

## РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу  
(наименование вида работы)

Чистяков Данил Николаевич  
(Ф.И.О. обучающегося)

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

На тему: «Усовершенствование технологии нанесения лакокрасочных материалов (на примере ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan»)»

Выполнено:

- а) графическая часть на 4 листах
- б) пояснительная записка на 78 страницах

## ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Выпускная квалификационная работа Чистякова Д. Н. посвящена совершенствованию технологии нанесения лакокрасочных материалов на примере ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan». В работе проведён всесторонний анализ существующего технологического процесса, выявлены его недостатки и предложены пути оптимизации с учётом современных требований к качеству, экологичности и производственной эффективности. Представлены расчёты производственной программы, расхода материалов и трудозатрат. Работа имеет чёткую структуру, содержит аргументированные выводы и соответствует требованиям, предъявляемым к дипломным проектам.

### Оценка работы

Дипломная работа Чистякова Д. Н. 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”. Автор заслуживает присвоения степени бакалавра по ОП “6B07108 – Транспортная инженерия”.

### Рецензент

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

Жусупов К.А.

« \_\_\_\_\_ » 2025 г.





**ОТЗЫВ  
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

на дипломную работу  
(наименование вида работы)

Чистяков Данил Николаевич

(Ф.И.О. обучающегося)

6B07108 – Транспортная инженерия

(шифр и наименование ОП)

Тема: «Усовершенствование технологии нанесения лакокрасочных  
материалов (на примере ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan»)»

Дипломная работа состоит из введения, четырёх разделов, заключения,  
списка использованных источников, приложений, а также графической  
части, включающей 4 листов чертежей. Объём пояснительной записки  
составляет 60 страниц.

Работа посвящена совершенствованию технологии нанесения  
лакокрасочных материалов на предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan».  
В ней рассмотрены современные методы окраски, классификация ЛКМ и  
требования к их применению в автомобильной промышленности. Особое  
внимание уделено анализу текущей технологии на производстве, выявлению  
её недостатков и разработке предложений по повышению качества и  
эффективности окраски.

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.

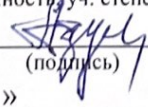
Дипломная работа Чистякова Д. Н. может быть рекомендован к защите  
с присвоением ему академической степени бакалавра по образовательной  
программе 6B07108 – Транспортная инженерия.

**Научный руководитель**

Доктор технических наук,

профессор, руководитель школы

( должность, уч. степень, звание)

  
(подпись)

Абдуллаев С. С.

«    »

2025 г.

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.

« 11 » 06 2025г.

**ДОПУЩЕН  
К ЗАЩИТЕ**

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

На тему: «Усовершенствование технологии нанесения лакокрасочных материалов (на  
примере ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan»)

6B07108 – Транспортная инженерия

Выполнил

Чистяков Данил Николаевич

Рецензент

Ассоциированный профессор, к.т.н.,

Доцент

\_\_\_\_\_ Жусупов К.А.

2025г.



Научный руководитель

Кандидат технических наук,

ассоциированный профессор

\_\_\_\_\_ Абдуллаев С.С.

« 11 » 06 2025г.

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»

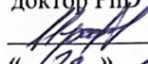
6B07108 – Транспортная инженерия

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

«Транспортная инженерия»,

доктор PhD

 Камзанов Н.С.  
« 12 » 01 2025г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Чистякову Данилу Николаевичу

Тема: «Усовершенствование технологии нанесения лакокрасочных материалов (на примере  
ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan»)»

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

Срок сдачи законченной работы «11» июня 2025г.

Исходные данные к дипломной работе: Данные производственного процесса ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan», нормативно-техническая документация (ГОСТ, ТУ) по ЛКМ и окраске, статистика выпуска автомобилей и планы по модернизации предприятия, материалы по автоматизации и роботизации покрасочных линий, научные и производственные публикации по тематике ЛКМ и промышленной окраски

Краткое содержание дипломной работы:

а) Теоретическая часть. Анализ современных технологий нанесения лакокрасочных материалов в транспортной отрасли. Классификация ЛКМ и их свойства. Современные тенденции в окраске автомобилей;

б) Расчетно-технологическая часть. Характеристика предприятия ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan». Анализ существующей технологии окраски. Разработка предложений по её совершенствованию. Расчёт производственной программы, расхода ЛКМ и трудозатрат;

в) Организационно-технологическая часть. Обоснование выбора оборудования и методов механизации. Расчёт экономической эффективности внедрения новой технологии. Оценка повышения производительности и снижения затрат;

г) Раздел охраны труда. Анализ условий труда на участке окраски. Определение вредных факторов и рисков. Меры по обеспечению безопасности и снижению экологической нагрузки.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): представлены 15 слайдов презентации работы.

Рекомендуемая основная литература: из 25 наименований

**ГРАФИК**  
подготовки дипломной работы

| Наименование разделов,<br>перечень разрабатываемых<br>вопросов                                                                                           | Сроки представления<br>научному<br>руководителю | Примечание |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|
| Анализ существующих технологий окраски в транспортной отрасли. Классификация лакокрасочных материалов и их свойства.                                     | 14.02.2025 - 10.03.2025                         | выполнено  |
| Разработка предложений по совершенствованию технологии окраски. Выбор оборудования. Расчёт производственной программы, расхода материалов и трудозатрат. | 18.03.2025 – 17.04.2025                         | выполнено  |
| Обоснование экономической эффективности предлагаемых мероприятий. Повышение производительности и снижение затрат.                                        | 26.04.2025 - 29.05.2025                         | выполнено  |

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

| Наименование<br>разделов             | Консультанты<br>(И.О.Ф., уч. степень,<br>звание)                              | Дата<br>подписания | Подпись                                                                               |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Основные разделы дипломной<br>работы | Абдуллаев С.С.,<br>кандидат технических<br>наук, ассоциированный<br>профессор | 02.06.2025г.       |  |
| Нормоконтролер                       | Сарсанбеков К.К.,<br>Старший преподаватель                                    | 04.06.2025г.       |  |

Научный руководитель  Абдуллаев С.С.

Задание принял к исполнению обучающийся  Чистяков Д.Н.

Дата "05" февраль 2025г.

## **АННОТАЦИЯ**

Дипломная работа посвящена исследованию и совершенствованию технологии нанесения лакокрасочных материалов на примере деятельности ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» — одного из ведущих отечественных предприятий в сфере автомобилестроения.

Цель исследования – обосновать пути совершенствования технологии по нанесению лакокрасочных материалов на примере деятельности ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan».

Отличительной особенностью работы является комплексный подход к решению поставленных задач. В работе произведен анализ технологического процесса и подбор оборудования, выполнены расчеты производственной программы, расхода материалов, трудозатрат и численности персонала.

## **АНДАТПА**

Дипломдық жұмыс автомобиль өнеркәсібіндегі жетекші отандық кәсіпорындардың бірі «Hyundai Trans Kazakhstan» ЖШС қызметін мысалға ала отырып, лак-бояу материалдарын жағу технологиясын зерттеуге және жетілдіруге арналған.

Зерттеудің мақсаты – «Hyundai Trans Kazakhstan» ЖШС қызметі мысалында лак-бояу материалдарын қолдану технологиясын жетілдіру жолдарын негіздеу.

Жұмыстың айрықша ерекшелігі – қойылған міндеттерді шешуге кешенді көзқарас. Жұмысқа технологиялық процесті талдау және жабдықты таңдау, өндірістік бағдарламаның есептеулері, материалды тұтыну, еңбек шығындары және персонал саны кірді.

## **ABSTRACT**

The thesis is devoted to the study and improvement of paint and varnish application technology using the example of Hyundai Trans Kazakhstan LLP, one of the leading domestic enterprises in the automotive industry. The relevance of the chosen topic is due to the need to improve the quality of car painting and introduce more modern and environmentally friendly technologies that meet international standards.

The purpose of the study is to substantiate ways to improve the technology for applying paint and varnish materials using the example of Hyundai Trans Kazakhstan LLP.

A distinctive feature of the work is an integrated approach to solving the tasks. The work analyzes the technological process and selects equipment, calculates the production program, material consumption, labor costs and the number of personnel

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                              | 7  |
| 1 Обзорная часть .....                                                                      | 10 |
| 1.1 Общие сведения о технологиях окраски в транспортной отрасли .....                       | 10 |
| 1.2 Виды лакокрасочных материалов и технологии их нанесения.....                            | 14 |
| 1.3 Современные тенденции и разработки в ЛКМ-обработке .....                                | 24 |
| 2 Расчетная и практическая часть .....                                                      | 27 |
| 2.1 Характеристика предприятия ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» .....                         | 27 |
| 2.2 Анализ текущей технологии окраски транспорта в компании и<br>выявление недостатков..... | 30 |
| 2.3 Предложения по совершенствованию технологии окраски автомобилей<br>.....                | 36 |
| 2.4 Расчеты и технико-технологическое обоснование.....                                      | 38 |
| 2.4.1 Расчет производственной программы .....                                               | 40 |
| 2.4.2 Расчет расхода лакокрасочных материалов .....                                         | 42 |
| 2.4.3 Расчет трудозатрат и численности персонала .....                                      | 43 |
| 2.4.4. Выбор и обоснование оборудования для новой технологии .....                          | 44 |
| 3 Организационно-экономическая часть .....                                                  | 46 |
| 3.1 Организация производственного процесса на участке .....                                 | 46 |
| 3.2 Методы рационализации труда и механизации окрашивания .....                             | 50 |
| 3.3 Обоснование экономической эффективности предложенных<br>мероприятий .....               | 54 |
| 4 Охрана труда и безопасность.....                                                          | 57 |
| 4.1 Анализ условий труда и производственных вредностей при окраске<br>автомобилей.....      | 57 |
| 4.2 Меры безопасности и экологические требования на участке окраски ...                     | 61 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                                                            | 65 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....                                                      | 66 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ .....                                                                            | 67 |

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** Развитие национального автопрома является важнейшим направлением промышленной политики Республики Казахстан. Необходимость экономической диверсификации производства в стране подразумевает снижение зависимости от импортных запасных частей и комплектующих.

Успешная деятельность компании ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» подтверждается эффективной реализацией принципов локализации производства, интеграцией в рабочий процесс передовых технологий и формированием высокотехнологичной производственной базы на территории страны.

Модернизация предприятия всегда сопровождается автоматизацией основных производственных процессов, созданием конкурентоспособной продукции и расширением экспортного потенциала. Глобальная экономика порождает множество вызовов для малого и среднего бизнеса РК. Например, изменение в цепочке поставок продукции может на некоторое время остановить производство. Поэтому примеры успешных компаний благоприятным образом влияют на устойчивый экономический рост экономики и помогают трансформировать индустриальный сектор в инновационной цифровой среде.

Современное автомобилестроение – это одна из прибыльных отраслей экономики, которая должна полностью соответствовать международным нормам безопасности. Сегодня все более высокие требования предъявляются к качеству лакокрасочных покрытий, поскольку ЛКМ обеспечивают эстетичный внешний вид автомобиля и выполняют защитную функцию и продлевают срок службы кузова. Технологии нанесения лакокрасочных материалов постоянно совершенствуются. Специалисты решают задачи относительно повышения устойчивости ЛКМ к внешним воздействиям, снижения экологической нагрузки на окружающую среду и увеличения производительности процессов изготовления.

На примере деятельности ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» – одного из ведущих отечественных автопроизводителей, который функционирует по полному циклу производства, – проследим процесс внедрения современных методов окраски, автоматизированных линий и роботизированных систем. Совершенствование технологии нанесения лакокрасочных покрытий на данном предприятии - это неотъемлемая часть стратегической модернизации компании. Соответствие предприятия современным вызовам существенно повышает качество выпускаемой автомобильной продукции.

**Современное состояние научно-технической проблемы, которой посвящена работа.** Технологии нанесения лакокрасочных материалов постоянно совершенствуются. Они крайне важны в производстве автомобилей и влияют на долговечность, внешний вид и защитные свойства изделий. В последние годы отмечается активное внедрение новых видов ЛКМ, акцент ставится на экологически чистые и высокоэффективные покрытия. Зачастую



компаниям отдают предпочтение применению роботизированных систем и автоматизации процессов окраски. Несмотря на это, предприятия сталкиваются с рядом проблем: недостаточная равномерность покрытия, дефекты поверхности, высокие материальные и трудовые затраты. Чтобы поддерживать конкурентоспособность и соответствовать международным стандартам, необходимо постоянное совершенствование технологий окраски и адаптация их к условиям локального производства.

