

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Школа «Транспортная инженерия и логистика»

ОП «Транспортная инженерия»

Муканов Мирас Мейрашулы

Улучшение процесса катафореза: повышение производительности и качества покрытия

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

6В07108 – Транспортная инженерия

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

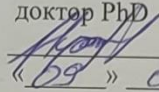
Школа «Транспортная инженерия и логистика»

ОП «Транспортная инженерия»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Руководитель ОП

«Транспортная инженерия»,
доктор PhD

 Камзанов Н.С.
« 09 » 06 2025г.

**ДОПУЩЕН
К ЗАЩИТЕ**

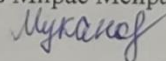
ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Улучшение процесса катафореза: повышение производительности и качества
покрытия»

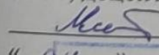
6B07108 – Транспортная инженерия

Выполнил

Муканов Мирас Мейрашулы

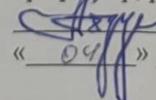


Рецензент
Ассоциированный профессор,
к.т.н., доцент

 Есенгалиев М.Н.
« 04 » 06 2025г.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

Научный руководитель
Доктор технических наук,
профессор, руководитель школы

 Абдуллаев С. С.
« 04 » 06 2025г.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Школа «Транспортная инженерия и логистика»

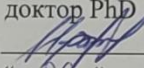
ОП «Транспортная инженерия»

6B07108 – Транспортная инженерия

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

«Транспортная инженерия»,
доктор PhD

 Камзанов Н.С.
« 06 » 12 2024г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Муканову Мирасу Мейрашулы

Тема: «Улучшение процесса катафореза: повышение производительности и качества
покрытия»

Утверждена приказом Ректора Университета за №26-П/Ө от 29.01.2025г.

Срок сдачи законченной работы «10» июня 2025г.

Исходные данные к дипломной работе: Техническая документация участка катафорезного
грунтования кузовов автомобилей на предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan», схема
технологической линии, план участка, производственные чертежи, данные преддипломной и
учебной практик, материалы аналитического обзора по технологии катафорезного
покрытия, нормативные и методические документы по антикоррозионной защите, охране
труда и организации производства.

Краткое содержание дипломной работы:

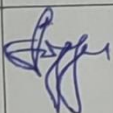
- а) Аналитическая часть. Анализ текущего состояния участка катафорезного грунтования,
выявление недостатков в организации и технологии процесса.
 - б) Проектная часть. Разработка технических и организационных мероприятий по
модернизации участка: автоматизация операций, повышение безопасности и
производственной дисциплины.
 - в) Экономическая часть. Расчёт затрат на внедрение мероприятий, определение годового
экономического эффекта и срока окупаемости.
 - г) Раздел по охране труда и экологии. Анализ условий труда на участке, вредных факторов и
экологических рисков, предложения по их снижению.
- Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):
представлены 15 слайдов презентации работы.
- Рекомендуемая основная литература: из 15 наименований.

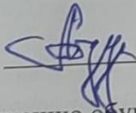
ГРАФИК
подготовки дипломной работы

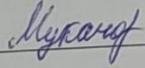
Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Анализ участка катафорезного грунтования, описание технологии и оборудования	12.12.2024 - 12.02.2025	выполнено
Разработка мероприятий по улучшению процесса катафорезного грунтования	12.02.2025 – 28.03.2025	выполнено
Технико-экономическое обоснование, охрана труда и экология, заключение	29.03.2025 - 26.05.2025	выполнено

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу
с указанием относящихся к нему разделов работы

Наименование разделов	Консультанты (И.О.Ф., уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Основные разделы дипломной работы	Абдуллаев С.С., доктор технических наук, профессор, руководитель школы	04.06.2025г.	
Нормоконтролер	Сарсанбеков К.К., Старший преподаватель	04.06.2025г.	

Научный руководитель  Абдуллаев С. С.

Задание принял к исполнению обучающийся  Муканов М. М.

Дата "06" декабря 2024г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Муканов Мирас Мейрашулы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: ДР Муканов М.М.

Научный руководитель: Сейдулла Абдуллаев

Коэффициент Подобия 1: 0.2

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 9

Знаки из здругих алфавитов: 1

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

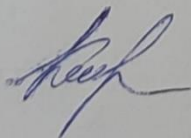
☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

2025-06-02

Дата



Перизат Кәрібай

проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Муканов Мирас Мейрашулы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: ДР Муканов М.М.

Научный руководитель: Сейдулла Абдуллаев

Коэффициент Подобия 1: 0.2

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 9

Знаки из других алфавитов: 1

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- ☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- ☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- ☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- ☐ Обоснование:

2025-06-02

Дата



Заведующий кафедрой

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу
(наименование вида работы)

Муканов Мирас Мейрашулы
(Ф.И.О. обучающегося)

Транспортная инженерия (6B07108)
(шифр и наименование ОП)

На тему: «Улучшение процесса катафореза: повышение производительности
и качества покрытия»

Выполнено:

- а) графическая часть на 5 листах
- б) пояснительная записка на 36 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Выпускная квалификационная работа Муканова М. М. посвящена совершенствованию процесса катафорезного грунтования кузовов. В работе проведён анализ текущего состояния участка, выявлены проблемные зоны и предложены обоснованные технические решения, подтверждённые расчётами. Работа логично структурирована, содержит обоснованные выводы и соответствует требованиям к дипломным работам. Вместе с тем, в пояснительной записке следовало бы подробнее рассмотреть экономический эффект и привести количественные показатели снижения дефектов. Также рекомендуется усилить раздел, касающийся экологической безопасности и условий труда.

Оценка работы

/Дипломная работа Муканова М. М. выполнена на актуальную тему, связана с повышением эффективности производственного процесса. Представлен анализ состояния, предложены практические решения с расчётами и графическим материалом. Работа отличается хорошей проработкой, соблюдением требований к оформлению и может быть рекомендована к защите с оценкой “отлично”. 98 Автор заслуживает присвоения степени бакалавра по ОП “6B07108 – Транспортная инженерия”.

Рецензент

Ассоциированный профессор, к.т.н., доцент
(должность, степень, звание)

Есенгалиев М.Н.

2025 г.



**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

на дипломную работу
(наименование вида работы)

Муканов Мирас Мейрашулы

(Ф.И.О. обучающегося)

6B07108 – Транспортная инженерия

(шифр и наименование ОП)

Тема: «Улучшение процесса катафореза: повышение производительности и
качества покрытия»

Дипломная работа состоит из введения, четырёх разделов, заключения,
списка использованных источников, приложений, а также графической
части, включающей 5 листов чертежей. Объём пояснительной записки
составляет 36 страницы.

Работа посвящена вопросам совершенствования процесса
катафорезного грунтования кузовов автомобилей на примере действующего
предприятия. В ней выполнен анализ текущего состояния участка, выявлены
основные проблемы, предложены конкретные технические и
организационные решения, а также проведены расчёты, подтверждающие
эффективность предлагаемых мер.

В процессе подготовки дипломной работы студент проявил
инициативность, ответственность, способность к аналитическому и
инженерному мышлению. Он грамотно использовал полученные в
университете знания, в том числе в области технологии производства,
охраны труда и экологической безопасности.

Тема дипломной работы раскрыта полностью. Работа выполнена на
высоком уровне и соответствует предъявляемым требованиям.

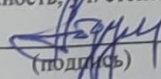
Дипломная работа Муканова М. М. может быть рекомендован к защите
с присвоением ему академической степени бакалавра по образовательной
программе 6B07108 – Транспортная инженерия.

Научный руководитель

Доктор технических наук,

профессор, руководитель школы

(должность, уч. степень, звание)


(подпись)

Абдуллаев С. С.

« 04 »

06

2025 г.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе рассматриваются пути совершенствования технологического процесса катафорезного грунтования кузовов автомобилей на предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan». Проведён анализ текущего состояния производственной линии, выявлены организационно-технические недостатки, снижающие эффективность и стабильность процесса.

В качестве решения предложен комплекс мероприятий, включающий автоматизацию предварительной промывки, внедрение системы контроля загрязнённости фильтров, модернизацию видеонаблюдения, установку фиксаторов тележек и сигнализации выхода кузова из печи. Проведена технико-экономическая оценка, подтверждающая целесообразность и рентабельность внедрения предложений.

Работа включает также анализ вопросов охраны труда и экологической безопасности. Полученные результаты могут быть использованы при модернизации аналогичных производственных участков в автомобильной промышленности.

АННОТАЦИЯ

Дипломдық жұмыста «Hyundai Trans Kazakhstan» ЖШС кәсіпорнында автомобиль кузовдарын катафорездік грунттау технологиялық үдерісін жетілдіру жолдары қарастырылады. Өндірістік желінің қазіргі жай-күйіне талдау жүргізіліп, үдерістің тиімділігі мен тұрақтылығын төмендететін ұйымдастырушылық-техникалық кемшіліктер анықталды.

Мәселені шешу үшін алдын ала жуу үдерісін автоматтандыру, сүзгілердің ластануын бақылау жүйесін енгізу, бейнебақылау жүйесін жаңарту, арбашаларды бекіткіштермен жабдықтау және пештен шыққан кезде дыбыс-жеңіл сигнал беру жүйесін орнату ұсынылды. Ұсынылған шараларды енгізудің орындылығы мен тиімділігі техникалық-экономикалық тұрғыдан негізделді.

Жұмыста еңбек қауіпсіздігі мен экологиялық қауіпсіздік мәселелеріне де талдау жасалды. Алынған нәтижелер ұқсас өндірістік учаскелерді жаңғырту кезінде пайдаланылуы мүмкін.

ABSTRACT

This thesis explores ways to improve the cathodic electrodeposition (CED) process used for automotive body coating at Hyundai Trans Kazakhstan LLP. The current state of the production line has been analyzed, and organizational and technical deficiencies that reduce process efficiency and stability have been identified.

As a solution, a set of measures has been proposed, including automation of the pre-washing stage, implementation of a filter contamination monitoring system, modernization of the video surveillance system, installation of trolley position locks, and a warning system for vehicle body exit from the curing oven. A techno-economic assessment confirms the feasibility and profitability of these proposals.

