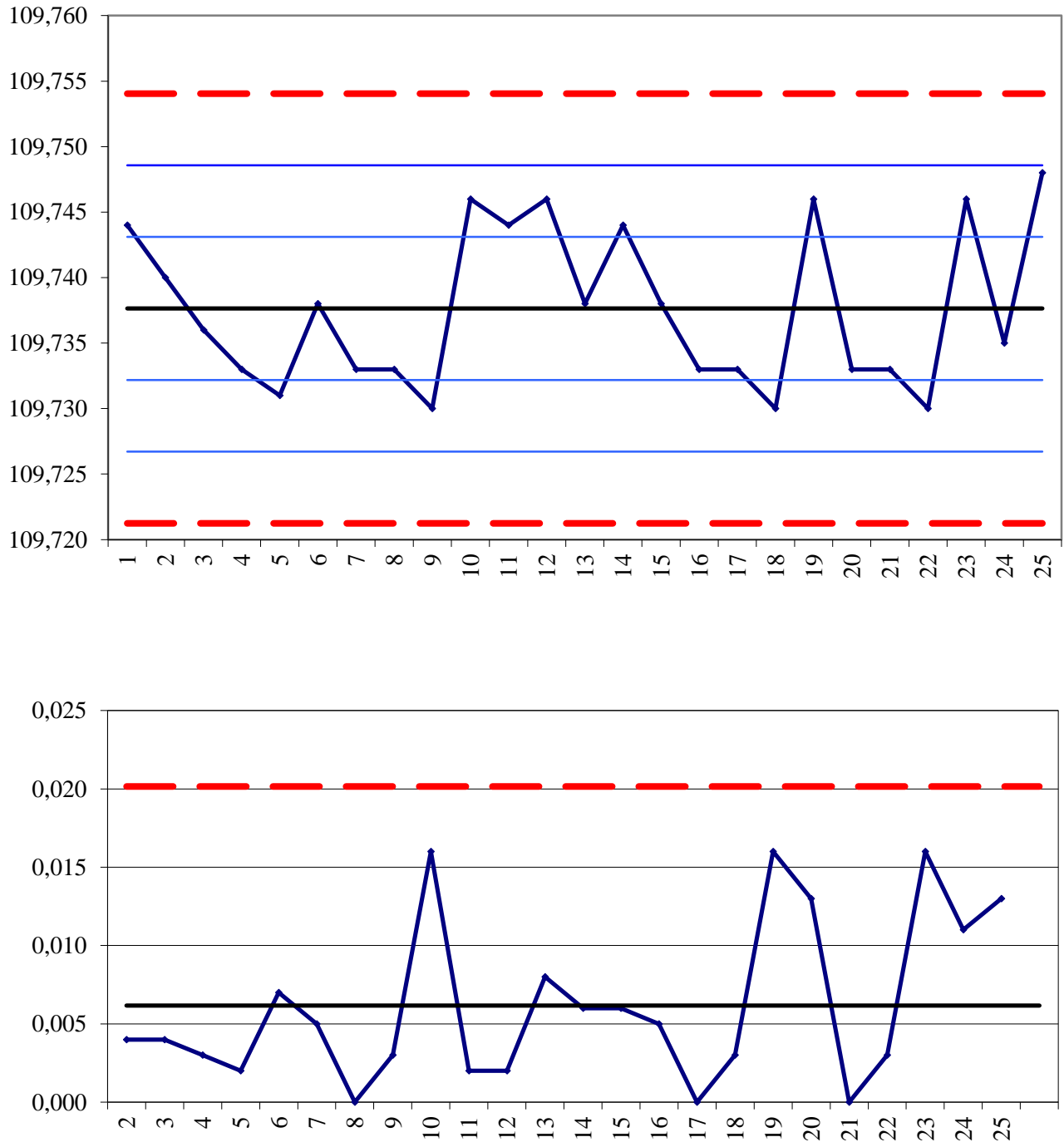


Рисунок 4.1 – \bar{X} – \bar{R} карта процесса перешлифовки коренных шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ

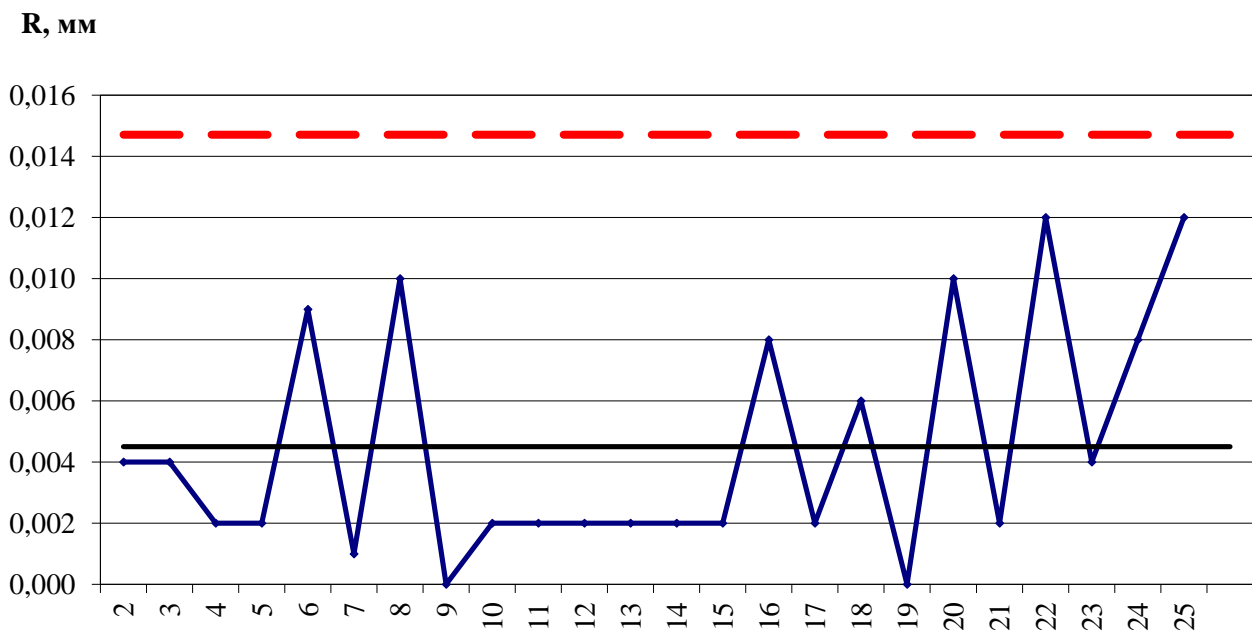
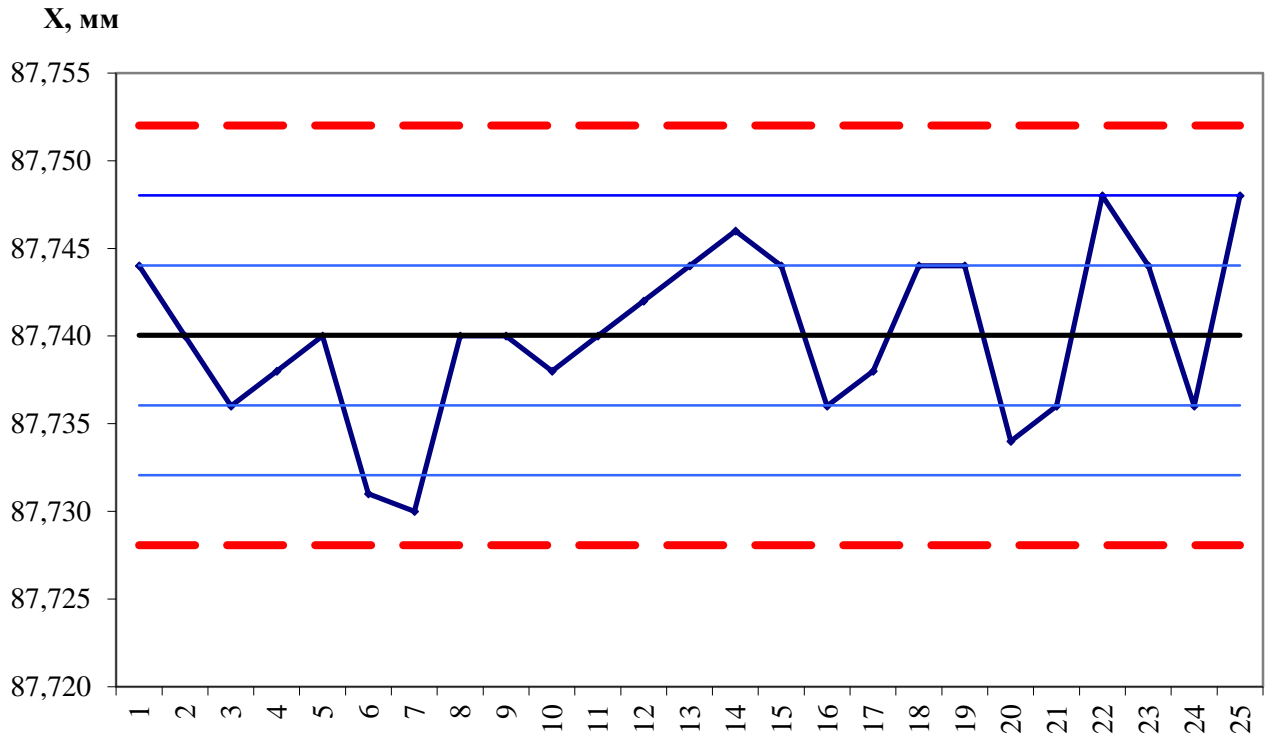


Рисунок 4.2 – $\bar{X} - \bar{R}$ карта процесса перешлифовки шатунных шеек
коленчатых валов двигателей ЯМЗ

Наиболее эффективным способом исследования распределения размера параметра является построение гистограммы. Для построения гистограммы составляем таблицы 4.2 и 4.3.

Таблица 4.2 – Результаты фактических измерений диаметров коренных шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ

Интервал	Границы интервала, мм		Среднее значение, мм	Частота
	нижняя	верхняя		
1	109,720	109,725	109,7225	3
2	109,725	109,730	109,7275	11
3	109,730	109,735	109,7325	16
4	109,735	109,740	109,7375	24
5	109,740	109,745	109,7425	20
6	109,745	109,750	109,7475	16
7	109,750	109,755	109,7525	10
Сумма	–	–	–	100

Таблица 4.3 – Результаты фактических измерений диаметров шатунных шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ

Интервал	Границы интервала, мм		Среднее значение, мм	Частота
	нижняя	верхняя		
1	87,720	87,725	87,7225	3
2	87,725	87,730	87,7275	12
3	87,730	87,735	87,7325	14
4	87,735	87,740	87,7375	25
5	87,740	87,745	87,7425	24
6	87,745	87,750	87,7475	16
7	87,750	87,755	87,7525	6
Сумма	–	–	–	100

На основе этих данных строится график рассеяния фактических размеров столбчатого типа – гистограмма (рис. 4.3 и 4.4).

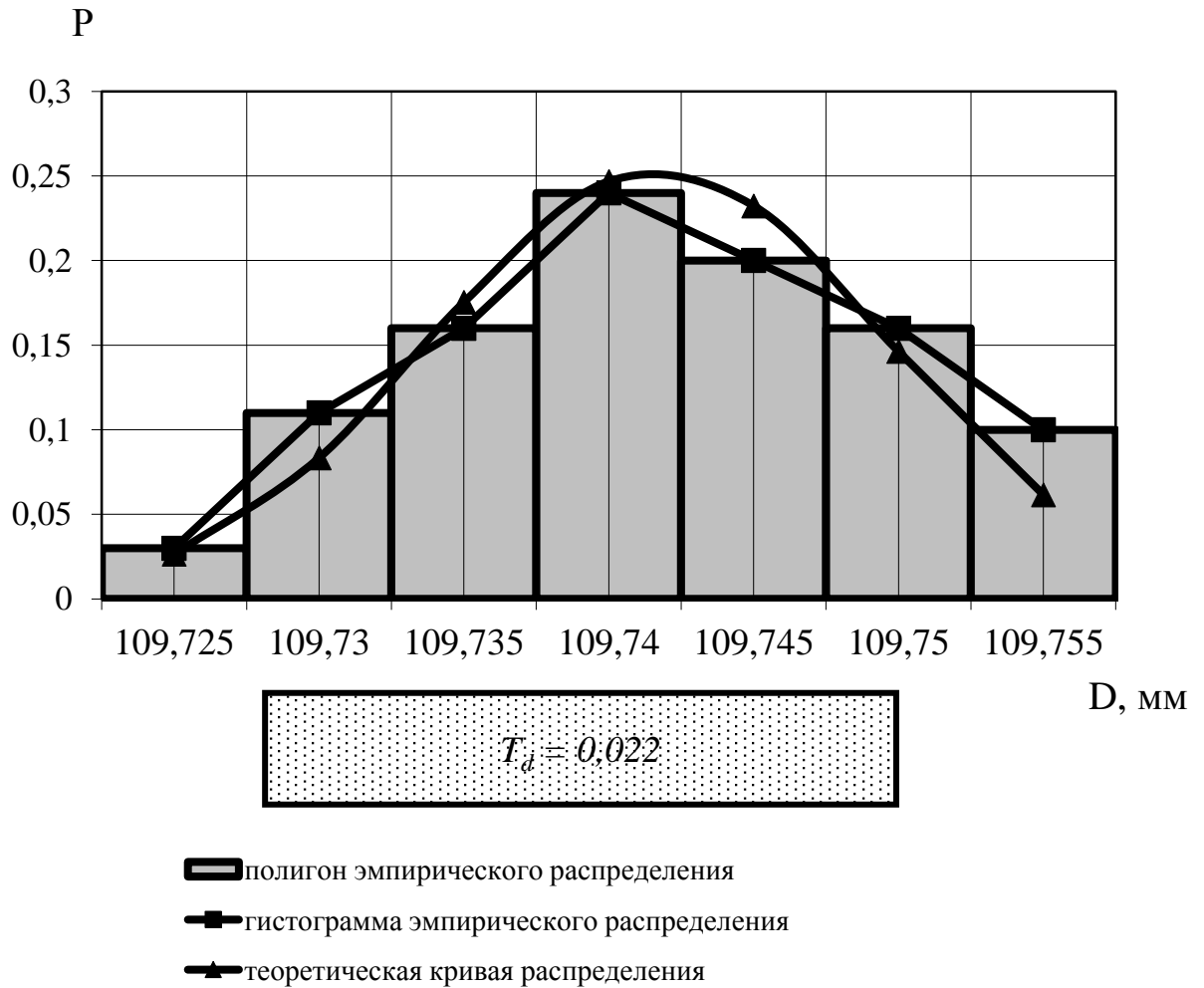


Рисунок 4.3 – Рассеяние размеров коренных шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ

Анализ качества процесса показал, что 1,32% коренных шеек и 1,7% шатунных шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ перешлифованы выше верхнего значения допуска диаметра, а 4,18% коренных шеек и 1,07% шатунных шеек перешлифованы с диаметром меньше нижнего значения допуска. Общий брак составил по коренным шейкам 5,5%, по шатунным – 2,77%. Очевидно, что валы диаметром, превышающим нижнее значение допуска, могут быть отнесены к неисправимому браку, а детали, изготовленные с размерами, превышающими верхнее значение допуска, могут быть доведены до необходимой точности диаметра.

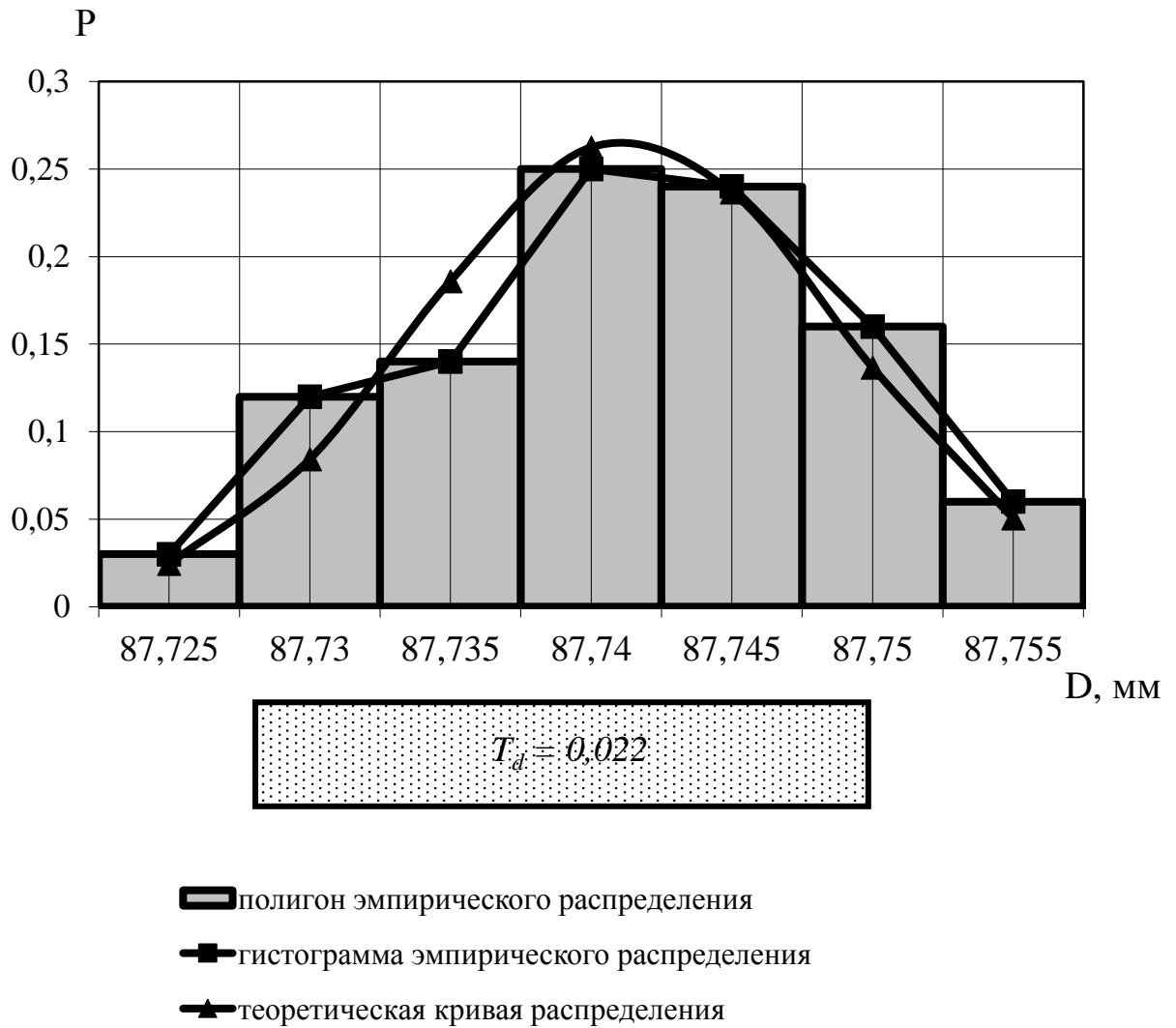


Рисунок 4.4 – Рассеяние размеров шатунных шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ

4.3 Применение диаграммы Парето для анализа процессов предприятий технического сервиса АПК

Для оценки внутренних потерь по процессам технического обслуживания и ремонта на предприятиях технического сервиса АПК каждому производственному процессу должна присваиваться собственная классификация видов дефектов. Для нашего рассматриваемого процесса ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ разработана и утверждена классификация видов дефектов, которая представлена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Классификация видов дефектов по процессу ремонта
коленчатых валов двигателей ЯМЗ [112]

Вид дефекта	Шифр дефекта	Вид брака
Диаметр коренной или шатунной шейки превышает наибольший предельный размер	ВН-1	Исправимый брак (ИБ)
Ширина шатунных шеек превышает наибольшее допустимое значение	ВН-2	Неисправимый брак (НБ)
Ширина коренных шеек превышает наибольшее допустимое значение	ВН-3	Неисправимый брак (НБ)
Длина от упорного торца первой коренной шейки до 3-ей коренной меньше минимально допустимого значения	ВН-4	Исправимый брак (ИБ)
Длина от упорного торца первой коренной шейки до 5-ой коренной меньше минимально допустимого значения	ВН-5	Исправимый брак (ИБ)
Длина от упорного торца первой коренной шейки до 4-ой шатунной меньше минимально допустимого значения	ВН-6	Исправимый брак (ИБ)
Длина шейки под шестерню превышает наибольшее предельное значение	ВН-7	Неисправимый брак (НБ)
Галтели коренных и шатунных шеек не соответствуют требованиям технической документации	ВН-8	Неисправимый брак (НБ)
Толщина и радиус противовесов не соответствуют требованиям технической документации	ВН-9	Неисправимый брак (НБ)
Не выдержано угловое расположение шатунных шеек	ВН-10	Неисправимый брак (НБ)
Диаметр поверхности под шкив меньше минимально допустимого значения	ВН-11	Неисправимый брак (НБ)
Биение поверхности под шкив превышает предельное значение	ВН-12	Неисправимый брак (НБ)
Ширина шпоночного паза под сегментную и призматическую шпонку меньше минимально допустимого значения	ВН-13	Исправимый брак (ИБ)
Симметричность шпоночного паза под шестерню и шкив-демпфер со ступицей не соответствуют требованиям технической документации	ВН-14	Неисправимый брак (НБ)
Диаметр отверстия под подшипник меньше минимально допустимого значения	ВН-15	Неисправимый брак (НБ)
Биение поверхности под подшипник превышает предельное значение	ВН-16	Неисправимый брак (НБ)
Биение фланца под маховик превышает предельное значение	ВН-17	Неисправимый брак (НБ)
Торцевое биение к первой опорной поверхности 1-ой коренной шейки превышает предельное значение	ВН-18	Неисправимый брак (НБ)
Торцевое биение ко второй опорной поверхности 1-ой коренной шейки превышает предельное значение	ВН-19	Неисправимый брак (НБ)
Допуск овальности 1-ой коренной шейки превышает предельное значение	ВН-20	Неисправимый брак (НБ)
Шероховатость коренных и шатунных шеек превышает предельное значение	ВН-21	Исправимый брак (ИБ)
Остаточный дисбаланс коленчатого вала со стороны маховика и со стороны шкива	ВН-22	Исправимый брак (ИБ)

Оценка внутренних потерь должна проводиться регулярно, чтобы предотвратить накопление дефектов и улучшить качество производства. Предприятиям технического сервиса АПК необходимо постоянно работать над совершенствованием своих процессов и методик, чтобы минимизировать внутренние потери и повысить эффективность производственных процессов.