**Цель дипломной работы** – обосновать пути совершенствования технологии по нанесению лакокрасочных материалов на примере деятельности ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan».

**Задачи исследования** поставлены в соответствии с актуальностью и целью дипломной работы:

- описать общие сведения о технологиях окраски в транспортной отрасли;
- рассмотреть виды лакокрасочных материалов и технологии их нанесения;
- исследовать современные тенденции и разработки в ЛКМ-обработке;
- предоставить характеристику предприятия ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan»;
- провести анализ текущей технологии окраски транспорта в компании и выявление недостатков;
- внести предложения по совершенствованию технологии окраски автомобилей;
- провести расчеты и технико-технологическое обоснование;
- выполнить расчет производственной программы;
- осуществить расчет расхода лакокрасочных материалов;
- рассчитать трудозатраты и численность персонала;
- произвести выбор и обоснование оборудования для новой технологии;
- описать организацию производственного процесса на участке;
- рассмотреть методы рационализации труда и механизации окрашивания;
- дать обоснование экономической эффективности предложенных мероприятий;
- выполнить анализ условий труда и производственных вредностей при окраске автомобилей;
- проанализировать меры безопасности и экологические требования на участке окраски.

**Объект исследования** — технологический процесс окраски легковых автомобилей на предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan».

**Предмет исследования** — методы и средства совершенствования технологии по нанесению лакокрасочных покрытий на автомобили.

**Новизна исследования** заключается в комплексном подходе к совершенствованию технологии нанесения лакокрасочных материалов на примере конкретного производственного предприятия – ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan». В работе использованы следующие аспекты:

- практико-ориентированный анализ действующей технологической схемы окраски автомобилей в компании;
- технико-экономическая проработка предложений с расчетами производственной программы, расхода материалов, численности персонала и оборудования;
- интеграция роботизации, автоматизации процессов окраски;
- рассмотрение условий труда специалистов и производственных рисков.

### **Теоретическая и методологическая основа исследования.**

В основу исследования положены современные теоретические разработки в области материаловедения и технологии лакокрасочных покрытий, а также регулирующие процесс окраски и контроль качества нормативные документы и стандарты. Методологическую базу составляют методы системного анализа технологических процессов, технико-экономического обоснования, расчета расхода материалов и оптимизации производственных мощностей. Кроме того, применяются подходы к оценке условий труда и экологической безопасности на производстве.

### **Практическая база написания.**

Практическая часть работы базируется на анализе производственного процесса и технологической базы ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» — современного предприятия автомобильной промышленности Республики Казахстан. Завод оснащен новейшим оборудованием и роботизированными линиями, поэтому применяет передовые методы нанесения лакокрасочных материалов. Сбор и обработка производственных данных дают возможность выявить узкие места, определить причины возникновения мест с некачественным покрытием и сформулировать предложения по их устранению.

### **Обоснование необходимости выполнения исследования.**

Исследование может в дальнейшем стать практическим руководством для применения на других предприятиях, которые занимаются производством автомобилей. Оптимизация процесса окраски способствует улучшению условий труда работников и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

**Структура дипломной работы.** Исследование состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения.

## **1 Обзорная часть**

### **1.1 Общие сведения о технологиях окраски в транспортной отрасли**

Правильная технология нанесения лакокрасочных покрытий позволяет максимально продлить эксплуатацию транспортных средств. Окраска автомобилей и иного дорожного транспорта представляет собой сложный технологический процесс. Он состоит из нескольких этапов: подготовка поверхности, нанесение нескольких слоев (грунта, эмали, лака), сушка и полимеризация покрытия. Соблюдение всех этапов и технологических режимов критически важно, так как от этого зависит стойкость покрытия к механическим, химическим и атмосферным воздействиям [1].

Следует отметить, что процесс окраски не ограничивается эстетическими задачами. Он также выполняет функцию антикоррозионной защиты, которая предотвращает развитие очагов коррозии, образование трещин, сколов и иных повреждений. Правильное окрашивание продлит службу транспорта даже при резких температурных колебаниях, повышенной влажности, воздействиях ультрафиолетового излучения, контакте с дорожными реагентами и грязью.

В современном мире для окрашивания транспортных средств используются качественные покрытия, которые призваны обеспечить покрытию высокие эстетические и эксплуатационные характеристики. Основной задачей данного процесса является придание изделию товарного вида и обеспечение защиты металлоконструкций от разрушительного воздействия внешней среды.

На специализирующихся на окраске транспорта предприятиях основным элементом производственного процесса являются герметичные окрасочно-сушильные камеры. Конструкция подобных камер предусматривает эффективные системы фильтрации и вентиляции. Такой дизайн позволяет минимизировать загрязнения со стороны внешней среды, предотвратить проникновение пыли внутрь помещения и создать благоприятные условия для работы оператора. Такие камеры разрабатываются индивидуально, с учетом габаритов техники и требований заказчика. На рисунке 1 представлено правильно-организованное техническое помещение для окраски транспорта.

Процесс окраски состоит из следующих основных этапов:

1. Подготовка поверхности. Осуществляется удаление загрязнений, снятие старого лакокрасочного покрытия, продуктов коррозии и окислов. Специалисты принимают решение о необходимости обезжиривания, шлифования и абразивной обработке поверхности;
2. Грунтование. Наносятся первичные слои, которые необходимы для обеспечения адгезии между металлом и последующими слоями краски, а также для дополнительной антикоррозионной защиты;





Рисунок 1 – Окраочно-сушильная камера

3. Нанесение эмали и лака. Данная операция производится двумя способами: вручную или автоматически. Выбор зависит от конфигурации оборудования. Процедура требует высокой точности, особенно при окраске сложных по форме объектов;

4. Сушка и полимеризация. Этот этап проводится в тепловых камерах, где соблюдаются определенные температурные и временные режимы.

Для окрашивания транспортных средств используются многослойные системы: грунт, шпатлевка, базовые и финишные покрытия. Красящие материалы обладают стойкостью к ультрафиолету, влаге, агрессивным химическим соединениям и механическим нагрузкам.

Технология окраски также предполагает выполнение вспомогательных операций: оклейка маскирующими лентами, ручное шлифование, промежуточное обезжиривание и контроль качества на каждом этапе. Несмотря на автоматизацию отдельных процессов, высокая квалификация персонала остается определяющим фактором для максимально успешного выполнения работ.

Государственные стандарты и технические регламенты предписывают соблюдение определенных характеристик покрытия. Оно должно быть устойчивым к внешним воздействиям, сохранять цвет и блеск, а также механическую прочность. Кроме того, важна возможность нанесения красящего состава на трехмерные и нестандартные формы поверхности без нарушения равномерности слоя.

Процесс окрашивания коммерческого транспорта и специальной техники - сложная последовательность технологических операций, которые направлены на обеспечение высоких показателей эстетики, коррозионной стойкости и долговечности лакокрасочного покрытия. Учитывая эксплуатационные условия техники (повышенные механические нагрузки, воздействие агрессивной среды,

атмосферных осадков), к качеству окраски предъявляются особенно строгие требования.

Процесс условно делится на несколько последовательных стадий:

1. Предварительный осмотр и оценка состояния поверхности. На этом этапе выявляются дефекты (трещины, сколы, вмятины, следы коррозии), степень износа предыдущего покрытия. Принимается решение о необходимости проведения ремонтных или подготовительных операций.

2. Очистка поверхности от загрязнений. Поверхность очищается от пыли, масла, грязи, ржавчины, остатков старого покрытия и иных примесей. В зависимости от состояния материала применяется механическая очистка (пескоструйная, шлифовальная) и химическая (обезжиривание, использование кислотных составов).

3. Шпатлевание и устранение дефектов. Мелкие дефекты устраняются путем нанесения шпатлевок с последующим выравниванием поверхности. Игнорирование данного этапа чревато снижением эстетичности и равномерности будущего слоя краски.

4. Грунтование. Нанесение грунтовочных материалов повышает адгезию финишного покрытия к металлической поверхности и обеспечивает антикоррозионную защиту. В зависимости от требований, применяются грунтовки различного типа: антикоррозионные, эпоксидные, фосфатирующие и другие.

5. Нанесение лакокрасочного покрытия. Покраска может производиться вручную или с применением автоматизированных систем. На данном этапе наносится один или несколько слоев эмали или краски. Слои обеспечивают требуемую цветовую гамму, блеск и покрытие. Поверхность дополнительно может покрываться обеспечивающим защиту от ультрафиолета и механических воздействий лаком.

6. Сушка и полимеризация покрытия. После нанесения каждого слоя изделие направляется на сушку, которая осуществляется в специальных термокамерах. Режим сушки подбирается индивидуально и зависит от свойств применяемых материалов и параметров оборудования.

7. Контроль качества. На заключительном этапе производится визуальная и инструментальная проверка качества покрытия: равномерность нанесения, отсутствие подтеков и включений, толщина покрытия, адгезия, цветопередача и другие параметры.

Следует отметить, что при окрашивании специальной техники (экскаваторов, тягачей, самосвалов, тракторов) к лакокрасочным материалам предъявляются более жесткие требования. Эти машины эксплуатируются в условиях высокой запыленности, повышенной влажности, воздействия топлива, масел, солей и абразивных частиц. Поэтому используются специальные составы с повышенной стойкостью к внешним воздействиям. Наиболее приемлемыми считаются двухкомпонентные эпоксидные и полиуретановые материалы [2].

Подготовка поверхности спецтехники к окраске — один из важнейших этапов, который определяет долговечность и эксплуатационные качества лакокрасочного покрытия. В процессе эксплуатации машины подвергаются воздействию агрессивной среды: масел, солей, пыли, механических нагрузок, атмосферных осадков. Поэтому важно учитывать степень загрязнения и окисления поверхности.

Различают несколько степеней загрязнения, от которых зависит выбор метода очистки:

1. Первая степень загрязнения — наличие тонких слоев минеральных масел, смазочно-охлаждающих эмульсий, смешанных с пылью и металлической стружкой. Масса загрязнений — до 2 г/м<sup>2</sup>.

2. Вторая степень загрязнения — наличие толстых слоев консервационных смазок, трудноудаляемых загрязнений, графитовых смазок, шлифовальных и полировальных паст, нагаров. Масса загрязнений — свыше 2 г/м<sup>2</sup>.

В таблице 1 представлены методы удаления загрязнений и коррозии.

Таблица 1 - Методы удаления загрязнений и коррозии

| Наименование метода  | Метод                                                                         | Характеристика                                                                                   |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Механическая очистка | щеточная, абразивная, пескоструйная обработка                                 | применяется преимущественно при подготовке крупногабаритных машин с большой площадью поверхности |
| Химическая очистка   | с использованием питьевой воды, растворителей, кислотных и щелочных растворов | распространена на промышленных предприятиях                                                      |
| Термическая очистка  | обжиг или обработка открытым пламенем                                         | эффективна при удалении стойких смол и масел                                                     |

При необходимости повышения антикоррозионной стойкости дополнительно может проводиться химическая подготовка поверхности: фосфатирование, оксидирование, хромирование.

В случае наличия очагов коррозии они должны быть полностью удалены, а обработанные участки дополнительно покрыты антикоррозионными составами для предотвращения распространения ржавчины под ЛКП.

Контроль за качеством очистки проводится не позднее чем через 6 часов после окончания обработки, во избежание повторного загрязнения и окисления.

Выбор ЛКМ определяется несколькими факторами:

- степень загрязненности и коррозии поверхности;
- наличие окалины или старого покрытия;
- условия эксплуатации машины (влажность, перепады температур, абразивное воздействие);
- тип поверхности и ее физико-химические характеристики.

Наиболее часто применяются двухкомпонентные эпоксидные, полиуретановые и алкидные материалы. Они отличаются высокой устойчивостью к механическим, химическим и климатическим воздействиям.