The thesis also includes an analysis of occupational health and environmental safety aspects. The results can be applied to the modernization of similar production facilities in the automotive industry.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	13
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ УЧАСТКА КАТАФОРЕЗНОГО ГРУНТОВАНИЯ	15
1.1 Общая характеристика участка	15
1.2 Технология нанесения катафорезного покрытия	17
1.3 Анализ текущего состояния участка и выявленных проблем	18
1.4 Выводы по результатам анализа участка катафорезного грунтовани	19
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ПРЕДЛАГАЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ	21
2.1 Установка автоматизированной системы промывки кузова высокого давления	21
2.2 Автоматизация контроля загрязнённости фильтров	23
2.3 Восстановление системы видеонаблюдения	25
2.4 Установка фиксатора тележки в зоне выгрузки кузова	26
2.5 Установка светозвуковой сигнализации выхода кузова из печи	27
2.6 Выводы по разработанным техническим мероприятиям	29
ГЛАВА 3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЛОЖЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ	31
3.1 Обоснование выбора решений	31
3.2 Оценка затрат на реализацию мероприятий	32
3.3 Расчёт годового экономического эффекта от внедрения мероприяти	34
3.4 Расчёт срока окупаемости мероприятий	35
3.5 Выводы по экономическому обоснованию решений	37
ГЛАВА 4. ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	39
4.1 Общая характеристика условий труда на участке	39
4.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов	40
4.3 Мероприятия по охране труда	41
4.4 Мероприятия по охране окружающей среды	42
4.5 Расчёт искусственной освещённости зоны выгрузки кузова	43
4.6 Выводы по мероприятиям по охране труда	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	48
ПРИЛОЖЕНИЕ	49

ВВЕДЕНИЕ

Качество антикоррозионной защиты кузова автомобиля оказывает решающее влияние на его долговечность, надёжность и безопасность эксплуатации. В условиях интенсивной эксплуатации транспортных средств и воздействия агрессивных факторов внешней среды (влажности, реагентов, перепадов температур) особенно важным становится применение эффективных методов первичной защиты металлических поверхностей. Одним из наиболее прогрессивных и широко распространённых способов в современной автомобильной промышленности является катафорезное грунтование, или метод электроосаждения.

Катафорез обеспечивает равномерное нанесение защитного слоя на всю поверхность кузова, включая сварные швы, внутренние полости и другие труднодоступные зоны, которые невозможно качественно обработать традиционными методами. Преимущества этого метода — высокая степень укрывистости, экономичный расход материалов, экологическая безопасность, а также возможность полной автоматизации процесса.

На предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» успешно функционирует участок катафорезного грунтования кузовов, где реализуется ключевой этап подготовки кузова к последующим операциям окраски. Однако в процессе преддипломной практики был выявлен ряд технических и организационных проблем, препятствующих достижению максимальной эффективности производственного процесса. К ним относятся: высокая доля ручного труда на этапе предварительной промывки кузова, отсутствие автоматизированной сигнализации на выходе из сушильной камеры, необходимость ручной фиксации тележек при выгрузке, а также ограниченные возможности визуального контроля за перемещением кузова по линии.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения производительности, надёжности и технологической устойчивости катафорезного участка без капитальных вложений и остановки производства. Данный подход особенно важен для действующего предприятия, где любые изменения должны быть реализованы без нарушения основного технологического цикла.

Цель дипломной работы — разработать и обосновать комплекс мероприятий по улучшению производственного процесса катафорезного грунтования кузовов автомобилей, направленных на повышение уровня автоматизации, снижение влияния человеческого фактора, улучшение условий труда и обеспечение стабильности качества покрытия.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

- провести анализ текущего состояния участка катафорезного грунтования и технологической схемы его функционирования;
- выявить ключевые технические и организационные недостатки, влияющие на стабильность процесса;

- обосновать технические решения, направленные на устранение выявленных проблем;
- выполнить расчёты по освещённости и технико-экономическую оценку предлагаемой работы;
- рассмотреть аспекты охраны труда и экологической безопасности при реализации мероприятий.

Объектом исследования является производственный участок катафорезного грунтования на ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan».

Предмет исследования — организационно-технические мероприятия по повышению эффективности его работы.

Практическая значимость дипломной работы заключается в возможности реализации предложенных решений без необходимости кардинальной реконструкции оборудования. Результаты работы могут быть использованы для модернизации аналогичных производственных участков на других предприятиях автомобильной промышленности Республики Казахстан.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ УЧАСТКА КАТАФОРЕЗНОГО ГРУНТОВАНИЯ

1.1 Общая характеристика участка

На предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» функционирует специализированный участок катафорезного грунтования кузовов автомобилей. Его основная задача — формирование первичного антикоррозионного покрытия на металлических поверхностях кузова перед нанесением декоративных лакокрасочных материалов. Участок представляет собой высокотехнологичную линию, включающую последовательно расположенные ванны различного назначения, подъёмно-транспортное оборудование, зону загрузки и выгрузки, а также сушильную камеру.

Технология катафорезного грунтования (электроосаждение) получила широкое распространение в автомобильной промышленности начиная с 1970-х годов. Впервые она была внедрена на европейских заводах Mercedes-Benz и Volkswagen, где остро стояла задача повышения коррозионной стойкости кузовов.

В сравнении с традиционными методами нанесения грунтовки (ручное напыление, кисть, погружение), катафорез обеспечивает равномерное покрытие даже в труднодоступных зонах кузова — внутренних полостях, сварных швах и ребрах жёсткости. Благодаря высокой укрывистости, экономичному расходу материалов и экологической безопасности, метод стал доминирующим в мировой практике.

Сегодня он применяется на большинстве современных автозаводов, включая предприятия на территории Республики Казахстан. Использование данной технологии на ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» обусловлено её высокой надёжностью, стабильностью результата и возможностью полной автоматизации процесса.

На данном участке технология реализована в виде автоматизированной линии, включающей несколько зон подготовки и обработки кузова.

Процесс начинается с того, что кузов поступает в цех. На него устанавливается оснастка, после чего осуществляется предварительная промывка с использованием установки высокого давления. Оператор вручную направляет струю воды под давлением на поверхность кузова для удаления загрязнений. Далее он подаётся на зону загрузки (Loading), где оператор опускает подъёмно-транспортный механизм (ПТМ). В этот момент активируется визуальное предупреждающее устройство, с проецируемым на пол изображением жёлтого цвета с предупреждающим текстом («Осторожно, работает подъёмник»). После размещения механизма под кузовом кузов закрепляется цепями, обеспечивая его устойчивость при движении по участку.

После фиксации кузова начинается его автоматическое перемещение через технологические ванны. Всего на линии насчитывается 14 зон, каждая из которых выполняет свою функцию: промывка, обезжиривание, активация, фосфатирование, электроосаждение, ультрафильтрация и т. д. Линия работает в

непрерывном автоматическом режиме, перемещая кузов от ванны к ванне с соблюдением строго заданных параметров. Последовательность прохождения кузова через технологические ванны представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Последовательность технологических этапов обработки кузова на участке катафорезного грунтования

№	Этап процесса	Назначение	Основные параметры
1	Промывка горячей водой	Удаление пыли, грязи	t = 40–50°C 1–2 мин
2	Обезжиривание	Удаление жиров, масел	t = 55–60°C 3–4 мин
3	Промывка орошением	Удаление остатков обезжиривания	t = 35–40°C 1 мин
4	Промывка погружением	Полное удаление загрязнений	t = 35–40°C 1–2 мин
5	Активация	Подготовка поверхности к фосфатированию	t = 40–50°C 1 мин
6	Фосфатирование	Создание фосфатного слоя	t = 45–50°C 4–5 мин
7	Промывка погружением	Удаление остатков фосфата	t = 35–40°C 1–2 мин
8	Промывка погружением	Дополнительная очистка	t = 35–40°C 1–2 мин
9	Промывка орошением	Финальное удаление загрязнений	t = 30–35°C 1 мин
10	Электроосаждение (катафорез)	Нанесение защитного покрытия	t = 28–32°C 2 мин, 250 В
11	Ультрафильтрация	Удаление лишнего покрытия	t = 30–35°C 1–2 мин
12	Орошение ультрафильтратом	Очистка после ультрафильтрации	t = 30–35°C 1 мин
13	Промывка погружением	Заключительная очистка	t = 30–35°C 1 мин
14	Промывка орошением	Финальная промывка	t = 30–35°C 1 мин

Завершив прохождение через катафорезную ванну, кузов поступает на зону выгрузки (Unloading). Здесь снова включается визуальное предупреждение, сигнализирующее о работе ПТМ. После остановки механизма кузов закрепляется на тележку, и только после этого происходит подъём ПТМ. Далее кузов направляется в сушильную камеру (печь), где происходит отверждение покрытия. По завершении процесса кузов выводится с участка и передаётся на следующий этап.

Участок оснащён сенсорными панелями управления, используемыми для включения и отключения оборудования — отдельных ванн, печи и её конвейера.

Управление осуществляется в соответствии с установленным регламентом запуска.

Технологический процесс характеризуется высокой степенью автоматизации и надёжности. Все этапы строго регламентированы по времени, температуре и химическому составу растворов, что обеспечивает стабильность покрытия и минимизирует влияние человеческого фактора. Примерная протяжённость линии — порядка 140 метров, включая все технологические зоны и буферные участки.

1.2 Технология нанесения катафорезного покрытия

Катафорезное грунтование (электроосаждение) представляет собой современный способ нанесения защитного антикоррозионного слоя на металлические поверхности изделий с использованием принципов электрофореза. Суть технологии заключается в погружении кузова автомобиля в ванну, заполненную катафорезной суспензией, с одновременным подключением изделия к источнику постоянного тока.

В процессе грунтования кузов подключается к отрицательному полюсу (катоде), тогда как анод размещается непосредственно в ванне. Под действием электрического поля частицы грунтовочного материала, находящиеся во взвешенном состоянии, направляются к поверхности изделия и осаждаются на ней, образуя тонкий, равномерный и стойкий защитный слой.

Процесс осуществляется при температуре рабочей ванны 28–32 °С, напряжении 220–260 В и силе тока до 1000 А. Продолжительность выдержки в ванне составляет около 2 минут. После электроосаждения кузов проходит стадию ультрафильтрации — удаления избытков суспензии с поверхности. Завершающим этапом является термическая полимеризация покрытия в сушильной камере при температуре 170–180 °С, в результате которой образуется твёрдое, стойкое покрытие.

Основные преимущества технологии катафореза:

- высокая равномерность нанесения покрытия, включая труднодоступные полости и внутренние поверхности;
- высокая степень антикоррозионной защиты кузова;
- низкий расход материалов благодаря замкнутому циклу циркуляции суспензии;
- экологичность технологии — минимальное количество летучих соединений и отходов;
- автоматизация и воспроизводимость процесса, что снижает влияние человеческого фактора.

Таким образом, участок катафорезного грунтования выполняет критически важную функцию в обеспечении долговечности кузова автомобиля и подготовке его к следующим операциям — нанесению декоративных лакокрасочных покрытий и финальной сборке. Надёжность и стабильность данного этапа

технологического цикла оказывают непосредственное влияние на общее качество выпускаемой продукции.