В связи с этим, на основе контрольного листка, необходимо построить диаграмму Парето. Это позволит наглядно увидеть, на какие виды брака следует обратить особое внимание в первую очередь [112]. После анализа диаграммы Парето, которая представлена на рисунке 4.5 и построена по количеству брака, можно выделить наиболее часто встречающиеся виды дефектов.

Среди этих видов брака наиболее распространены несоответствие диаметра коренной или шатунной шейки, несоответствие длины шейки под шестерню, несоответствие биения поверхности под шкив, несоответствие шероховатости коренных и шатунных шеек, а также дисбаланс коленчатого вала со стороны маховика и со стороны шкива [112].

Исходя из этих результатов, можно предложить ряд мероприятий по снижению риска возникновения указанных видов брака. Например, необходимо провести дополнительные проверки и контрольные мероприятия на каждом этапе процесса ремонта, чтобы обнаружить и исправить возможные несоответствия диаметра, длины, биения и шероховатости. Также стоит обратить внимание на процесс балансировки коленчатого вала, чтобы избежать дисбаланса.

Для улучшения качества производственных процессов рекомендуется внедрить систему постоянного мониторинга и контроля, а также проводить регулярные обучающие программы для сотрудников, чтобы повысить их квалификацию и осведомленность о возможных дефектах и способах их предотвращения.

Важно также установить эффективную систему обратной связи с клиентами, чтобы оперативно реагировать на возможные проблемы и устранять их. Это поможет снизить потери, связанные с возвратами и рекламациями.

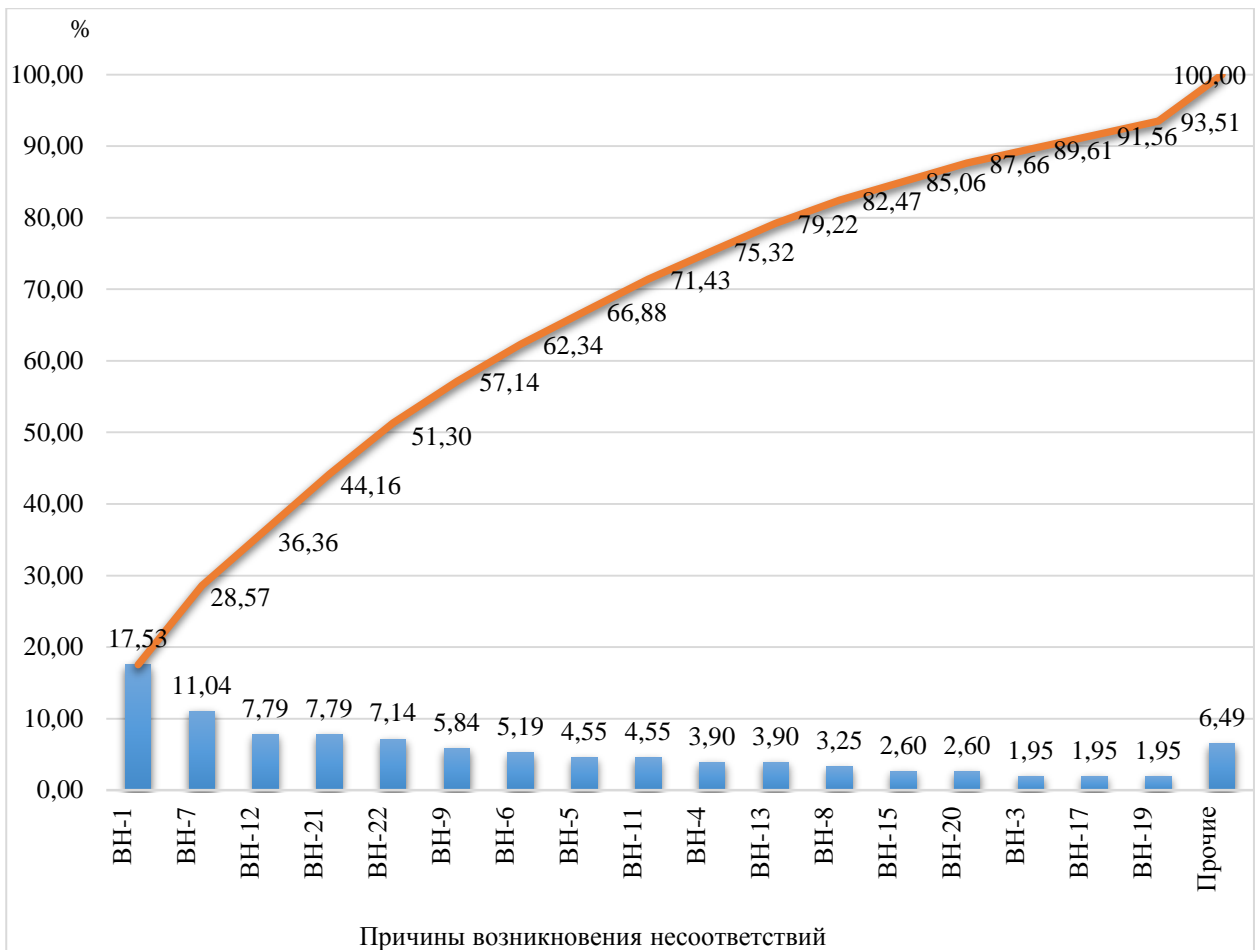


Рисунок 4.5 – Диаграмма Парето, характеризующая влияние видов дефектов на качество ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ

Внедрение этих мероприятий должно привести к снижению риска возникновения брака и, следовательно, уменьшению внутренних потерь. Это позволит сэкономить значительные средства и повысить конкурентоспособность предприятия.

Анализ внутренних потерь по видам дефектов и их количеству не является объективным, так как не содержит информацию о сумме внутренних потерь. Анализ внутренних потерь целесообразно проводить по суммарной величине каждого вида потерь [112].

4.4 Применение новых инструментов контроля и управления качеством для анализа процессов предприятий технического сервиса АПК

Рассмотрим применение новых инструментов контроля и управления качеством на примере процесса кузовного ремонта.

На первом этапе необходимо сформировать группу экспертов для проведения оценки качества процесса. Группа экспертов проводит декомпозицию качества оцениваемого процесса на совокупность простых, единичных свойств в виде последовательного многоуровневого расслоения каждого более сложного свойства на группу менее сложных. Для удобства визуализации и дальнейшей обработки данных результат этого этапа фиксируется в дереве свойств качества процесса (табл. 4.5) [95].

Таблица 4.5 – Дерево свойств качества процесса «Кузовной ремонт»

КАЧЕСТВО КУЗОВНОГО РЕМОНТА	
А. В части восстановления геометрии кузова	
	A1. Зазор между передними и задними дверями
	A2. Крепления и работа дверей
	A3. Отсутствие компенсирующих прокладок под крепеж
	A4. Отсутствие шума воздуха наибольшей разрешенной скорости на загородных трассах
Б. В части восстановления скрытых кузовных элементов	
	Б1. Состояние основных элементов с нижней части
	Б2. Состояние моторного отсека
	Б3. Состояние кузовного элемента из салона
В. В части окраски кузова	
	В1. Подбор комплекса грунтов и лакокрасочных материалов
	В2. Подготовки поверхности
	В3. Точность подбора краски
	В4. Уровень используемого оборудования

Для оценки качества процесса «Кузовной ремонт» был отобран образец – отремонтированный автомобиль.

Второй этап. В таблицах 4.6 – 4.10 представлены оценки экспертов и рассчитанные средние значения, характеризующие коэффициенты весомости для параметров качества представленных в дереве свойств (табл. 4.5).

Таблица 4.6 – Оценка важности параметров качества процесса «Кузовной ремонт» в части восстановления геометрии кузова

Показатель	Оценки экспертов (b_{ij})				Расчетные значения (B_{ij})				Среднее значение (\bar{B}_{ij})
	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	
A1	1,00	3,00	3,00	5,00	0,54	0,56	0,56	0,42	0,52
A2	0,33	1,00	1,00	3,00	0,18	0,19	0,19	0,25	0,20
A3	0,33	1,00	1,00	3,00	0,18	0,19	0,19	0,25	0,20
A4	0,20	0,33	0,33	1,00	0,11	0,06	0,06	0,08	0,08
Сумма (S)	1,87	5,33	5,33	12,00	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблица 4.7 – Оценка важности параметров качества процесса «Кузовной ремонт» в части восстановления скрытых кузовных элементов

Показатель	Оценки экспертов (b_{ij})			Расчетные значения (B_{ij})			Среднее значение (\bar{B}_{ij})
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	
B1	1,00	5,00	5,00	0,71	0,79	0,56	0,51
B2	0,20	1,00	3,00	0,14	0,16	0,33	0,16
B3	0,20	0,33	1,00	0,14	0,05	0,11	0,08
Сумма (S)	1,40	6,33	9,00	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблица 4.8 – Оценка важности параметров качества процесса «Кузовной ремонт» в части окраски кузова

Показатель	Оценки экспертов (b_{ij})				Расчетные значения (B_{ij})				Среднее значение (\bar{B}_{ij})
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	
B1	1,00	0,20	3,00	1,00	0,14	0,13	0,32	0,10	0,17
B2	5,00	1,00	5,00	5,00	0,68	0,63	0,54	0,50	0,59
B3	0,33	0,20	1,00	3,00	0,05	0,13	0,11	0,30	0,14
B4	1,00	0,20	0,33	1,00	0,14	0,13	0,04	0,10	0,10
Сумма (S)	7,33	1,60	9,33	10,00	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблица 4.9 – Оценка важности укрупненных групп параметров качества процесса «Кузовной ремонт»

Показатель	Оценки экспертов (b_{ij})			Расчетные значения (B_{ij})			Среднее значение (\bar{B}_{ij})
	A	Б	В	A	Б	В	
A	1,00	3,00	0,33	0,23	0,43	0,20	0,29
Б	0,33	1,00	0,33	0,08	0,14	0,20	0,14
В	3,00	3,00	1,00	0,69	0,43	0,60	0,57
Сумма (S)	4,33	7,00	1,67	1,0	1,0	1,0	1,0

Третий этап. Группа экспертов провела оценку показателей качества кузовного ремонта, результаты представлены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Экспертная оценка показателей качества кузовного ремонта

Показатель	Оценка показателя (a_{ijk})					Средний балл (\bar{a}_{ij*})	Коэффициент весомости (\bar{B}_{ij})	Средневзвешенное значение (p_{ij})
	Эксперт №							
	1	2	3	4	5			
A1.	4	4	3	3	4	3,6	0,52	1,872
A2.	3	3	4	3	4	3,4	0,2	0,68
A3.	4	4	3	4	3	3,6	0,2	0,8
A4.	5	4	4	5	4	4,4	0,08	0,352
B1.	4	4	4	3	3	3,6	0,51	1,836
B2.	3	3	4	4	4	3,6	0,16	0,576
B3.	3	4	4	5	4	4	0,08	0,32
B1.	4	4	3	4	4	3,8	0,17	0,646
B2.	5	4	4	4	4	4,2	0,59	2,478
B3.	4	4	4	5	5	4,4	0,14	0,616
B4.	4	3	3	3	4	3,4	0,1	0,34

Результат оценки суммарного средневзвешенного показателя качества (P) процесса «Кузовной ремонт» [95] представлен в таблице 4.11.

Результат оценки согласованности мнений экспертов о весомости каждого показателя качества представлен в таблице 4.12.

В нашем случае, при коэффициенте вариации $V = 0,16$ мнения экспертов о качестве ремонта кузова считаются согласованными [95].

Матрица оценки качества процесса «Кузовной ремонт» представлена в таблице 4.13.

Таблица 4.11 – Оценка суммарного средневзвешенного показателя качества процесса «Кузовной ремонт» [95]

Группа показателей	Групповой коэффициент весомости (\bar{B}_i)	Суммарный показатель качества в группе ($p_{гj}$)	Средневзвешенный показатель качества в группе ($P_{гj}$)
А. В части восстановления геометрии кузова	0,29	3,624	1,05
Б. В части восстановления скрытых кузовных элементов	0,14	2,732	0,38
В. В части окраски кузова	0,57	4,08	2,33
Суммарный средневзвешенный показатель качества процесса «Качество кузовного ремонта» (P)			3,76

Таблица 4.12 – Оценка согласованности мнения экспертов [95]

Показатель	Обозначение	Значение
Среднее арифметическое значение по всем значениям	\bar{a}_{***}	0,611
Среднее квадратическое отклонение по всем оценкам	σ	3,818
Коэффициент вариации	V	0,16

Таблица 4.13 – Матрица оценки качества процесса «Кузовной ремонт» [95]

Важность показателя	Уровень воздействия на качество (показатель качества)			
	1,0 ... 2,0	2,1 ... 3,0	3,1 ... 4,0	4,1 ... 5,0
0,81...1,0				
0,61 ...0,8				
0,41... 0,6			A1; B1;	B2; B
0,21 ... 0,4			A	
0,0 ... 0,2		Б	A2; A3; A4; B2; B1; B4	B3; B3

Из матрицы (табл. 4.13) видно, что большинство показателей находятся в зоне высокого качества, следует обратить особое внимание на показатели группы A1 и B1 так как они находятся в зоне удовлетворительного качества. Несмотря на то, что их значения можно считать приемлемыми, у этих показателей есть резерв для роста [95].

Четвертый этап. Сравнительный анализ динамики данных по показателям качества процесса «Кузовной ремонт» представлен в таблице 4.14 [95].

Таблица 4.14 – Анализ динамики изменения показателей качества процесса «Кузовной ремонт»

Показатель	Квартал			
	I	II	III	IV
А. В части восстановления геометрии кузова	1,05	0,95	0,95	0,97
Б. В части восстановления скрытых кузовных элементов	0,38	0,42	0,5	0,56
В. В части окраски кузова	2,33	2,38	2,42	2,54
Суммарный средневзвешенный показатель	3,76	3,75	3,87	4,07

Для удобства анализа динамики изменения показателей качества процесса «Кузовной ремонт», используя данные таблицы 4.14, построим диаграмму (рис. 4.6) [95].

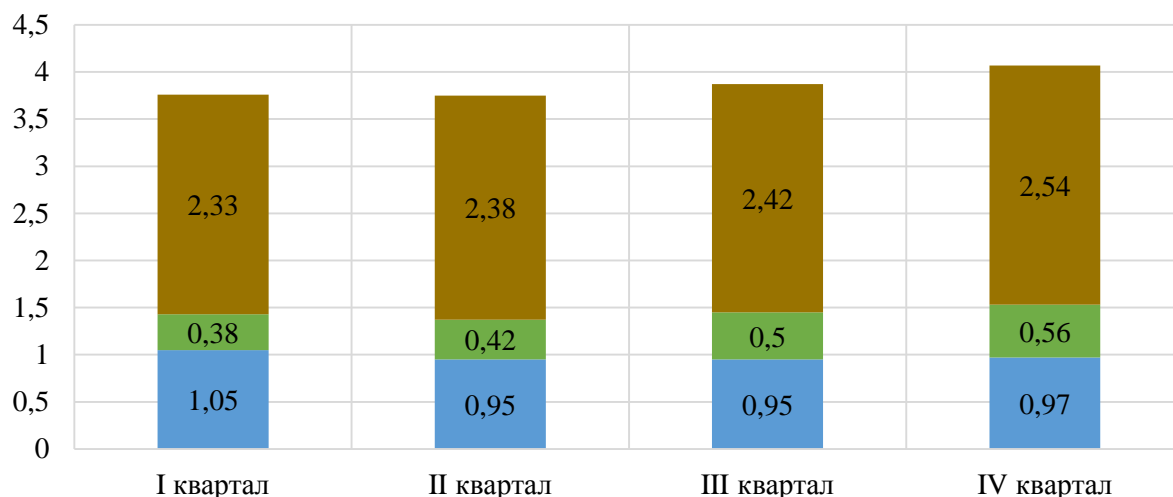


Рисунок 4.6 – Динамика изменения показателей качества процесса «Кузовной ремонт»

Из диаграммы, представленной на рисунке 4.6, можно сделать вывод, соотношение групп показателей качества (А, Б, В) практически постоянное. Уровень качества по процессу «Кузовной ремонт» имеет тенденцию к росту, рост уровня качества происходит благодаря повышению качества части окраски кузова (группа В).

Результаты оценки относительного показателя качества процесса (P_o) «Кузовной ремонт» представлены в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Анализ динамики изменения относительного показателя качества процесса «Кузовной ремонт»

Значение	Квартал				
	I	II	III	IV	I
Суммарный средневзвешенный показатель в текущем периоде	3,76	3,75	3,87	4,07	–
Суммарный средневзвешенный показатель в предыдущем периоде	–	3,76	3,75	3,87	4,07
Относительный показатель (P_o)	–	0,997	1,032	1,052	–
Динамика изменения в % ($P_{o,\%}$)	–	-0,3	+3,2	+5,2	–

Из таблицы 4.15 видно, что качество процесса «Кузовной ремонт» во втором квартале снизилось на 0,3%, в остальные кварталы качество повышалось, наибольший прирост отмечен в четвертом квартале и составил 5,2%.

Предложенная методика позволяет оценить единичные показатели качества и суммарный средневзвешенный показатель. Данная методика является универсальной и может быть использована для оценки качества других процессов предприятий по техническому обслуживанию и ремонту.

4.5 Проектирование калибров для контроля валов и отверстий в ремонтном производстве

Ремонт машин – достаточно трудоемкий и сложный технологический процесс [131], в котором контроль занимает важнейшую роль. В процессе эксплуатации большинство соединений машин подвержено износу, происходит увеличение зазоров [53] и изменение натягов [73] в соединениях деталей и узлов. При длительной эксплуатации начинаются отказы, и машина приходит в ремонт. Входной контроль при ремонте является важнейшей операцией, которая предполагает принятие или забракование деталей [164]. Повышение точности новых и отремонтированных деталей, которое диктует современное ремонтное производство, приводит к необходимости использования новых средств измерений, при этом возможен рост затрат на контроль [165], а самое главное – необходимо обосновать вероятность появления потерь от погрешности средств измерений [165]. Кроме того, все более широкое применение находят статистические методы анализа и контроля качества на этапе ремонта машин [113].

В ремонтном производстве при контроле линейных размеров в зависимости от поставленной задачи могут преследоваться две различные цели. Для достижения одной из них в результате измерения определяют размер контролируемой детали в абсолютных величинах. Для достижения другой цели определяют размер контролируемой детали в пределах, предписанных для нее предельных отклонений и по результатам измерения относят деталь к годным или бракуют ее [119].

По мере эксплуатации узлы и механизмы техники изнашиваются. Одним из соединений, лимитирующим ресурс двигателя ЯМЗ является коленчатый вал. Для восстановления работоспособности коленчатого вала передней шейки вала предусмотрен ремонтный размер шеек: коренной $109,75_{-0,022}$; шатунной $87,75_{-0,022}$.

При ремонте осуществляется шлифование шеек вала под указанные ремонтные размеры, при этом необходимо обеспечить качество контроля. Для ремонтных предприятий, ремонтирующих двигатели ЯМЗ, предлагается разработать калибр – скобу для контроля качества выполнения операции шлифования шеек коленчатого вала под ремонтный размер.

На ремонтных предприятиях с серийным циклом производства, специализирующихся на ремонте двигателей ЯМЗ, необходимо использовать калибры, которые позволят обеспечить высокую производительность и качество контроля. Но применять стандартные калибры с нормированными исполнительными размерами по ГОСТ 21401-75 «Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Исполнительные размеры. Обозначение» невозможно из-за того, что сами размеры шеек и их отклонения не являются стандартными, не имеют условного обозначения и не подчиняются требованиям единой системы допусков и посадок, а размер – не из числа ряда нормальных линейных размеров. Необходимо индивидуальное проектирование калибра – скобы под данный размер [119].

Проектирование калибра – скобы для контроля размеров шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ необходимо начинать с определения характеристик норм точности контролируемого размера.

По ГОСТ 25347-2013 «Основные нормы взаимозаменяемости [34]. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки. Обозначение» определяются верхнее и нижнее предельные отклонения, представленные в таблице 4.16.

Для квалитета 6 и интервала размеров 80...120 мм по ГОСТ 24853-81 «Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Допуски» находим данные для расчета размеров калибров [119]:

величина сдвига внутрь поля допуска изделия $Z_1 = 5$ мкм;

величина для компенсации погрешности контроля калибрами валов с размерами свыше 180 мм $\alpha_1 = 0$ мкм;

граница износа калибра $Y_1 = 4$ мкм;

допуск на изготовление рабочего калибра для вала $H_1 = 6$ мкм;

допуск на изготовление контрольного калибра $H_p = 2,5$ мкм.

Таблица 4.16 – Характеристики норм точности диаметров шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ перешлифованных под ремонтный размер

Параметр шейки коленчатого вала		Условное обозначение	Значение, мм
Коренная шейка	Номинальный размер	$d_{\text{НОМ.}}$	109,75
	Верхнее предельное отклонение	es	0
	Нижнее предельное отклонение	ei	-0,022
	Допуск	T	0,022
	Наибольший предельный размер	$d_{\text{max}} = d_{\text{НОМ.}} + es$	109,75
	Наименьший предельный размер	$d_{\text{min}} = d_{\text{НОМ.}} + ei$	109,748
Шатунная шейка	Номинальный размер	$d_{\text{НОМ.}}$	87,75
	Верхнее предельное отклонение	es	0
	Нижнее предельное отклонение	ei	-0,022
	Допуск	T	0,022
	Наибольший предельный размер	$d_{\text{max}} = d_{\text{НОМ.}} + es$	87,75
	Наименьший предельный размер	$d_{\text{min}} = d_{\text{НОМ.}} + ei$	87,748

Проектирование калибров для контроля диаметров шеек коленчатого вала по найденным значениям приведет к обеспечению точности измерений с погрешностью ± 3 мкм. Применение универсальных средств измерений при контроле диаметров шеек коленчатого вала обеспечивает точность и воспроизводимость измерений с той же погрешностью ± 3 мкм. С целью повышения точности измерений и снижения вероятности появления ошибок первого и второго рода при проектировании калибра-скобы было принято уменьшить допуск на изготовление рабочего калибра для вала до 4 мкм, а величину сдвига внутрь поля допуска изделия до 3 мкм.