При выборе краски для спецтехники важно учитывать несколько факторов:

1. Насколько прочным будет покрытие при механических повреждениях (удары, трение);
2. Устойчивость к воздействию агрессивных химических веществ (масла, реагенты);
3. Способность выдерживать перепады температур и длительное солнце;
4. Защита от коррозии и ржавчины.

Правильная подготовка поверхности — половина успеха. Перед покраской технику нужно тщательно очистить и обезжирить. Лучше не экономить на средствах — от этого зависит, насколько краска прочно ляжет и сколько она продержится. Например, для обезжиривания можно использовать средство SILICONE REMOVER SLOW 00695.

Специалисты компании «Системы Индустриальных Покровтий» советуют использовать итальянские материалы LECHLER и ALCEA. Вот несколько вариантов:

1. Максимальная защита (для тяжелых условий). Эпоксидный грунт + полиуретановая эмаль. Такой вариант хорошо держится при агрессивной эксплуатации. Например, на экскаваторах, тягачах, тракторах.
2. Красивая и прочная покраска кабин. Эпоксидный грунт + акриловая эмаль. Получается гладкое, глянцевое покрытие. Оно отлично подходит для кабин грузовиков и другой техники, где важен внешний вид.
3. Стандартная защита (городская техника). Эпоксидный грунт + матовая или глянцевая полиуретановая эмаль. Подходит для подъемников, коммунальных и дорожных машин, где не требуется сверхзащита от агрессивных сред.

Материалы ALCEA предлагают аналогичные варианты, тоже с хорошей стойкостью: эпоксидный грунт с добавками против коррозии и разные типы эмалей (глянцевые и полуглянцевые).

## 1.2 Виды лакокрасочных материалов и технологии их нанесения

Автомобильная окраска — это не просто придание цвета кузову. Это целая система, где каждый слой играет свою весомую роль: от защиты металла до создания выразительного внешнего вида. Покровтия украшают транспортное



средство и противостоят коррозии, ультрафиолету, механическим повреждениям и химии на дорогах.

Грунтовка обеспечивает хорошее сцепление последующих слоев и предотвращает появление ржавчины. Различают: антикоррозионные – защищают металл в агрессивных условиях, выравнивающие (наполненные) – скрывают мелкие неровности, изолирующие – создают барьер между несовместимыми слоями.

Шпатлевка незаменима для устранения вмятин и дефектов кузова. После затирки образуется гладкая готовая к покраске поверхность.

Базовые краски отвечают за цвет и внешний вид. Бывают однослойные (с блеском) и двухслойные (требуют лака сверху). Современные пигменты позволяют получать насыщенные оттенки, эффект «металлик» или «хамелеон».

Лаки – это финишный защитный слой. Придает блеск, глубину цвета и устойчивость к погодным и механическим воздействиям. Качественный лак защищает покрытие до 10 лет без потери внешнего вида.

Сегодня все больше производителей и маляров переходят на экологичные, быстросохнущие материалы с минимальными выбросами вредных веществ в атмосферу. Популярны водорастворимые краски, которые максимально безопасны для мастеров и окружающей среды. Также развивается технология нанесения ЛКМ в окрасочно-сушильных камерах, где обеспечиваются идеальные условия по температуре, влажности и фильтрации воздуха.

Автоматизация и роботы в покрасочных линиях делают покрытие равномерным, прочным и стабильным по качеству.

Лакокрасочная отрасль активно развивается. Ведущие направления:

1. Самовосстанавливающиеся покрытия. Благодаря работе термоактивных полимеров, мелкие царапины затягиваются сами при нагревании.

2. Экологически чистые составы: снижение содержания летучих органических соединений, переход на водоразбавляемые краски.

3. Цифровизация процессов. Точно прогнозировать конечный результат можно за счет компьютерного подбора цвета и 3D-визуализации.

На автомобильных заводах применяется поточная система окраски, где все этапы строго регламентированы и автоматизированы. Послойное нанесение функциональных материалов (грунтов, баз и лаков) происходит с высокой точностью и соблюдения температурного режима. Однако принципы остаются теми же, что и в сервисе.

В ремонтной окраске важно точно воспроизвести оригинальную структуру покрытия. Хотя условия здесь менее стандартизированы, при грамотном подходе можно добиться идентичного результата. Особенно это важно для небольших серий автомобилей и коммерческого транспорта, где часто применяется ремонтная технология даже на стадии производства.

Основная задача лакокрасочной системы — защита металлической основы. Большинство автомобилей производятся из стали холодной прокатки,

иногда с цинковым покрытием для дополнительной антикоррозийной защиты. Лакокрасочное покрытие создает герметичный барьер от проникновения воды, воздуха, реагентов и механических воздействий.

Именно поэтому к выбору материалов и соблюдению технологий необходимо подходить с максимальной ответственностью. Соответственно, правильно подобранные материалы - залог визуального преобразования автомобиля и его долговечности.

Коррозия — это разрушение твердых тел, которое вызывается происходящими на поверхности материала при взаимодействии с внешней средой химическими и электрохимическими процессами.

Наиболее заметное проявление коррозии — ржавчина. Она представляет собой слой частично гидратированных оксидов железа. Ржавчина быстро разрушает кузов автомобиля. Чтобы предотвратить ее образование, применяют методы пассивации (например, создание защитной оксидной пленки). При этом создается гальваническая пара, в которой основной металл выполняет роль катода и не подвергается коррозии, в чем, несомненно, уступает ее аноду.

Если обратиться к электрохимическому ряду напряжений металлов на рисунке 2, где металлы расположены в порядке убывания «благородности», можно увидеть, что цинк находится правее железа. Это означает, что цинк является менее благородным металлом и в процессе взаимодействия с железом берет на себя разрушение. Именно по этой причине применяется оцинковка кузова. Цинк корродирует вместо железа, тем самым защищая кузов.

|                  |                  |                  |                 |                  |                |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                 |                  |                  |                |                 |                 |
|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Au               | Pt               | Hg               | Ag              | Cu               | H <sub>2</sub> | Pb               | Sn               | Ni               | Co               | Fe               | Zn               | Al               | Mg               | Na              | Ca               | Ba               | K              | Cs              | Li              |
| +1,5             | +1,28            | +0,85            | +0,80           | +0,34            | +0             | 0,13             | 0,14             | 0,25             | 0,28             | 0,44             | 0,76             | 1,66             | 2,36             | 2,71            | 2,87             | 2,90             | 2,92           | 3,01            | 3,04            |
| Au <sup>3+</sup> | Pt <sup>2+</sup> | Hg <sup>2+</sup> | Ag <sup>+</sup> | Cu <sup>2+</sup> | 2H             | Pb <sup>2+</sup> | Sn <sup>2+</sup> | Ni <sup>2+</sup> | Co <sup>2+</sup> | Fe <sup>2+</sup> | Zn <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Ba <sup>2+</sup> | K <sup>+</sup> | Cs <sup>+</sup> | Li <sup>+</sup> |

Рисунок 2- Электрохимический ряд напряжений металлов

Примечание: восстановительная активность металлов (свойство отдавать электроны) уменьшается, а окислительная способность их катионов (свойство присоединять электроны) увеличивается в указанном ряду справа налево

Если же использовать металл, более благородный, например золото, эффект будет противоположным. Так железо станет анодом и будет разрушаться быстрее. (К тому же, такое покрытие будет чрезмерно дорогим.)

Кроме металлов, в автомобилестроении активно используются пластики — порядка 50 разновидностей. Несмотря на это разнообразие, ремонт пластиковых элементов достаточно стандартизирован. Большинство ведущих производителей лакокрасочных материалов предлагают универсальные линейки, которые подходят для разных типов пластмасс.

Таким образом, можно выделить три основные требующие защиты поверхности:

1. черная (углеродистая) сталь;

2. цветные металлы и алюминиевые сплавы (например, дюраль или анодированный магнием алюминий, как в Audi A8);

3. пластики.

Основная задача при работе с ними — защита от атмосферных воздействий (у пластиков также важна декоративная составляющая). Каждый слой, который наносится на кузов — от грунтовки до финишного лака — выполняет строго определенную функцию в защите конструкции.

Важно понимать: не стоит называть системой окраски просто набор материалов одного производителя. Это лишь ассортимент. Система окраски — это технологическая последовательность подобранных под конкретную задачу и условия эксплуатации слоев.

Какие слои наносятся? Лучше всего этот вопрос рассматривать в сравнении с заводской и ремонтной окраской. Несмотря на различия условий, в автосервисе выполняются те же базовые операции, что и на производственной линии. Однако существует одно принципиальное отличие: заводская окраска не предполагает восстановление поврежденных поверхностей, а в условиях СТО это — основной вид работ.

При создании защитного покрытия на новой детали фактически воспроизводится заводская технология, в процессе которой строго соблюдаются все этапы и условия покраски. Важно различать два типа ремонта: восстановление лакокрасочного покрытия без повреждений основы и восстановление ЛКП на отремонтированной поверхности. Первый аналогичен заводскому процессу, второй требует использования более сложных решений.

Качество окраски на заводе достигается за счет осуществления строгого контроля микроклимата, чистоты и точного соблюдения технологических норм. Специалисты автосервиса зачастую это игнорируют, поэтому качество покрытия снижается. Оптимальная температура воздуха для обрабатываемой детали и ЛКМ должна составлять около +20 °С. Отклонения вызывают дефекты: при понижении — ухудшение растекаемости и риск подтеков, при повышении — образование пор и неровностей.

Влажность воздуха также влияет на результат: повышенная замедляет испарение растворителя, снижает адгезию и провоцирует образование пузырей. Присутствие пыли — критичный фактор. Он способен резко ухудшить внешний вид и прочность покрытия. Пыль проникает на окрашиваемую поверхность в процессе нанесения ЛКМ, даже при незначительном нарушении чистоты рабочего участка.

Подготовка к окраске подразумевает обязательное обезжиривание и маскировку неокрашиваемых зон. Использование неподходящих материалов и нарушение техники оклейки приводит к нарушению границ покрытия и попаданию ЛКМ на лишние участки.

Вязкость — это физическая характеристика, которая определяет способность жидкости сопротивляться течению. В технике различают кинематическую и динамическую вязкость. Кинематическую измеряют в стоксах или в системе СИ — в м<sup>2</sup>/с. При умножении этого значения на

плотность получают динамическую вязкость, которую выражают в пуазах или паскаль-секундах.

На практике вязкость лакокрасочных материалов определяется временем вытекания определенного объема материала через калиброванное отверстие при заданной температуре. Для этого используют вискозиметры, например, DIN4, где измеряется время вытекания 100 см<sup>3</sup> материала через отверстие диаметром 4 мм. Вязкость напрямую влияет на качество окраски: слишком жидкий состав может образовать потеки, а чрезмерно густой — лечь неровно и с шагренью.

Обезжиривание — важная стадия подготовки поверхности к окраске, поскольку необходима для удаления органических и неорганических загрязнений. Она выполняется многоступенчато: сначала удаляются соли и пыль с помощью слабощелочных растворов, затем — силиконы и жиры посредством органических растворителей. На заводах используют более агрессивные вещества (нефрас, бензин), тогда как в автосервисах — спиртовые обезжириватели с пониженной агрессивностью. Это связано с риском повреждения свежих лакокрасочных покрытий, которые не успели полностью полимеризоваться. Обработка выполняется до начала и перед каждым новым этапом нанесения покрытий. Остаточные загрязнения могут попасть в микрорельеф шлифованной поверхности и привести к дефектам в финальном слое.

Шлифование позволяет определить адгезию между слоями и финальное качество поверхности. Современные технологии отдают предпочтение сухой машинной шлифовке, которая вытеснила мокрую из-за меньшей загрязненности рабочей зоны и большей производительности. Сухой способ позволяет обработать до 10 м<sup>2</sup> поверхности в час против 4 м<sup>2</sup> при мокром шлифовании. Также исключается необходимость в водостойких материалах. Применение систем пылеудаления снижает содержание абразивной пыли в зоне окраски.. В таблице 2 представлена классификация шероховатости поверхности.