1.3 Анализ текущего состояния участка и выявленных проблем

В процессе преддипломной практики был проведён анализ организации работы участка катафорезного грунтования кузовов автомобилей на предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan». По результатам наблюдений, анализа производственного процесса, а также общения с рабочим персоналом и мастерами смен установлено, что технологическая линия в целом функционирует стабильно и в соответствии с заданными параметрами. Поддерживаются требуемые значения температуры, времени выдержки, напряжения и скорости перемещения. Подъёмно-транспортный механизм (ПТМ) обеспечивает корректное прохождение кузова через все этапы обработки. Управление оборудованием осуществляется посредством сенсорных панелей, обеспечивающих запуск ванн, печи и её конвейера.

Тем не менее, в ходе визуального осмотра и анализа типовых ситуаций были зафиксированы ряд факторов, влияющих на эффективность и удобство работы участка. Некоторые из них не оказывают прямого влияния на техническую исправность оборудования, однако сказываются на производственной устойчивости, повторяемости качества и условиях труда операторов.

К числу выявленных проблем и потенциальных зон для улучшения относятся следующие:

- Ручная предварительная промывка кузова с использованием установки высокого давления. Оператор вручную обрабатывает кузов, направляя струю воды под давлением. Метод требует участия персонала, зависит от навыков работника и не гарантирует стабильное качество очистки.

- Отсутствие автоматизированной сигнализации загрязнённости фильтров. Несмотря на наличие датчиков давления, отсутствует визуальная или звуковая индикация. В результате контроль состояния фильтров осуществляется вручную, что снижает оперативность и увеличивает нагрузку на персонал.

- Неработоспособность системы видеонаблюдения. Установленные ранее камеры в настоящий момент не функционируют, монитор в зоне управления не используется, что исключает визуальный контроль за прохождением кузова по участку.

- Отсутствие оповещения о выходе кузова из печи. В ходе наблюдений зафиксирован случай накопления кузовов у выхода из сушильной камеры, что стало причиной фактического столкновения. Отсутствие сигнализации снижает управляемость процесса на завершающем этапе.

- Отсутствие системы фиксации тележек в зоне выгрузки. В текущей конфигурации тележка удерживается вручную, без физического упора, что затрудняет точное позиционирование при снятии кузова с ПТМ и создаёт дополнительную нагрузку на оператора.

Несмотря на перечисленные недостатки, общее техническое состояние оборудования удовлетворительное. При этом существует значительный потенциал для локальных усовершенствований, направленных на повышение автоматизации, снижение человеческого фактора, улучшение условий труда и устойчивости процесса. Предложения по устранению выявленных проблем представлены во второй главе.

1.4 Выводы по результатам анализа участка катафорезного грунтования

В результате проведённого анализа организации и работы участка катафорезного грунтования на предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» установлено, что в целом технологическая линия функционирует стабильно, с соблюдением всех основных параметров, необходимых для качественного нанесения антикоррозионного покрытия. Последовательность этапов обработки кузова строго регламентирована, температурные и электрические параметры поддерживаются в допустимых пределах, а конструкция участка позволяет обрабатывать кузова различных моделей в автоматическом режиме.

Исследование показало, что используемая технология катафорезного электроосаждения соответствует современным требованиям автомобильной промышленности, включая такие ключевые показатели, как:

- равномерность покрытия;
- высокая укрывистость труднодоступных зон;
- низкий расход лакокрасочных материалов;
- стойкость к коррозии в условиях длительной эксплуатации автомобиля;
- экологическая безопасность применяемых составов.

Тем не менее, в ходе практического наблюдения, визуального осмотра оборудования и бесед с персоналом были выявлены организационно-технические недостатки, не оказывающие непосредственного влияния на основную технологию, но способные существенно снизить производственную устойчивость, увеличить риски простоев, повысить долю человеческого фактора и привести к снижению повторяемости качества. К числу выявленных проблем относятся:

- ручной характер предварительной промывки кузова, не обеспечивающий стабильного качества подготовки поверхности;
- отсутствие автоматизированной сигнализации загрязнённости фильтров, что может привести к несвоевременной их очистке и ухудшению качества растворов;
- неработающая система видеонаблюдения, исключающая возможность визуального контроля за движением кузова и фиксации внештатных ситуаций;
- отсутствие системы оповещения о выходе кузова из печи, повышающее риск логистических заторов и столкновений тележек;
- отсутствие фиксирующих устройств для тележек, что может привести к их смещению, травматизму и поломкам механического оборудования.

Совокупное воздействие данных факторов, особенно в условиях интенсивной работы участка, может вызывать локальные сбои в процессе, увеличение времени на обслуживание, рост утомляемости операторов и снижение общей производственной культуры. Кроме того, подобные «мелкие» недочёты в долгосрочной перспективе могут повлиять на себестоимость продукции за счёт увеличения затрат на труд и обслуживание, роста издержек на ремонт, а также возможного появления дефектов покрытия.

Таким образом, несмотря на общее удовлетворительное техническое состояние оборудования и эффективную работу основной технологической линии, выявленные недостатки свидетельствуют о необходимости целенаправленного усовершенствования отдельных элементов инфраструктуры участка. При этом важной особенностью является то, что устранение данных проблем не требует капитальной реконструкции или длительных остановов производства, а может быть реализовано в виде локальных организационно-технических мероприятий.

Эти мероприятия должны быть направлены на:

- повышение степени автоматизации отдельных процессов;
- снижение зависимости от действий оператора;
- улучшение эргономики рабочих мест;
- повышение производственной дисциплины и управляемости участка;
- минимизацию рисков отклонений от регламента.

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ПРЕДЛАГАЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

На основании детального анализа текущего состояния производственного участка катафорезного грунтования, представленного в первой главе дипломной работы, были выявлены как технические, так и организационные недостатки. Хотя они напрямую не влияют на работоспособность основного оборудования, их совокупное воздействие значительно снижает общую эффективность, надёжность и устойчивость производственного процесса, а также увеличивает риски отклонений от установленных параметров. В условиях серийного производства даже незначительные сбои могут привести к ухудшению качества покрытия, росту количества дефектов и дополнительной нагрузке на персонал.

Во второй главе особое внимание уделено разработке и обоснованию комплекса мероприятий, направленных на устранение этих проблем. Предлагаемые решения ориентированы на повышение уровня автоматизации, снижение зависимости от человеческого фактора, улучшение условий труда и минимизацию рисков, связанных с нарушением технологического регламента.

Каждое мероприятие рассмотрено с учётом технической реализуемости, совместимости с существующей инфраструктурой, требуемых затрат, а также потенциального влияния на качество продукции и стабильность производственного цикла. Такой всесторонний подход позволил отобрать наиболее рациональные и практичные направления модернизации, пригодные к внедрению в текущих условиях.

Особый акцент сделан на решения, реализация которых не требует капитальной реконструкции оборудования и может быть выполнена при минимальных вложениях. При этом в приоритет были поставлены надёжность, экономическая эффективность, соответствие нормам промышленной безопасности и возможность быстрого внедрения без остановки линии.

2.1 Установка автоматизированной системы промывки кузова высокого давления

В текущей конфигурации участка катафорезного грунтования на предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» предварительная промывка кузова осуществляется вручную с использованием установки высокого давления. Оператор, применяя пистолет с распылительной форсункой, очищает поверхность кузова от сварочной пыли, окалины и других загрязнений перед подачей на участок загрузки. Несмотря на высокую эффективность, данный способ требует значительных трудозатрат и не обеспечивает стабильной повторяемости результата.

В рамках предлагаемого мероприятия планируется установка автоматизированной системы мойки высокого давления, включающей три арки с форсунками, равномерно расположенные вдоль зоны предварительной очистки. Конструкция системы представляет собой арочную металлоконструкцию,

установленную в зоне предварительной очистки (PRE-CLEAN). Каждая из трёх арок оснащена двумя форсунками высокого давления, размещёнными по бокам и сверху — всего 6 форсунок. Форсунки подают воду под давлением, аналогичным ручным установкам (до 100 бар и выше), обеспечивая равномерное удаление загрязнений с внешней поверхности кузова.

Для реализации данной системы предлагается использовать форсунки типа Lechler 652.404.30, которые обеспечивают широкоугольный распыл и устойчивы к засорам. Питание форсунок будет обеспечиваться насосом высокого давления Grundfos CRN 5–20, обладающим компактными размерами и высокой надёжностью при работе в условиях производственной линии. Управление системой будет осуществляться при помощи контроллера Siemens LOGO! 12/24RC, который обеспечивает запуск орошения при наличии сигнала от датчика присутствия кузова.

Конструкция выполнена с учётом габаритов кузова и особенностей движения по линии. Управление системой промывки осуществляется оператором вручную. После размещения кузова в зоне предварительной очистки (PRE-CLEAN) оператор активирует форсунки высокого давления через панель управления. Такой подход обеспечивает полный контроль над процессом промывки, исключая преждевременное включение системы и повышая безопасность персонала.

Отказ от автоматического датчика включения объясняется технологической логикой: кузов устанавливается вручную на тележку, и только после этого целесообразно инициировать процесс орошения. Это упрощает обслуживание, снижает риски ложных срабатываний и позволяет оператору гибко реагировать на нестандартные ситуации.

Скошенные участки арки позволяют охватить труднодоступные зоны. Отработанная вода отводится в дренажную систему с последующей фильтрацией и возможностью рециркуляции.

Установка подобной системы имеет следующие преимущества:

- повышение стабильности качества подготовки поверхности;
- снижение влияния человеческого фактора и повышение повторяемости качества;
- снижение физической нагрузки на персонал;
- сокращение времени на подготовку кузова;
- улучшение санитарных условий и безопасности на участке.

Монтаж арочной системы возможен в пределах зоны PRE-CLEAN, без необходимости перепланировки участка. Система интегрируется в технологическую цепочку и может быть смонтирована в короткие сроки без длительной остановки производственной линии.

Выбор форсунок типа Lechler 652.404.30 обусловлен их широкоугольной формой распыла, устойчивостью к засорам и высокой степенью надёжности в условиях загрязнённой среды. Эти форсунки серийно применяются в промышленной водоподготовке и легко монтируются на арочную конструкцию благодаря стандартному креплению.

В качестве насоса высокого давления выбран Grundfos CRN 5-20, так как данная модель зарекомендовала себя как надёжное решение для работы в условиях непрерывной эксплуатации. Насос обеспечивает необходимый уровень давления (до 100 бар) при компактных размерах и низком уровне шума. Наличие сервисного центра на территории РК позволяет минимизировать возможные простои.

Контроллер Siemens LOGO! 12/24RC выбран за счёт простоты настройки, широкого распространения, совместимости с промышленными датчиками и устойчивости к электромагнитным помехам. Устройство поддерживает расширение логики управления в будущем и легко интегрируется в существующую панель оператора.