Формулы и результаты промежуточных расчетов исполнительных и предельных размеров калибра-скобы представлены в таблице 4.17.

Расчетные величины предельных размеров проектируемого калибра-скобы для контроля коренной и шатунной шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ представлены в таблицах 4.18 и 4.19.

Таблица 4.17 – Формулы и результаты промежуточных расчетов исполнительных и предельных размеров калибра-скобы для контроля размеров $109,75_{-0,022}$ и $87,75_{-0,022}$

Калибр	Размер			Отклонения	
	Формула	Результат расчета, мм		Формула	Результат расчета, мм
		Для $109,75_{-0,022}$	Для $87,75_{-0,022}$		
Проходная сторона новая	$d_{\max} - Z_1$	109,747	87,747	$\pm \frac{H_1}{2}$	$\pm 0,002$
Проходная сторона изношенная	$d_{\max} + Y_1 - \alpha_1$	109,754	87,754	–	–
Непроходная сторона	$d_{\min} + \alpha_1$	109,728	87,728	$\pm \frac{H_1}{2}$	$\pm 0,002$

Таблица 4.18 – Предельные размеры калибра-скобы для контроля коренной шейки $109,75_{-0,022}$ и шатунной шейки $87,75_{-0,022}$ коленчатого вала двигателя ЯМЗ

Наименование параметра калибра-скобы	Условное обозначение	Расчетное значение, мм	
		Для $109,75_{-0,022}$	Для $87,75_{-0,022}$
Наибольший размер проходной стороны	$ПР_{\max}$	109,749	87,749
Наименьший размер проходной стороны	$ПР_{\min}$	109,743	87,743
Наибольший размер непроходной стороны	$НЕ_{\max}$	109,730	87,730
Наименьший размер непроходной стороны	$НЕ_{\min}$	109,726	87,726
Предельный размер проходной изношенной стороны	$ПР_{\text{изн}}$	109,754	87,754
Исполнительный размер проходной стороны	$ПР_{\text{исп.}} = ПР_{\min}^{+H}$	$109,743^{+0,004}$	$87,743^{+0,004}$
Исполнительный размер непроходной стороны	$НЕ_{\text{исп.}} = НЕ_{\min}^{+H}$	$109,726^{+0,004}$	$87,726^{+0,004}$

Таблица 4.19 – Предельные размеры контрольных калибров для контроля размеров калибра-скобы $109,75_{-0,022}$ и $87,75_{-0,022}$

Наименование параметра контрольного калибра	Формула для расчета	Расчетное значение, мм	
		Для $109,75_{-0,022}$	Для $87,75_{-0,022}$
Наибольший предельный размер контрольного проходного калибра	$d_{\max} - Z_1 + H_p/2$	109,74825	87,74825
Наименьший предельный размер контрольного проходного калибра	$d_{\max} - Z_1 - H_p/2$	109,74575	87,74575
Наибольший предельный размер контрольного калибра для контроля износа	$d_{\max} + Y_1 + H_p/2$	109,75525	87,75525

Наименование параметра контрольного калибра	Формула для расчета	Расчетное значение, мм	
		Для 109,75 _{-0,022}	Для 87,75 _{-0,022}
Наименьший предельный размер контрольного калибра для контроля износа	$d_{\max} + Y_1 - H_p / 2$	109,75275	87,75275
Наибольший предельный размеры контрольного непроходного калибра	$d_{\min} + H_p / 2$	109,74925	87,74925
Наименьший предельный размеры контрольного непроходного калибра	$d_{\min} - H_p / 2$	109,74675	87,74675

Схемы расположения полей допусков для калибра-скобы, которые сформированы по результатам расчетов, представлены на рисунках 4.7 и 4.8. Эскизы калибра-скобы для контроля размера коренной и шатунной шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ представлены на рисунках 4.9 и 4.10.

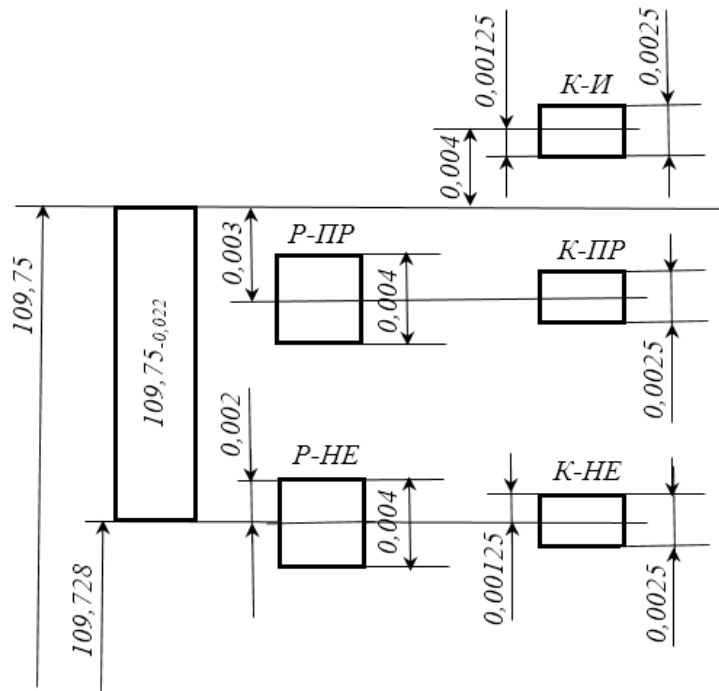


Рисунок 4.7 – Схема расположения полей допусков калибра-скобы для контроля размера коренной шейки коленчатого вала двигателей ЯМЗ после шлифовки под ремонтный размер 109,75_{-0,022}

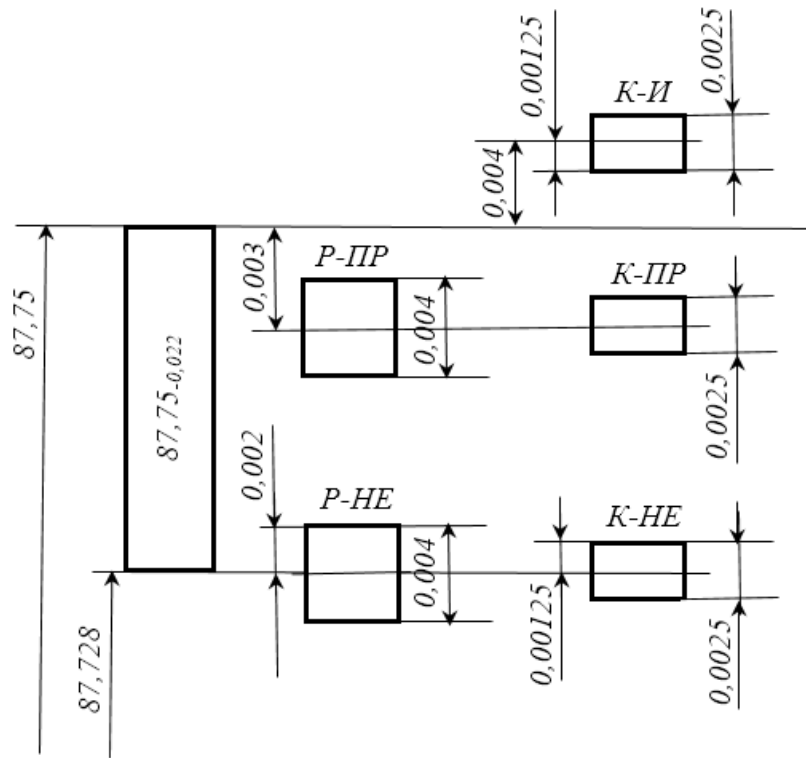


Рисунок 4.8 – Схема расположения полей допусков калибра-скобы для контроля размера шатунной шейки коленчатого вала двигателей ЯМЗ после шлифовки под ремонтный размер $87,75_{-0,022}$

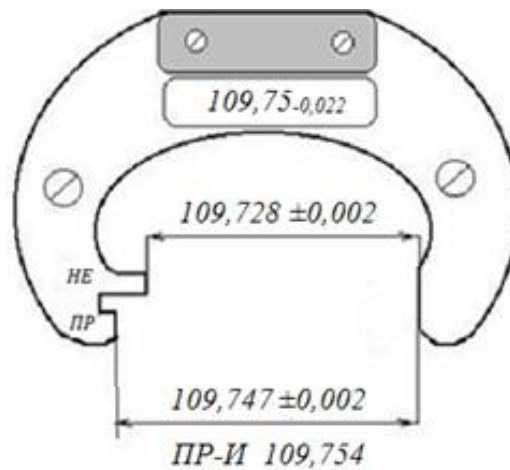


Рисунок 4.9 – Эскиз калибра-скобы для контроля размера коренной шейки коленчатого вала двигателей ЯМЗ после шлифовки под ремонтный размер $109,75_{-0,022}$

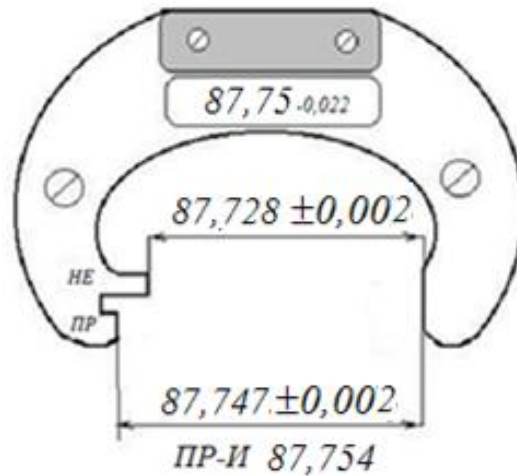


Рисунок 4.10 – Эскиз калибра-скобы для контроля размера шатунной шейки коленчатого вала двигателей ЯМЗ после шлифовки под ремонтный размер $87,75_{-0,022}$

Таким образом, разработан проект калибра-скобы для условий мелкосерийного ремонтного производства с целью контроля диаметра $109,75_{-0,022}$ коренной шейки и диаметра $87,75_{-0,022}$ шатунной шейки коленчатого вала двигателей ЯМЗ при ремонте методом шлифования под ремонтный размер. Унифицированные калибры для данных размеров использовать невозможно, так как отклонения и размеры не являются стандартными с позиции единой системы допусков и посадок и рядов нормальных линейных размеров.

Определен допуск на изготовление проходной и непроходной стороны, который равен 4 мкм. Величина сдвига внутрь середины поля допуска проходной стороны составила – 3 мкм. Предельная величина износа, который проверяется контрольным калибром, составила +4 мкм. Определен также допуск на изготовление размеров контрольного калибра, который составил 2,5 мкм, проведен расчет предельных размеров контрольных калибров. С учетом полученных значений построена схема расположения полей допусков калибра-скобы для контроля диаметра $109,75_{-0,022}$ коренной шейки коленчатого вала двигателей ЯМЗ.

В настоящее время при изготовлении калибра-скобы могут быть использованы современные материалы, износ которых в процессе измерений будет равен практически нулю. В связи с этим при проектировании калибра скобы можно

не учитывать величину сдвига внутрь середины поля допуска проходной стороны и установить допуск на изготовление проходной и непроходной стороны 3 мкм, что позволит повысить точность измерений и снизить процент ошибок первого и второго рода. С учетом этого рассчитаем размеры калибров для качества 6 и интервала размеров 80...120 мм по ГОСТ 24853-81 «Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Допуски»:

величина для компенсации погрешности контроля калибрами валов с размерами свыше 180 мм $\alpha_1 = 0$ мкм;

граница износа калибра $Y_1 = 4$ мкм;

допуск на изготовление рабочего калибра для вала $H_1 = 3$ мкм;

допуск на изготовление контрольного калибра $H_p = 2,5$ мкм.

Формулы и результаты промежуточных расчетов исполнительных и предельных размеров калибра-скобы из современных износостойких материалов представлены в таблице 4.20 [119].

Расчетные величины предельных размеров проектируемого калибра-скобы из современных износостойких материалов для контроля коренной и шатунной шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ представлены в таблице 4.21 [119].

Таблица 4.20 – Формулы и результаты промежуточных расчетов исполнительных и предельных размеров калибра-скобы из современных износостойких материалов для контроля размеров $109,75_{-0,022}$ и $87,75_{-0,022}$

Калибр	Размер			Отклонения	
	Формула	Результат расчета, мм		Формула	Результат расчета, мм
		Для $109,75_{-0,022}$	Для $87,75_{-0,022}$		
Проходная сторона новая	$d_{\max} - Z_1$	109,75	87,75	$\pm \frac{H_1}{2}$	$\pm 0,0015$
Проходная сторона изношенная	$d_{\max} + Y_1 - \alpha_1$	109,754	87,754	–	–
Непроходная сторона	$d_{\min} + \alpha_1$	109,728	87,728	$\pm \frac{H_1}{2}$	$\pm 0,0015$

Таблица 4.21 – Предельные размеры калибра-скобы для контроля коренной шейки 109,75_{-0,022} и шатунной шейки 87,75_{-0,022} коленчатого вала двигателя ЯМЗ

Наименование параметра калибра-скобы	Условное обозначение	Расчетное значение, мм	
		Для 109,75 _{-0,022}	Для 87,75 _{-0,022}
Наибольший размер проходной стороны	ПР _{max}	109,7515	87,7515
Наименьший размер проходной стороны	ПР _{min}	109,7485	87,7485
Наибольший размер непроходной стороны	НЕ _{max}	109,7295	87,7295
Наименьший размер непроходной стороны	НЕ _{min}	109,7265	87,7265
Предельный размер проходной изношенной стороны	ПР _{изн}	109,754	87,754
Исполнительный размер проходной стороны	ПР _{исп.} = ПР ^{+H} _{min}	109,7485 ^{+0,003}	87,7485 ^{+0,003}
Исполнительный размер непроходной стороны	НЕ _{исп.} = НЕ ^{+H} _{min}	109,7265 ^{+0,003}	87,7265 ^{+0,003}

Таблица 4.22 – Предельные размеры контрольных калибров для контроля размеров калибра-скобы из современных износостойких материалов 109,75_{-0,022} и 87,75_{-0,022}

Наименование параметра контрольного калибра	Формула для расчета	Расчетное значение, мм	
		Для 109,75 _{-0,022}	Для 87,75 _{-0,022}
Наибольший предельный размер контрольного проходного калибра	$d_{max} - Z_1 + H_p/2$	109,75125	87,75125
Наименьший предельный размер контрольного проходного калибра	$d_{max} - Z_1 - H_p/2$	109,74975	87,74975
Наибольший предельный размер контрольного калибра для контроля износа	$d_{max} + Y_1 + H_p/2$	109,75525	87,75525
Наименьший предельный размер контрольного калибра для контроля износа	$d_{max} + Y_1 - H_p/2$	109,75275	87,75275
Наибольший предельный размеры контрольного непроходного калибра	$d_{min} + H_p/2$	109,74925	87,74925
Наименьший предельный размеры контрольного непроходного калибра	$d_{min} - H_p/2$	109,74675	87,74675

Схемы расположения полей допусков для калибра-скобы из современных износостойких материалов, которые сформированы по результатам расчетов, представлены на рисунках 4.11 и 4.12. Эскизы калибра-скобы из современных

износостойких материалов для контроля размера коренной и шатунной шейки коленчатого вала ЯМЗ представлены на рисунках 4.13 и 4.14.

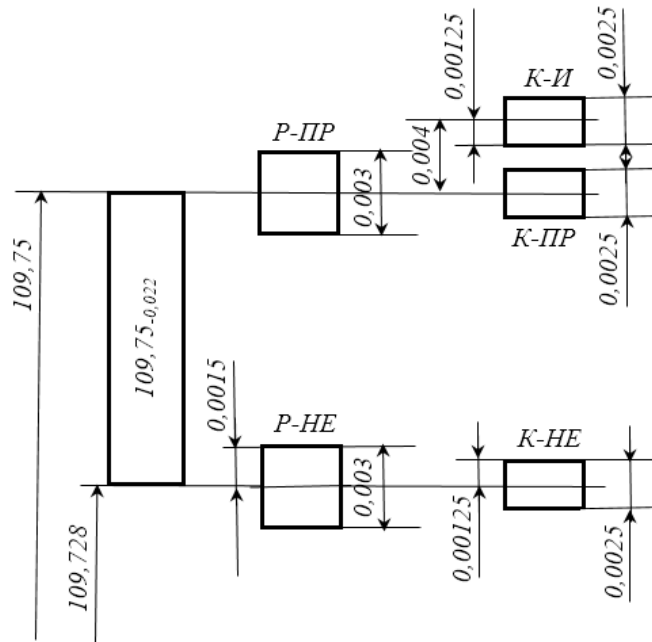


Рисунок 4.11 – Схема расположения полей допусков калибра-скобы из современных износостойких материалов для контроля размера коренной шейки коленчатого вала двигателей ЯМЗ после шлифовки под ремонтный размер $109,75_{-0,022}$

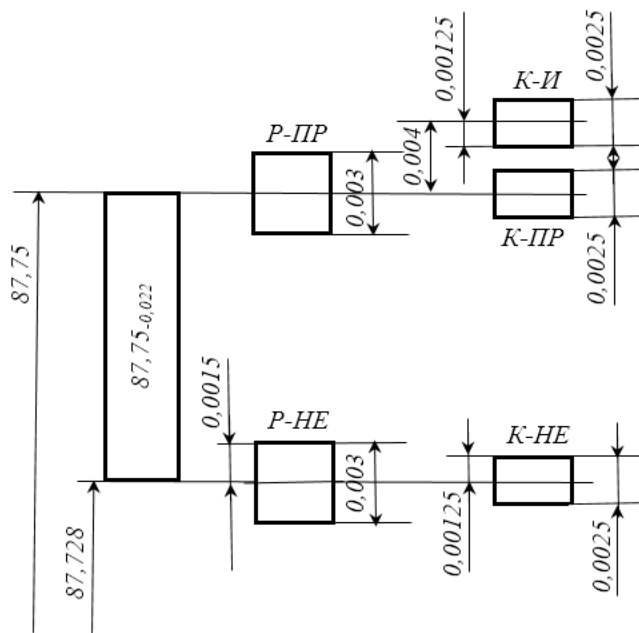


Рисунок 4.12 – Схема расположения полей допусков калибра-скобы из современных износостойких материалов для контроля размера шатунной

шейки коленчатого вала двигателей ЯМЗ после шлифовки под ремонтный
размер $87,75_{-0,022}$

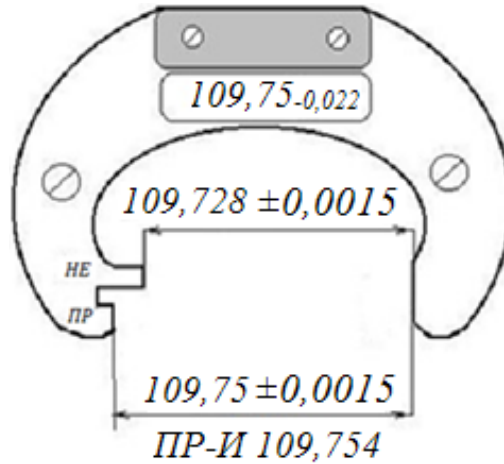


Рисунок 4.13 – Эскиз калибра-скобы из современных износостойких материалов для контроля размера коренной шейки коленчатого вала двигателей ЯМЗ после шлифовки под ремонтный размер $109,75_{-0,022}$

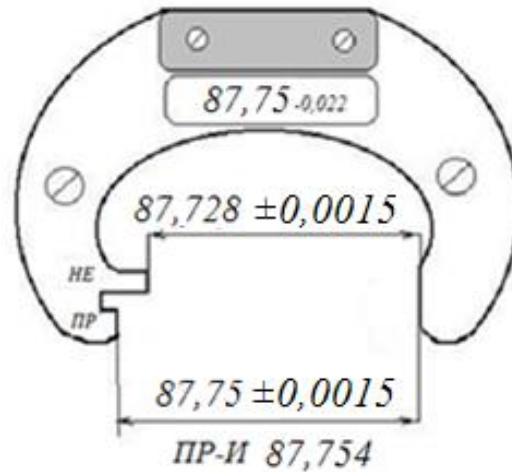


Рисунок 4.14 – Эскиз калибра-скобы из современных износостойких материалов для контроля размера шатунной шейки коленчатого вала двигателей ЯМЗ после шлифовки под ремонтный размер $87,75_{-0,022}$

Для условий мелкосерийного ремонта коренной опоры двигателя ЯМЗ на ремонтных предприятиях рекомендовано использовать калибр – пробку. Применять стандартные калибры с нормированными исполнительными размерами по ГОСТ 21401-75 «Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Исполнительные размеры. Обозначение» невозможно из-за того, что сами размеры опор и их отклонения не являются стандартными, не имеют условного обозначения и не

подчиняются требованиям единой системы допусков и посадок, а размер – не из числа ряда нормальных линейных размеров. Необходимо индивидуальное проектирование калибра – пробки под данный размер.

Проектирование калибра – пробки для контроля размеров коренных опор двигателя ЯМЗ необходимо начинать с определения характеристик норм точности контролируемого размера.

По ГОСТ 25347-2013 «Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки. Обозначение» определяются верхнее и нижнее предельные отклонения, представленные в таблице 4.23.