Таблица 2 – Классификация шероховатости поверхности

| Наименование шероховатости | Глубина риски | Качество поверхности |
|----------------------------|---------------|----------------------|
| Мелкое зерно               | Малая         | Высокое              |
| Крупное зерно              | Большая       | Низкое               |
| Открытое размещение        | Большая       | Низкое               |
| Плотное размещение         | Малая         | Высокое              |

В промышленных условиях нанесение заводских антикоррозионных грунтов осуществляется в герметичных окрасочных камерах с автоматизированным контролем параметров. Такие составы содержат высокую концентрацию токсичных цинкофосфатных соединений. Они обеспечивают



надежную адгезию к металлической подложке. Однако в условиях авторемонтных предприятий применение подобных материалов ограничено санитарно-гигиеническими требованиями.

В связи с этим решающим фактором надежного сцепления последующих слоев лакокрасочного покрытия с основой становится формирование микрорельефа поверхности — риски, которая создается посредством абразивной обработки. Основное назначение риски — не удаление старого покрытия, а создание оптимального профиля поверхности для обеспечения механической адгезии наносимых материалов.

Характеристики риски (глубина, геометрия, равномерность) должны соответствовать реологическим свойствам наносимого материала. Жидкие системы (например, праймеры) могут заполнять риску любой конфигурации, тогда как высоковязкие материалы (шпатлевки, наполненные грунты) требуют строго определенной структуры риски для равномерного распределения и предотвращения усадки в процессе полимеризации.

С этой целью применяется правило «100 grit» — разница между абразивами, которая применяются последовательно, не должна превышать 100 единиц зернистости (например, после P80 следует использовать не мельче P180). Несоблюдение этого правила приводит к образованию скрытых глубоких рисков, невидимых при визуальном контроле, но проявляющихся после финишного нанесения ЛКП в виде локальных дефектов.

Использование абразивных инструментов с агрессивным зерном (щетki, фрезы, наждачные пилы) часто приводит к образованию чересчур глубоких и острых рисков, в которые не проникает материал. Это ведет к образованию пустот, ухудшению адгезии и, как следствие, дефектам типа «просадка» или отслаивание покрытия.

Открытая насыпь (50–70% покрытия) обеспечивает эффективное удаление абразивной пыли и предпочтительна для вязких составов. Плотная насыпь (до 100%) увеличивает производительность съема, однако требует усиленного пылеудаления для предотвращения забивания.

Современные абразивные материалы производятся преимущественно на основе синтетического зерна, которое обладает высокой износостойкостью и термостойкостью. Конструктивно абразив состоит из основы (бумажной, тканевой, полиэфирной), связующего вещества и рабочего слоя. Применение дополнительных покрытий (например, стеарата цинка) снижает вероятность засаливания и увеличивает срок службы абразива.

На заводах детали, как правило, не подвергаются шлифовке, поскольку применяется высокоагрессивное травление. Однако при необходимости обработки поверхности широко применяются синтетические абразивные материалы, к числу которых относятся:

- карбид кремния (SiC);
- оксид алюминия (корунд,  $Al_2O_3$ ).

Хотя существуют и другие абразивы, их распространенность существенно ниже.

Карбид кремния характеризуется высокой твердостью и острогранной структурой. Это длиноволокнистый, блестящий кристаллический материал. Он отличается хрупкостью: при повышенных нагрузках разрушается. Благодаря высоким режущим свойствам на начальных этапах обработки, демонстрирует высокую производительность, однако быстро изнашивается. Оставляет выраженные риски на мягких материалах. В основном применяется при ручной мокрой шлифовке, а в машинной обработке используется редко — преимущественно в форме шлифовальных губок.

Оксид алюминия (электрокорунд) выпускается с различной степенью чистоты. Отличается высокой прочностью и износостойкостью. Электрокорунд повышенной чистоты обеспечивает высокую производительность при шлифовании. Однако под действием нагрузок возможно разрушение абразивного зерна, что снижает срок службы инструмента.

Несущие основы для абразивных материалов могут быть следующими: бумага, хлопчатобумажная или синтетическая ткань, фибра, а также комбинированные подложки.

Бумага различается по плотности. Тонкие и гибкие разновидности применяются преимущественно для ручной и чистовой обработки. Бумага с повышенной плотностью используется в машинной обработке и обеспечивает устойчивость к разрыву, однако ее эластичность ограничена. Для улучшения гибкости на плотную бумагу наносятся насечки. Некоторые виды бумаги обладают водостойкостью за счет латексной пропитки.

Тканевые основы применяются при высоких нагрузках. Хлопчатобумажные ткани подходят для всех стадий обработки: от грубой до финишной. Полиэфирные ткани превосходят по прочности хлопковые и используются и при сухой, и при мокрой шлифовке. Комбинированные подложки (ткань на бумаге) эффективны при интенсивном съеме материала. Фибра, как полужесткий материал, применяется при шлифовке металлов.

Синтетические волокна пропитываются смесью абразива и связующего компонента. Такие материалы применяются для финишной обработки.

Связующие вещества применяются при производстве шлифматериалов и предназначены для удержания зерна на основе. Связка наносится в два этапа: первый слой фиксирует зерно, второй — предотвращает его преждевременное разрушение. Основные типы связующих:

1. Мездровый клей обладает высокой эластичностью, но низкой прочностью, чувствителен к влажности и температуре, не применяется в машинной обработке.

2. Искусственная смола обеспечивает высокую термостойкость, прочность, устойчивость к механическим нагрузкам и долговечность. Однако практически неэластична.

3. Комбинированная связка совмещает преимущества двух видов: мездровый клей в основе придает гибкость, а верхний слой из смолы повышает прочность и термостойкость. Наиболее распространенный тип в современных абразивных системах.

Антизасаливающие добавки наносятся для предотвращения засорения абразивной поверхности и увеличения срока службы при обработке лакокрасочных покрытий.

Условия хранения шлифматериалов критически важны: несоблюдение температурного и влажностного режима приводит к ухудшению эксплуатационных свойств. Перед применением рекомендуется выдержать материал в рабочем помещении для стабилизации.

Критерии выбора абразивов зависят от задач: тип обработки (сухая или влажная), характер поверхности, используемое оборудование. Важно учитывать тип зерна, связки и основы. Так, материалы с открытой насыпью зерна эффективнее при удалении покрытий, а высокая эластичность основы и сбалансированная связка повышают удобство и эффективность работы.

Ручная обработка остается актуальной при устранении крупных неровностей, с которыми не справляются машинные шлифовальные устройства из-за мягкости подошвы. Поэтому в ряде случаев использование шлифовального бруска остается предпочтительным.

Для корректного формирования риски на поверхности применяется водная шлифовка с использованием абразива градации P1000 — единственный универсально надежный вариант при ручной обработке. Некоторые производители предлагают альтернативные системы с другими градациями, однако их эффективность требует подтверждения.

При наличии более глубоких дефектов возможно применение грубых абразивов, с обязательным последующим переходом на P1000. При этом следует учитывать «правило 100»: разница в градациях не должна превышать 100 единиц. Например, после сухой R400 допустимо переходить на P500 машиной или на P1000 вручную. Пропуски между градациями, особенно от R320 сразу к P1000, недопустимы. Они ведут к неравномерной риске.

Даже при активном использовании механической шлифовки ряд участков (углы, края, сложные формы) требуют ручной доработки. На светлых металлических покрытиях минимальный риск появления дефектов обеспечивают желтый Scotch-Brite и мелкозернистые абразивные губки. Использование изношенных материалов недопустимо из-за неравномерного износа зерна.

Подниматься выше P1000 (мокрая обработка) или P500 (сухая) категорически не рекомендуется — это приводит к полировке, а не шлифовке. Применение абразива P1200 по грунту недопустимо, так как из-за слишком мелкой риски снижается адгезия базы, особенно в внутроакриловых системах.

Выбор абразивов должен соответствовать типу работ и технологическим требованиям. Иногда требуется сочетание разных методов в одной операции — мастер должен быть к этому готов [5].

Формирование нижних слоев ЛКП критично для финального качества покрытия. Ошибки на этом этапе вызывают проявляющиеся уже после окраски и требующие повторной переработки скрытые дефекты.

На производстве антикоррозионная защита обеспечивается фосфатированием. Цинк-фосфатная пленка обеспечивает прочную химическую связь с металлом. Фосфатирование при ремонтной окраске заменяется кислотосодержащими первичными грунтами (вош-праймерами), которые обеспечивают адгезию, но требуют соблюдения строгой технологической совместимости.

Прямое применение полиэфирных шпатлевок на фосфатированную поверхность недопустимо: остатки кислотных оснований вызывают реакцию, которая приводит к дефектам (вспучиванию покрытия). В заводской технологии кислотные остатки нейтрализуются пассивацией, чего невозможно достичь в условиях сервиса.

Важнейшая функция первичных грунтов — обеспечение надежной адгезии. Заменять их вторичными составами (например, выравнивающими) нельзя. Наличие нескольких типов грунтов (фосфатирующий, катафорезный, выравнивающий) в заводском цикле подчеркивает важность соблюдения полной технологической цепочки и в ремонтной окраске.

За красивым блеском автомобильной краски скрывается незаметный, но жизненно важный слой — грунтовка. Именно она первой соприкасается с металлом кузова и обеспечивает прочную связь между ним и всеми последующими слоями краски. Но сцепление — лишь одна из задач. Грунт также защищает металл от коррозии, выравнивает поверхность и даже амортизирует мелкие удары, которые в противном случае привели бы к сколам.

Грунтовочные материалы создаются с большим содержанием пигментов, причем эти пигменты чаще обладают защитными, а не декоративными свойствами. Главное требование к такой основе — хорошая адгезия и стойкость к коррозии. Однако слишком толстый слой идет во вред. Чем толще грунт, тем хуже его сцепление. Поэтому грамотное нанесение — всегда о тонкости, а не количестве.

Современные материалы стали универсальнее: появились составы, которые и выравнивают поверхность, и защищают металл, и хорошо ложатся на сталь и на алюминий с оцинковкой. Они особенно полезны в условиях автомастерской, где приходится работать с уже обработанными или восстановленными деталями. Там, где на заводе идет идеально гладкий металл, в ремонте — шпатлевка с микропорами и рисками. А значит, грунт должен быть не просто связующим звеном, а полноценным финишным выравнивателем.

Не стоит забывать об одной из главных функций — защите от сколов. Удивительно, но именно отсутствие амортизирующего слоя часто приводит к отслоению краски. Хорошая подложка способна взять на себя удар. Однако чем пластичнее грунт, тем сложнее его шлифовать. Сухая обработка малоэффективна, приходится применять влажную.

На заводе процесс иначе: здесь кузов автомобиля буквально купается в ванне с грунтом, а благодаря напряжению в сотни вольт частицы оседают равномерно и проникают в щели и труднодоступные зоны. Такой слой тоньше

— всего 20–25 микрон, зато равномерный и прочный. После сушки на высокой температуре наносится следующий слой — наполнитель, который уже скрывает мельчайшие дефекты и защищает от гравия.

На СТО подход другой. Там первичный грунт, особенно фосфатирующий, требует паузы. Нужно время, чтобы кислоты успели прореагировать. Если спешить и сразу наносить следующий слой, можно «запереть» химическую реакцию внутри. Такая спешка чревата отслоением. Более того, глянец на поверхности грунта, если он полежал, требует матования — иначе следующий слой попросту не пристанет.

Частая ошибка — чрезмерная толщина. Даже современный материал не работает, если его «наливают» слишком щедро. Процесс полимеризации нарушается, и вместо прочной цепочки молекул получаем рыхлую пленку. Такие просадки — следствие нарушения технологий, а не плохих материалов.

Крупные производители ЛКМ постоянно модернизируют продукты. Полиуретановые добавки в акриловый грунт, например, позволяют наносить его до 300 микрон за три слоя — с хорошей адгезией и ровной полимеризацией. Но даже это — не повод отказываться от тонкого и точного нанесения.

Особое место занимают эпоксидные грунты. Они не боятся кислот, обладают отличной адгезией и создают плотнейший защитный барьер. Но есть нюанс: сохнут долго. До 12 часов при комнатной температуре — для многих мастеров это слишком. Высокотемпературная сушка в этом случае помогает мало: слишком велика вероятность перекосов в структуре слоя. Поэтому эпоксиды являются идеальными в вопросе защиты и требовательны ко времени.