Используемая арочная конструкция выполняется из коррозионно-стойких материалов, что критично для участков с постоянным контактом с водой. Простота сборки и возможность локального изготовления также снизили общую стоимость работы без ущерба надёжности.

2.2 Автоматизация контроля загрязнённости фильтров

Фильтрационная система на участке катафорезного грунтования играет ключевую роль в поддержании стабильного качества обработки. Она обеспечивает очистку рабочих растворов и предотвращает попадание загрязнений в технологические ванны. Однако в существующей конфигурации контроль загрязнённости фильтров осуществляется вручную: оператор периодически считывает показания манометров и визуально оценивает состояние фильтрующих элементов.

Такой подход имеет ряд недостатков:

- высокая зависимость от человеческого фактора;
- отсутствие оперативной реакции на критическое загрязнение;
- риск запоздалой замены фильтров и загрязнения растворов;
- дополнительная нагрузка на операторов.

В рамках предлагаемого мероприятия планируется установка системы автоматического контроля загрязнённости фильтров с интеграцией сигнализации.

Для измерения перепада давления между входом и выходом фильтров планируется использовать дифференциальный датчик давления Danfoss DST P140, отличающийся компактностью, стойкостью к агрессивным средам и высокой точностью измерений.

Он способен работать при температуре до 85 °С, что соответствует условиям эксплуатации фильтрационной системы. Диапазон измерения — до 10 бар, что превышает возможный рабочий перепад на участке.

Сигналы с датчика поступают на контроллер, оснащённый предельным уставом с возможностью настройки порога срабатывания.

Для визуального и звукового оповещения будет применяться комбинированный модуль сигнализации Schneider Electric XVGB4, состоящий из:

- светового сигнала (жёлтый и красный цвета);
- звукового сигнала (тон 85–90 дБ);
- корпуса с защитой IP65.

Система будет работать по следующему принципу:

- при превышении допустимого перепада давления (обычно 0,3–0,5 бар), контроллер фиксирует превышение уставки;
- происходит включение светозвукового сигнала;
- оператор получает указание на необходимость очистки или замены фильтра.

Преимущества внедрения:

- исключение риска загрязнения растворов;
- увеличение срока службы технологических ванн;
- снижение производственных простоев;
- уменьшение нагрузки на персонал;
- повышение стабильности качества покрытия.

Система автоматического контроля может быть установлена без остановки линии, с врезкой датчиков в существующий трубопровод и размещением сигнального модуля на стандартной монтажной рейке или технологической стойке.

В качестве основного измерительного элемента выбран дифференциальный датчик давления Danfoss DST P140, поскольку он сочетает компактность, точность и стойкость к агрессивным химическим средам. Это устройство промышленного уровня, способное стабильно работать при температуре до 85 °С и давлении до 10 бар, что с запасом перекрывает условия эксплуатации на участке. Кроме того, бренд Danfoss широко представлен в Казахстане, что упрощает техническое обслуживание и замену компонентов.

Для визуальной и звуковой индикации использован модуль Schneider Electric XVGB4, отличающийся высокой степенью защиты (IP65), стойкостью к производственным условиям и возможностью установки на стандартные стойки или монтажные рейки. Модуль включает световую и звуковую сигнализацию, что делает его универсальным средством оповещения.

Контроллер, на который поступает сигнал от датчика, может быть интегрирован в существующую систему управления без необходимости её полной перестройки. Такое решение обеспечивает совместимость, минимальные затраты и надёжность работы.

Выбор данных компонентов основан на их промышленной надёжности, совместимости между собой, широком распространении и экономической целесообразности. Всё оборудование поддерживает простое внедрение без необходимости остановки линии и может устанавливаться с минимальными техническими доработками.

2.3 Восстановление системы видеонаблюдения

На участке катафорезного грунтования ранее была установлена система видеонаблюдения, предназначенная для визуального контроля прохождения кузовов через технологические зоны. Однако в настоящее время она частично или полностью не функционирует. Согласно визуальному осмотру, оборудование не используется по прямому назначению уже несколько месяцев — отдельные камеры, кабельные соединения и мониторы находятся в нерабочем состоянии, местами зафиксированы повреждения креплений и окисление контактов.

Отсутствие полноценного видеонаблюдения существенно снижает прозрачность производственного процесса, не позволяет оперативно отслеживать прохождение кузова по линии и своевременно фиксировать возможные отклонения от технологического регламента (например, зависание ПТМ, сбои в передвижении, ошибки оператора и т.д.). Также это затрудняет анализ инцидентов и разбор причин внештатных ситуаций, возникающих на участке.

В рамках предлагаемых мероприятий предусматриваются следующие действия:

- замена или ремонт неработающих видеокамер;
- восстановление монитора и видеопередающего оборудования в зоне наблюдения;
- проверка и настройка системы электропитания, кабельных соединений и коммутаторов;
- обеспечение стабильной трансляции с камер на монитор, расположенный вблизи участка;
- при необходимости — установка дополнительной камеры в зоне загрузки кузова в печь или в других критически важных точках;
- организация архивной записи видеопотока с возможностью последующего просмотра (при наличии технической возможности).

Внедрение работоспособной системы видеонаблюдения позволит:

- обеспечить постоянный визуальный контроль производственного процесса без необходимости обхода участка;
- повысить дисциплину и ответственность персонала;
- оперативно реагировать на внештатные ситуации и нарушения регламента;
- улучшить производственную культуру, а также снизить риски простоев и технологических отклонений;
- обеспечить дополнительную доказательную базу при расследовании инцидентов и рекламаций.

Оценочно, восстановительные работы займут не менее 5 рабочих дней. В этот период включаются проверка соединений, тестирование оборудования, настройка изображения и размещение монитора. При необходимости привлечения ИТ-специалистов сроки могут увеличиться до одной недели.

Дополнительно потребуется обеспечить доступ к участку в нерабочее время для безопасного выполнения монтажных работ.

2.4 Установка фиксатора тележки в зоне выгрузки кузова

На участке катафорезного грунтования после завершения технологической обработки кузовов автомобиля снимается с подъёмно-транспортного механизма (ПТМ) и устанавливается на тележку. В текущей конфигурации участка фиксация тележки осуществляется вручную — оператор визуально совмещает тележку с зоной выгрузки и удерживает её в нужной позиции. Такой способ сопряжён с риском смещения тележки в момент опускания кузова, что может привести к перекосу, повреждению элементов ПТМ или травмированию персонала.

Кроме того, подобная процедура увеличивает физическую и психоэмоциональную нагрузку на оператора, снижает повторяемость позиционирования тележки и общую надёжность процесса выгрузки.

Для повышения безопасности, эргономики и точности установки кузова предлагается внедрение простой и надёжной механической системы фиксации тележки. Основой конструкции является съёмная Г-образная пластина-упор, устанавливаемая вручную в прорези рельсового пути в зоне выгрузки.

Принцип действия:

- в определённых точках рельса (в зоне выгрузки) прорезаются прямоугольные пазы с шагом, соответствующим базовой длине тележек;
- оператор вставляет в паз металлический фиксатор перед началом выгрузки;
- вертикальный упор ограничивает движение тележки вперёд;
- после установки кузова фиксатор извлекается, и тележка продолжает движение.

Конструктивные решения:

Фиксатор выполняется из нержавеющей стали толщиной 8–10 мм, обеспечивающей устойчивость к влаге, технической воде и агрессивной химии. Простая Г-образная форма даёт возможность производить деталь силами ремонтного участка без привлечения сторонних подрядчиков.

Ручка фиксатора изготавливается из термостойкого полимера либо снабжается резиновой оболочкой — для безопасного и удобного хвата даже в зимних перчатках и условиях повышенной влажности.

Преимущества реализации:

- устранение человеческого фактора при позиционировании тележки;
- защита оборудования от перегрузок и механических повреждений;
- снижение травматичности и усталости оператора;
- простота конструкции, ремонтпригодность и низкая стоимость изготовления;
- возможность локального внедрения без остановки линии.

Дополнительно, аналогичные фиксаторы могут быть установлены в других зонах участка — например, у входа в сушильную печь или в буферной зоне — с

учётом разных типов кузовов. Это обеспечит точность и воспроизводимость положения тележек по всей линии.

Таким образом, предложенная система механической фиксации — это недорогая, надёжная и легко реализуемая мера, способная существенно повысить безопасность, повторяемость операций и общую устойчивость производственного процесса без модернизации ПТМ или тележек.

2.5 Установка светозвуковой сигнализации выхода кузова из печи

Для повышения координации действий персонала на завершающем этапе процесса катафорезного грунтования предлагается установка системы светозвуковой сигнализации, срабатывающей при выходе кузова из сушильной камеры (печи). Такая система позволит своевременно оповещать операторов и снизить риск скопления тележек у выхода из печи, особенно в условиях высокой загрузки линии.

Для реализации сигнализации используется датчик положения кузова и комбинированный сигнальный модуль. В качестве устройства оповещения выбран модуль Schneider Electric XVGB4, обладающий высокой степенью пыле- и влагозащиты (IP65), устойчивостью к вибрациям и перепадам температуры. Он совмещает световое и звуковое оповещение, что особенно важно в условиях шумного цеха.

Датчик положения подбирается с учётом температурной и влажностной нагрузки в зоне выхода из печи. Предпочтение отдается промышленным моделям с герметичным корпусом и возможностью точной регулировки точки срабатывания, что позволяет исключить ложные срабатывания и повысить надёжность эксплуатации.

Сигнальный модуль устанавливается в зоне прямой видимости операторов и подключается к контроллеру с простой логикой: при появлении кузова в зоне выхода система подаёт световой и звуковой сигнал. При необходимости возможно резервирование датчиков или использование дополнительной индикации на удалённых постах.

Преимущества внедрения:

- своевременное оповещение о выходе кузова из печи;
- исключение скоплений тележек и остановок потока;
- повышение производственной координации между операторами;
- снижение риска задержек и нештатных ситуаций;
- простота монтажа и минимальное вмешательство в технологический процесс;
- доступность компонентов и лёгкость обслуживания.

Установка светозвуковой сигнализации позволит повысить управляемость процессов на участке, улучшить логистику перемещения тележек и снизить нагрузку на персонал. Предполагаемый срок монтажа и наладки оборудования составляет 1–2 рабочих дня при наличии подготовленной схемы подключения и согласованных точек установки.

Обобщённая информация по предлагаемым мероприятиям представлена в таблице 2.1, а сравнительный анализ состояния участка до и после их внедрения — в таблице 2.2.