Таблица 4.23 – Характеристики норм точности диаметров коренных опор двигателя ЯМЗ после ремонта

Параметр коренной опоры	Условное обозначение	Значение, мм
Номинальный размер	$D_{\text{ном.}}$	109,75
Верхнее предельное отклонение	ES	+0,132
Нижнее предельное отклонение	EI	+0,108
Допуск	T	0,024
Наибольший предельный размер	$D_{\text{max}} = D_{\text{ном.}} + ES$	109,882
Наименьший предельный размер	$D_{\text{min}} = D_{\text{ном.}} + EI$	109,858

Для качества 6 и интервала размеров 80...120 мм по ГОСТ 24853-81 «Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Допуски» находим данные для расчета размеров калибров [119]:

отклонение середины поля допуска относительно наименьшего предельного размера $Z = 3 \text{ мкм} = 0,003 \text{ мм}$;

величина для компенсации погрешности контроля калибрами отверстий с размерами свыше 180 мм $\alpha = 0 \text{ мкм} = 0 \text{ мм}$;

допустимый выход изношенного проходного калибра за границу поля допуска $Y = 3 \text{ мкм} = 0,003 \text{ мм}$;

допуск на изготовление рабочего калибра – отверстия $H = 4 \text{ мкм} = 0,004 \text{ мм}$;

допуск на изготовление контрольного калибра $H_p = 2,5 \text{ мкм} = 0,0025 \text{ мм}$.

Формулы и результаты промежуточных расчетов исполнительных и предельных размеров калибра – пробки представлены в таблице 4.24.

Таблица 4.24 – Формулы и результаты промежуточных расчетов исполнительных и предельных размеров калибра – пробки и контрольного калибра

Калибр	Размер		Отклонения	
	Формула	Результат расчета, мм	Формула	Результат расчета, мм
Проходная сторона новая калибра – пробки	$D_{\min} + Z$	109,861	$\pm H/2$	$\pm 0,002$
Проходная сторона изношенная калибра – пробки	$D_{\min} - Y + \alpha$	109,855	–	–
Непроходная сторона калибра – пробки	$D_{\max} - \alpha$	109,882	$\pm H/2$	$\pm 0,002$
Проходная сторона контрольного калибра	$D_{\min} + Z$	109,861	$\pm H_p/2$	$\pm 0,00125$
Непроходная сторона контрольного калибра	$D_{\max} - \alpha$	109,882	$\pm H_p/2$	$\pm 0,00125$

Расчетные величины предельных размеров проектируемого калибра – пробки для контроля диаметров коренных опор двигателя ЯМЗ представлены в таблице 4.25.

Таблица 4.25 – Предельные размеры калибра-пробки для контроля диаметров коренных опор $109,75^{+0,132}_{+0,108}$ двигателя ЯМЗ

Наименование параметра калибра-пробки	Условное обозначение	Расчетное значение, мм
Наибольший размер проходной стороны	$ПР_{\max}$	109,863
Наименьший размер проходной стороны	$ПР_{\min}$	109,859
Наибольший размер непроходной стороны	$НЕ_{\max}$	109,884
Наименьший размер непроходной стороны	$НЕ_{\min}$	109,880
Предельный размер проходной изношенной стороны	$ПР_{\text{изн}}$	109,855
Исполнительный размер проходной стороны	$ПР_{\text{исп.}} = ПР_{\max} - H$	109,863 _{-0,004}
Исполнительный размер непроходной стороны	$НЕ_{\text{исп.}} = НЕ_{\max} - H$	109,884 _{-0,004}

Предельные размеры контрольного калибра для контроля размеров калибра-пробки $109,75^{+0,132}_{+0,108}$ представлены в таблице 4.26.

Таблица 4.26 – Предельные размеры контрольного калибра для контроля размеров калибра-пробки $109,75^{+0,132}_{+0,108}$

Наименование параметра контрольного калибра	Формула для расчета	Расчетное значение, мм
Наибольший предельный размер контрольного проходного калибра – пробки	$D_{\max} + Z + H_p / 2$	109,88625
Наименьший предельный размер контрольного проходного калибра – пробки	$D_{\min} + Z - H_p / 2$	109,88475
Наибольший предельный размер контрольного непроходного калибра – пробки	$D_{\max} + H_p / 2$	109,88325
Наименьший предельный размер контрольного непроходного калибра – пробки	$D_{\min} - H_p / 2$	109,88075
Наибольший предельный размер контрольного калибра – пробки для контроля износа	$D_{\min} - Y + \alpha + H_p / 2$	109,85625
Наименьший предельный размер контрольного калибра – скобы для контроля износа	$D_{\min} - Y + \alpha - H_p / 2$	109,85375

Схема расположения полей допусков для калибра-пробки, которая сформирована по результатам расчетов, представлена на рисунке 4.15. Эскиз калибра-пробки для контроля диаметров коренных опор двигателя ЯМЗ представлен на рисунке 4.16.

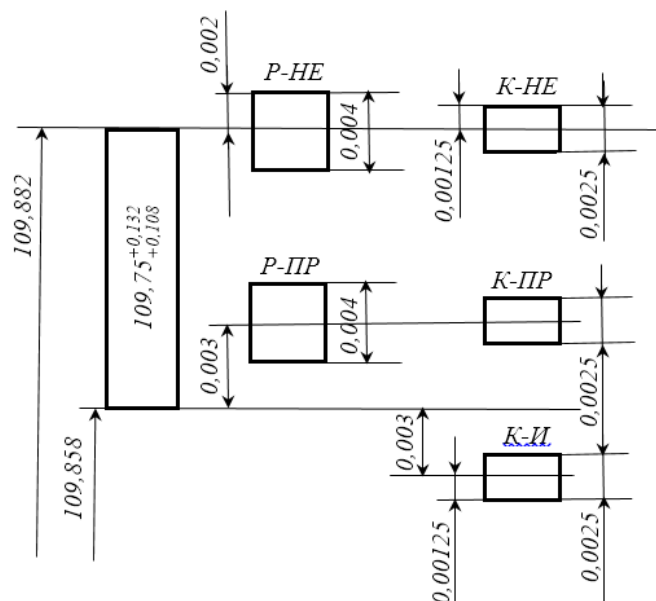


Рисунок 4.15 – Схема расположения полей допусков калибра-пробки для контроля диаметров коренных опор двигателя ЯМЗ

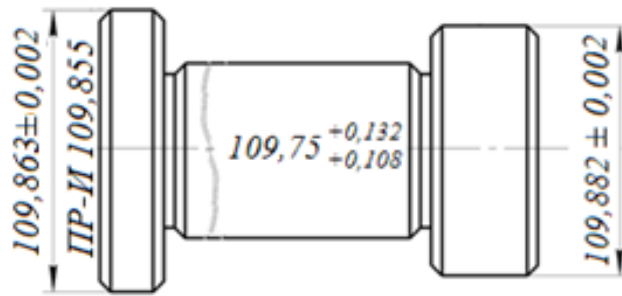


Рисунок 4.16 – Эскиз калибра-пробки для контроля диаметров коренных опор двигателя ЯМЗ

Таким образом, разработаны калибры для условий ремонтного производства с целью контроля диаметров коренных и шатунных шеек коленчатого вала и коренных опор двигателя ЯМЗ при ремонте.

4.6 Выводы по главе

1. Для исследования процессов предприятий технического сервиса АПК применяются инструменты контроля качества. Контрольные листки используются для сбора данных о процессе. Гистограммы используются для анализа распределения данных. Диаграммы Парето помогают определить наиболее значимые проблемы в процессе. Диаграмма Исикавы помогает определить причины проблем.

2. В процессах дефектации и контроля размеров коленчатого вала двигателя ЯМЗ используется контрольный листок, разработанный и представленный в третьей главе. Данный контрольный листок позволяет провести анализ и определить степень износа каждой шейки. Из информации на контрольном листке видно, что износ коренной шейки происходит медленнее, чем у шатунной шейки. Особенно большие значения износа наблюдаются в плоскости S1 для шатунной шейки. Это объясняется тем, что именно в этой плоскости на шатунную шейку оказывается наибольшее давление во время такта сжатия и такта разряжения. Износ шатунной шейки, особенно в верхней части, может привести к уменьшению радиуса кривошипа. Однако коренная шейка изнашивается более равномерно.

Разработанный контрольный листок можно также использовать для анализа процессов ремонта сельскохозяйственной техники.

3. Контрольные карты используются для мониторинга процесса и выявления отклонений от заданных параметров. Они помогают определить, когда процесс выходит из-под контроля и требуется принятие мер для его улучшения. Для мониторинга процесса перешлифовки коленчатых валов двигателей ЯМЗ применены контрольные карты, анализ которых показал, что процесс находится в неуправляемом статистическом состоянии. Этому свидетельствуют серия точек, по которым наблюдаются значительные скачки из зоны A1 в зону A2, также наблюдается приближение точек к контрольным границам. О статистической неуправляемости процесса также свидетельствует индекс воспроизводимости процесса, который меньше 1.

Для оценки качества технологического процесса необходимо сопоставление величины допуска с полем его рассеяния в определенной технологической системе.

4. Наиболее эффективным способом исследования распределения размера параметра является построение гистограммы. Анализ качества процесса показал, что 1,32% коренных шеек и 1,7% шатунных шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ перешлифованы выше верхнего значения допуска диаметра, а 4,18% коренных шеек и 1,07% шатунных шеек перешлифованы с диаметром меньше нижнего значения допуска. Общий брак составил по коренным шейкам 5,5%, по шатунным – 2,77%. Очевидно, что валы диаметром, превышающим нижнее значение допуска, могут быть отнесены к неисправимому браку, а детали, изготовленные с размерами, превышающими верхнее значение допуска, могут быть доведены до необходимой точности диаметра.

5. Для оценки внутренних потерь по процессам технического обслуживания и ремонта на предприятиях технического сервиса АПК каждому производственному процессу должна присваиваться собственная классификация видов дефектов. Для нашего рассматриваемого процесса ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ разработана и утверждена классификация видов дефектов.

Оценка внутренних потерь должна проводиться регулярно, чтобы предотвратить накопление дефектов и улучшить качество производства. Предприятиям технического сервиса АПК необходимо постоянно работать над совершенствованием своих процессов и методик, чтобы минимизировать внутренние потери и повысить эффективность производственных процессов.

В связи с этим, на основе контрольного листка, необходимо построить диаграмму Парето. Это позволит наглядно увидеть, на какие виды брака следует обратить особое внимание в первую очередь. После анализа диаграммы Парето можно выделить наиболее часто встречающиеся виды дефектов.

Среди этих видов брака наиболее распространены несоответствие диаметра коренной или шатунной шейки, несоответствие длины шейки под шестерню, несоответствие биения поверхности под шкив, несоответствие шероховатости коренных и шатунных шеек, а также дисбаланс коленчатого вала со стороны маховика и со стороны шкива.

6. Исходя из этих результатов, можно предложить ряд мероприятий по снижению риска возникновения указанных видов брака. Например, необходимо провести дополнительные проверки и контрольные мероприятия на каждом этапе процесса ремонта, чтобы обнаружить и исправить возможные несоответствия диаметра, длины, биения и шероховатости. Также стоит обратить внимание на процесс балансировки коленчатого вала, чтобы избежать дисбаланса.

7. Для улучшения качества производственных процессов рекомендуется внедрить систему постоянного мониторинга и контроля, а также проводить регулярные обучающие программы для сотрудников, чтобы повысить их квалификацию и осведомленность о возможных дефектах и способах их предотвращения.

Важно также установить эффективную систему обратной связи с клиентами, чтобы оперативно реагировать на возможные проблемы и устранять их. Это поможет снизить потери, связанные с возвратами и рекламациями.

Внедрение этих мероприятий должно привести к снижению риска возникновения брака и, следовательно, уменьшению внутренних потерь. Это

позволит сэкономить значительные средства и повысить конкурентоспособность предприятия.

Анализ внутренних потерь по видам дефектов и их количеству не является объективным, так как не содержит информацию о сумме внутренних потерь. Анализ внутренних потерь целесообразно проводить по суммарной величине каждого вида потерь.

8. Также разработаны калибры для условий ремонтного производства с целью контроля диаметров коренных и шатунных шеек коленчатого вала и коренных опор двигателя ЯМЗ при ремонте. Унифицированные калибры для данных размеров использовать невозможно, так как отклонения и размеры не являются стандартными с позиции единой системы допусков и посадок и рядов нормальных линейных размеров.

5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ОТ БРАКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

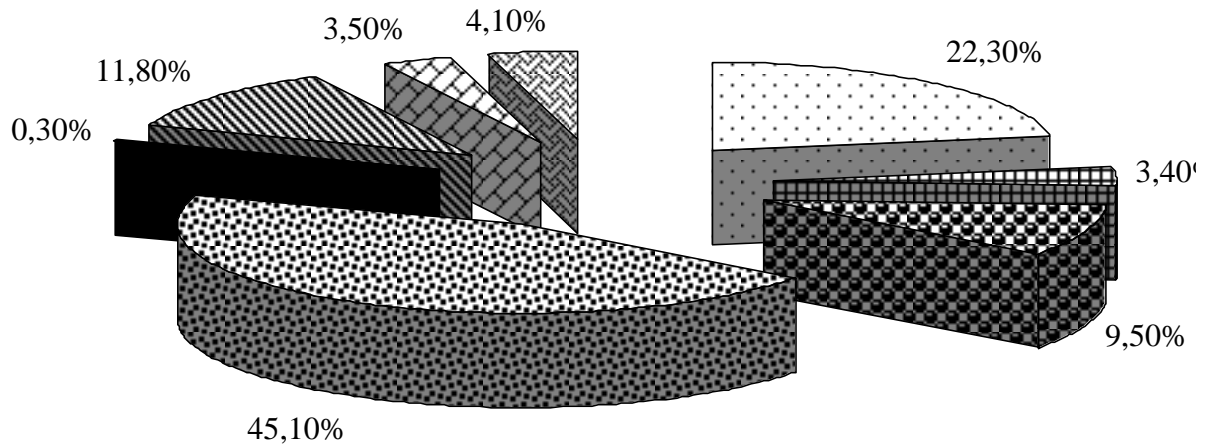
5.1 Результаты исследования базовых затрат на процесс

На предприятиях технического сервиса АПК проведена оценка общих издержек, связанных с процессом ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ. Исследование показало, что основная часть затрат приходится на базовые расходы. Базовые затраты являются неотъемлемым условием для успешной реализации процесса ремонта. Применена предложенная методика для оценки базовых затрат на ремонт коленчатых валов двигателей ЯМЗ, и результаты представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Базовые затраты на ремонт коленчатых валов двигателей ЯМЗ

Вид затрат	Результаты расчетов затрат, руб. / ед. ремонта
Фонд оплаты труда, в том числе	11912
Фонд оплаты труда сотрудников основного производства	5286
Фонд оплаты труда сотрудников вспомогательного и обслуживающего производства	2408
Фонд оплаты труда управленческого персонала	4217
Стоимость материалов	5033
Стоимость сырья	1888
Стоимость запасных частей	23382
Стоимость вспомогательных материалов	307
Износ инструментов и приспособлений	6203
Амортизационные отчисления	1952
Стоимость содержания и эксплуатации ОПФ	2279
ИТОГО (Базовые издержки)	52958

Базовые затраты на процесс ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ в процентном соотношении представлены на рисунке 5.1.



- Зарплата персонала, участвующего в процессе ремонта продукции
- Сырье, используемое при ремонте продукции
- Основные материалы, используемые при ремонте продукции
- Запасные части, используемые при ремонте продукции
- Вспомогательные материалы, используемые при ремонте продукции
- Износ инструментов и приспособлений, используемых при ремонте продукции
- Амортизация основных средств, используемых при ремонте продукции
- Расходы на содержание и эксплуатацию ОПФ

Рисунок 5.1 – Базовые затраты на процесс ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ в процентах

Однако, кроме базовых затрат, существуют и другие факторы, которые могут влиять на общие издержки при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники. Например, стоимость запасных частей, необходимых для замены поврежденных деталей, может значительно повлиять на итоговые затраты. Также, опыт и квалификация персонала, занятого в процессе технического обслуживания и ремонта, играют важную роль. Если у работников есть необходимые навыки и знания, они могут выполнять работы более эффективно, что в конечном итоге снижает издержки.

Кроме того, использование современного оборудования и технологий также может оказывать влияние на общие издержки. Если предприятие обладает современным оборудованием, которое позволяет проводить работы по техническому обслуживанию и ремонту более точно и быстро, это может сократить время, затрачиваемое на каждый ремонтный процесс, и, соответственно, снизить издержки.

Эффективное управление процессами технического обслуживания и ремонта также играет роль в снижении затрат. Если предприятие имеет хорошо организованную систему управления, которая позволяет оптимизировать процессы, контролировать затраты и улучшать производительность, это может привести к сокращению издержек.

С целью управленческого учета издержек процессов технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники разработана формы предоставления сведений о затратах на качество. В таблице 5.2 представлена форма отчета по базовым издержкам, в которой представлены данные по процессу ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ на предприятиях технического сервиса АПК.

Таблица 5.2 – Базовые издержки процесса ремонта двигателей ЯМЗ

№ п/п	Статья затрат	Сумма, руб. / ед. ремонта	% к итогу
1.	Заработная плата	11810	22,3
2.	Сырье	1801	3,4
3.	Основные материалы	5031	9,5
4.	Запасные части	23884	45,1
5.	Вспомогательные материалы	159	0,3
6.	Износ инструментов и приспособлений	6249	11,8
7.	Амортизация основных средств	1854	3,5
8.	Энергия	953	1,8
9.	Горюче-смазочные материалы	688	1,3
10.	Затраты на текущий ремонт ОПФ	371	0,7
11.	Затраты на наладку оборудования	159	0,3
12.	Суммарные базовые издержки по процессу	52958	100,0

Анализ базовых затрат по процессу ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ, проведенный на основании данных предприятий по техническому

обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники, показал, что они составляют примерно 83% от общих затрат на этот процесс. Базовые издержки являются неотъемлемой частью процесса и их значительная доля в общих затратах вполне оправдана. Однако руководителям процесса и топ-менеджерам предприятий необходимо разработать меры по снижению этих затрат, чтобы обеспечить конкурентные преимущества на рынке услуг.

Для достижения этой цели предлагается внедрить систему мониторинга качества процессов для каждого типа продукции. Это позволит более точно определить, какие конкретные виды продукции требуют больше ресурсов и времени на техническое обслуживание и ремонт. Такой анализ поможет выявить причины возникновения высоких базовых затрат и принять меры по их снижению.

Кроме того, важно уделить внимание оптимизации самих процессов технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, чтобы сократить время, затрачиваемое на выполнение каждой операции. Внедрение новых технологий и методов работы может помочь улучшить эффективность процесса и снизить базовые затраты.

В целом, снижение базовых затрат на процессы технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники является важной задачей для предприятий технического сервиса АПК. Внедрение системы мониторинга затрат, оптимизация процессов и обучение персонала помогут достичь этой цели и обеспечить конкурентные преимущества на рынке предоставления услуг по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники.

5.2 Результаты исследования затрат на контроль

Оценим издержки на контроль по процессу ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ. Исходные данные об издержках на контроль по процессу ремонта получены по данным управленческого учета предприятий технического сервиса АПК. Методика оценки издержек на контроль по процессу ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ представлена в таблице 5.3 [72].

Таблица 5.3 – Издержек на контроль по процессу ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ [72]

Вид затрат	Результаты расчетов затрат, руб. / ед. ремонта
Издержки, связанные с проведением контроля до начала осуществления производства	211
Издержки, связанные с проведением входного контроля	711
Издержки, связанные с проведением лабораторных приемочных испытаний	252
Издержки на проверку качества	1698
Издержки на амортизацию, техническое обслуживание и калибровку оборудования	764
Издержки на материалы, использованные или разрушенные при разрушающем контроле	270
Издержки на проведение анализа с целью установки соответствия продукции требованиям к качеству	46
Издержки на контроль в различных режимах эксплуатации	269
Издержки на обязательное рассмотрение и одобрение другими специалистами	35
Издержки на контроль и испытания запасов	85
Издержки на хранение результатов контроля качества и контрольных эталонов	27
ИТОГО: Издержки на контроль по процессу ремонта	4368

В таблице 5.3 приведены основные этапы контроля по процессу ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ, а также соответствующие им издержки. Давайте рассмотрим каждый этап и оценим соответствующие издержки.

Первый этап – подготовка к контролю. На этом этапе производится подготовка рабочего места, необходимая документация, инструменты и оборудование. Издержки на этот этап включают затраты на приобретение и подготовку необходимых материалов и инструментов.

Второй этап – визуальный контроль. Здесь проводится осмотр коленчатого вала с целью выявления видимых дефектов и повреждений. Издержки на этот этап включают затраты на оплату труда сотрудников, проводящих визуальный контроль, а также на приобретение специальных инструментов для осмотра.

Третий этап – измерительный контроль. На этом этапе производится измерение различных параметров коленчатых валов двигателя с использованием специализированных приборов. Издержки на этот этап включают затраты на

приобретение и обслуживание измерительного оборудования, а также на обучение сотрудников, проводящих измерительный контроль.

Четвертый этап – испытательный контроль. Здесь проводятся испытания коленчатого вала с целью проверки его работоспособности и соответствия заданным параметрам. Издержки на этот этап включают затраты на проведение испытаний, оплату труда испытателей и обслуживание испытательного оборудования.

Пятый этап – анализ результатов контроля. На этом этапе производится анализ полученных данных и принятие решений о дальнейших действиях по ремонту коленчатого вала. Издержки на этот этап включают затраты на анализ данных, оплату труда аналитиков и использование специализированного программного обеспечения для анализа.

Таким образом, суммируя издержки на каждый этап контроля, получим общую оценку издержек на контроль по процессу ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ. Эти данные будут полезны для управления бюджетом предприятия и определения стоимости услуг по ремонту.

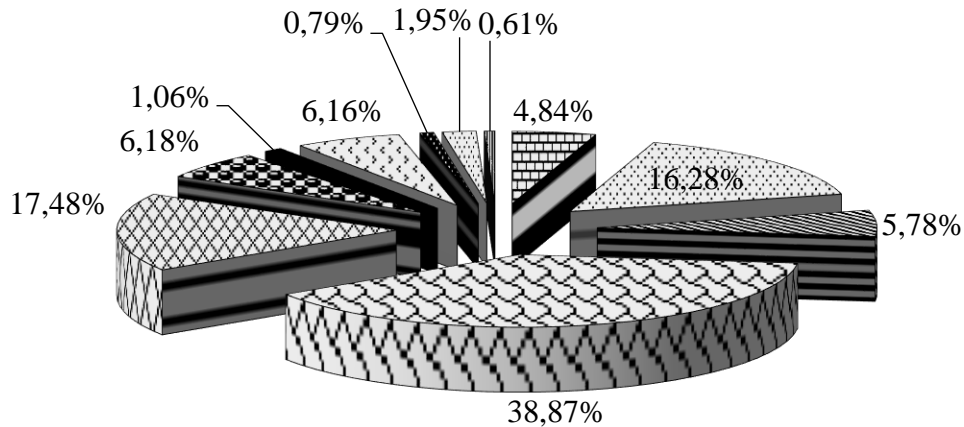
Издержки на оценку процесса ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ в процентном соотношении представлены на рисунке 5.2.