Шпатлевание — одна из важнейших операций в кузовном ремонте. Именно с помощью шпатлевки удастся восстановить ровность поверхности после повреждений (вмятина, глубокая царапина или скол).

Шпатлевки — это густые пасты, которые наносятся на загрунтованную поверхность перед финишной окраской. Они выравнивают дефекты и подготавливают кузов к нанесению финишных покрытий. Самые популярные сегодня — двухкомпонентные полиэфирные материалы. Их состав прост: связующее (обычно полиэфирная смола) и наполнитель. Но за этой простотой — отличная адгезия и прочность.

Существуют и специальные виды: армированные, стекловолоконные и другие, но в практике ремонтников чаще всего используется именно полиэфирная шпатлевка. Ее можно наносить на металл, старые ЛКП, грунт, а универсальные виды даже на оцинковку.

Главное ее преимущество — минимальная усадка при сушке. Есть один важный момент: шпатлевку нельзя наносить на кислотные грунты. В этом случае отверждение пойдет неправильно. Зато грунт на затвердевшую шпатлевку ложится более удачно.

Чем больше усадка, тем тоньше слой. Полиэфирные материалы можно наносить до 2 мм за раз, а вот старые пентафталевые и нитро — максимум 0,3 мм, и то в несколько этапов с просушкой.



Классическая ошибка — нанести слишком толстый слой за один раз. Это создает внутреннее напряжение, которое нередко приводит к трещинам.

Нитрошпатлевки, хоть и устарели, до сих пор хороши в мелком ремонте — они недорогие, легко наносятся, создают гладкую поверхность и не требуют сложной подготовки. Правда, из-за сильной усадки их нужно наносить в несколько тонких слоев.

Процесс отверждения шпатлевки особенный. После добавления отвердителя (обычно окрашенного в красный для наглядности) начинается резкая полимеризация — с выделением тепла и запахом простых эфиров. Эти пары — мощные растворители, которые могут «размягчить» даже старые ЛКП и обеспечить хорошее сцепление.

Из-за этого и нельзя сразу покрывать шпатлеванные места эмалью — она потеряет блеск. Сначала обязательно наносится выравнивающий грунт.

Важно также учитывать: при полимеризации шпатлевка уменьшается в объеме на 3–15 %. Если сцепление с поверхностью уже произошло, может начаться ее «стяжка», искажение формы и появление бликов. Все это ведет к ухудшению конечного результата.

При перегреве выше +80°C большинство полиэфирных шпатлевок начинают трескаться. И напоследок: шпатлевка впитывает влагу. Даже просто из воздуха. Поэтому долго держать ее открытой нельзя — лучше сразу перекрывать следующими слоями.

### **1.3 Современные тенденции и разработки в ЛКМ-обработке**

ЛКМ находят широкое применение в архитектуре, машиностроении, судостроении, авиационной и деревообрабатывающей промышленности. Рост объемов строительства, модернизация транспорта и ужесточение экологических нормативов стимулируют развитие технологий ЛКМ, которые направлены на повышение эксплуатационных свойств и снижение воздействия на окружающую среду.

1. Технологическая модернизация и новые компоненты. Одним из основных векторов развития ЛКМ является совершенствование их физико-химических характеристик. Современные разработки ориентированы на повышение адгезии, устойчивости к ультрафиолетовому излучению, влаге, химически агрессивным средам. Они способны улучшить декоративные параметры глянца, насыщенности цвета и текстуры.

Сегодня применяются инновационные связующие вещества:

1. Акриловые смолы обеспечивают устойчивость к атмосферным воздействиям и стабильность покрытия;

2. Полиуретановые компоненты демонстрируют превосходную износостойкость и эластичность.

3. Эпоксидные смолы обладают высокой химической и механической стойкостью.

Дополнительно разрабатываются модификаторы адгезии и упрочняющие добавки, которые направлены на повышение сцепления с основой и долговечности покрытия. Применение данных добавок критически важно для эксплуатации в агрессивных средах и при значительных механических нагрузках.

2. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Серьезное внимание уделяется экологическим аспектам. Современные ЛКМ все чаще разрабатываются на водной основе или с использованием разлагающихся в природной среде компонентов. Снижение содержания летучих органических соединений и переход к энергоэффективным технологиям способствуют соответствию международным экологическим стандартам.

3. Функциональные покрытия для специальных условий. Растет интерес к покрытиям, которые обладают дополнительными защитными функциями:

- Антивандальные ЛКМ демонстрируют устойчивость к механическим повреждениям, воздействию химических реагентов и ультрафиолета.
- Огнезащитные материалы обеспечивают интенсификацию пассивной противопожарной защиты, препятствуют распространению пламени и снижают теплопередачу.

Перспективными остаются разработки, которые направлены на создание покрытий для экстремальных условий эксплуатации. Например, в условиях повышенной влажности, морского климата или воздействия высоких температур.

4. Интеграция современных технологий. В производственный цикл внедряются цифровые и автоматизированные решения: роботизированное нанесение ЛКМ и системы контроля качества в режиме реального времени. Нанотехнологии позволяют формировать покрытия с заданной структурой на микроскопическом уровне, улучшают физические свойства без увеличения толщины слоя.

Современное развитие промышленности и инфраструктуры сопровождается возрастающими требованиями к обеспечивающим долговечность, защиту и эстетические свойства изделий и конструкций материалам. ЛКМ приобретают стратегическое значение, находят широкое применение в строительстве, машиностроении, судостроении, авиационной, деревообрабатывающей и других отраслях. Рост объемов производства и ужесточение экологических требований стимулируют внедрение инновационных решений в технологии изготовления и применения ЛКМ.

Современные научные исследования направлены на повышение адгезионных, механических, химических и оптических свойств лакокрасочных покрытий. Ведутся активные разработки новых типов связующих веществ:

- Акриловые смолы отличаются устойчивостью к ультрафиолету и атмосферным воздействиям;
- Полиуретановые композиции демонстрируют высокую эластичность и стойкость к истиранию;

- Эпоксидные смолы обладают высокой прочностью, химической и термической стойкостью;

- Комплексные добавки позволяют значительно повысить сцепление с подложкой и устойчивость покрытия к внешним факторам.

Существенное внимание уделяется созданию ЛКМ с заданными эксплуатационными свойствами:

1. Антивандажные покрытия устойчивы к механическим и химическим воздействиям;

2. Огнезащитные составы способны препятствовать распространению пламени и минимизировать токсичность при термическом разложении;

3. Термостойкие ЛКМ выдерживают экстремальные колебания температур;

4. Покрытия для химически агрессивных и влажных сред демонстрируют устойчивость к коррозии, плесени и биологическому разрушению.

Одним из приоритетов современных разработок является экологическая безопасность:

- Снижение выбросов ЛОС за счет перехода на водоразбавляемые составы и биоразлагаемые растворители;

- Применение сырья из возобновляемых источников (растительные масла, натуральные смолы);

- Внедрение ресурсосберегающих технологий снижают потребление энергии и объем промышленных отходов.

Производители также стремятся соответствовать международным экологическим стандартам и получить сертификацию по системам LEED и BREEAM.

Цифровизация и автоматизация процессов существенно повышают эффективность и стабильность характеристик готовой продукции. Роботизация позволяет минимизировать человеческий фактор и обеспечить равномерность нанесения покрытий. 3D-печать дает возможность наносить сложные покрытия на изделия с нестандартной геометрией. Системы цифрового контроля качества обеспечивают мониторинг свойств ЛКМ в реальном времени. Одновременно наблюдается тенденция к переходу на альтернативные источники сырья.

Инновации затрагивают и сферу упаковки: широкое распространение получают многоразовые и биоразлагаемые контейнеры.

## **2 Расчетная и практическая часть**

### **2.1 Характеристика предприятия ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan»**

Развитие отечественного автомобилестроения является важной составляющей диверсификации промышленного сектора Республики Казахстан. Ключевым предприятием в данной отрасли выступает компания «Hyundai Trans Kazakhstan» — современное высокотехнологичное производство полного цикла, которое функционирует под управлением компании «Астана Моторс». Завод представляет собой важный элемент индустриального потенциала страны. Он ориентирован на внутренний рынок государства и на экспорт в страны СНГ.

С момента запуска в 2020 году предприятие демонстрирует устойчивую динамику роста. Производственная мощность завода составляет 50 000 автомобилей в год, при этом к 2024 году было произведено 165 595 автомобилей различных моделей. В 2022 году объем выпуска составил 37 205 единиц, в 2023 году — 48 857, а в 2024 году — 45 410 автомобилей.

Производство осуществляется по двум методам: крупноузловая сборка (SKD), мелкоузловая сборка (CKD) с применением операций сварки и окраски кузовов. В настоящее время предприятие выпускает 8 моделей бренда Hyundai, среди которых Tucson, Mufasa, Sonata, Elantra, Santa Fe, Palisade, Staria и Custin. В 2024 году запущена отдельная линия по производству автомобилей премиум-сегмента — Genesis [6].

Завод оснащен современным оборудованием производства Южной Кореи. В состав производственного комплекса входят:

- цех сварки кузовов;
- окрасочный комплекс;
- цех сборки;
- линия покраски пластиковых деталей;
- логистический центр по хранению и поставке комплектующих.

Производственный процесс организован в полном соответствии с технологическими регламентами и стандартами Hyundai Motor Company.

На предприятии трудятся около 1300 специалистов: инженеры, технологи, операторы автоматизированных систем, логисты и работники вспомогательных служб. Hyundai Trans Kazakhstan создает условия для развития квалифицированных кадров в машиностроительной отрасли страны, предлагает программы для обучения, стажировки и повышения квалификации работников. Работа на заводе сопровождается социальными гарантиями, стабильной заработной платой и возможностями карьерного роста.

В 2023 году инициирован масштабный проект по модернизации и расширению производственных мощностей, где планируется:

- автоматизация ключевых участков сборки;
- расширение площадей производственного кластера;
- увеличение объема CKD-сборки с 12 000 до 24 000 автомобилей в год;

- запуск новых моделей с локализованными процессами сварки и окраски.

Данная модернизация соответствует стратегическим задачам государства в области индустриализации и перехода к экономике с высокой добавленной стоимостью. На рисунке 3 представлен офис компании.



Рисунок 3 – Офис ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan»

На базе Hyundai Trans Kazakhstan реализуется поэтапная программа модернизации производственных мощностей. Этот проект представляет собой стратегическую инициативу, которая направлена на усиление технологической автономности предприятия и дальнейшее развитие казахстанского автопрома.

Первый этап: расширение производственной инфраструктуры. В июле 2024 года был завершен первый этап модернизации. Было осуществлено строительство нового производственного цеха и цеха PDI (pre-delivery inspection) — зоны предпродажной подготовки автомобилей. Общая площадь завода увеличилась на 6 тыс. м<sup>2</sup>. Итоговая площадь производственного комплекса была доведена до 40 тыс. м<sup>2</sup>. Это расширение создало необходимые условия для роста объемов производства и повышения уровня технологического оснащения.

Второй этап: модернизация ключевых технологических участков. Второй этап модернизации охватывает период с января по март 2025 года и включает реконструкцию и техническое переоснащение цехов сварки, окраски и сборки, а также запуск мелкоузлового (CKD) производства модели Hyundai Santa Fe.

Цех сварки будет оборудован высокоавтоматизированными системами:

- 4 роботизированные сварочные установки;
- 111 сварочных пистолетов;
- автоматический конвейер и вальцовщик крыши;
- сварочный кондуктор, специально адаптированный под архитектуру кузова модели Santa Fe.

Такая конфигурация позволит предприятию достигать производительности до 7 кузовов в час, при условии, что на каждый кузов будет приходиться сварка 45 компонентов и нанесение 1624 сварочных точек.