Таблица 2.1 – Сводная таблица предлагаемых мероприятий

№	Мероприятие	Цель внедрения	Краткое описание	Ожидаемый эффект
1	Автоматическая мойка высокого давления	Повышение стабильности промывки кузова	Установка арочной системы с форсунками, замена ручной промывки	Повышение качества, сокращение времени, снижение нагрузки
2	Автоматизация контроля загрязнённости фильтров	Исключение ручной проверки	Установка дифференциальных датчиков давления и светозвуковой сигнализации	Оперативное реагирование, предотвращение загрязнения
3	Восстановление системы видеонаблюдения	Контроль и мониторинг процесса	Ремонт камер и монитора, восстановление трансляции	Улучшение управляемости
4	Установка фиксатора тележки	Точное позиционирование тележек	Вставной упор с ручным управлением в прорезь рельса	Снижение травматизма, предотвращение смещений и перекосов
5	Светозвуковая сигнализация выхода из печи	Оповещение о завершении сушки	Установка датчика и сигнальных устройств на выходе печи	Исключение скоплений, повышение координации между операциями

Таблица 2.2 – Сравнительный анализ состояния участка до и после внедрения мероприятий

№	Показатель	До внедрения	После внедрения
1	Предварительная промывка кузова	Ручная мойка	Автоматическая система высокого давления
2	Контроль загрязнённости фильтров	Периодическая ручная проверка по манометру	Датчики давления с автоматической светозвуковой индикацией
3	Система видеонаблюдения	Неработоспособна	Восстановлена с трансляцией на монитор
4	Позиционирование тележки	Визуально, вручную	Фиксатор, устанавливаемый в прорези рельса
5	Контроль выхода кузова из печи	Отсутствует	Светозвуковая сигнализация при выходе кузова

2.6 Выводы по разработанным техническим мероприятиям

В результате анализа текущего состояния участка катафорезного грунтования кузовов автомобилей были выявлены ключевые проблемы, негативно влияющие на стабильность технологического процесса, соблюдение производственной дисциплины и безопасность условий труда. Несмотря на то, что большинство недостатков не носят критического характера, их наличие снижает эффективность функционирования оборудования, усложняет действия оператора и создаёт предпосылки для отклонений от технологического регламента. Их устранение способно существенно повысить надёжность, предсказуемость и производственную устойчивость всей линии.

В рамках второй главы был предложен комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на устранение выявленных недостатков без необходимости капитальной реконструкции или остановки работы участка. Все предложенные решения ориентированы на локальную оптимизацию существующих процессов и легко интегрируются в текущую производственную инфраструктуру. Среди них:

- установка автоматизированной системы предварительной промывки кузова высокого давления с ручным управлением и форсунками типа Lechler 652.404.30, обеспечивающими равномерную и эффективную очистку поверхности;

- внедрение системы автоматического контроля загрязнённости фильтров с визуальной и звуковой сигнализацией, основанной на использовании дифференциальных датчиков давления, что позволяет оперативно отслеживать состояние фильтрационного оборудования и предотвращать отклонения параметров растворов;

- восстановление и частичная модернизация системы видеонаблюдения, обеспечивающей постоянный визуальный контроль прохождения кузова через все зоны технологического участка и повышающей прозрачность и управляемость производственного процесса;

- установка механического фиксатора тележки съёмного типа, встраиваемого в направляющие рельсы, что позволяет гарантировать точное позиционирование при выгрузке кузова и снижает риск травмирования персонала;

- интеграция светозвуковой сигнализации выхода кузова из печи, активируемой по сигналу от конечного датчика положения, что предотвращает скопление тележек, повышает безопасность и улучшает логистику участка.

Все предложенные мероприятия были отобраны с учётом следующих ключевых критериев:

- техническая реализуемость без необходимости серьёзного вмешательства в основную технологию;

- экономическая обоснованность и минимальные капитальные затраты;

- высокая практическая эффективность, подтверждённая анализом типовых ситуаций и аналогичным опытом смежных производств;

– направленность на устранение факторов нестабильности и снижение влияния человеческого фактора.

Таким образом, сформированный перечень мероприятий представляет собой целенаправленную стратегию точечного улучшения производственной среды на участке катафорезного грунтования. Их реализация позволит:

- повысить надёжность и повторяемость технологического процесса;
- снизить риски простоев, технологических сбоев и аварийных ситуаций;
- повысить уровень безопасности и комфорта для персонала;
- улучшить качество наносимого катафорезного покрытия;
- заложить основу для дальнейшей цифровизации и автоматизации производственного участка.

Предлагаемые решения обладают не только локальным эффектом, но и создают предпосылки для повышения общей производственной культуры, эффективности эксплуатации оборудования и конкурентоспособности предприятия в условиях современной промышленной среды.

ГЛАВА 3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЛОЖЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

3.1 Обоснование выбора решений

В ходе анализа текущего состояния участка катафорезного грунтования кузовов автомобилей на предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» были выявлены локальные организационно-технические недостатки, не влияющие критически на функционирование линии, но существенно снижающие стабильность, надёжность и удобство производственного процесса. Несмотря на общее соответствие установленным нормативам, ряд факторов негативно отражается на повторяемости качества, ритмичности работы и производственной дисциплине.

Сформулированный в рамках дипломной работы комплекс мероприятий направлен на устранение этих ограничений без необходимости полной реконструкции участка. Решения сконцентрированы на повышении уровня автоматизации, улучшении условий труда, повышении визуального и технологического контроля, а также устранении ручных операций, подверженных человеческому фактору.

При выборе конкретных мероприятий учитывались следующие ключевые критерии:

- Минимальное вмешательство в технологический процесс — все мероприятия не требуют полной остановки линии и могут быть внедрены во внепиковые смены, либо параллельно с регламентным обслуживанием оборудования, что снижает риск потери производственного времени.

- Возможность реализации силами штатного персонала — предложенные решения не требуют привлечения внешних подрядных организаций или узкопрофильных специалистов. Все работы могут быть выполнены технической службой цеха, при наличии базовых слесарных и электротехнических компетенций;

- Доступность компонентов на рынке — оборудование и материалы (в том числе форсунки, датчики давления, сигнальные устройства, видеокамеры и механические фиксаторы) серийно выпускаются, не требуют разработки индивидуальных технических условий и могут быть оперативно закуплены;

- Поддержка существующего технологического цикла — мероприятия не изменяют химико-технологическую последовательность нанесения катафорезного покрытия. Все улучшения касаются вспомогательных операций и логистики внутри участка, что облегчает интеграцию;

- Рост производственной культуры и безопасности труда — устранение потенциально опасных ручных действий, улучшение визуализации и автоматизация позволяет снизить физическую и психологическую нагрузку на операторов, повысить мотивацию и дисциплину.

Выбор предложенных мероприятий обусловлен их высокой практической значимостью, умеренными затратами на внедрение, возможностью быстрого

эффекта и отсутствием необходимости масштабной модернизации участка. Они позволяют повысить надёжность производственного процесса, минимизировать влияние человеческого фактора и обеспечить устойчивое функционирование линии в долгосрочной перспективе.

Указанные критерии позволяют реализовать улучшения в кратчайшие сроки и без необходимости в масштабных капитальных вложениях. Таким образом, выбранные решения не нарушают текущий ритм работы участка, что особенно важно для действующего производства с высокой загруженностью. Кроме того, мероприятия ориентированы на устойчивый эффект — не только технический, но и организационный, связанный с повышением дисциплины, безопасности и прозрачности процессов.

3.2 Оценка затрат на реализацию мероприятий

Для оценки экономической целесообразности предложенного комплекса мероприятий была составлена ориентировочная смета затрат, включающая все ключевые компоненты, необходимые для внедрения технических решений. Расчёты выполнены на основе текущих рыночных цен, действующих на момент составления дипломной работы, с учётом доступности оборудования и комплектующих на внутреннем рынке Казахстана, а также исходя из возможности выполнения всех монтажных, наладочных и пусконаладочных работ силами технического персонала самого предприятия.

При формировании расчётов также учитывались особенности производственного участка: наличие готовых инженерных сетей (водоснабжение, дренаж, силовое электропитание), свободного пространства для размещения оборудования, удобства прокладки кабельных трасс и минимальной необходимости в реконструкции существующих систем.

Затраты по каждому мероприятию включают следующие статьи:

- приобретение оборудования и материалов, включая датчики, модули сигнализации, форсунки, насосы и металлические конструкции;
- транспортировка и логистика, при необходимости доставки компонентов с других регионов или от поставщиков;
- монтажные и электромонтажные работы, включая прокладку кабеля, установку креплений, интеграцию в существующие системы;
- пусконаладочные мероприятия, проверка функционирования оборудования и его ввод в эксплуатацию;
- интеграция с действующей инфраструктурой производственного участка — подключение к электропитанию, системам управления и контрольным панелям.

Кроме того, при расчётах были заложены стандартные технические допуски, а также ориентировочные коэффициенты на непредвиденные расходы в пределах 5–10 % от общей стоимости. Это позволяет обеспечить более реалистичную оценку предполагаемых инвестиций и снизить риск выхода за рамки бюджета в процессе реализации мероприятий.

Все мероприятия классифицированы как меры, не требующие капитальной реконструкции и дорогостоящих изменений технологической линии, что делает их особенно привлекательными с точки зрения срока реализации и возврата вложенных средств.

Для систематизации представленных затрат в таблице 3.1 приведён свод по всем ключевым мероприятиям, планируемым к реализации в рамках данной дипломной работы.

Таблица 3.1 – Оценка затрат на реализацию мероприятий

№	Мероприятие	Основные компоненты	Затраты, тг
1	Установка автоматической мойки высокого давления	Арочная металлоконструкция, насос, форсунки, система дренажа	450 000
2	Автоматизация контроля загрязненности фильтров	Датчики давления, сигнальный модуль, монтаж	80 000
3	Восстановление системы видеонаблюдения	Камеры, монитор, блок питания, настройка	100 000
4	Установка фиксатора тележки	Металлоконструкция, монтажные работы	40 000
5	Светозвуковая сигнализация выхода кузова из печи	Датчик, сигнальный маяк, зуммер, кабельная разводка	60 000
Итого			730 000

Как видно из таблицы, наибольшая часть затрат связана с установкой автоматической системы мойки высокого давления. Это обусловлено не только технической сложностью конструкции, включающей арочную металлоконструкцию, систему форсунок, насос и дренаж, но и необходимостью её точной интеграции в действующую инфраструктуру цеха, в том числе подключения к водоснабжению и организации отвода отработанной жидкости. Такое оборудование требует соблюдения санитарно-гигиенических и технологических норм, что также оказывает влияние на конечную стоимость.

Остальные мероприятия имеют сравнительно невысокую стоимость, однако при этом обеспечивают значительную отдачу за счёт повышения эффективности и надёжности производственного процесса. Установка датчиков, сигнальных модулей, восстановление видеонаблюдения и внедрение простых механических решений не требуют привлечения сторонних подрядчиков и могут быть реализованы собственными силами, что дополнительно снижает финансовую нагрузку.