Применение предложенной методики оценки издержек на контроль в соответствии с процессным подходом позволит своевременно проводить предупреждающие и корректирующие мероприятия с целью снижения брака в производстве, что является важной экономической составляющей [72]. Анализ данных таблицы 5.3 позволяет увидеть, что издержки на оценку процесса занимают значительную долю от общих затрат на процесс ремонта коленчатых валов двигателя ЯМЗ и составляют 4368 рублей или 6,768% от общих затрат.

Применение предложенной методики оценки издержек на контроль в соответствии с процессным подходом имеет ряд преимуществ [72].

Во-первых, она позволяет своевременно выявлять и предотвращать возможные проблемы и дефекты в процессе производства. Например, если издержки на контроль внезапно увеличиваются, это может указывать на наличие

проблемы с качеством или эффективностью процесса. Благодаря этой методике компания сможет принимать предупреждающие и корректирующие меры, направленные на снижение брака и улучшение производительности.



- ▣ Издержки, связанные с проведением контроля до начала осуществления производства
- ▣ Издержки, связанные с проведением входного контроля
- ▣ Издержки, связанные с проведением лабораторных приемочных испытаний
- ▣ Издержки, связанные с проведением контроля и испытаний
- ▣ Издержки на оборудование для контроля и испытаний
- ▣ Издержки на материалы, используемые при контроле и испытаниях
- Издержки на анализ результатов контроля и испытаний, отчетность
- ▣ Издержки на контроль эксплуатационных характеристик продукции
- ▣ Издержки на рассмотрение и одобрение другими специалистами
- ▣ Издержки на оценку запасов продукции
- ▣ Издержки на хранение протоколов по продукции

Рисунок 5.2 – Издержки на оценку процесса ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ в процентах

Во-вторых, оценка издержек на контроль является важной экономической составляющей. Снижение брака в производстве позволяет сэкономить средства, которые в противном случае были потрачены на исправление ошибок, переработку или возврат товаров. Кроме того, улучшение качества продукции повышает удовлетворенность клиентов и способствует повышению конкурентоспособности компании на рынке.

Внедрение предложенной методики оценки издержек на контроль в соответствии с процессным подходом является важным шагом для повышения эффективности производства и снижения брака. Это позволит компаниям по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники не только экономить средства, но и улучшать качество своей продукции и оказываемых услуг, что в конечном итоге приведет к повышению удовлетворенности клиентов и укреплению их позиций на рынке.

5.3 Результаты исследования внутренних потерь

При несоответствии параметра требованиям технической документации, данная информация фиксируется в контрольном листке. Однако, для более полной оценки внутренних потерь, необходимо расширить контрольный листок, добавив данные о затратах на исправление дефектов в случае исправимого брака, а также о потерях при неисправимом браке и производстве продукции пониженной сортности [112]. Таким образом, новая форма контрольного листка позволит получить информацию о количестве дефектов и их стоимости одновременно.

В таблице 5.4 представлена доработанная форма контрольного листка. Теперь, помимо основных данных о несоответствиях требованиям, можно внести информацию о затратах на ремонт или исправление дефектов, если они являются исправимыми. Это поможет более точно оценить финансовые потери, связанные с такими дефектами. Кроме того, в контрольный листок также включены данные о потерях, которые возникают при неисправимом браке и производстве продукции пониженной сортности. Это важно для оценки общих потерь, которые компании могут понести из-за несоответствий требованиям.

Таблица 5.4 – Контрольный листок для регистрации видов дефектов и оценки внутренних потерь [112]

Вид дефекта	Шифр дефекта	Данные контроля за год	Вид брака	Затраты на исправления / потери, руб.	Суммарные внутренние потери, руб.
Диаметр коренной или шатунной шейки превышает наибольший предельный размер	ВН-1	//// // // // // // // //	ИБ	3190	86130
Ширина шатунных шеек превышает наибольшее допустимое значение	ВН-2	//	НБ	34130	68260
Ширина коренных шеек превышает наибольшее допустимое значение	ВН-3	///	НБ	34130	102390
Длина от упорного торца первой коренной шейки до 3-ей коренной меньше минимально допустимого значения	ВН-4	//// /	ИБ	1590	9540
Длина от упорного торца первой коренной шейки до 5-ой коренной меньше минимально допустимого значения	ВН-5	//// //	ИБ	1590	11130
Длина от упорного торца первой коренной шейки до 4-ой шатунной меньше минимально допустимого значения	ВН-6	//// ///	ИБ	1590	12720
Длина шейки под шестерню превышает наибольшее предельное значение	ВН-7	//// // // // //	НБ	34130	580210
Галтели коренных и шатунных шеек не соответствуют требованиям технической документации	ВН-8	////	НБ	34130	170650
Толщина и радиус противовесов не соответствуют требованиям технической документации	ВН-9	//// ///	НБ	34130	307170
Не выдержано угловое расположение шатунных шеек	ВН-10	//	НБ	34130	68260
Диаметр поверхности под шкив меньше минимально допустимого значения	ВН-11	//// //	НБ	34130	238910
Биение поверхности под	ВН-12	//// // // //	НБ	34130	409560

Вид дефекта	Шифр дефекта	Данные контроля за год	Вид брака	Затраты на исправления / потери, руб.	Суммарные внутренние потери, руб.
шкив превышает предельное значение					
Ширина шпоночного паза под сегментную и призматическую шпонку меньше минимально допустимого значения	ВН-13	//// /	ИБ	1580	9480
Симметричность шпоночного паза под шестерню и шкив-демпфер со ступицей не соответствуют требованиям технической документации	ВН-14	//	НБ	34130	68260
Диаметр отверстия под подшипник меньше минимально допустимого значения	ВН-15	///	НБ	34130	136520
Биение поверхности под подшипник превышает предельное значение	ВН-16	//	НБ	34130	68260
Биение фланца под маховик превышает предельное значение	ВН-17	///	НБ	34130	102390
Торцевое биение к первой опорной поверхности 1-ой коренной шейки превышает предельное значение	ВН-18	//	НБ	34130	68260
Торцевое биение ко второй опорной поверхности 1-ой коренной шейки превышает предельное значение	ВН-19	///	НБ	34130	102390
Допуск овальности 1-ой коренной шейки превышает предельное значение	ВН-20	////	НБ	34130	136520
Шероховатость коренных и шатунных шеек превышает предельное значение	ВН-21	//// //// //	ИБ	1580	18960
Остаточный дисбаланс коленчатого вала со стороны маховика и со стороны шкива	ВН-22	//// //// /	ИБ	1580	17380
Итого дефектов		154	-	-	2793350
Всего проконтролировано коленчатых валов		1000	-	-	-

Расширенный контрольный листок позволяет более полно и точно анализировать ситуацию с дефектами. Теперь возможно будет получить информацию о количестве дефектов, оценить их стоимость и определить общие потери, связанные с этими дефектами. Это поможет принять более обоснованные решения и улучшить производственную эффективность.

На основании контрольного листка в соответствии с разработанной методикой произведена оценка внутренних потерь, результаты которой представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Результаты оценки внутренних потерь по процессу ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ, в расчете на 1000 единиц продукции

Вид потерь	Сумма потерь, тыс. руб.
Отходы	1257,008
Переделки и ремонт	614,537
Анализ потерь	139,668
Взаимные уступки	419,003
Снижение сортности	279,335
Отходы и переделки, возникшие по вине поставщиков	83,800
Итого, внутренние потери	2793,35

Анализ потерь с помощью разработанной методики позволил выявить значительные внутренние потери в процессе ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ. Суммарная величина этих потерь составляет 2793,35 тыс. рублей или 8% от общих затрат на процесс [112]. Такое положение дел требует принятия мер для снижения риска возникновения брака.

В связи с этим, на основе контрольного листка, необходимо построить диаграмму Парето. Это позволит наглядно увидеть, на какие виды брака следует обратить особое внимание в первую очередь [112]. После анализа диаграммы Парето, которая представлена на рисунке 4.5 и построена по количеству брака, можно выделить наиболее часто встречающиеся виды дефектов.

Среди этих видов брака наиболее распространены несоответствие диаметра коренной или шатунной шейки, несоответствие длины шейки под шестерню, несоответствие биения поверхности под шкив, несоответствие шероховатости

коренных и шатунных шеек, а также дисбаланс коленчатого вала со стороны маховика и со стороны шкива.

Исходя из этих результатов, можно предложить ряд мероприятий по снижению риска возникновения указанных видов брака. Например, необходимо провести дополнительные проверки и контрольные мероприятия на каждом этапе процесса ремонта, чтобы обнаружить и исправить возможные несоответствия диаметра, длины, биения и шероховатости. Также стоит обратить внимание на процесс балансировки коленчатого вала, чтобы избежать дисбаланса.

Для улучшения качества производственных процессов рекомендуется внедрить систему постоянного мониторинга и контроля, а также проводить регулярные обучающие программы для сотрудников, чтобы повысить их квалификацию и осведомленность о возможных дефектах и способах их предотвращения.

Важно также установить эффективную систему обратной связи с клиентами, чтобы оперативно реагировать на возможные проблемы и устранять их. Это поможет снизить потери, связанные с возвратами и рекламациями.

Внедрение этих мероприятий должно привести к снижению риска возникновения брака и, следовательно, уменьшению внутренних потерь. Это позволит сэкономить значительные средства и повысить конкурентоспособность предприятия.

Анализ внутренних потерь по видам дефектов и их количеству не является объективным, так как не содержит информацию о сумме внутренних потерь. Анализ внутренних потерь целесообразно проводить по суммарной величине каждого вида потерь. Для этого можно использовать диаграмму Парето, построенную по категориям внутренних потерь (рис. 5.3).



Рисунок 5.3 – Диаграмма Парето по категориям внутренних потерь для процесса ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ

Анализируя диаграмму Парето по категориям внутренних потерь можно сделать вывод, что дефекты с меньшей вероятностью появления приносят наибольшую сумму потерь, так как стоимость этих видов дефектов выше. Необходимо подвергнуть тщательному анализу все факторы, влияющие на появление дефектов, имеющих высокую стоимость. Это дефекты, которые являются неисправимым браком. Основную часть внутренних потерь составляют отходы, переделки и ремонт.

5.4 Результаты исследования внешних потерь

В настоящее время особенно актуален вопрос расчета потерь предприятия технического сервиса АПК от внешнего брака, так как этот брак выявляется потребителем и состоит из материальных потерь, которые поддаются расчету, и нематериальных, сумму которых возможно определить только косвенно [110].

Оценку внешних потерь от несоответствия процессов на машиностроительных предприятиях АПК ремонтного профиля проведем на примере ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ.

Внешние потери предприятия в материальной сфере можно определить по формулам (2.51) - (2.56), как расходы предприятия по замене или ремонту изделий, в которых заказчик обнаружил дефекты, результаты расчетов представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Результаты оценки внешних потерь по процессу ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ, в расчете на 1000 единиц продукции

Вид затрат	Результаты расчетов затрат, тыс. руб.
Затраты, связанные с рекламациями продукции	505
Затраты на работы с возвращенной продукцией	802
Издержки вследствие уступок	297
Потеря продаж	446
Издержки вследствие изъятия	684
Юридические издержки вследствие низкого качества продукции	238
Итого, внешние потери	2972

Оценка внешних потерь с помощью разработанной методики выявила, что несоответствия по процессу ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ в целом имеют существенный вес. Для процесса ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ они составляют 2972 тыс. руб. (8,7 %). Основную часть внешних потерь составляют затраты на работы с возвращенной продукцией и издержки вследствие изъятия продукции низкого качества из оборота. Это говорит о том, что руководящему составу предприятия следует принять меры по предотвращению несоответствий в производстве, требуется провести мероприятия, которые позволят снизить процент брака в производстве и, соответственно, сократить потери от несоответствия.

Для устранения внешних потерь от брака необходимо выявить причины их возникновения, проанализировать и предупредить их появление. Выявление причин возникновения внешних потерь от брака, их экономическую оценку и

анализ можно провести с помощью диаграммы Парето, которая позволяет распределить усилия для разделения возникающих проблем и установить основные факторы, с которых нужно начинать действовать с целью их преодоления [110].

Рассмотрим пример определения внешних потерь предприятия при ремонте коленчатых валов двигателей ЯМЗ на машиностроительных предприятиях АПК ремонтного профиля. Основные дефекты, которые могут возникнуть после передачи изделия потребителю, а также вероятность возникновения этих дефектов, способы и стоимость их устранения приведены в таблице 5.7. Примем, что годовая программа выпуска продукции на предприятии составляет – 1000 единиц.

Таблица 5.7 – Основные виды дефектов при эксплуатации коленчатого вала двигателя ЯМЗ

Вид дефекта	Вероятность возникновения	Способы устранения	Средняя стоимость исправления одного дефекта, руб.	Внешние потери, тыс. руб.
Изгиб вала	0,23	Холодная или горячая правка коленчатого вала	3900	897
Коррозия трущихся поверхностей	0,19	Зачистка шлифовальной шкуркой, шлифование и полирование	2700	513
Биение торцевой поверхности фланца	0,17	Подрезание торца фланца на токарном станке с последующей балансировкой	3200	544
Износ маслосгонных канавок	0,12	Углубление резьбы резцом и шлифование шейки до выведения следов износа	2850	342
Износ коренных и шатунных шеек	0,09	Шлифование шеек коленчатого вала	4050	364
Прочие виды дефектов	0,20	В зависимости от вида дефекта	1560	312
Всего	1,00	–	–	2972

На рисунке 5.4 приведена диаграмма Парето, построенная по видам брака возникающих в процессе эксплуатации коленчатых валов двигателей ЯМЗ, где по оси абсцисс отложены дефекты, а по оси ординат – относительная доля числа дефектов. Виды дефектов ранжированы в порядке относительного вклада их

частоты появления в суммарном количестве видов дефектов готовых редукторов, которое принято за 100 %. Как видно из рисунка 5.4 наибольший процент брака готовой продукции (59 % от общей массы) дают первые три вида дефекта. Поэтому необходимо особое внимание обратить на причины возникновения изгиба вала, коррозии трущихся поверхностей и биения торцевой поверхности фланца при эксплуатации коленчатых валов двигателей ЯМЗ у потребителя.

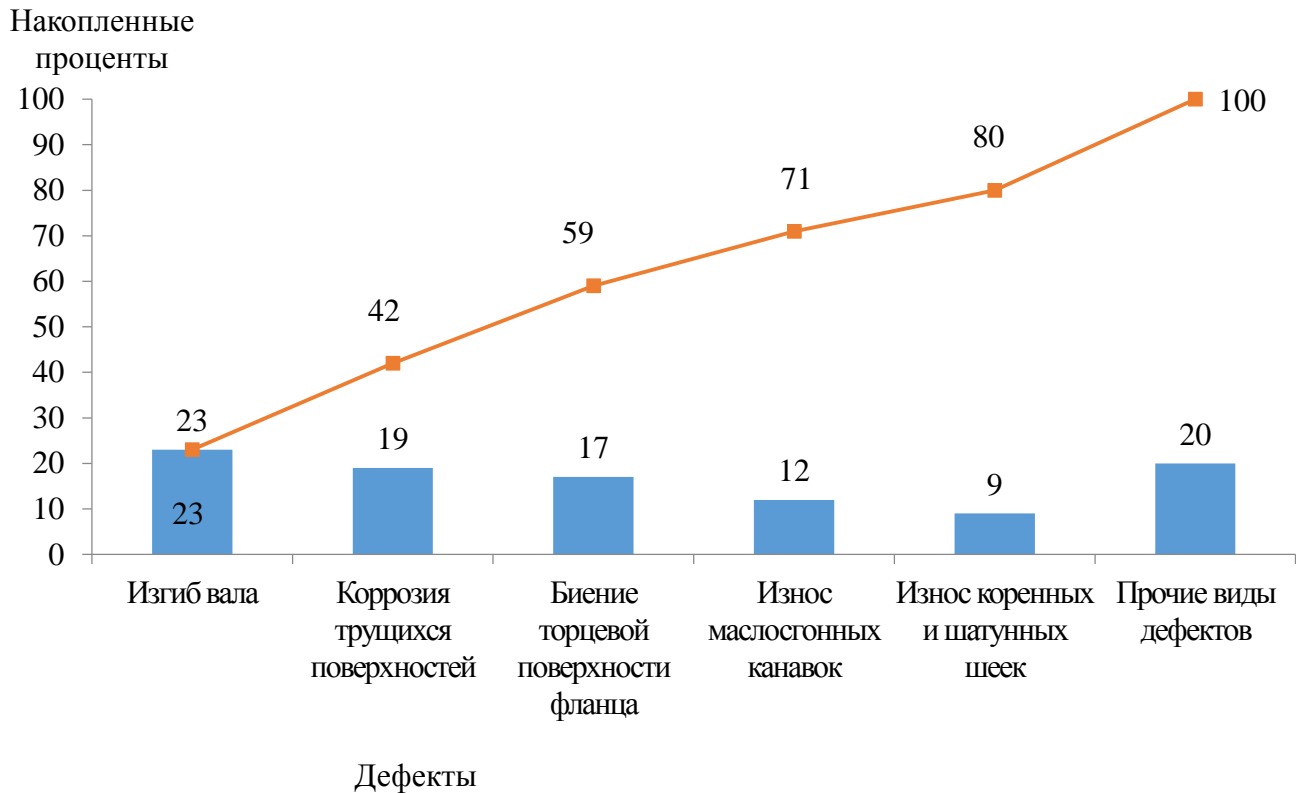


Рисунок 5.4 – Диаграмма Парето, характеризующая влияние видов дефектов на качество ремонта коленчатого вала двигателя ЯМЗ

На многих предприятиях анализ внешних потерь заканчивается рассмотрением видов дефектов и их количества. Такой подход не дает полного представления о внешних потерях производителя, поскольку не содержит информации о потерях в денежном эквиваленте. Необходимо провести анализ внешних потерь с учетом стоимости ремонта или замены изделия низкого качества, так как иногда малый процент количества брака приносит предприятию большие убытки. Для этого необходимо построить вторую диаграмму Парето (рис. 5.5) по затратам на устранение появившихся дефектов.

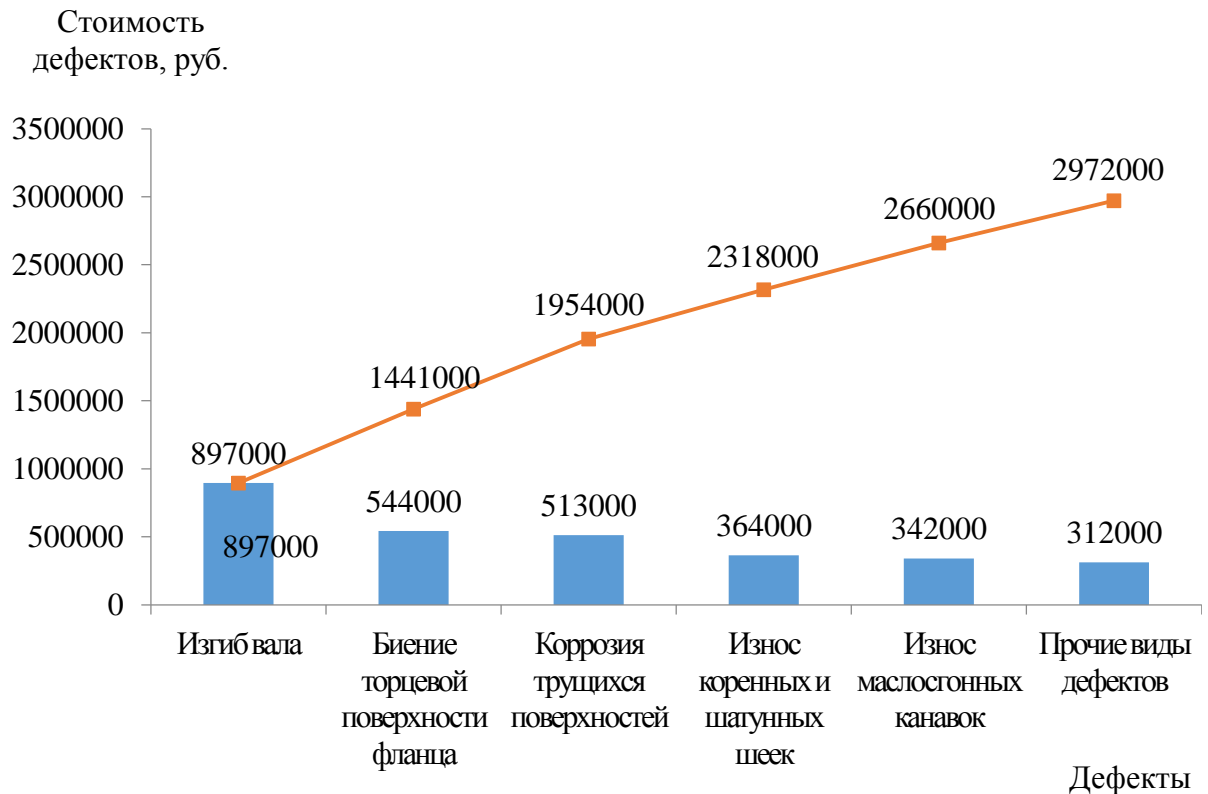


Рисунок 5.5 – Диаграмма Парето, показывающая стоимостное выражение внешних потерь

Из анализа диаграммы Парето (рис. 5.5) и таблицы 5.7 видно, что дефекты с меньшей вероятностью появления их у потребителя приносят наименьшую сумму потерь, хотя стоимость устранения этих видов дефектов выше, чем остальных. Отсюда следует, что необходимо подвергнуть тщательному анализу все факторы, влияющие на появление первых трех видов дефектов, так как сумма потерь из-за их возникновения наибольшая, и разработать план мероприятий по улучшению технологического процесса.