Цех окраски также подвергнется масштабной модернизации. В числе ключевых мероприятий:

1. Установка 6 окрасочных роботов Yaskawa (Япония);
2. Внедрение автоматического конвейера подачи кузовов;
3. Расширение линии катодфорезного грунтования;
4. Модернизация участков нанесения герметика, мастики и полировки;
5. Монтаж новой сушильной печи лакокрасочного покрытия;
6. Реконструкция основной окрасочной камеры.

В результате, планируемая производительность окрасочного комплекса составит 6,5 кузовов в час. Модернизация завода Hyundai Trans Kazakhstan является основным звеном в реализации государственной стратегии индустриализации и локализации промышленного производства в Республике Казахстан. Интеграция роботизированных решений, автоматизированных линий и современных технологических процессов обеспечивает рост производственной мощности и способствует формированию устойчивой инженерно-технологической базы национального автопрома.

В рамках второго этапа модернизации предусмотрена двукратная модернизация производственной мощности цеха сборки — с 3 до 6 автомобилей в час. Протяженность сборочной линии увеличится с 16 до 27 станций. Для повышения автоматизации и точности сборки внедряются следующие элементы:

- Конвейерная линия шасси с кузовными подвесами EMS — для автоматизированной транспортировки кузовов;
- Конвейеры на линиях монтажа элементов интерьера и экстерьера;
- Роботизированные манипуляторы и установки: робот для нанесения герметика на лобовые стекла;
- AGV-роботы-тягачи — для транспортировки кузовов между цехами окраски и сборки.

Эти меры направлены на снижение доли ручного труда, повышение точности операций и улучшение качества финальной сборки.

Общий объем инвестиций в модернизацию завода после завершения второго этапа составляет 48,5 млрд тенге. Расширение производства влечет за собой и расширение штата персонала: с текущих 1300 работников до 1700 сотрудников в 2025 году.

Полноценный запуск завода ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» состоялся 23 октября 2020 года. В условиях пандемии COVID-19 компания «Астана Моторс» в сжатые сроки — менее чем за год — завершила строительство производственного комплекса. Он включал цеха сварки и окраски кузовов, покраски пластиковых деталей и склад компонентов. В процессе монтажа оборудования участвовало свыше 120 инженеров из Южной Кореи.



Проект Hyundai Trans Kazakhstan был реализован при системной государственной поддержке, со стороны:

- Министерства промышленности и строительства РК;
- Банка Развития Казахстана;
- Фонда Развития Промышленности;
- Министерства иностранных дел РК,
- АО «KazakhExport»;
- Акимата города Алматы.

Эта широкая институциональная координация позволила создать современный, конкурентоспособный завод полного цикла, который сегодня играет важнейшую роль в обеспечении внутреннего спроса на автомобили и формировании экспортного потенциала Казахстана.

## **2.2 Анализ текущей технологии окраски транспорта в компании и выявление недостатков**

На сегодняшний день компания Hyundai Trans Almaty демонстрирует значительный технологический прогресс в сфере производства и окраски транспортных средств. В результате масштабной модернизации предприятие существенно увеличило производственные мощности: площадь завода выросла почти втрое — с 7 до 19,4 тысяч квадратных метров. Ключевым достижением стало создание первого в РК катафорезно-окрасочного цеха, который предназначен для обработки коммерческой техники.

Катафорезная технология обеспечивает высокую антикоррозийную защиту кузовов. Она особенно актуальна для грузовиков и автобусов, которые эксплуатируются в переменном климате и при повышенной влажности. Помимо этого, цех позволяет обрабатывать транспорт с различной длиной колесной базы и различной конструкционной сложностью.

Однако, несмотря на явный технологический скачок, анализ текущего состояния позволяет выделить несколько потенциальных недостатков:

1. Ограниченная адаптация новых процессов. Внедрение катафорезной технологии требует высокой квалификации персонала и постоянного технического сопровождения. На текущем этапе возможны риски, которые связаны с адаптацией сотрудников к новой системе.

2. Высокая энергоемкость. Современные катафорезные линии требуют значительных энергозатрат. Они отрицательно сказываются на себестоимости продукции.

3. Необходимость интеграции с другими этапами производства. Несмотря на наличие сварочного цеха и линии рамных конструкций, полная синхронизация всех технологических процессов требует времени и корректировки рабочих алгоритмов.

4. Экологическая нагрузка. Хотя катафорез считается относительно «чистой» технологией, при масштабном производстве возникает

необходимость строгого контроля за утилизацией химических отходов и соблюдением природоохранных норм. На рисунке 4 представлен цех компании.



Рисунок 4 -Завод Hyundai Trans Almaty, катафорезно-окрасочный цех

Hyundai Trans Almaty провела серьезную реконструкцию производственного комплекса, которая направлена на повышение эффективности и расширение номенклатуры выпускаемой техники. Общий объем инвестиций в проект составил 12,8 миллиарда тенге. По итогам 2024 года завод уплатил в бюджет 2 миллиарда тенге налогов.

Одним из базовых изменений стало увеличение локализации производства. В 2024 году доля мелкоузловой сборки составляла 21% для автобусов и 67% для грузовых автомобилей. Однако с внедрением новых процессов сварки, окраски и установки надстроек предприятие переходит к более глубокой переработке. А доля сварочного и катафорезного производства будет увеличена [7].

Также был введен в эксплуатацию новый цех надстроек площадью 2 252 м<sup>2</sup>, в котором теперь выпускаются специализированные виды техники — промтоварные и изотермические фургоны, автокраны, краны-манипуляторы, эвакуаторы и мусоровозы. Кроме того, на производстве внедрены новые станки и оборудование.

По мнению экспертов, освоение новых технологий и углубление локализации положительно влияет на развитие обрабатывающей промышленности страны. Как отметил вице-министр промышленности и строительства РК Олжас Сапарбеков, такие проекты стимулируют рост автопрома и содействуют укреплению малого и среднего бизнеса за счет кооперации и привлечения местных поставщиков.

15 октября 2020 года в Алматы официально открылись цеха сварки и окраски завода Hyundai Trans Kazakhstan. Завод площадью 36 тыс. м<sup>2</sup> разместился на 25 гектарах и создает до 700 рабочих мест. На церемонии

присутствовали премьер-министр Аскар Мамин, министр индустрии Бейбут Атамкулов, а также представители Hyundai из Кореи и России.

Производственная мощность предприятия — 30 тысяч авто в год с перспективой увеличения до 45 тысяч. Половина машин будет экспортироваться в страны СНГ. Первые собранные мелкоузловым методом кузова для Hyundai Accent поступят в продажу в начале 2021 года [8].

Завод Hyundai Trans Kazakhstan активно расширяет производственные мощности и выходит на новый этап локализации сборки. Предприятие, построенное за рекордные сроки — с 2019 по 2020 годы, сегодня охватывает площадь 34 тысячи квадратных метров и располагается на 15 гектарах. Здесь функционируют современные цеха сварки, окраски, а также крупно- и мелкоузловой сборки, вся производственная система полностью автоматизирована и работает по принципу «точно в срок» (Just-in-Time).

Одним из ключевых достижений предприятия стало освоение сварки и окраски кроссовера Hyundai Tucson. Это серьезный шаг в сторону углубления локализации и повышения добавленной стоимости. Серийное производство модели было запланировано на март 2022 года, а подготовка включала установку нового технологического оборудования с участием инженеров из Южной Кореи. С запуском этих процессов годовой объем выпуска Tucson составил 6 тысяч единиц.

Уже в 2021 году с конвейера завода сошло 26 тысяч автомобилей, 4,5 тысячи из которых были экспортированы. В 2022 году Hyundai Trans Kazakhstan вышел на полную проектную мощность — 45 тысяч машин в год, из которых 32 тысячи предназначались для внутреннего рынка, а оставшаяся часть отправлялась на экспорт в Узбекистан, Беларусь, Кыргызстан, а также рассматривались поставки в Украину.

Внедрение сварки и окраски на месте дает заводу значительное преимущество. Оно не только ускоряет производственный цикл и снижает зависимость от внешних поставок, но и позволяет улучшить контроль качества и повысить конкурентоспособность продукции. При этом завод остается одним из крупнейших налогоплательщиков — налоговые отчисления в 2021 году составили 9,4 миллиарда тенге.

В 2022–2023 годах Hyundai Trans Kazakhstan делает стратегический шаг в сторону расширения локального производства, акцент сделан на двух моделях — Hyundai Tucson и обновленном Hyundai Accent. Обе модели теперь выпускаются мелкоузловым методом. Tucson занимает при этом 70% общего объема, Accent — 30% [9].

Увеличение доли операций мелкоузловой сборки до 25–30% открывает перед предприятием новые горизонты — в частности, развитие собственного производства компонентов. Уже в ближайшее время планируется наладить выпуск пластиковых элементов, ковриков, зеркал и автомобильных сидений, часть из которых пойдет на экспорт в Россию и будет поставляться на заводы Kia в Костанае.

Особое внимание уделяется созданию локального производства автосидений. С этой целью компания «Астана Моторс» заключила меморандум о сотрудничестве с южнокорейской компанией Youngsan Glonet, официальным поставщиком Hyundai. На территории Казахстана будет создано совместное предприятие, которое станет ориентировано на выпуск сидений для автомобилей.

В перспективе в Индустриальной зоне Алматы будет сформирован автомобилестроительный кластер. Он объединит поставщиков, производителей комплектующих и логистические компании.

В начале 2025 года завод Hyundai Trans Kazakhstan, входящий в структуру «Астана Моторс», завершил масштабную модернизацию производственных мощностей. Целью изменений стало углубление локализации, внедрение роботизированных технологий и расширение мелкоузлового метода сборки автомобилей, среди которых новая модель — Hyundai Santa Fe.

На проведение модернизации было направлено 8,5 млрд тенге. Основные изменения коснулись цехов сварки, окраски и сборки, где были внедрены промышленные роботы и автоматические системы. Это позволило повысить производительность, ускорить производственные процессы и снизить долю ручного труда на тяжелых операциях.

Цех сварки: умные технологии на сложных участках

В цехе сварки установлены:

- 4 робота Hyundai Robotics (Корея);
- 14 сервопистолетов с автозаточкой электродов;
- автоматический конвейер и вальцовщик крыши;
- сварочные кондукторы под модель Hyundai Santa Fe.

Количество сварочных постов увеличено с 20 до 23, а численность персонала — с 112 до 150 человек. Роботы взяли на себя 30% сварочных операций на наиболее трудоемких участках.

В цехе окраски внедрена роботизация и улучшены условия труда:

- 6 промышленных роботов YASKAWA (Япония);
- автоматический конвейер подачи кузовов (Корея/Япония);
- модернизированы участки катафореза, подготовки к окраске и полировке.

Штат увеличен с 167 до 221 сотрудника, установлена приточно-вытяжная вентиляция, улучшено освещение и расширена рабочая зона.

В сборочном цехе:

- Установлены 4 робота SM AGV (Корея) для транспортировки кузовов;
- Смонтирована новая линия шасси с подвесами EMS.
- Внедрены конвейеры, манипуляторы и робот YASKAWA для нанесения герметика на стекла.
- Количество сборочных станций увеличилось с 16 до 25, численность сотрудников — с 201 до 278 человек.

После модернизации общее количество сотрудников на заводе достигнет 1600 человек. Рабочие осваивают новые профессии, а инженерный состав регулярно повышает квалификацию, в том числе — на зарубежных обучениях.

«Астана Моторс» завершила формирование современного автомобильного кластера в Индустриальной зоне Алматы. Комплекс включает:

- два автозавода;
- логистический хаб;
- технопарк по производству автокомпонентов (в том числе мультимедийных систем и сидений).

Такой интегрированный подход позволяет снижать издержки, повышать производственную эффективность и развивать локализацию компонентов. Уже сегодня отечественные комплектующие применяются при мелкоузловой сборке Hyundai Tucson, а в ближайшее время планируется их внедрение в производстве Hyundai Santa Fe.

К модернизации производственных мощностей Hyundai Trans Kazakhstan были привлечены казахстанские специалисты и инженеры международных партнеров — Hyundai Motor Company (HMC), PAILANT и DK&G (Республика Корея). Для выхода на новый технологический уровень предприятие закупило:

- 11 промышленных роботов;
- оборудование из Южной Кореи, Японии и Китая.