Следует отметить, что:

- представленные суммы являются ориентировочными и могут варьироваться в зависимости от рыночной конъюнктуры, логистических условий, а также от индивидуальных скидок и условий сотрудничества с поставщиками;

- использование существующей инфраструктуры (монтажные ниши, силовые и сигнальные кабели, трубопроводы и технологические стойки) позволяет существенно сократить дополнительные затраты и минимизировать срок реализации каждого мероприятия;

- все мероприятия относятся к категории малозатратных и не требуют разработки отдельной документации, так как их внедрение не влияет на основные элементы технологической цепочки и не требует внесения изменений в нормативную документацию.

Таким образом, предлагаемый комплекс модернизации отличается высоким уровнем реализуемости, невысокой стоимостью и возможностью поэтапного внедрения без остановки производственного процесса. Это делает дипломную работу особенно актуальным в условиях действующего производства, где важна не только экономическая эффективность, но и технологическая гибкость.

3.3 Расчёт годового экономического эффекта от внедрения мероприятий

Внедрение предложенного комплекса мероприятий направлено на устранение факторов, тормозящих производственный процесс, а также на снижение доли ручного труда и уменьшение зависимости от субъективных действий персонала. Основной целью данных улучшений является не только оптимизация отдельных операций, но и повышение общей согласованности, стабильности и надёжности технологической цепочки на участке катафорезного грунтования.

Реализация решений предусматривает автоматизацию рутинных операций, повышение визуального и звукового контроля, снижение влияния человеческого фактора и увеличение повторяемости операций. Эти меры обеспечивают более стабильную производительность, а также создают условия для последовательного повышения качества и надёжности нанесения покрытия.

Ожидаемый экономический эффект от внедрения комплекса мероприятий выражается в следующих аспектах:

- сокращение времени выполнения ручных и вспомогательных операций (например, предварительной промывки кузова перед основным процессом);
- снижение простоев оборудования из-за загрязнения фильтров или отсутствия своевременного контроля над их состоянием;
- устранение потерь, связанных с задержками на стадии выгрузки кузовов после термической обработки;
- снижение затрат на техническое обслуживание вспомогательных механизмов (в том числе тележек и подъёмно-транспортного оборудования);
- снижение физической нагрузки на сотрудников, а также вероятности травматизма в результате ручных действий, включая позиционирование и фиксацию тележек;

– повышение производственной дисциплины за счёт внедрения систем видеонаблюдения и светозвуковой сигнализации, способствующих своевременному реагированию на рабочие события.

Эти эффекты носят накопительный характер: чем выше ритмичность и надёжность производственного цикла, тем меньше простоев, отклонений от графика и перерасходов. В результате достигается не только прямая экономия, но и косвенный эффект в виде повышения мотивации персонала, упрощения контроля и роста производственной культуры.

Для количественной оценки эффективности проведён ориентировочный расчёт годовой экономии, представленный в таблице 3.2. Основой для расчёта послужили усреднённые значения затрат, связанных с устранением простоев, сокращением трудоёмкости операций и снижением расходов на обслуживание оборудования.

Таблица 3.2 – Ориентировочный годовой экономический эффект от внедрения мероприятий

№	Мероприятие	Источник экономии	Годовой эффект, тг
1	Автоматическая мойка высокого давления	Сокращение времени обработки, повышение качества	300 000
2	Автоматизация контроля загрязнённости фильтров	Снижение затрат на внеплановую замену растворов, простои	200 000
3	Видеонаблюдение	Повышение управляемости, снижение простоев, устранение конфликтов	150 000
4	Фиксация тележки	Уменьшение физической нагрузки, исключение ошибок при позиционировании	80 000
5	Сигнализация выхода из печи	Исключение скоплений кузовов, сокращение времени реагирования	120 000
Итого ориентировочно			850 000 тг в год

3.4 Расчёт срока окупаемости мероприятий

Для оценки эффективности внедрения комплекса мероприятий используется ряд ключевых показателей технико-экономического анализа, позволяющих объективно судить о целесообразности вложений. К таким показателям относятся:

- *срок окупаемости (T)* — отражает, за какой период инвестиции полностью компенсируются за счёт полученной экономии;
- *чистый экономический эффект ($\mathcal{E}_ч$)* — показывает абсолютный финансовый результат после возмещения вложений;

– коэффициент экономической эффективности ($K_э$) — характеризует соотношение годового эффекта к затратам, служа показателем рентабельности вложений.

Расчёт срока окупаемости: Срок окупаемости характеризует временной интервал, необходимый предприятию для возврата капитальных затрат. Он рассчитывается по формуле 3.1:

$$T = \frac{З}{Э}, \quad (3.1)$$

Где:

T — срок окупаемости, лет;

$З$ — капитальные затраты на внедрение мероприятий, тг;

$Э$ — годовой экономический эффект, тг.

Согласно таблицам 3.1 и 3.2:

$$T = \frac{730\,000}{850\,000} = 0,86 \text{ лет (10,3 месяцев)}$$

Полученное значение демонстрирует, что внедрение мероприятий позволит вернуть вложенные средства менее чем за один год эксплуатации. Это является чрезвычайно положительным показателем, особенно в сравнении с нормативными сроками окупаемости производственных решений, которые в большинстве случаев варьируются от 1,5 до 3 лет. Быстрая окупаемость свидетельствует о высокой эффективности вложений и низком уровне инвестиционных рисков.

Расчёт чистого экономического эффекта: Для более полной оценки экономической целесообразности также определяется чистый экономический эффект, который рассчитывается по формуле 3.2:

$$Э_ч = Э - З, \quad (3.2)$$

$$Э_ч = 850\,000 - 730\,000 = 120\,000 \text{ тг}$$

Таким образом, уже в первый год внедрения предприятие получает не только полное возмещение затрат, но и чистую финансовую выгоду. В последующие годы экономия будет сохраняться и накапливаться, поскольку дополнительные расходы на обслуживание установленных систем будут минимальными.

Расчёт коэффициента экономической эффективности: Следующий показатель — коэффициент экономической эффективности ($K_э$) — отражает, сколько единиц эффекта приходится на одну единицу затрат. Он рассчитывается по формуле 3.3:

$$K_3 = \frac{\Xi}{3}, \quad (3.3)$$

$$K_3 = \frac{850\,000}{730\,000} \approx 1,16$$

Так как полученное значение превышает единицу, это подтверждает экономическую целесообразность мероприятий. В производственной практике работы с $K_3 > 1$ считаются рентабельными и рекомендованными к реализации. Более того, коэффициент выше 1,1 указывает на быструю окупаемость и эффективность применения предложенных решений.

Таким образом, расчёты показывают, что решения:

- окупается менее чем за 1 год, что значительно превышает общепринятые нормативы;
- даёт чистую прибыль уже в первый год, без дополнительных вложений;
- обеспечивает устойчивую экономию в долгосрочной перспективе.

Все вышеперечисленные аргументы подтверждают, что предложенный комплекс мероприятий является не только технически реализуемым, но и финансово оправданным. Он соответствует современным подходам к ресурсосбережению, повышению производительности и устойчивому развитию предприятия.

3.5 Выводы по экономическому обоснованию решений

В данной главе дипломной работы проведено всестороннее технико-экономическое обоснование комплекса мероприятий, разработанных с целью совершенствования производственного участка катафорезного грунтования на предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan». Анализ охватывает как оценку затрат на реализацию предложенных решений, так и расчёт ожидаемого экономического эффекта, с определением ключевых показателей эффективности вложений.

Основные выводы можно сформулировать следующим образом:

- Предложенные мероприятия не требуют масштабной модернизации оборудования, что позволяет реализовать их с минимальным вмешательством в действующую технологическую инфраструктуру. Такой подход обеспечивает гибкость внедрения и снижает производственные риски, связанные с остановкой основного оборудования.
- Суммарные капитальные затраты на реализацию всех решений составляют 730 000 тенге, при этом большая часть расходов связана с установкой автоматической системы мойки высокого давления. Остальные мероприятия имеют умеренную стоимость, но при этом дают значительный организационный и технологический эффект.
- Годовой экономический эффект оценивается в 850 000 тенге, что превышает затраты и свидетельствует о высокой отдаче от внедрения

предложений. Выгода достигается за счёт снижения времени выполнения ручных операций, уменьшения простоев, оптимизации работы вспомогательного оборудования и улучшения условий труда.

- Срок окупаемости составляет менее одного года (приблизительно 10,3 месяца), что значительно ниже типового срока для производственных инвестиций. Это подтверждает быструю возвратность вложенных средств и высокую привлекательность с точки зрения инвестиционной эффективности.

- Чистый экономический эффект в первый год составит 120 000 тенге, а начиная со второго года предприятие будет получать стабильную годовую экономию без дополнительных вложений. Таким образом, создаются условия для накопительного эффекта в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

- Коэффициент экономической эффективности равен 1,16, что превышает нормативный порог и подтверждает рациональность предлагаемых вложений. Такой уровень эффективности говорит о целесообразности реализации с точки зрения как финансовых, так и производственных показателей.

- Все мероприятия ориентированы на снижение человеческого фактора, автоматизацию рутинных процессов и повышение дисциплины на рабочем месте. Они соответствуют современным требованиям к промышленной безопасности, энергоэффективности и организации труда.

- Решения могут быть реализованы с привлечением штатного технического персонала, без необходимости найма специализированных подрядчиков, что дополнительно снижает затраты и упрощает управление.

Таким образом, реализация предложенного комплекса мероприятий является экономически обоснованной, организационно целесообразной и технически осуществимой. Внедрение данных решений позволит значительно повысить надёжность и производительность участка катафорезного грунтования, сократить непроизводственные потери и укрепить культуру производства. Всё это полностью соответствует целям и задачам дипломной работы, направленным на устойчивое развитие предприятия и повышение качества выпускаемой продукции.

ГЛАВА 4. ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

4.1 Общая характеристика условий труда на участке

Участок катафорезного грунтования на предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» является важным звеном технологической цепочки окраски кузовов и относится к категории производственных зон с повышенной вредностью. Согласно требованиям, СанПиН Республики Казахстан, Трудового кодекса РК и нормативам ГОСТ 12.1.005–88, условия труда на участке требуют строгого соблюдения мер охраны труда и промышленной безопасности.

Основные технологические этапы включают:

- предварительную ручную промывку кузовов;
- автоматическое перемещение кузова по ваннам с химическими растворами;
- контроль технологических параметров (время, температура, напряжение);
- выгрузку кузова из сушильной камеры и его дальнейшее перемещение по линии.