Диаграмма Парето позволяет выявить влияние каждого вида дефектов на величину потерь от внешнего брака и на основании этого принять меры по их устранению.

5.5 Анализ эффективности и результативности функционирования предприятий технического сервиса АПК

Рассмотрим методику проведения анализа эффективности и результативности функционирования предприятий технического сервиса на примере процесса ремонта коленчатого вала двигателя ЯМЗ. Исходные данные и результаты анализа представлены в таблицах 5.8 и 5.9.

Анализируя результаты оценки эффективности процесса ремонта коленчатого вала двигателя ЯМЗ в отсутствие системы контроля издержек на качество, можно сделать вывод, что из всех ресурсов, использованных процессом только 85,4 % пошло непосредственно на создание результата, а остальные 14,6 % составили потери процесса [142].

Таблица 5.8 – Издержки на процесс ремонта коленчатого вала двигателя ЯМЗ

Статья затрат	Планируемая сумма, руб. (на единицу ремонта)		Фактическая сумма, руб. (на единицу ремонта)	
	Система контроля издержек на процесс		Система контроля издержек на процесс	
	НЕТ	ЕСТЬ	НЕТ	ЕСТЬ
Издержки на организацию и осуществление процесса (базовые затраты)	49320	52334	50480	52958
Издержки соответствия процесса	5117	4529	5328	4368
Издержки несоответствия процесса	9448	5145	9558	5765
Суммарные издержки на процесс	63885	62008	65366	63081

Таблица 5.9 – Результаты анализа эффективности и результативности СМК на примере процесса ремонта коленчатого вала двигателя ЯМЗ

Показатель	Значение, в %	
	Система контроля издержек на процесс	
	НЕТ	ЕСТЬ
Эффективность процесса	85,4	90,9
Результативность процесса	97,54	99,2

При внедрении системы контроля издержек на процесс своевременно выявляются несоответствия и проводятся корректирующие мероприятия, а также

работы по идентификации, анализу и оценке риска возникновения брака в производстве, поэтому результат оценки эффективности процесса после организации системы контроля издержек на качество улучшился на 5,5 % и составил 90,9 % [97].

По полученным результатам оценки результативности процесса можно сделать вывод о том, что расход ресурсов фактически превышает запланированные значения на 2,46 %. Если внедрить на предприятии систему контроля издержек на процесс, то результативность процесса улучшится и составит 99,2 %. На улучшение результативности влияет усиление контроля со стороны Службы качества над закупочными материалами, сырьем, запасными частями и комплектующими.

Экономический эффект от проведения мероприятий по идентификации, анализу и оценке риска возникновения несоответствий в производстве и корректирующих мероприятий по несоответствиям согласно формуле (2.73) составил (в расчете на единицу ремонта) 4753 руб.

За рассматриваемый период доля экономического эффекта от проведения мероприятий по идентификации, анализу и оценке риска возникновения несоответствий в производстве и корректирующих мероприятий в общем объеме товарного выпуска согласно формуле (2.74) составила 4,996 %.

Экономическая эффективность мероприятий по идентификации, анализу и оценке риска возникновения несоответствий в производстве и корректирующих мероприятий по процессу «Ремонт двигателей» согласно формуле (2.75) составила (в расчете на единицу ремонта) 4,95. Таким образом, получены почти 5 рублей прибыли на 1 рубль дополнительных затрат на мероприятия по идентификации, анализу и оценке риска возникновения несоответствий в производстве и корректирующих мероприятий.

Организационная эффективность мероприятий по идентификации, анализу и оценке риска возникновения несоответствий в производстве и корректирующих мероприятий по процессу ремонта согласно формуле (2.76) составила (в расчете на единицу ремонта) 3,95.

Оценка организационной эффективности мероприятий по идентификации, анализу и оценке риска возникновения несоответствий в производстве и корректирующих мероприятий показала, что рост издержек на идентификацию, анализ и оценку риска возникновения несоответствий в производстве привел к более значительному снижению потерь от несоответствия.

За рассматриваемый период удельный вес издержек на соответствие и потерь от несоответствий в объеме продаж согласно формуле (2.77) составил 10,65 %.

Издержки на соответствие и потери от несоответствия в объеме продаж значительные, поэтому на предприятии технического сервиса необходимо провести дополнительные мероприятия по идентификации, анализу и оценке риска возникновения несоответствий в производстве и корректирующие мероприятия с целью уменьшения доли затрат в общем объеме продаж до величины 2...3 %.

Анализ издержек на процесс можно проводить любым способом, но для достижения достоверных результатов и оптимизации издержек на качество необходимо проводить анализ издержек на качество по всем рассмотренным направлениям.

Анализ несоответствий процесса ремонта коленчатого вала двигателя ЯМЗ проведен на предприятиях технического сервиса АПК, и оценено влияние потерь от несоответствий на снижение эффективности процесса. В таблице 5.10 представлены результаты оценки.

Таблица 5.10 – Влияние потерь от несоответствий на снижение эффективности процесса ремонта коленчатого вала двигателя ЯМЗ

Статья затрат	% снижения эффективности	Удельный % снижения
Потери по материалам и комплектующим, которые не соответствуют требованиям к качеству и которые не могут быть экономично переделаны	1,59	10,89
Потери, связанные с заменой, переделкой и ремонтом дефектных изделий с целью сделать их соответствующими назначению	2,34	16,03
Затраты на проведение анализа брака	0,23	1,60
Затраты на повторный контроль и повторные испытания изделий после их переделки	0,21	1,40
Затраты, связанные с выполнением работ по модификации и уступкам	0,15	1,00

Статья затрат	% снижения эффективности	Удельный % снижения
Потери в результате разницы между нормальной продажной ценой и сниженной ценой из-за несоответствия качества изделия	0,20	1,34
Потери из-за простоев	1,13	7,75
Затраты, связанные с рекламациями	0,57	3,87
Затраты на работы с возвращенными изделиями	2,97	20,31
Потери вследствие уступок из-за несоответствия изделий	1,47	10,02
Потери прибыли из-за свертывания существующих рынков как следствие плохого качества изделий	2,76	18,84
Затраты, связанные с изъятием дефектного или подозрительного изделия из эксплуатации, затраты на планы подготовки изъятия изделия	0,43	2,94
Юридические издержки вследствие низкого качества	0,58	4,00
Итого общее снижение эффективности	14,62	-

В рамках управления рисками необходимо провести мероприятия по снижению потерь от брака. Для этого необходимо рассчитать критерии проведения мероприятий по снижению риска.

Полученные значения сведем в таблицу 5.11 и определим границы внутренних и внешних потерь, превышение которых требует проведения действий, снижающих риск возникновения несоответствий.

Таблица 5.11 – Границы внутренних и внешних потерь для проведения действий, снижающих риск возникновения несоответствий (в расчете на единицу ремонта)

Параметр	Значение
Среднее арифметическое значение потерь от внутреннего брака, руб.	1592,75
Эмпирическое среднеквадратическое отклонение внутренних потерь	11,44
Верхняя граница потерь от внутреннего брака, руб.	1604,19
Среднее арифметическое значение потерь от внешнего брака, руб.	2295
Эмпирическое среднеквадратическое отклонение внешних потерь	21,34
Верхняя граница потерь от внешнего брака, руб.	2316,34

Действия по устранению причин несоответствий и предупреждению их повторного возникновения, проводятся в том случае, если выполняются следующие условия

$$Z_{\text{ВНП}}^0 > Z_{\text{ВНП}}^B \quad (5.1)$$

$$Z_{\text{ВШП}}^0 > Z_{\text{ВШП}}^B \quad (5.2)$$

где $Z_{\text{ВНП}}^{\circ}$, $Z_{\text{ВШП}}^{\circ}$ – расчетные значения внутренних и внешних потерь; $Z_{\text{ВНП}}^{\text{в}}$, $Z_{\text{ВШП}}^{\text{в}}$ – верхние границы внутренних и внешних потерь.

В остальных случаях проводятся действия, направленные на снижение риска появления несоответствий.

Анализ выявленных несоответствий процесса ремонта коленчатого вала двигателя ЯМЗ на предприятии технического сервиса АПК позволил разработать матрицу мероприятий по улучшению качества продукции и услуг (табл. 5.12), на основании которой предложены действия по снижению риска (табл. 5.13).

Таблица 5.12 – Матрица мероприятий по улучшению качества продукции и услуг предприятий технического сервиса АПК

Увеличение ценности в соответствии с главной целью предприятия		Уменьшение стоимости несоответствия						
		Сокращение количества дефектной продукции	Улучшение процессов	Совершенствование технологии производства	Использование статистических методов контроля	Получение сертификации по ИСО 9001	Обучение персонала по обслуживанию потребителей	Уменьшение загрязнения окружающей среды
Повышение удовлетворенности потребителей	Увеличение факторов, вызывающих удовлетворенность потребителей	-	-	-	-	+	+	+
	Уменьшение факторов, вызывающих неудовлетворенность потребителей	+	-	-	-	-	+	+
Уменьшение внешних и внутренних производственных расходов	Уменьшение стоимости соответствия	-	+	-	-	-	-	-
	Уменьшение стоимости несоответствия	+	+	+	+	+	+	+

Знак «+» означает, что возможен значимый результат

Таблица 5.13 – Мероприятия по снижению риска возникновения несоответствий

Мероприятие	Стоимость мероприятия, руб.	Стоимость мероприятия, приходящаяся на один ремонт, руб.
1. Обучение персонала вопросам качества	119000	11,90
2. Модернизация производственного оборудования	162000	16,20
3. Совершенствование технологии производства	232800	23,28
4. Приобретение более точных средств измерений	98000	9,80
5. Совершенствование системы управления	120000	12,00
ИТОГО	731800	73,18

Проведение действий по снижению риска появления несоответствий на предприятии технического сервиса позволит повысить качество выпускаемой продукции и оказываемых услуг.

5.6 Выводы по главе

1. Разработана новая методика оценки затрат на качество и потерь от брака процессов, которая предназначена для предприятий технического сервиса АПК. Применение данной методики имеет ряд преимуществ, включая возможность оперативного выявления риска возникновения брака в производственном процессе и разработку соответствующих мероприятий для предотвращения брака в будущем.

2. Анализ базовых издержек на процесс показал, что они значительны и составляют порядка 83 % от общих затрат на процесс. Базовые издержки являются обязательным условием осуществления процесса, поэтому их значительная доля в общих затратах на процесс оправдана, но руководителю процесса и топ-менеджерам предприятия необходимо разрабатывать меры по снижению этой категории затрат, чтобы иметь конкурентные преимущества на рынке предоставления услуг. С целью выполнения этой задачи необходимо ввести систему мониторинга издержек процесса ремонта по каждому виду продукции.

3. Издержки на оценку процесса составляют порядка 7-10 % от суммарных издержек на процесс. Применение предложенной методики оценки издержек на

контроль в соответствии с процессным подходом позволит своевременно проводить предупреждающие и корректирующие мероприятия с целью снижения брака в производстве, что является важной экономической составляющей.

4. Оценка потерь с помощью разработанной методики показала, что размер внутренних и внешних потерь существенный. Суммарные потери составляют порядка 15-30 % от суммарных издержек на процесс. В связи с этим необходимо разработать мероприятия по снижению риска возникновения брака. Для этого на основании контрольного листка необходимо построить диаграмму Парето, чтобы увидеть на какие виды брака в первую очередь обратить внимание. Диаграмма Парето позволяет выявить влияние каждого вида дефектов на величину потерь от внутреннего и внешнего брака и на основании этого принять меры по их устранению.

5. Анализ эффективности и результативности процесса ремонта показал, что проведенные мероприятия позволили повысить эффективность и результативность процесса. Анализ издержек на процесс по видам затрат свидетельствует о том, что в рассматриваемый период наблюдается тенденция к увеличению доли затрат на профилактику и оценку и к снижению доли затрат на выявление и устранение несоответствий. При этом рост доли оценочных затрат связан не с увеличением расходов на контроль и испытания, а объясняется снижением суммарных затрат на качество процесса. Анализ эффективности мероприятий по улучшению процесса показал, что проведенные мероприятия по предупреждению брака в производстве положительно повлияли на экономические показатели деятельности анализируемых предприятий. Сравнение суммы издержек на соответствие и потерь от несоответствий с основными экономическими показателями хозяйственной деятельности предприятий свидетельствует о том, что сумма издержек на соответствие и потерь от несоответствия по процессу ремонта оставляет порядка 10-15 % товарного выпуска.

6. Внедрение на предприятиях технического сервиса АПК системы мониторинга потерь от брака позволяет достичь более высоких результатов

финансово-хозяйственной деятельности и получить экономический эффект за счет снижения затрат, связанных с внутренним и внешним браком.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщение исследований формирования брака в процессе контроля и потерь в ремонтном производстве позволяет сделать следующие выводы.

1. Анализ организации мониторинга брака и потерь предприятий технического сервиса выявил основные организационные и технические проблемы: низкий уровень методического обеспечения; недостаточную квалификацию кадров; устаревшие структуры инженерной службы; отсутствие эффективной системы менеджмента и контроля качества; недостаточное применение методов статистического регулирования при анализе качества процессов ремонта; отсутствие системы мониторинга брака и потерь.

2. На основе процессного подхода и цикла PDCA, с учетом требований стандартов ГОСТ Р ИСО 9001-2015, ГОСТ Р 52380.1-2005 и ГОСТ Р ИСО 10014-2008, определены характеристики процессов технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, составлена функциональная модель процесса ремонта двигателей на предприятиях технического сервиса и разработана система мониторинга потерь от брака, которая включает в себя расчет вероятности возникновения брака.

3. Получены интегральные зависимости для расчета вероятностных характеристик величин брака слева и справа относительно границ допуска и определения вероятностных ошибок первого и второго рода в процессе контроля деталей в ремонтном производстве при смещении центра настройки процесса финишной обработки относительно середины поля допуска. Составлена новая классификация видов брака при допусковом контроле.

4. Научно обоснованы контрольные точки и места формирования экономических потерь от погрешности измерения при: дефектации деталей в группы годных и требующий ремонта; дефектации деталей на группы требующих ремонта и негодных; контроле восстановленных деталей; входном контроле новых запасных частей поступающих на комплектование агрегатов и сборочных единиц; контроле качества отремонтированной техники.

5. Составлена классификация внешних и внутренних потерь и разработана методика оценки затрат на качество и потерь от брака при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники.

6. Для оценки внутренних потерь предприятий технического сервиса АПК усовершенствованы следующие классические инструменты контроля качества:

форма контрольного листка для сбора информации о браке в процессе дефектации коленчатого вала;

предложено использовать контрольные карты Шухарта совместно с гистограммами для анализа качества и определения количества исправимого и неисправимого брака при обработке коренных и шатунных шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ под ремонтный размер;

диаграмма Парето для оценки количества видов дефектов и итогового качества ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ.

7. Разработана методика расчета комплексного показателя качества процесса, включающая в себя построение дерева свойств качества процесса, шкалы рангов для оценивания качества процесса, матрицы оценки качества процесса. Получены математические зависимости для расчета комплексного показателя качества процесса. Применение методики рассмотрено на примере процесса кузовного ремонта.

8. Внешние потери предприятий технического сервиса АПК рекомендовано оценивать с помощью диаграмм Парето по количеству видов дефектов и по стоимостному выражению внешних потерь. При количественной оценке видов дефектов восстановленных коленчатых валов двигателей ЯМЗ, выявлено, что наиболее распространены изгиб вала, коррозия трущихся поверхностей и биение торцевой поверхности фланца. При стоимостной оценке внешнего брака, выявлено, что дефекты с меньшей вероятностью появления их у потребителя приносят наименьшую сумму потерь, хотя стоимость устранения этих видов дефектов выше, чем остальных.

9. С целью повышения точности и снижения трудоемкости контроля проведен расчет исполнительных и предельных размеров калибра-скобы для

контроля размеров коренной $109,75_{-0,022}$ и шатунной $87,75_{-0,022}$ шеек коленчатых валов и калибра-пробки для контроля диаметров коренных опор $109,75_{+0,108}^{+0,132}$ двигателя ЯМЗ.

10. Расчет базовых и оценочных затрат на процесс и потерь от брака показал, что базовые издержки составляют порядка 83% от общих затрат на процесс. Затраты на контроль составляют почти 7% от общих затрат на процесс. Суммарные потери составляют порядка 10% от суммарных издержек на процесс, из них величина внутренних потерь по процессу ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ составила 4,43%, а внешних – 4,71%.

11. В результате расчета экономической эффективности предлагаемых мероприятий по организации мониторинга брака и потерь на предприятиях технического сервиса АПК на примере ремонта коленчатых валов двигателей ЯМЗ, получено, что эффективность процесса повысилась на 5,5 % и составила 90,9 %, результативность процесса возросла на 4,8 % и составила 99,2 %. Экономический эффект от реализации методики мониторинга брака и потерь составил (в расчете на единицу ремонта) 4753 руб.

Рекомендации к производству

1. В основе организации работы инженерной службы ремонтного производства в АПК должен лежать системный и процессный подход, который соответствует требованиям стандартов ГОСТ Р ИСО 9001-2015, ГОСТ Р 52380.1-2005 и ГОСТ Р ИСО 10014-2008. Такой подход позволяет обеспечить эффективное управление производственным обеспечением и повысить качество предоставляемых услуг. Функциональная модель и реестр процессов должны являться основой для построения системы управления производственным обеспечением и включать следующие основные элементы: техническое обслуживание и ремонт оборудования; обеспечение запасными частями и материалами; организация и проведение технического контроля; планирование и управление производством; управление качеством продукции и услуг; управление персоналом; управление документацией.

2. Внедрять в работу инженерной службы ремонтного производства АПК инновационные технологии и методы управления, что будет способствовать дальнейшему повышению эффективности ее работы. Важным аспектом в работе инженерной службы ремонтного производства является использование информационных технологий для автоматизации процессов производственного обеспечения. Внедрение информационных систем позволяет оптимизировать процессы планирования и управления производством, а также повысить качество контроля за выполнением работ.

3. Для снижения брака и потерь от брака, повышения качества предоставляемых услуг на предприятиях технического сервиса АПК внедрять процедуру управления рисками процессов.

4. Инженерной службе совместно с экономической службой предприятия технического сервиса АПК рекомендуется регулярно проводить оценку качества производственных процессов. Выявлять и совершенствовать те процессы, где обнаружены несоответствия требованиям.

5. Для снижения брака и потерь рекомендуется на предприятиях технического сервиса АПК внедрить и использовать инструменты контроля и управления качеством, на основании которых проводить оценку брака и потерь от брака.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Проведенные диссертационные исследования могут служить основой для дальнейшего развития и совершенствования организации процессов предприятий технического сервиса АПК.

Перспективными направлениями развития темы являются:

1. Разработка и интегрирование системы управления производством с системой менеджмента качества предприятия технического сервиса АПК.
2. Адаптация и апробация методики оценки брака и потерь в условиях ремонтного производства АПК.

3. Адаптация разработанной методики мониторинга брака и потерь от брака на предприятиях технического сервиса АПК.

4. Разработка методики технико-экономического обоснования использования и выбора точности калибров для ремонтного производства АПК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Analysis of the quality of manufacturing holes for sprockets of chain drives of agricultural machinery / O. A. Leonov, N. Zh. Shkaruba, G. N. Temasova, Yu. G. Vergazova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : International Conference on Environmental Technologies and Engineering for Sustainable Development, Tashkent. – IOP Publishing Ltd: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012028.
2. Assessing External Defects at Manufacturing Enterprises / G. I. Bondareva, G. N. Temasova, O. A. Leonov [et al.] // Russian Engineering Research. – 2022. – Vol. 42, No. 2. – P. 151-154.
3. Assessing the Relative Interchangeability in Joints with Preload / M. N. Erokhin, O. A. Leonov, N. Z. Shkaruba [et al.] // Russian Engineering Research. – 2020. – Vol. 40, No. 6. – P. 469-472.
4. Calculation of the accuracy of a snap-gauge to control the diameter of the bearing journals of the camshaft / N. Z. Shkaruba, O. A. Leonov, G. N. Temasova [et al.] // AIP Conference Proceedings : 2, Krasnoyarsk. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 030010.
5. Defects, accuracy rationing, and assembly quality of rolling bearings during machine repairs / G. Temasova, I. Sapozhnikov, U. Antonova [et al.] // AIP Conference Proceedings, Krasnoyarsk. Vol. 2402. – Melville, New York, United States of America: AIP Publishing, 2021. – P. 70013.
6. Designing a snap-gauge for controlling the diameter of the front journal of the countershaft / N. Zh. Shkaruba, O. A. Leonov, G. N. Temasova [et al.] // AIP Conference Proceedings, Krasnoyarsk. Vol. 2402. – Melville, New York, United States of America: AIP Publishing, 2021. – P. 30017.
7. Ensuring the smooth functioning of the equipment during operation / G. I. Bondareva, G. N. Temasova, N. Zh. Shkaruba [et al.] // AIP Conference Proceedings, Krasnoyarsk. Vol. 2402. – Melville, New York, United States of America: AIP Publishing, 2021. – P. 70022.
8. Glogovac, M. Quality costs in practice and an analysis of the factors affecting quality cost management / M. Glogovac, J. Filipovic // Total Quality Management & Business Excellence. – 2018. – Vol. 29. – No 13-14. – P. 1521-1544.

9. Justification of the use of wear-out digital micrometer in repair production / O. A. Leonov, N. Zh. Shkaruba, G. N. Temasova, Yu. G. Vergazova // Journal of Physics: Conference Series : III International Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT-III-2022), Krasnoyarsk. Vol. 2373. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 72015.
10. Leonov, O. A. A Parametric Failure Model for the Calculation of the Fit Tolerance of Joints with Clearance / O. A. Leonov, N. Zh. Shkaruba // Journal of Friction and Wear. – 2019. – Vol. 40, No. 4. – P. 332-336.
11. Leonov, O. A. Determining the Tolerances in Fitting for Joints with Interference / O. A. Leonov, N. Zh. Shkaruba, Yu. G. Vergazova // Russian Engineering Research. – 2019. – Vol. 39, No. 7. – P. 544-547.
12. Leonov, O. A. Influence of tightening fitting accuracy for resource connection / O. A. Leonov, N. Zh. Shkaruba // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 20–21 ноября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall.. Vol. 1047. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 12022.
13. Leonov, O. A. Methodology for assessing external losses of repair enterprises of the agro-industrial complex when implementing a quality management system / O. A. Leonov, G. N. Temasova, E. F. Malykha // Journal of Physics: Conference Series, Krasnoyarsk, Russian Federation, 25 сентября – 04 октября 2020 года. Vol. 1679. – Krasnoyarsk, Russian Federation: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 52059.
14. Method for calculating savings from using a more accurate measuring instruments / O. A. Leonov, G. N. Temasova, N. Zh. Shkaruba [et al.] // JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 32022.
15. Methods for analyzing the costs of the process at mechanical engineering enterprises of the repair profile / O. A. Leonov, G. N. Temasova, N. Zh. Shkaruba, Y. G.