По данным Hyundai Auto Kazakhstan, по итогам 2024 года в стране было реализовано 44 218 автомобилей бренда Hyundai — это 21,6% рынка и лидирующая позиция второй год подряд.

В I квартале 2025 года продажи составили 11 705 единиц, что на 26,2% больше, чем за аналогичный период 2024 года (9 277 автомобилей). Подтверждается:

- высокий потребительский спрос [10];
- доверие казахстанцев к отечественному автопроизводству;
- эффективность производственной и маркетинговой стратегии компании.

В таблице 3 представлен SWOT-анализ компании.

Завод Hyundai Trans Kazakhstan в Алматы успешно реализовал масштабную программу роботизации производства, поскольку внедрил роботов на линиях сварки, окраски и сборки. Проведенная в короткие сроки с января по февраль 2025 года модернизация направлена на повышение локализации и ускорение работы конвейера. Стоимость проекта составила около 8,5 млрд тенге (более 16,2 млн долларов). Основные трудоемкие операции теперь выполняют роботы, а персонал прошел переподготовку.

Таблица 3 - SWOT-анализ Hyundai Trans Kazakhstan

| Сильные стороны                                                                                   | Слабые стороны                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Высокая доля рынка (21,6%) и лидерство второй год подряд                                          | Зависимость от импортного оборудования и технологий (высокие затраты на обслуживание и модернизацию) |
| Собственная производственная база с двумя автозаводами и логистическим хабом                      | Ограниченная номенклатура локализованных компонентов (еще не все детали производятся в РК)           |
| Развитие локализации: применение отечественных автокомпонентов (сиденья, мультимедиа)             | Мелкоузловая сборка пока не перешла на полный цикл производства                                      |
| Международное сотрудничество с Hyundai Motor Company, PAILANT и DK&G                              | Конкуренция внутри кластера возможна в будущем с выходом других брендов                              |
| Современное оборудование и роботизация производства (11 роботов, техника из Кореи, Японии, Китая) |                                                                                                      |
| Поддержка со стороны «Астана Моторс» - крупного национального игрока                              |                                                                                                      |
| Возможности                                                                                       | Угрозы                                                                                               |
| Расширение локализации и создание новых рабочих мест                                              | Колебания валютного курса, которые отрицательно влияют на стоимость оборудования и компонентов       |
| Выход на экспортные рынки ЦА и СНГ с моделями казахстанской сборки                                | Геополитическая нестабильность                                                                       |
| Участие в госпрограммах поддержки индустриализации и автопрома                                    | Рост конкуренции со стороны китайских и других азиатских автопроизводителей                          |
| Развитие новых моделей и серий, включая электромобили                                             | Изменения в законодательстве и налоговой политике                                                    |
| Сотрудничество с глобальными производителями компонентов                                          | Снижение покупательской способности населения                                                        |

В цехе сварки установили четыре робота Hyundai Robotics и модернизировали 111 сварочных пистолетов. В цехе окраски работают шесть японских роботов Yaskawa и автоматический конвейер. На финальном этапе сборки задействованы четыре робота SM AGV, которые отвечают за транспортировку кузовов. Благодаря этим изменениям до половины продукции



выпускается в автоматическом режиме с мелкоузловой сборкой, сваркой и окраской [11].

Компания Hyundai Trans Kazakhstan демонстрирует высокие темпы развития, модернизации и внедрения передовых технологий. Однако, несмотря на положительную динамику, анализ позволяет выделить ряд существенных недостатков и уязвимостей, которые могут повлиять на устойчивость и конкурентоспособность предприятия в долгосрочной перспективе:

1. Низкий уровень локализации компонентов. Хотя предприятие активно внедряет отечественные автокомпоненты, доля импортных комплектующих по-прежнему остается значительной.

2. Ограниченность диверсификации производства. Завод ориентирован преимущественно на выпуск моделей Hyundai с применением мелкоузловой сборки. Компания уязвима к колебаниям спроса на определенные модели и ограничена возможностями быстрого переключения на другие типы продукции в случае изменений рыночной конъюнктуры.

3. Концентрация производственных мощностей. Основные производственные цеха сосредоточены на одной площадке в Алматы. Такая централизованная структура несет риски: в случае техногенных аварий, перебоев с электроснабжением, логистическими нарушениями или природными ЧС производство может быть приостановлено полностью.

4. Пробелы в кадровом развитии. Несмотря на переподготовку персонала, быстрая автоматизация и внедрение современных технологий требуют постоянного обновления знаний сотрудников. Недостаточная системность в образовательных программах и дефицит специалистов в области промышленной автоматизации могут снизить эффективность работы нового оборудования и увеличить расходы на внешний консалтинг.

5. Ограниченный экспортный охват. Хотя заявлены планы по экспорту в Узбекистан и другие страны СНГ, масштабы пока невелики. Предприятие в значительной степени зависимо от внутреннего рынка, где конкуренция усиливается, а потребительский спрос может быть подвержен сезонности и экономическим колебаниям.

6. Недостаточная инвестиционная гибкость. Внедрение новых технологических решений потребовало значительных инвестиций (около 8,5 млрд тенге). При этом долгосрочные механизмы возврата инвестиций и показатели рентабельности не всегда прозрачно обозначены.

### **2.3 Предложения по совершенствованию технологии окраски автомобилей**

В таблице 4 представлены предложения по совершенствованию технологии окраски транспортных средств.

Таблица 4 - Рекомендации по совершенствованию технологии окраски автомобилей

| № | Предложение                                     | Ожидаемый эффект                                                   | Возможный экономический результат                        |
|---|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1 | Внедрение систем ИИ и компьютерного зрения      | Автоматическое выявление дефектов, снижение брака                  | Снижение затрат на переделку, рост качества продукции    |
| 2 | Автоматизация дозирования и рециркуляции краски | Сокращение расхода материалов, снижение отходов                    | Экономия на ЛКМ до 10–15%, снижение экологических сборов |
| 3 | Роботизация подготовки поверхности              | Повышение адгезии краски, стабильность качества                    | Увеличение срока службы покрытия, снижение рекламаций    |
| 4 | Переход на экологически чистые ЛКМ              | Соответствие международным нормам, уменьшение вреда для работников | Возможность экспорта, снижение штрафов и проверок        |
| 5 | Цифровой двойник окрасочного цеха               | Моделирование процессов, быстрые настройки без остановки           | Снижение времени на переналадку и тесты                  |
| 6 | Установка роботов с 3D-распылением              | Более равномерное покрытие, сокращение времени цикла               | Повышение производительности, снижение расхода краски    |
| 7 | Внедрение ИК-сушки и рекуперации тепла          | Энергоэффективность, сокращение времени сушки                      | Экономия на отоплении и электричестве до 20%             |
| 8 | Повышение квалификации персонала                | Снижение простоев, повышение точности настройки роботов            | Увеличение стабильности процессов и эффективности        |

Рекомендуется установить системы компьютерного зрения и ИИ-модулей для автоматической оценки качества лакокрасочного покрытия в режиме реального времени. Это позволит оперативно выявлять дефекты (потечи, пропуски, загрязнения), снизить долю брака и повысить стабильность качества.

Использование автоматических дозаторов с точной калибровкой расхода краски и растворителей позволит сократить перерасход материалов. Также предлагается внедрить системы рециркуляции избыточной краски ради повышения экологичности производства и снижения финансовых затрат.

Улучшение этапа предварительной подготовки кузова к окраске (очистка, фосфатирование, обезжиривание) за счет внедрения роботов-манипуляторов и применения нанотехнологичных растворов обеспечит лучшую адгезию краски и устойчивость покрытия.

Предлагается поэтапный переход на водоразбавляемые краски и лакокрасочные материалы на основе полиуретанов и акрилатов.

Разработка цифровой модели окрасочного цеха с возможностью симуляции технологических процессов (температурные режимы, скорость подачи, уровень влажности) поможет в оптимизации и планировании процессов без необходимости остановки производства.

Дополнительно к уже внедренным японским роботам Yaskawa возможно использование роботов нового поколения с технологией 3D-распыления. Они позволяют равномерно наносить краску даже на сложные поверхности и ускорить производственный цикл.

Внедрение энергосберегающих технологий. Применение инфракрасной сушки и рекуперации тепла в камерах сушки позволит снизить энергозатраты, особенно в зимний период. Это приведет к снижению эксплуатационных расходов и повышению энергоэффективности цеха.

Необходимо регулярно проводить обучение операторов окрасочных роботов и технических специалистов в сотрудничестве с зарубежными партнерами (например, Hyundai Robotics, Yaskawa), а также развивать внутренние тренинговые программы на базе предприятия.

В таблице 4 представлены предложения по совершенствованию технологии окраски транспортных средств.

## **2.4 Расчеты и технико-технологическое обоснование**

Производственный цех окраски автомобилей на заводе Hyundai Trans Kazakhstan (г. Алматы) оснащен современными технологическими решениями:

- Автоматизированная покрасочная линия с использованием 6 промышленных роботов Yaskawa (Япония) для равномерного нанесения лакокрасочного слоя, минимизации человеческого фактора и повышения производительности.

- Экологически безопасные материалы: применяются краски на водной основе (на основе полиуретанов), которые не содержат летучих органических соединений (ЛОС) в опасной концентрации, соответствуют стандарту ISO 14001 и требованиям EHS (Environmental Health & Safety).

- Контроль качества на каждом этапе: лазерный контроль толщины лакокрасочного покрытия (норма: 100–130 мкм) и проверка на адгезию методом решетчатого надреза, визуальный контроль на наличие дефектов (апельсиновая корка, подтеки).

В таблице 5 представлены производственно-экономические показатели компании.

Таблица 5 - Производственно-экономические показатели

| Показатель                      | Значение (2024 г.)        |
|---------------------------------|---------------------------|
| Производственная мощность       | 45 000 автомобилей в год  |
| Фактический выпуск (2024 г.)    | 48 857 автомобилей        |
| Время полного цикла окраски     | 6,5 минут на 1 автомобиль |
| Расход ЛКМ на 1 авто            | 2,6–3,0 литра             |
| Толщина покрытия (в среднем)    | 120 мкм                   |
| Примечание – составлено автором |                           |

Рассчитаем годовое потребление ЛКМ.

Пусть средний расход лакокрасочного материала на один автомобиль составляет 2,8 литра.

Тогда годовое потребление ЛКМ:

$$Q = N \times R = 48\,857 \times 2,8 = 136\,799,6 \text{ литра} (\approx 136,8 \text{ тонн с учетом плотности краски } \sim 1,0 \text{ кг/л}) \quad (2.4.1)$$

Внедрение покрасочных роботов позволило:

- снизить количество дефектов ЛКП на 38% по сравнению с ручной окраской;

- сократить расход ЛКМ на 0,4 л/авто, что при текущем выпуске дает экономию:

$$E = 0,4 \times 48\,857 = 19\,542,8 \text{ литра} (\approx 19,5 \text{ т/год}) \quad (2.4.2)$$

Если стоимость 1 литра краски = 10 USD, экономия в денежном эквиваленте составит:

$$19\,542,8 \times 10 = 195\,428 \text{ USD / год.}$$

В таблице 6 представлен технико-экономический эффект.

Таблица 6 – Техничко-экономический эффект

| Показатель                          | До автоматизации | После автоматизации | Экономический эффект |
|-------------------------------------|------------------|---------------------|----------------------|
| Средний расход ЛКМ, л/авто          | 3,2              | 2,8                 | -0,4 л/авто          |
| Доля брака после окраски, %         | 7,5              | 4,6                 | -2,9%                |
| Производительность линии, авто/день | 180              | 220                 | +40 авто             |

Таким образом, технологическое совершенствование процесса окраски на заводе Hyundai Trans Kazakhstan позволило:

- повысить качество и долговечность лакокрасочного покрытия;
- существенно снизить производственные издержки за счет автоматизации и снижения расхода материалов;
- обеспечить соответствие продукции экологическим стандартам;
- повысить конкурентоспособность предприятия на внутреннем и внешнем рынках.

#### 2.4.1 Расчет производственной программы

Совершенствование технологии нанесения лакокрасочных материалов на производственной базе ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» требует осуществления анализа текущего технологического процесса и точных технико-экономических расчетов, которые позволяют определить оптимальные параметры производственной загрузки, выявить резервы роста и обосновать целесообразность модернизации.