Операторы участка и обслуживающий персонал выполняют следующие функции:

- запуск и останов оборудования, пусконаладочные действия;
- визуальный контроль прохождения кузова;
- взаимодействие с подъёмно-транспортными механизмами (ПТМ);
- техническое обслуживание, включая замену фильтров и чистку оборудования.

Условия труда на участке можно охарактеризовать как комплексные и потенциально вредные. Основные факторы, влияющие на безопасность и здоровье работников:

- повышенная влажность и температура воздуха;
- наличие аэрозолей, химических паров и агрессивных растворов (кислот, щелочей, катафорезной суспензии);
- высокая степень шума от насосов и вентиляционного оборудования;
- физическая нагрузка при работе с тележками и металлоконструкциями;
- электрическая опасность — в зонах электроосаждения напряжение может достигать 250 В;
- монотонность и зрительное напряжение в условиях ограниченной видимости.

Работа организована в две смены по 8–12 часов. Рабочие места операторов относятся к классу Пб по степени вредности, что предполагает обязательное применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), а также проведение регулярных медицинских осмотров и контроль параметров рабочей среды.

Для обеспечения охраны труда и минимизации профессиональных рисков на участке реализуются следующие меры:

- обязательная аттестация рабочих мест по условиям труда;

- санитарно-гигиенический контроль воздуха, микроклимата и освещённости;
- наличие вытяжной вентиляции в зонах повышенной опасности;
- использование термостойких и влагостойких покрытий пола;
- обеспечение работников сертифицированными СИЗ: спецодеждой, респираторами, защитными очками, перчатками;
- установка аварийных душей и устройств для промывания глаз;
- регулярные инструктажи по охране труда, включая действия при авариях и разливах химикатов;
- обучение персонала безопасному обращению с химическими веществами и оборудованием.

Следует отметить, что все мероприятия, предложенные во второй и третьей главах дипломной работы, направлены не только на повышение производственной эффективности, но и на повышение безопасности условий труда. В частности, снижение доли ручных операций, внедрение светозвуковой сигнализации и автоматизация контроля загрязнённости фильтров снижают нагрузку на персонал, уменьшают риски травматизма и улучшают управляемость производственным процессом.

Таким образом, условия труда на участке катафорезного грунтования требуют постоянного контроля и комплексного подхода к обеспечению безопасности. Интеграция мероприятий и соблюдение нормативных требований охраны труда позволяют обеспечить надёжную и безопасную работу персонала при высоких темпах производства.

4.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Эксплуатация участка катафорезного грунтования сопряжена с воздействием на персонал ряда вредных и опасных производственных факторов, характерных для процессов, связанных с нанесением антикоррозионных покрытий с использованием химических растворов и электроосаждения. В соответствии с требованиями законодательства Республики Казахстан, включая нормы СНиП, СанПиН, ГОСТ 12.0.003–74 и методику анализа условий труда, данные факторы подлежат учёту при проектировании, эксплуатации и модернизации участка, а также при разработке мероприятий по охране труда.

К основным вредным и опасным производственным факторам относятся:

– *Химические факторы* — персонал подвергается воздействию паров и аэрозолей химических веществ, содержащихся в ваннах с фосфатными, щелочными, катафорезными и промывочными растворами. Контакт возможен при обслуживании оборудования, доливе реагентов, замене фильтров или в случае утечек. Попадание химических веществ на кожу и слизистые оболочки может вызвать раздражение, ожоги или аллергические реакции. Наличие испарений в зоне дыхания требует использования респираторной защиты и эффективной вытяжной вентиляции.

– *Физические факторы* — включают в себя повышенную влажность воздуха вблизи технологических ванн, высокие температуры в зонах сушки, локальное инфракрасное излучение от нагревательных элементов, а также повышенный уровень шума от насосных агрегатов, вентиляторов, конвейерного оборудования и ПТМ. Воздействие указанных факторов может привести к перегреву, утомляемости, головным болям и снижению работоспособности.

– *Механические факторы* — представлены подвижными элементами транспортной системы (тележки, цепные механизмы, фиксаторы), что создаёт опасность защемления конечностей, получения травм при неправильном позиционировании кузова, падении предметов или при нарушении работы фиксаторов. Особенно критичны зоны с ограниченной видимостью и плохим освещением, где операторы вынуждены работать на ощупь.

– *Электрические факторы* — связаны с применением электроосаждения при нанесении катафорезного покрытия. Технологическая цепь включает источники постоянного тока напряжением до 250 В. Нарушение изоляции, пробой тока на корпус или попадание воды в соединения представляет серьёзную опасность поражения электрическим током.

– *Пожаро- и взрывоопасные факторы* — наличие нагретых поверхностей, масляных отложений, химически активных веществ и кабельных трасс создаёт риск возгорания, особенно при нарушении регламентов технического обслуживания или неисправностях вентиляции. Особую опасность представляют зоны скапливания паров растворителей или короткие замыкания в щитах управления.

– *Психофизиологические факторы* — работа операторов требует высокой концентрации внимания при монотонных действиях и многозадачности. Ответственность за непрерывное прохождение кузова через ванны, контроль за правильной фиксацией и работой оборудования, а также необходимость принимать решения в экстренных ситуациях создают нервно-эмоциональную нагрузку и стресс. Усталость, особенно при работе в ночные смены, повышает риск ошибок и травматизма.

4.3 Мероприятия по охране труда

Для обеспечения безопасных условий труда на участке катафорезного грунтования на предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» реализован ряд технических и организационных мер, а также предусмотрены дополнительные мероприятия, направленные на минимизацию профессиональных рисков.

Технические мероприятия:

– Герметизация ванн с химическими растворами и наличие вытяжной вентиляции в зонах с повышенной концентрацией паров;

– Установка ограждений и предупреждающих знаков в зоне работы подъёмно-транспортного механизма;

– Применение светозвуковой сигнализации при движении ПТМ и при выгрузке кузова из сушильной камеры;

- Организация дренажной системы для сбора проливов и исключения скольжения;
- Регулярная очистка пола и технических зон от загрязнений и осадков химических веществ;
- Противоскользящие покрытия в местах перехода и работы операторов;
- Применение электрооборудования с надёжной изоляцией и заземлением, особенно в зонах с повышенной влажностью.

Организационные мероприятия:

- Проведение обязательных инструктажей по технике безопасности и регулярной проверки знаний;
- Обеспечение работников сертифицированными средствами индивидуальной защиты (СИЗ): защитными очками, резиновыми перчатками, спецобувью, фильтрующими респираторами;
- Установление режима труда и отдыха, предотвращающего переутомление (ротация персонала на рутинных операциях);
- Назначение ответственных лиц за контроль состояния вентиляции, оборудования и СИЗ;
- Ведение журналов по охране труда, регистрации инструктажей, учета СИЗ;
- Проведение производственного контроля за уровнем шума, освещённости, микроклимата и наличием вредных веществ в воздухе.

Предложенные дополнительные меры:

- Расширение применения светозвуковой сигнализации (например, при выходе кузова из печи — уже реализовано в рамках предложенных мероприятий);
- Восстановление системы видеонаблюдения для оперативного контроля и быстрого реагирования на внештатные ситуации;
- Проведение оценки микроклимата в зонах повышенной температуры с возможной установкой экранов или направленной вентиляции;
- Разработка инструкции по безопасному перемещению тележек и фиксации кузовов;
- Дополнительная маркировка опасных зон на полу цветовой разметкой (жёлто-чёрной).

4.4 Мероприятия по охране окружающей среды

Процесс катафорезного грунтования сопровождается использованием различных химических растворов (обезжиривание, фосфатирование, катафорезная суспензия и др.), которые могут представлять потенциальную опасность для окружающей среды в случае неконтролируемого выброса или утечки. Также источниками загрязнения могут быть стоки от промывок кузовов и выбросы от вентиляционных систем.

Основные экологические риски:

- попадание загрязнённой воды (промывные стоки) в общезаводскую канализацию без предварительной очистки;
- утечки химических растворов при нарушении герметичности ванн или во время технического обслуживания;
- выбросы в воздух аэрозолей и паров химических веществ через вентиляцию при нарушении фильтрации;
- накопление отложений на дне ванн, подлежащих утилизации как опасные отходы;
- использование воды в промывочных операциях без рециркуляции увеличивает объём сточных вод.

Мероприятия по предотвращению негативного воздействия:

- Использование замкнутых систем водооборота с рециркуляцией промывной воды, что позволяет значительно сократить объём сточных вод;
- Организация механической и фильтрационной очистки стоков перед их сбросом во внешнюю канализационную систему;
- Регулярная проверка герметичности ванн, трубопроводов и насосов;
- Применение вытяжных зонтов с фильтрами в местах образования химических аэрозолей;
- Отведение отработанных материалов (шламов, грязевых осадков) на сертифицированные предприятия по утилизации опасных отходов;
- Контроль норм выбросов в атмосферу согласно санитарным правилам и нормативам РК (СанПиН);
- Ведение журнала учёта отходов, включая их количество, состав и способ утилизации;
- Информационное обучение персонала по обращению с отходами и действиям при аварийных утечках.

4.5 Расчёт искусственной освещённости зоны выгрузки кузова

Организация правильного освещения на производственном участке является важным элементом охраны труда и напрямую влияет на безопасность и эффективность выполняемых операций. Согласно требованиям, СанПиН и СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение», освещённость рабочих мест должна соответствовать нормам в зависимости от характера выполняемых работ, типа производственного помещения и условий видимости.

На участке катафорезного грунтования особую важность представляет зона выгрузки кузова, где оператор вручную закрепляет кузов на тележку и отсоединяет его от подъёмно-транспортного механизма. Эти действия требуют точности и хорошей видимости, особенно в условиях повышенной влажности и ограниченной доступности освещения из-за габаритов кузова.

Для обеспечения нормативной освещённости в данной зоне требуется рассчитать необходимое количество светильников. Расчёт проводится для искусственного освещения с применением люминесцентных ламп типа ЛБ-40.

Для расчёта использованы ориентировочные (расчётные) параметры зоны выгрузки:

- Длина зоны — 6 м;
- Ширина зоны — 5 м;

Площадь освещаемой поверхности равна 30м².

- Высота установки светильников: 4,5 м;
- Расчётная высота рабочей поверхности: 1,0 м;
- Требуемая освещённость (E) — 300 лк (для работ средней точности).
- Коэффициент использования светового потока (Z) — 0,6 (для белых стен и потолка, матовых отражателей и стандартной схемы размещения светильников);
- Коэффициент запаса (K) — 1,5 (с учётом загрязнения, старения ламп и снижения светового потока в процессе эксплуатации).