Vergazova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Vol. Volume 677. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 22033.

16. Process approach in the development of standards for the quality management system of a machine-building enterprise / O. Leonov, G. Temasova, N. Shkaruba [et al.] // AIP Conference Proceedings : 2, Krasnoyarsk. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 040005.

17. Quality Control in the Machining of Cylinder Liners at Repair Enterprises / O. A. Leonov, N. Z. Shkaruba, Y. G. Vergazova [et al.] // Russian Engineering Research. – 2020. – Vol. 40, No. 9. – P. 726-731.

18. Анализ и синтез процессов обеспечения качества : Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 27.03.02 «Управление качеством» / Э. И. Черкасова, П. В. Голиницкий, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. – 174 с.

19. Андруш, В. Г. Выбор рационального режима обкатки ремонтируемых двигателей / В. Г. Андруш // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2014. – № 11. – С. 127-133.

20. Арсаханова, З. А. Анализ тенденций развития сельскохозяйственного сектора в России / З. А. Арсаханова // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. – 2023. – № 6.

21. Ахмедзянов, Р. Р. Формирование финансового механизма ЕАЭС в контексте экономической безопасности / Р. Р. Ахмедзянов, В. А. Воеводин // Естественно-гуманитарные исследования. – 2022. – № 41(3). – С. 38-42.

22. Бондарева, Г. И. Входной контроль и метрологическое обеспечение на предприятиях технического сервиса / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Сельский механизатор. – 2017. – № 4. – С. 36-38.

23. Бондарева, Г. И. Построение современной системы качества на предприятиях технического сервиса / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов // Сельский механизатор. – 2017. – № 8. – С. 34-35.

24. Бондаренко, Е. В. Оценка целесообразности организации входного контроля качества запасных частей в условиях автотранспортного предприятия / Е. В. Бондаренко, Д. А. Дрючин, С. В. Булатов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2021. – № 2. – С. 71-78.

25. Бондаренко, Е. В. Оценка целесообразности организации входного контроля качества запасных частей в условиях автотранспортного предприятия / Е. В. Бондаренко, Д. А. Дрючин, С. В. Булатов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2021. – № 2. – С. 71-78.

26. Бриш, В. Н. Применяемость статистических методов анализа и контроля качества продукции машиностроения на разных этапах производства / В. Н. Бриш, А. В. Старостин, Ю. Р. Осипов // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 12-4. – С. 719-724.

27. Бурак, П. И. Обновление парка сельскохозяйственной техники в рамках ведомственного проекта «Техническая модернизация агропромышленного комплекса / П. И. Бурак, И. Г. Голубев // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 7(313). – С. 2-7.

28. Ванюкова, Р. А. Учет потерь от брака в сельскохозяйственном производстве / Р. А. Ванюкова // Бизнес. Образование. Право. – 2019. – № 4(49). – С. 259-263.

29. Васильева, А. О. Оценка затрат на качество в системе менеджмента качества молодежной площадки по подготовке кадров / А. О. Васильева, Е. В. Замиралова // Управленческий учет. – 2021. – № 6-1. – С. 157-163.

30. Внедрение элементов бережливого производства на промышленных предприятиях / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Компетентность. – 2023. – № 6. – С. 41-46.

31. Выбор средств измерений для входного контроля качества поршней в условиях ремонтного производства / В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба, И. И. Сапожников, У. Ю. Антонова // Международный технико-экономический журнал. – 2018. – № 4. – С. 83-89.

32. Выбор средств измерений для дефектации коренных опор двигателя ЯМЗ / О. А. Леонов, П. В. Голиницкий, У. Ю. Антонова [и др.] // *Агроинженерия*. – 2022. – Т. 24, № 6. – С. 59-63.

33. Голубев, И. Г. Современное состояние и перспективы обновления парка сельскохозяйственной техники / И. Г. Голубев, В. Я. Гольдяпин // *Актуальные вопросы развития аграрного сектора экономики Байкальского региона : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Улан-Удэ, 04–10 февраля 2021 года*. – Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2021. – С. 77-81.

34. ГОСТ 25347-2013. Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Ряды допусков, предельные отклонения отверстий и валов; Введ. 01.07.2015. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2014. – 53 с.

35. ГОСТ Р 50779.12–2021. Статистические методы. Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции; Введ. 01.01.2022. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2021. – 14 с.

36. ГОСТ Р 50779.81-2018. Статистические методы. Двухступенчатые планы контроля по альтернативному признаку с минимальным объемом выработки на основе значений PRQ и CRQ; Введ. 01.06.2019. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2018. – 78 с.

37. ГОСТ Р 52380.1–2005. Руководство по экономике качества. Часть 1. Модель затрат на процесс; Введ. 01.02.2006. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2020. – 21 с.

38. ГОСТ Р 56020–2020. Бережливое производство. Основные положения и словарь; Введ. 01.08.2021. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2020. – 16 с.

39. ГОСТ Р 56407–2015. Бережливое производство. Основные методы и инструменты; Введ. 02.06.2015. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2016. – 21 с.

40. ГОСТ Р ИСО 22514-4-2021. Статистические методы. Управление процессами. Часть 4. Оценка показателей воспроизводимости и пригодности процесса; Введ. 01.01.2022. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2021. – 40 с.

41. ГОСТ Р ИСО 28597–2020. Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Уровни качества в виде числа несоответствующих единиц продукции на миллион; Введ. 01.06.2021. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2020. – 15 с.

42. ГОСТ Р ИСО 31000-2019. Менеджмент риска. Принципы и руководство; Введ. 01.03.2020. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2020. – 14 с.

43. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования; Введ. 28.09.2015. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2018. – 33 с.

44. Ерохин, М. Н. Особенности обеспечения качества ремонта сельскохозяйственной техники на современном этапе / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2005. – № 1(11). – С. 9-12.

45. Ерохин, М. Н. Ремонт сельскохозяйственной техники с позиции обеспечения качества / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов // Экология и сельскохозяйственная техника : материалы 4-й научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 25–26 мая 2005 года. Том 2. – Санкт-Петербург: Государственное научное учреждение Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук, 2005. – С. 234-238.

46. Ефимов, В. В. Средства и методы управления качеством : учебное пособие / В. В. Ефимов. – 3-е издание, стереотипное. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2016. – 232 с.

47. Ефимов, В. В. Статистические методы в управлении качеством продукции : учебное пособие / В. В. Ефимов, Т. В. Барт. – Москва : КНОРУС, 2016. – 235 с.

48. Ефимов, В. В. Статистические методы в управлении качеством: Учебное пособие / В.В.Ефимов. –Ульяновск: УлГТУ, 2003. – 134 с.
49. Ефимов, В. В. Управление процессами : учебное пособие / В. В. Ефимов, М. В. Самсонова. – Ульяновск : УлГТУ, 2008. – 222 с.
50. Затраты на контроль при ремонте двигателей / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Сельский механизатор. – 2021. – № 3. – С. 24-25.
51. Игнатов, В. И. Утилизация и ремонт техники как элементы циркулярной экономики / В. И. Игнатов, В. С. Герасимов, М. С. Мордасова // Инженерные технологии и системы. – 2020. – Т. 30, № 1. – С. 21-42.
52. Казанцев, Е. А. Сущность метода принятия управленческих решений "Дерево решений" / Е. А. Казанцев // Уральская горная школа - регионам : Сборник докладов Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 09–18 апреля 2018 года / Ответственный за выпуск Н.Г. Валиев. – Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2018. – С. 622-623.
53. Качество сельскохозяйственной техники и контроль при ее производстве и ремонте / О. А. Леонов, Г. И. Бондарева, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 3. – С. 30-32.
54. Клячкин, В. Н. Статистические методы анализа данных : учебное пособие / В. Н. Клячкин, Ю. Е. Кувайскова, В. А. Алексеева. – Москва : Финансы и Статистика, 2021. – 240 с.
55. Коновалова, Л. К. Проблемы обеспеченности сельскохозяйственных организаций Верхневолжья техникой нового поколения / Л. К. Коновалова, В. В. Окорков // АПК: экономика, управление. – 2023. – № 11. – С. 116-127.
56. Королев, Ю. Ю. Особенности и преимущества использования метода Activity Based Costing (ABC) / Ю. Ю. Королев, Ю. А. Мышковец // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2018. – № 55. – С. 93-99.
57. Криничная, Е. П. Рынок сельскохозяйственной техники в России: современное состояние и тенденции развития / Е. П. Криничная // Вестник аграрной науки. – 2022. – № 6(99). – С. 110-118.

58. Критерии формирования и развития вторичного рынка подержанной сельскохозяйственной техники / Е. Ф. Малыха, Ю. В. Катаев, О. В. Закарчевский, В. А. Тарасова // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2021. – № 6(75). – С. 103-109.

59. Круглов, И. А. Концепция TQM (всеобщее управление на основе качества) - научный подход к процессам сертификации системы менеджмента качества / И. А. Круглов, Ю. В. Круглова, А. Н. Шмелева // Вестник НПО Техномаш. – 2022. – № 1(18). – С. 80-82.

60. Кужева, С. Н. Методы принятия управленческих решений / С. Н. Кужева, Н. П. Лещенко. – Омск : Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2022. – 127 с.

61. Кузнецова, С. А. Несоосность коренных опор блока двигателя ЯМЗ-238НБ и ее допустимое значение при капитальном ремонте : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве", 05.04.02 "Тепловые двигатели" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кузнецова Светлана Алексеевна. – Ленинград ; Пушкин, 1984. – 173 с.

62. Куликов, В. И. Анализ поля сил как метод оценки поддержки и сопротивления реализации стратегии / В. И. Куликов // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2019. – № 1(57). – С. 45-53.

63. Кушнарев, Л. И. К стабильно высокому качеству продукции машиностроения / Л. И. Кушнарев, Д. Л. Севостьянова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 2. – С. 32-36.

64. Кушнарев, Л. И. Качество продукции - основа конкурентоспособности российского машиностроения / Л. И. Кушнарев, С. Л. Кушнарев // Технический сервис машин. – 2023. – № 2(151). – С. 48-55.

65. Кушнарев, Л. И. Обеспечение работоспособности техники в гарантийный период эксплуатации / Л. И. Кушнарев // Сельский механизатор. – 2020. – № 4. – С. 2-3.

66. Кушнарев, Л. И. Повышение качества машин и оборудования на основе фирменного технического сервиса / Л. И. Кушнарев // Технический сервис машин. – 2023. – Т. 61, № 3(152). – С. 46-50.

67. Кушнарев, Л. И. Повышение конкурентноспособности российской техники / Л. И. Кушнарев // Сельский механизатор. – 2023. – № 6. – С. 2-3.

68. Леонов, О. А. Влияние погрешности средств измерений на потери при ремонте сельхозтехники / О. А. Леонов, Г. И. Бондарева, Н. Ж. Шкаруба // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 11. – С. 27-29.

69. Леонов, О. А. Внедрение интегрированной системы менеджмента на предприятиях мелиоративного профиля / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба // Сельский механизатор. – 2019. – № 10. – С. 18-19.

70. Леонов, О. А. Использование диаграммы Парето при расчете внешних потерь от брака / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2004. – № 5(10). – С. 81-82.

71. Леонов, О. А. Исследование затрат и потерь при контроле шеек коленчатого вала в условиях ремонтного производства / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2013. – № 2(58). – С. 71-74.

72. Леонов, О. А. Методология оценки издержек на контроль при ремонте машин / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 3(23). – С. 37-43.

73. Леонов, О. А. Метрология и технические измерения : Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агроинженерному образованию в качестве учебного пособия для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия» / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба. – Москва :

Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – 239 с.

74. Леонов, О. А. Метрология, стандартизация и сертификация / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, В. В. Карпузов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 198 с.

75. Леонов, О. А. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Е. Кисенков, Н.Ж. Шкаруба. – Москва: Издательство КолосС, 2009. – 568 с.

76. Леонов, О. А. Нормирование погрешности косвенных измерений при приёмо-сдаточных испытаниях двигателей / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Измерительная техника. – 2022. – № 8. – С. 23-27.

77. Леонов, О. А. Организация системы контроля затрат на качество на предприятиях технического сервиса АПК / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2009. – № 8-1(39). – С. 56-59.

78. Леонов, О. А. Оценка качества измерительных процессов в ремонтном производстве / О. А. Леонов, Г. И. Бондарева, Н. Ж. Шкаруба // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2013. – № 2(58). – С. 36-38.

79. Леонов, О. А. Оценка качества процессов, продукции и услуг : Учебное пособие адаптировано для инженерно-технической сферы АПК и предназначено для студентов вузов, обучающихся в магистратуре по направлениям подготовки 27.04.01 «Стандартизация и метрология» и 27.04.02 "Управление качеством" / О. А. Леонов, Ю. Г. Вергазова. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2017. – 146 с.

80. Леонов, О. А. Оценка качества сельскохозяйственной техники технико-экономическим методом / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального

образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2004. – № 1(6). – С. 57-59.

81. Леонов, О. А. Построение системы управления метрологическим обеспечением измерений на ремонтных и машиностроительных предприятиях / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Международный технико-экономический журнал. – 2018. – № 6. – С. 69-76.

82. Леонов, О. А. Построение функциональной модели процесса "Техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники" с позиции требований международных стандартов на системы менеджмента качества / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2009. – № 7(38). – С. 35-40.

83. Леонов, О. А. Применение технико-экономических критериев при выборе средств измерений в ремонтном производстве / О. А. Леонов, Г. И. Бондарева, Н. Ж. Шкаруба // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2008. – № 1. – С. 53-55.

84. Леонов, О. А. Процессный подход при расчете затрат на качество для ремонтных предприятий / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2007. – № 2(22). – С. 94-98.

85. Леонов, О. А. Расчет допуска посадки с натягом по модели параметрического отказа / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Вестник машиностроения. – 2019. – № 4. – С. 23-26.

86. Леонов, О. А. Расчет затрат на контроль технологических процессов ремонтного производства / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2004. – № 5(10). – С. 75-77.

87. Леонов, О. А. Совершенствование методики проведения микрометража и дефектации шеек коленчатых валов / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2007. – № 3-1(23). – С. 81-85.

88. Леонов, О. А. Статистические методы в управлении качеством : Учебник для студентов, обучающихся по направлениям подготовки "Стандартизация и метрология" и "Управление качеством" / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова. – 2-е издание, исправленное. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2019. – 144 с.

89. Леонов, О. А. Статистические методы и инструменты контроля качества : Учебное пособие для СПО / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова. – Издание второе, стереотипное. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2023. – 144 с.

90. Леонов, О. А. Техничко-экономические основы метрологии, стандартизации и сертификации : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 660300 "Агроинженерия" / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова ; Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина. – Москва : Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, 2004. – 236 с.

91. Леонов, О. А. Управление качеством : Учебник предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавриата «Стандартизация и метрология» и «Управление качеством» / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова. – 3-е издание. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2019. – 180 с.

92. Леонов, О. А. Экономика качества / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова. – Saarbrucken : LAP LAMBERT, 2015. – 305 с.

93. Леонов, О. А. Экономика качества, стандартизации и сертификации : Допущено Учебно-методическим объединением вузов по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов

высших учебных заведений, обучающихся по направлению 27.03.01 "Метрология и стандартизация" / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова, Н. Ж. Шкаруба. – Москва : Издательский Дом "Инфра-М", 2019. – 251 с.

94. Методика оценки брака: процесс контроля коренных шеек коленчатых валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // *Агроинженерия*. – 2023. – Т. 25, № 6. – С. 39-45.

95. Методика оценки качества процессов предприятий технического сервиса / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова // *Компетентность*. – 2021. – № 2. – С. 32-38.

96. Методика расчета натяга для соединений резиновых армированных манжет с валами по критерию начала утечек / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, Ю. В. Катаев, О. М. Мельников // *Вестник машиностроения*. – 2019. – № 3. – С. 41-44.

97. Методика расчета эффективности функционирования системы менеджмента качества / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // *Компетентность*. – 2020. – № 3. – С. 26-31.

98. Методы и средства контроля качества обработки гильз цилиндров на ремонтных машиностроительных предприятиях / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова [и др.] // *Вестник машиностроения*. – 2020. – № 6. – С. 40-45.

99. Метрологическое обеспечение контроля гильз цилиндров при ремонте дизелей / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова // *Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки*. – 2018. – № 6. – С. 104-109.

100. Митрошкина, Т. А. Математические подходы в развитии методов идентификации качества продукции / Т. А. Митрошкина, М. А. Моторнова, А. Я. Дмитриев // *Эффективные системы менеджмента – стратегии успеха*. – 2014. – Т. 1, № 4. – С. 44.

101. Молиборода, А. Д. Экономика качества как инструмент совершенствования системы менеджмента качества коммерческой страховой компании / А. Д. Молиборода, Н. В. Кошкарева, Е. В. Замиралова // *Наука и бизнес: пути развития*. – 2020. – № 12(114). – С. 211-214.

102. Морозова, С. Н. Статистические методы в управлении качеством продукции / С.Н. Морозова // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2009. – № 8 (58). – С. 64-68.

103. Научные основы организации системы менеджмента качества на предприятиях ТС в АПК / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, В. В. Карпузов [и др.]. – Ставрополь : Логос, 2020. – 176 с.

104. Новый ингибитор коррозии в составе лакокрасочных покрытий кузовов автомобилей / А. В. Шемякин, И. В. Фадеев, [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 2. – С. 168-175.

105. Обоснование использования при ремонте изношенного цифрового микрометра / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Сельский механизатор. – 2023. – № 5. – С. 42-44.

106. Организация и метрологическое обеспечение входного контроля на предприятиях технического сервиса : Монография предназначена для научных, инженерно-технических и педагогических работников, научно-исследовательских и учебных учреждений, занимающимися проблемами обеспечения качества при изготовлении и ремонте машин / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова. – Иркутск : ООО "Мегапринт", 2017. – 122 с.

107. Организация технического сервиса машин и оборудования : Практикум / Ю. А. Кузнецов, И. Н. Кравченко, П. В. Сенин [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 536 с.

108. Основы проектирования операций входного контроля на машиностроительных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "ОнтоПринт", 2020. – 89 с.

109. Оценка базовых издержек по процессу ремонта двигателей на предприятиях АПК / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Г. Н. Темасова, А. Ю. Ермолаева // Сельский механизатор. – 2020. – № 2. – С. 34-36.

110. Оценка внешнего брака на предприятиях машиностроения / Г. И. Бондарева, Г. Н. Темасова, О. А. Леонов [и др.] // Вестник машиностроения. – 2021. – № 11. – С. 93-96.
111. Оценка внешних потерь на предприятиях технического сервиса в АПК / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 9. – С. 34-35.
112. Оценка и анализ внутренних потерь при производстве продукции на машиностроительных предприятиях / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – № 5. – С. 421-426.
113. Оценка точности измерений шейки под шкив коленчатого вала двигателя ЯМЗ 38 / Ю. Г. Вергазова, А. В. Чепурин, Э. И. Черкасова, У. Ю. Антонова // Сельский механизатор. – 2022. – № 12. – С. 38-40.
114. Пастухов, А. Г. Методика оценки качества сборочных единиц по функциональным параметрам / А. Г. Пастухов // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2014. – № 3. – С. 9-16.
115. Перспективы применения аддитивных технологий при ремонте сельскохозяйственной техники / И. Г. Голубев, И. А. Спицын, В. В. Быков, М. И. Голубев // Труды ГОСНИТИ. – 2018. – Т. 130. – С. 214-219.
116. Перспективы развития тракторостроения в России / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев, М. М. Прокофьев // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 5(311). – С. 2-7.
117. Повышение эффективности технического обслуживания и контроля остаточного ресурса фильтрующих элементов агрегатов автотракторной техники / А. В. Старунский, М. Ю. Костенко, Г. К. Рембалович, И. В. Исаев // Грузовик. – 2020. – № 3. – С. 3-6.
118. Проектирование и анализ качества контрольных процессов на ремонтных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "ОнтоПринт", 2020. – 95 с.

119. Проектирование калибра-скобы для контроля диаметра промежуточного вала при ремонте двигателей ЗМЗ / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова [и др.] // *Агроинженерия*. – 2021. – № 6(106). – С. 50-55.

120. Процентная взаимозаменяемость посадок с натягом / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // *Вестник машиностроения*. – 2020. – № 3. – С. 41-44.

121. Р 50-601-19-91. Рекомендации. Применение статистических методов регулирования технологических процессов; Введ. 03.12.1997. – М.: ВНИИС Госстандарта России, 1997. – 53 с.

122. Разработка системы менеджмента качества для предприятий технического сервиса / О. А. Леонов, Г. И. Бондарева, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 161 с.

123. Разработка формы контрольного листка для оценки внутренних потерь при ремонте сельскохозяйственной техники / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, У. Ю. Антонова, Д. А. Боголюбова // *Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина"*. – 2019. – № 1(89). – С. 45-48.

124. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова [и др.] // *Трение и износ*. – 2023. – Т. 44, № 3. – С. 261-269.

125. РД 50-98-86. Методические указания. Выбор универсальных средств измерений линейных размеров до 500 мм (по применению ГОСТ 8.051-81).

126. Розно, М. И. Применяет ли предприятие методологию "Шесть сигм"? / М. И. Розно // *Методы менеджмента качества*. – 2023. – № 6. – С. 48-51.

127. Розно, М. И. Статистический приемочный контроль качества продукции: свойства и возможности Часть 1 / М. И. Розно // *Контроль качества продукции*. – 2020. – № 9. – С. 32-39.

128. Российский статистический ежегодник. 2023 : Стат. сб. / редкол.: С.Н. Егоренко (пред.) и др.. – Офиц. изд.. – Москва : Росстат. – 2023. – 701 с.
129. Семьин, М. В. К вопросу снижения износа шаровых соединений транспортных средств сельскохозяйственного назначения / М. В. Семьин, М. Ю. Костенко // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2022. – № 4(41). – С. 96-102.
130. Сенин, П. В. ОЦЕНКА технического состояния головок блока цилиндров двигателя ЗМЗ-406 и рекомендации по её восстановлению / П. В. Сенин, Н. В. Раков, А. М. Макейкин // Пермский аграрный вестник. – 2019. – № 2(26). – С. 24-33.
131. Система технического обслуживания и ремонта машин, как элемент технического сервиса / И. В. Козарез, А. А. Дрикоз, О. А. Купреенко, С. В. Уралов // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 6(76). – С. 55-58.
132. Совершенствование QFD-анализа для оценки качества специальной техники / Н. Ж. Шкаруба, О. А. Леонов, Г. Н. Темасова [и др.]. – Москва : Логос, 2020. – 90 с.
133. Составляющие качества ремонта / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Сельский механизатор. – 2016. – № 7. – С. 2-4.
134. Стрюкова, А. Р. Диаграмма сродства как инструмент управления качеством / А. Р. Стрюкова // Синергия Наук. – 2019. – № 42. – С. 236-243.
135. Темасова, Г. Н. Допусковый контроль валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова // Сельский механизатор. – 2023. – № 8. – С. 40-41.
136. Темасова, Г. Н. Использование категорий затрат на соответствие и потерь от несоответствия на предприятиях технического сервиса / Г. Н. Темасова // Метрологическое обеспечение и менеджмент качества в инженерной сфере АПК : Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 18–20 апреля 2018 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. – С. 34-38.

137. Темасова, Г. Н. Классификация внутренних потерь с позиции СМК при реализации процесса ремонта двигателей / Г. Н. Темасова // Чтения академика В. Н. Болтинского : Сборник статей, Москва, 25–26 января 2023 года. – Москва: ООО «Сам Полиграфист», 2023. – С. 145-149.

138. Темасова, Г. Н. Методика измерений и анализа параметров при ремонте коленчатых валов двигателей ЯМЗ-238 / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Реинжиниринг и цифровая трансформация эксплуатации транспортно-технологических машин и робото-технических комплексов : Сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 19–20 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 242-247.

139. Темасова, Г. Н. Методика оценки потерь вследствие внешних отказов по процессу ремонта для предприятий ТС в АПК / Г. Н. Темасова // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2008. – № 4(29). – С. 93-95.

140. Темасова, Г. Н. Организация системы контроля затрат на качество на предприятиях технического сервиса АПК : монография / Г. Н. Темасова ; Г. Н. Темасова ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Московский гос. агроинженерный ун-т им. В. П. Горячкина". – Москва : ФГОУ ВПО МГАУ, 2010. – 134 с.

141. Темасова, Г. Н. Оценка качества процесса шлифования коленчатых валов двигателей ЯМЗ / Г. Н. Темасова // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 5(144). – С. 33-42.

142. Темасова, Г. Н. Оценка эффективности СМК на предприятиях по ремонту и техническому обслуживанию техники в АПК / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности : Сборник научных статей по итогам пятой международной

научной конференции, Казань, 30–31 мая 2020 года. Том Часть 3. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью "КОНВЕРТ", 2020. – С. 122-124.

143. Темасова, Г. Н. Повышение качества продукции и услуг предприятий технического сервиса АПК методом организации системы контроля затрат на качество : диссертация ... кандидата экономических наук : 05.02.22 / Темасова Галина Николаевна; [Место защиты: Моск. гос. агроинженер. ун-т им. В.П. Горячкина]. – Москва, 2009. – 159 с.

144. Темасова, Г. Н. Применение диаграммы Парето для оценки внутренних потерь при ремонте двигателей / Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова, Д. О. Леонов // Агроинженерия. – 2020. – № 6(100). – С. 44-49.

145. Технический сервис как основная составляющая инженерно-технического обеспечения агропромышленного комплекса / А. С. Дорохов, В. М. Корнеев, Ю. В. Катаев [и др.] // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 4. – С. 46-57.

146. Тимашов, Е. П. Обоснование системы технического обслуживания и ремонта на основе характеристик машинно-тракторного парка / Е. П. Тимашов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – № 1(29). – С. 40-45.

147. Тимашов, Е. П. Техничко-экономическая оценка себестоимости внедрения средств автоматической диагностики узлов механических трансмиссий / Е. П. Тимашов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2023. – № 1(37). – С. 41-45.

148. Тимашов, Е. П. Техничко-экономическая оценка себестоимости устройства автоматической смазки игольчатых подшипников / Е. П. Тимашов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2023. – № 2(38). – С. 48-52.

149. Тиханкин, Г. А. Особенности управления затратами на обеспечение качества продукции или услуг как неотъемлемые части системы менеджмента качества организации / Г. А. Тиханкин, А. А. Пискунова // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2017. – № 6-4(52). – С. 183-184.

150. Тойгамбаев, С. К. Особенности разработки технологического процесса технического обслуживания тракторов в машинно-тракторном парке хозяйства / С.

К. Тойгамбаев, О. Н. Дидманидзе // Вестник Курганской ГСХА. – 2021. – № 1(37). – С. 74-80.

151. Управление затратами на качество продукции и услуг предприятий ремонтного профиля : Монография / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, Г. Н. Темасова [и др.]. – Ставрополь : Логос, 2020. – 133 с.

152. Управление качеством ремонта. Подготовка специалистов / Н. В. Бышов, Н. Р. Кузелев, Г. А. Нуждин, Г. К. Рембалович // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2019. – № 9. – С. 37-43.

153. Хакимов, Р. Т. Анализ энергоэффективности и снижения шума систем охлаждения автотранспортных средств / Р. Т. Хакимов, В. А. Филимонов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 5. – С. 91-92.

154. Хакимов, Р. Т. Особенности управления рисками в системе менеджмента качества организации / Р. Т. Хакимов, Т. Б. Альгина, Г. Р. Хакимова // Известия Международной академии аграрного образования. – 2020. – № 50. – С. 128-133.

155. Храпова, Т. Е. Техническое обслуживание и качественный ремонт – основа бесперебойной работы сельскохозяйственной техники / Т. Е. Храпова, И. А. Успенский, Г. К. Рембалович // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 286-289.

156. Царева, С. А. Производство с нулевым дефектом на основе комбинации статистических контрольных карт / С. А. Царева, Ю. В. Царев, М. Х. Х. Наурбиев // Экономика и предпринимательство. – 2023. – № 6(155). – С. 1085-1090.

157. Цыганенко, А. В. Опыт внедрения подходов оценки затрат на качество на предприятии / А. В. Цыганенко, Е. В. Замиралова // Наука и бизнес: пути развития. – 2018. – № 12(90). – С. 178-181.

158. Чеботарев, М. И. Проблемы и перспективы развития технического сервиса АПК / М. И. Чеботарев, И. Г. Савин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 97. – С. 564-592.

159. Черноиванов, В. И. Развитие системы ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка / В. И. Черноиванов // История науки и техники. – 2019. – № 12. – С. 11-19.

160. Черноиванов, В. И. Системный подход для агропромышленного комплекса / В. И. Черноиванов, Г. К. Толоконников // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 12(294). – С. 2-6.

161. Чигрик, Н. Н. Исследование влияния погрешности отклонения формы сопрягаемых поверхностей деталей цилиндрической группы автомобильного двигателя ЗМЗ-511.10 при селективной сборке на точность элементных размеров / Н. Н. Чигрик // Омский научный вестник. – 2013. – № 3(123). – С. 124-135.

162. Чигрик, Н. Н. Оценка точности элементных размеров деталей цилиндрической группы автомобильного двигателя ЗМЗ-511.10 / Н. Н. Чигрик // Омский научный вестник. – 2013. – № 2(120). – С. 123-132.

163. Шкаруба Н. Ж. Совершенствование метрологического обеспечения ремонтного производства агропромышленного комплекса : автореферат дис. ... доктора технических наук : 05.20.03 / Шкаруба Нина Жоровна; [Место защиты: Рос. гос. аграр. ун-т]. – Москва, 2019. – 40 с.

164. Шкаруба, Н. Ж. Анализ системы технологии контроля качества ремонтного производства / Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова, И. И. Рулько // Сельский механизатор. – 2020. – № 4. – С. 38-39.

165. Шкаруба, Н. Ж. Влияние погрешностей измерения на результаты разбраковки при дефектации деталей машин / Н. Ж. Шкаруба // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 2. – С. 41-43.

166. Шкаруба, Н. Ж. Техничко-экономические критерии выбора универсальных средств измерений при ремонте сельскохозяйственной техники : монография / Н. Ж. Шкаруба ; Н. Ж. Шкаруба ; М-во сельского хоз-ва Российской

Федерации, Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Московский гос. агроинженерный ун-т им. В. П. Горячкина". – Москва : МГАУ, 2009. – 118 с.

167. Шкаруба, Н. Ж. Управление рисками измерительных процессов в ремонтном производстве / Н. Ж. Шкаруба // Международный технико-экономический журнал. – 2018. – № 6. – С. 77-82.

168. Шпер, В. Л. Инструменты качества и не только! Часть 4. Анализ вариабельности данных с помощью гистограмм / В. Л. Шпер // Методы менеджмента качества. – 2021. – № 6. – С. 50-55.

169. Щербакова, Т. М. Анализ и снижение потерь от брака / Т. М. Щербакова // Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. – 2017. – № 6. – С. 193-195.

170. Экспериментальное обоснование параметров форсунки-распылителя для агропромышленного комплекса / Д. М. Юмаев, Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2022. – Т. 14, № 4. – С. 193-200.

171. Энергоэффективность газомоторной техники в полевых условиях / Р. Т. Хакимов, Р. Т. Хакимов, Р. Р. Хабушев [и др.] // Известия Международной академии аграрного образования. – 2021. – № 53. – С. 32-38.

172. Энергоэффективность и ресурсосбережение автотракторной техники / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев, Н. А. Большаков // Известия Международной академии аграрного образования. – 2023. – № 67. – С. 38-43.

173. Эффективность внедрения системы качества на предприятиях технического сервиса АПК / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Сельский механизатор. – 2016. – № 4. – С. 34-35.

174. Эффективность метрологических работ / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020. – 179 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ



**МИНИСТЕРСТВО
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(Минсельхоз России)**

**Департамент растениеводства,
механизации, химизации
и защиты растений
(Депрарастениеводство)**

Орликов пер., 1/11, Москва, 107996
Для телеграмм: Москва 84 Минсельхоз
телефон/факс: (495) 608-72-57
E-mail: pr.deprasten@mcx.gov.ru
<http://www.mcx.ru>

22.02.2024 № 19/1161

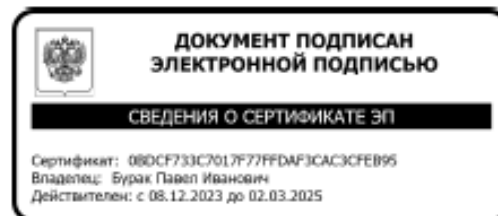
ФГБОУ ВО «Российский
государственный аграрный
университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева»

(Диссертационный совет 35.2.030.03)

Депрарастениеводство Минсельхоза России рассмотрело результаты диссертационной работы Темасовой Галины Николаевны на тему «Совершенствование инструментов и методов мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса» (далее – диссертационная работа) и сообщает.

Методики расчёта брака при допусковом контроле в ремонтном производстве и расчета комплексного показателя качества процесса ремонта, применения контрольных карт и гистограмм для оценки брака, использования диаграммы Парето для подсчета внешних потерь от брака, применения калибров с меньшими допусками и контрольный листок процесса дефектации коленчатого вала, представленные в диссертационной работе, рекомендуются к внедрению на предприятиях осуществляющих оказание услуг сельскохозяйственным товаропроизводителям по техническому обслуживанию и (или) ремонту сельскохозяйственной техники, машин и оборудования.

Заместитель директора
Депрарастениеводства



П.И. Бурак

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и
инновационному развитию
ФГБОУ ВО «Российский
государственный аграрный
университет – МСХА имени
К.А. Тимирязева»

А.В. Журавлев

2024 г.

**АКТ**

об использовании в учебном процессе результатов
научно-исследовательской работы к.э.н., доцента Г.Н. Темасовой
на тему «Совершенствование инструментов и методов мониторинга потерь от
брака на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса»

Теоретические и практические разработки, представленные в научно-исследовательской работе Темасовой Г.Н., широко используются в учебном процессе, а именно:

1. Темасова Г.Н. в 2023 г. в соавторстве разработала учебное пособие «Статистические методы и инструменты контроля качества», в котором изложены новые подходы по оценке и анализу брака и потерь.

2. Основные положения работы Темасовой Г.Н. используются при чтении лекции и проведении практических занятий по дисциплинам «Статистические методы в управлении качеством», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Основы взаимозаменяемости и технические измерения», «Логистика технического сервиса», «Метрологический анализ и экспертиза технической документации», «Оценка работ по стандартизации и метрологии» со студентами, обучающимися по направлениям 27.03.02 «Управление качеством», 35.03.06 «Агроинженерия», 27.04.01 «Стандартизация и метрология».

И.о. директора института механики и
энергетики имени В.П. Горячкина

А.С. Апатенко

31.01.2024 № АМ-исх/104

на № _____ от _____

АКТ О РЕКОМЕНДАЦИИ К ВНЕДРЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Настоящий акт составлен о рекомендации к внедрению результатов законченной научно-исследовательской работы «Совершенствование инструментов и методов мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса», выполненной в ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева.

Результатами законченной научно-исследовательской работы являются разработанные и утвержденные на Ученом Совете института механики и энергетики ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева методические рекомендации «Методика мониторинга потерь от брака в ремонтном производстве АПК».

Методические рекомендации могут быть приняты к внедрению на предприятии. Хотя рекомендации разработаны для предприятий технического сервиса, но целый ряд положений может быть использован и в машиностроительном производстве.

Так, для оценки внутренних потерь на предприятии могут быть использованы:

форма контрольного листка для сбора информации о браке;

контрольные карты Шухарта совместно с гистограммами для анализа качества и определения количества исправимого и неисправимого брака при механической обработке деталей и последующем допусковом контроле;

диаграмма Парето для оценки количества видов брака и итогового качества сборки узлов и агрегатов.

Также предприятию интересна методика расчета комплексного показателя качества процесса, включающая в себя построение дерева свойств качества процесса, шкалы рангов для оценивания качества процесса, матрицы оценки качества процесса и определение комплексного показателя качества процесса.

Заместитель Генерального директора



Р.А Семенов

РОСТСЕЛЬМАШ

ООО «КЗ «Ростсельмаш»
rostselmash@oaorsm.ru

344029, г. Ростов-на-Дону,
ул. Менжинского, 2

Т 8 800 250-60-04
Ф 8 863 255-20-57

30.01.2024г. № 101.М-6/005
На № _____ от _____

В «Методике мониторинга потерь от брака в ремонтном производстве АПК» автора Темасовой Г.Н. раскрывается принцип процессного подхода к мониторингу потерь от брака и аккумулярованию информации о затратах на качество на различных этапах жизненного цикла продукта как на машиностроительном предприятии, так в техническом сервисе в данной области.

Цель работы - в достижении точки безубыточности путем перераспределения затрат на этапе управления качеством процессов с целью снижения потерь от брака.

Инструментами анализа качества процессов, согласно методике, являются применение контрольных листов и контрольных карт, исследуется влияние погрешности измерений на полученные результаты и рекомендуются действия, необходимые к их внедрению. Считаем полезным категоризацию каждого вида дефекта на исправимый и неисправимый брак и использование для этих целей диаграммы Парето, позволяющей в свою очередь направить особое внимание на предупреждение возникновения ситуаций с браком.

Директор по экономике



Мацаков Д.В.

УТВЕРЖДАЮ
 Генеральный директор
 ООО «КАР АЦ»
 И.В. Петров
 22 января 2024 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ



Настоящий акт составлен о внедрении результатов законченной научно-исследовательской работы «Совершенствование инструментов и методов мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса», выполненной в ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева.

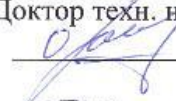
Результатами законченной научно-исследовательской работы являются разработанные и утвержденные на Ученом Совете института механики и энергетики ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева методические рекомендации «Методика мониторинга потерь от брака в ремонтном производстве АПК».


Методические рекомендации приняты к внедрению на ООО «КАР АЦ» 22 января 2024 г. В результате внедрения новых методов мониторинга потерь от брака на предприятии, удалось получить данные о количестве бракованных изделий и их экономической оценке. Это позволило провести анализ причин возникновения брака и разработать корректирующие и предупреждающие меры для его устранения. Благодаря этому, удалось снизить количество бракованных узлов и агрегатов, попадающих к потребителю, и повысить эффективность производственного процесса в целом.

Ожидаемый эффект от внедрения предложенных мер может быть весьма значительным. Во-первых, благодаря уменьшению потерь от брака и снижению себестоимости оказываемых услуг, предприятие сможет сократить свои издержки, что положительно скажется на его рентабельности. Во-вторых, повышение конкурентоспособности на рынке может привести к увеличению объема оказания услуг и привлечению новых клиентов. В-третьих, улучшение качества отремонтированных узлов и агрегатов будет способствовать укреплению доверия со стороны потребителей и партнеров, что также важно для успешного развития бизнеса.

Представители
 ООО «КАР АЦ»


 Руководитель сервиса
 К.И. Хотеевков
 Экономист

 А.С. Дивнова

Представители
 ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА
 имени К.А. Тимирязева
 Доктор техн. наук, профессор

 О.А. Леонов


 К.э.н., доцент
 Т.Н. Темасова

УТВЕРЖДАЮ

Директор Филиала «Звезда
столицы» АО «Рольф»

С.В. Бертов

15 января 2024 г.

АКТ**ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ**


Настоящий акт составлен о внедрении результатов законченной научно-исследовательской работы «Совершенствование инструментов и методов мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса», выполненной в ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева.


Результатами законченной научно-исследовательской работы являются разработанные и утвержденные на Ученом Совете института механики и энергетики ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева методические рекомендации «Методика мониторинга потерь от брака в ремонтном производстве АПК».

Методические рекомендации приняты к внедрению в Филиале «Звезда столицы» АО «Рольф» 15 января 2024 г. В результате внедрения новых методов мониторинга брака и потерь от брака, были получены данные о количестве брака и его экономической оценке. На основании полученных данных о количестве брака и его экономической оценке были проведены корректирующие и предупреждающие действия.


Ожидаемый эффект от внедрения предложенных мер может быть получен благодаря уменьшению потерь от брака и снижению себестоимости услуг. Предприятие сможет сократить свои издержки, что положительно скажется на его рентабельности. Повышение конкурентоспособности на рынке может привести к увеличению объема сбыта и привлечению новых клиентов. Улучшение качества отремонтированных автомобилей будет способствовать укреплению доверия со стороны потребителей.


Представители
Филиала «Звезда столицы»
АО «Рольф»

Технический директор
 А.Н. Медведев

Старший инженер
 А.С. Дубровинский

Представители
ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА
имени К.А. Тимирязева

Доктор техн. наук, профессор
 О.А. Леонов

К.э.н., доцент
 Г.Н. Темасова

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2023622035

«Отраслевые и интегрированные системы менеджмента
качества»

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева) (RU)*

Авторы: *Темасова Галина Николаевна (RU), Шкаруба Нина Жоровна (RU)*

Заявка № 2023621673

Дата поступления 02 июня 2023 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных 21 июня 2023 г.



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2022621385

«Контрольные карты для анализа процесса»

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева) (RU)*

Авторы: *Темасова Галина Николаевна (RU), Леонов Олег Альбертович (RU), Шкаруба Нина Жоровна (RU), Вергазова Юлия Геннадьевна (RU), Голиницкий Павел Вячеславович (RU), Антонова Ульяна Юрьевна (RU), Черкасова Эльмира Исламовна (RU), Боголюбова Дарья Александровна (RU)*

Заявка № 2022621193

Дата поступления 27 мая 2022 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных 14 июня 2022 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Zubov

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2022621345

«Методы оценки качества»

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева) (RU)*

Авторы: *Темасова Галина Николаевна (RU), Леонов Олег Альбертович (RU), Шкаруба Нина Жоровна (RU), Вергазова Юлия Геннадьевна (RU), Голиницкий Павел Вячеславович (RU), Антонова Ульяна Юрьевна (RU), Черкасова Эльмира Исламовна (RU), Боголюбова Дарья Александровна (RU), Петухов Александр Евгеньевич (RU)*

Заявка № 2022621222

Дата поступления 27 мая 2022 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных 08 июня 2022 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2021621718

«Статистическое управление процессами»

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева) (RU)*

Авторы: *Темасова Галина Николаевна (RU), Леонов Олег Альбертович (RU), Шкаруба Нина Жоровна (RU), Вергазова Юлия Геннадьевна (RU), Голиницкий Павел Вячеславович (RU), Антонова Ульяна Юрьевна (RU), Черкасова Эльмира Исламовна (RU)*



Заявка № 2021621604

Дата поступления 30 июля 2021 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных 12 августа 2021 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев



СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 2021037

о регистрации в качестве ноу-хау
результата интеллектуальной деятельности

Инструменты контроля и управления качеством

Зарегистрировано в Депозитарии ноу-хау при ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на основании решения Научно-технического совета РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева от 17.06.2021 г.

Правообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Авторы: Темасова Галина Николаевна, Леонов Олег Альбертович, Шкаруба Нина Жоровна, Вергазова Юлия Геннадьевна, Голиницкий Павел Вячеславович, Черкасова Эльмира Исламовна, Антонова Ульяна Юрьевна

Проректор по науке



И.С. Константинов

Срок действия свидетельства прекращается в результате:

- прекращения действия мер, предпринимаемых правообладателем по сохранению информации в конфиденциальном режиме
- в момент раскрытия информации третьим лицом независимо от способа получения им этой информации