Формула расчета необходимого количества ламп рассчитывается по формуле 4.1:

$$N = \frac{E \times S \times K}{F \times Z}, \quad (4.1)$$

Где:

N — необходимое количество ламп,

E — нормируемая освещённость,

S — площадь помещения,

K — коэффициент запаса,

F — световой поток одной лампы,

Z — коэффициент использования светового потока.

$$N = \frac{300 \times 30 \times 1.5}{2300 \times 0.6} = 9.78$$

Округляем в большую сторону: необходимо установить не менее 10 люминесцентных ламп типа ЛБ-40.

Светильники рекомендуется размещать в два ряда вдоль длины помещения (по 5 в каждом ряду) для равномерного распределения светового потока и предотвращения теней. Установка осуществляется с подвесами на расстоянии не менее 0,5 м от потолка.

Произведён расчёт необходимого количества источников искусственного освещения в зоне выгрузки кузова. Установлено, что при установке 10 люминесцентных ламп типа ЛБ-40 обеспечивается нормативный уровень освещённости в 300 лк, что соответствует требованиям СанПиН и СНиП. Реализация данной схемы освещения обеспечит комфортные и безопасные условия труда операторов, снизит риск ошибок и травматизма, а также повысит производительность труда на участке.

4.6 Выводы по мероприятиям по охране труда

В рамках главы были рассмотрены вопросы охраны труда и экологической безопасности на участке катафорезного грунтования кузовов автомобилей. Установлено, что условия труда на данном участке относятся к категории повышенной опасности вследствие воздействия химических веществ, повышенной влажности, температуры, шума и подвижных механизмов.

Проведённый анализ показал наличие производственных рисков, требующих реализации комплекса мероприятий. Были предложены технические и организационные меры, направленные на снижение воздействия вредных факторов на работников: внедрение светозвуковой сигнализации, применение средств индивидуальной защиты, регулярные инструктажи, маркировка опасных зон, восстановление систем наблюдения.

С экологической точки зрения выделены основные источники загрязнения — химические стоки, пары растворов, шламы. В качестве решений предложены рециркуляционные системы, фильтрация промывной воды, герметизация ванн и контроль за утилизацией отходов.

Также выполнен расчёт искусственной освещённости в зоне выгрузки кузова. Установлено, что при установке 10 люминесцентных ламп типа ЛБ-40 обеспечивается нормативная освещённость в 300 лк, что соответствует требованиям СанПиН и обеспечивает безопасность труда.

Таким образом, реализация предложенных мероприятий позволит обеспечить соответствие требованиям охраны труда и экологической безопасности, улучшить условия работы персонала и снизить производственные риски без необходимости радикальной перестройки участка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломной работы были проанализированы особенности функционирования участка катафорезного грунтования кузовов автомобилей на предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan». Особое внимание было уделено зоне предварительной очистки, этапу выгрузки кузова после печи, а также общим условиям организации труда на участке.

Анализ текущего состояния производственного процесса показал, что несмотря на эффективность применяемых технологий, существует ряд факторов, негативно влияющих на стабильность качества, безопасность труда и производительность. В частности, ручная предварительная мойка кузова требует значительных усилий со стороны оператора и не обеспечивает равномерности обработки, фиксация тележки осуществляется вручную, а в зоне выхода кузова из печи отсутствует своевременное оповещение персонала. Все это создает предпосылки для задержек, несогласованности действий и повышенной утомляемости работников, снижая общую производственную устойчивость.

С целью устранения выявленных недостатков были разработаны и обоснованы следующие технические мероприятия:

- установка автоматизированной системы мойки высокого давления, включающей три арки с шестью форсунками типа Lechler;
- внедрение механической системы фиксации тележки с использованием съёмной упорной пластины;
- установка светозвуковой сигнализации, срабатывающей при появлении кузова на выходе из печи;
- расчёт искусственной освещённости зоны выгрузки с подбором соответствующих светильников.

Все решения предполагают использование серийных промышленных компонентов (Grundfos, Schneider Electric, Siemens), просты в реализации и не требуют значительной модернизации существующего оборудования. Их внедрение возможно без остановки производственной линии, что особенно важно для непрерывных производств с высокой степенью загрузки.

Проведённое технико-экономическое обоснование показало, что при затратах около 730 000 тенге годовой экономический эффект от внедрения составит порядка 850 000 тенге, что обеспечивает срок окупаемости менее одного года. Это подтверждает не только экономическую целесообразность, но и высокую практическую значимость предложенных мероприятий.

Реализация предложенных мероприятий позволит:

- повысить стабильность подготовки кузова перед катафорезом и качество покрытия;
- сократить влияние человеческого фактора и физическую нагрузку на персонал;
- снизить вероятность несчастных случаев и производственных сбоев;
- улучшить производственную дисциплину и условия труда на участке;

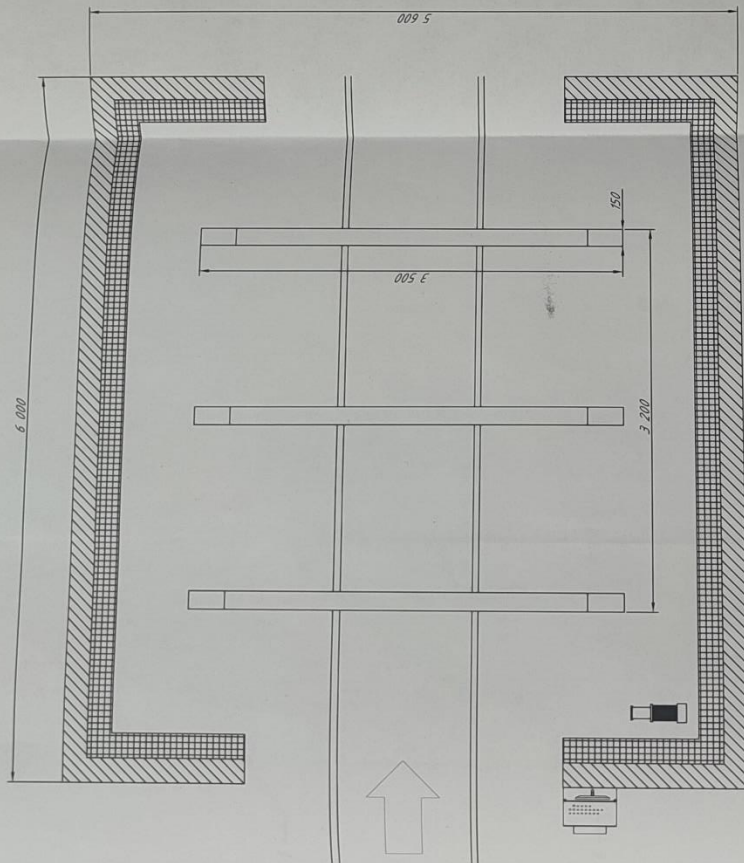
– создать основу для дальнейшего технологического развития предприятия.

Кроме того, работа обладает высокой степенью универсальности и может быть масштабирован для применения на аналогичных участках покрасочных производств в других цехах или на других предприятиях Республики Казахстан. Полученные результаты и обоснования могут быть использованы в качестве методической базы при разработке модернизации производственных линий.

Таким образом, в рамках дипломной работы были достигнуты все поставленные цели: выполнен комплексный анализ, сформулированы и проработаны конкретные инженерные решения, выполнены расчёты, представлена экономическая модель и проведена оценка мероприятий с точки зрения охраны труда и экологической безопасности. Работа носит прикладной характер, имеет инновационный потенциал и может быть рекомендована к внедрению в практику действующего промышленного производства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сибаров Н. И. Охрана труда и окружающей среды на автомобильном транспорте. - М.: Академия, 2018. - 288 с.
2. Ковалёв В. П. Технология и оборудование для антикоррозионной обработки транспортных средств. - М.: Транспорт, 2018. - 232 с.
3. Дмитриев И. А. Оборудование цехов антикоррозионной обработки автомобилей. - СПб.: Профобразование, 2016. - 196 с.
4. Жуков А. А., Чумаков И. А. Производственные процессы в автомобильной промышленности. - М.: Машиностроение, 2019. - 310 с.
5. Lechler GmbH. Промышленные форсунки: технический каталог. - Штутгарт: Lechler, 2021. - 72 с.
6. Савенков Е. Ю. Современные технологии антикоррозионной защиты автомобилей. - Екатеринбург: УрФУ, 2017. - 205 с.
7. Мищенко Д. А. Организация производства на машиностроительных предприятиях. - М.: Форум, 2020. - 344 с.
8. Дроздов А. В. Экономика предприятия. - М.: Юрайт, 2019. - 320 с.
9. Курсов Н. В. Экологическая безопасность на автотранспорте. - М.: Транспорт, 2018. - 198 с.
10. Гайнутдинов Ф. Х. Инженерная экология. - Казань: КГТУ, 2020. - 186 с.
11. Графкина М. Охрана труда на автомобильном транспорте. — М.: Академия, 2019. — 191 с.
12. Тураев И. С. Правила по охране труда на автомобильном транспорте. — М.: Изд. по приказу Минтруда, 2021. — 64 с.
13. Карнаух Н. Н. Охрана труда: учебник для среднего профессионального образования. — М.: Юрайт, 2020. — 380 с.
14. Беляков Г. И. Охрана труда и техника безопасности. — М.: Юрайт, 2020. — 404 с.
15. Лазаренков А. М. и др. Охрана труда: лабораторный практикум. — Минск: БНТУ, 2023.



Технические характеристики

1. Участок предназначен для предварительной проточки кузовов перед катафорезным грунтованием
2. Длина зоны — 6000 мм
3. Ширина зоны — 5000 мм
4. Ширина роликовой дорожки — 3200 мм
5. Расстояние между роликами — 1050 мм
6. Количество арок с форсунками — 3 шт.
7. Общее количество форсунок — 6 шт.
8. Давление воды — до 100 бар
9. Управление — ручное, через панель Sintel LOGO!
10. Насос — Grundfos CRN 5-20
11. Отвод воды — дренаж + фильтрация

Технические требования

1. Все неметаллические конструкции должны быть выполнены из коррозионностойкой стали
2. Поверхности форсунок — промывание, шарошковые, типа Lechler
3. Давление насосной системы должно быть не менее 50 бар
4. Промывочная система должна обеспечивать равномерную очистку внешней поверхности кузова
5. Допускается ручная загрузка только при полной остановке ПТМ
6. Система дренажа должна быть подключена к центральной фильтрационной установке
7. Электрооборудование — не ниже IP54
8. Монтажные конструкции должны быть осуществлены без изменения планировки участка

ДР-6807108-ТИ				Лист	Масса	Масштаб
Участок PRE-CLEAN						1:300
полсе модернизации				Лист	3	Листов
						5
				Казань, ул. И. И. Саваткина		
				ШТ-01, 6807108-ТИ		