На предприятии используется автоматизированная линия окраски кузовов. Она состоит из следующих основных этапов:

- подготовка поверхности (обезжиривание, промывка, сушка);
- нанесение грунтовки;
- сушка грунтовочного слоя;
- нанесение базового слоя (цвет);
- нанесение прозрачного лака;
- финальная полимеризация в печи.

Процесс осуществляется в 2 смены, по 8 часов каждая. Внедрение современных безвоздушных и электростатических технологий позволило повысить качество покрытия и сократить расход материалов. Однако, по данным анализа, имеются потенциальные резервы роста производительности.

В таблице 7 представлены расчет производственной программы.

Таблица 7 - Исходные данные для расчета производственной программы

| Показатель                                  | Значение         |
|---------------------------------------------|------------------|
| Количество рабочих дней в году              | 250              |
| Количество смен в сутки                     | 2                |
| Продолжительность одной смены               | 8 часов          |
| Производительности линии                    | 15 кузовов/смена |
| Коэффициент использования оборудования (Ки) | 0,9              |
| Панируемый объем окраски кузовов в год      | 6 500 штук       |
| Удельный расход ЛКМ на 1 кузов              | 6,5 кг           |
| Стоимость 1 кг ЛКМ                          | 2 800 тг         |
| Примечание – составлено автором             |                  |

Рассчитаем производственную мощность:

$$ПМ = Пс \times Д \times С \times Ки \quad (2.4.1.1)$$

где:

Пс – производительность в смену = 15 кузовов;

Д – количество рабочих дней = 250;

С – смен в сутки = 2;

Ки – коэффициент использования = 0,9.

ПМ =  $15 \times 250 \times 2 \times 0,9 = 6\,750$  кузовов в год

Анализ загрузки производственной мощности

Сравним фактический и расчетный объемы:

Фактический план: 6 500 кузовов в год

Мощность (ПМ): 6 750 кузовов в год

Коэффициент загрузки мощности (ЗПМ):

$$ЗПМ = (6\,500 / 6\,750) \times 100\% \approx 96,3\% \quad (2.4.1.2)$$

Это свидетельствует о почти полном использовании мощностей.

Произведем расчет годовой потребности в ЛКМ.

1. Общий расход ЛКМ:

$$6\,500 \text{ кузовов} \times 6,5 \text{ кг} = 42\,250 \text{ кг (42,25 тонн)}$$

2. Суммарная стоимость ЛКМ в год:

$$42\,250 \times 2\,800 = 118\,300\,000 \text{ кг.}$$

После внедрения усовершенствованной технологии (например, автоматических систем контроля толщины покрытия и модификации системы нанесения):

- ожидаемое снижение удельного расхода ЛКМ до 6,0 кг/кузов;
- потенциальное повышение производительности линии до 16 кузовов/смена;

Обновленная мощность (ПМ):

$$16 \times 250 \times 2 \times 0,9 = 7\,200 \text{ кузовов}$$

Экономия ЛКМ:

$$(6,5 - 6,0) \times 6\,500 = 3\,250 \text{ кг}$$

Экономия в тенге:

$$3\,250 \times 2\,800 = 9\,100\,000 \text{ тг/год}$$

Таким образом, модернизация позволяет:

- увеличить объем выпускаемой продукции на 700 кузовов/год (10,7%);
- снизить расход ЛКМ на 7,7%;
- сэкономить более 9 млн тг в год только на материалах.

Производственная программа ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» по нанесению ЛКМ организована на высоком уровне с эффективной загрузкой оборудования. Однако проведенные расчеты демонстрируют экономическую целесообразность модернизации технологии.

Все полученные расчеты являются технико-экономическим обоснованием целесообразности совершенствования технологии ЛКМ на данном предприятии.



## 2.4.2 Расчет расхода лакокрасочных материалов

Для обеспечения высокого качества окраски автомобилей на производственной площадке ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan», необходимо провести точные расчеты потребности в лакокрасочных материалах.

Процесс окраски автомобиля состоит из нескольких этапов: нанесение антикоррозионного грунта, базы (основного цветного слоя), а также защитного лака. Каждый из этих этапов требует строго определенного количества материала, которое зависит от площади поверхности, типа покрытия и метода нанесения.

В таблице 8 представлены исходные данные.

Таблица 8 - Исходные данные

| Показатель                                      | Значение                                  |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Планируемое количество окрашенных автомобилей   | 3 000 ед./год                             |
| Средняя окрашиваемая площадь одного авто        | 45 м <sup>2</sup>                         |
| Норма расхода грунта на 1 м <sup>2</sup>        | 120 г                                     |
| Норма расхода базы (краски) на 1 м <sup>2</sup> | 140 г                                     |
| Норма расхода лака на 1 м <sup>2</sup>          | 100 г                                     |
| Коэффициент потерь (испарение, распыление)      | 1,2 (20%)                                 |
| Общая окрашиваемая площадь в год                | $3\,000 \times 45 = 135\,000 \text{ м}^2$ |

Расчет расхода каждого материала

1. Грунт

Расход с учетом потерь:

$135\,000 * 120 * 1,2 = 19\,440 \text{ кг.}$

2. База (краска)

$135\,000 * 140 * 1,2 = 22\,680 \text{ кг.}$

3. Лак

$135\,000 * 100 * 1,2 = 16\,200 \text{ кг.}$

Суммарный расход ЛКМ в год:

Общий расход =  $19440 + 22680 + 16200 = 58320 \text{ кг} = 58,32 \text{ т}$

Структура расхода по видам материала (%):

- Грунт — 33,3%;

- База (краска) — 38,9%;

- Лак — 27,8%.

Рассмотрим среднюю стоимость лакокрасочных материалов на рынке:

Грунт - 5,50 USD/кг, база - 8,00 USD/кг, лак: 7,00 USD/кг.

1. Затраты на грунт:

$$19\,440 * 5,5 = 106\,920 \text{ USD}$$

2. Затраты на базу:

$$22\,680 * 8,0 = 181\,440 \text{ USD}$$

3. Затраты на лак:

$$16\,200 * 7,0 = 113\,400 \text{ USD}$$

Общие затраты на ЛКМ:

$$106\,920 + 181\,440 + 113\,400 = 401\,760 \text{ USD /год}$$

Внедрение высокоэффективного оборудования (например, безвоздушного распыления или роботов-манипуляторов), а также переход на материалы с более высокой укрывистостью может:

1. снизить коэффициент потерь с 1,2 до 1,1;
2. сэкономить до 4,86 тонн ЛКМ в год;
3. уменьшить годовые затраты на 30–35 тыс. долларов.
4. снизить выбросы ЛОС (летучих органических соединений) до 15–20%.

#### 2.4.3 Расчет трудозатрат и численности персонала

Для обеспечения эффективного производственного процесса по нанесению лакокрасочных покрытий необходимо грамотно определить объем трудозатрат и рассчитать оптимальную численность работников, исходя из объема производственной программы, технологических требований и условий труда на предприятии.

1. Исходные данные. Производственная программа: 5000 покрасок кузовных элементов в год (по данным Hyundai Trans Kazakhstan).

Средняя трудоемкость одной окраски — 4,5 нормо-часа (подготовка, шлифовка, окраска, сушка и контроль качества).

Продолжительность рабочего года одного работника — 1760 часов (учитывая отпуска, больничные, нерабочие дни).

Коэффициент выполнения норм — 1,1.

Коэффициент учета времени на отдых и личные надобности — 0,95.

2. Расчет трудозатрат. Определим общий годовой фонд трудозатрат:

$$T = 5000 * 4,5 = 22\,500 \text{ нормо-часов в год} \quad (2.4.3.1)$$

С учетом коэффициента выполнения норм:

$$T_{\text{факт}} = 22\,500 / 1,1 = 20\,455 \text{ ч.} \quad (2.4.3.2)$$

3. Расчет численности производственного персонала.

$$Ч = 20\,455 / 1760 * 0,95 = 11,02 \text{ ч.} \quad (2.4.3.3)$$

Округляя, получаем 11 человек.

Таким образом, для выполнения годовой производственной программы по нанесению лакокрасочных материалов требуется работающих в одну смену 11 маляров. В таблице 9 представлена структура трудового персонала участка.

Таблица 9 - Структура трудового персонала участка

| Должность                       | Кол-во человек |
|---------------------------------|----------------|
| Маляр (основной персонал)       | 11             |
| Мастер участка                  | 1              |
| Контролер ОТК                   | 1              |
| Подсобные рабочие               | 2              |
| Итого                           | 15 человек     |
| Примечание – составлено автором |                |

Проведенные расчеты позволяют оптимизировать численность персонала на участке окраски автомобилей, исключить перерасход фонда рабочего времени и обеспечить бесперебойное выполнение плановых заданий. Рациональное распределение трудозатрат, с учетом технологических этапов и реальных условий производства, способствует повышению производительности труда и снижению себестоимости окраски.

#### **2.4.4. Выбор и обоснование оборудования для новой технологии**

Совершенствование процесса нанесения лакокрасочных покрытий невозможно без внедрения современных технологических решений и модернизации оборудования. На предприятии ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» основной задачей является повышение качества покраски и снижение расхода ЛКМ. Такой подход реализуется за счет более точного дозирования и равномерного нанесения компонентов на транспортные средства.

Для новой технологии предъявляются следующие основные требования:

- высокая производительность (до 20–25 кузовных элементов в смену);
- энергоэффективность и экологичность;
- точность нанесения краски (минимальные потери на «переливы» и туман);

- совместимость с двухкомпонентными красками на водной основе;
- простота технического обслуживания и автоматизация процессов.

В таблице 10 представлены наиболее подходящие модели оборудования.

Таблица 10 – Наименование и модели оборудования

| Наименование                   | Модель /<br>Поставщик                   | Характеристики                                                  | Назначение              |
|--------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Камера окраски                 | Blowtherm Dual<br>Tech 8000<br>(Италия) | Температура до 80°C, режимы сушки и покраски, рекуперация тепла | Окраска и сушка кузовов |
| Подготовительная зона          | Italco PreZone<br>6000                  | Оснащена вытяжкой и фильтрами, регулируемая платформа           | Подготовка поверхности  |
| Окрасочный пистолет            | SATAjet X 5500<br>HVLP                  | Распыление с пониженным давлением, экономия до 30% ЛКМ          | Равномерное нанесение   |
| Установка для смешивания ЛКМ   | DRESTER Quick<br>Mix                    | Точное дозирование компонентов, автоматическое перемешивание    | Подготовка красок       |
| Фильтрационно-вытяжная система | Ceccato LKM-<br>Filter Pro              | Фильтрация воздуха, улавливание частиц ЛКМ, защита операторов   | Охрана труда и экология |

Ожидаемый эффект от реализации предложенных мероприятий:

- повышение качества ЛКП за счет стабилизации параметров среды и технологии;
- снижение расхода краски до 20–25% по сравнению со старой технологией;
- сокращение времени окраски одного изделия с 60 до 45 минут;
- улучшение условий труда: снижение запыленности, улучшение вентиляции, снижение вредных выбросов;
- повышение производительности труда на 15–18%.

### **3 Организационно-экономическая часть**

#### **3.1 Организация производственного процесса на участке**

Эффективная организация малярного участка невозможна без тесной связи с кузовным цехом. Оба направления представляют собой единый технологический процесс. От качества взаимодействия между этими участками напрямую зависят сроки ремонта, затраты на материалы и, самое главное, результат, который увидит клиент.

Производственный цикл на участке кузовного ремонта состоит из последовательных этапов: прием автомобиля, демонтаж навесных деталей, восстановление геометрии кузова, предварительная подготовка к покраске, сама окраска и сушка, а затем — повторный монтаж деталей. Это логическая цепочка, в которой на покрасочном участке завершаются ремонтные работы эстетически и защищается металл от внешней среды.

Малярный участок в современных автосервисах - это технологически насыщенное пространство, в котором каждое устройство влияет на качество итогового покрытия. Дешевое или устаревшее оборудование не позволяет добиться стабильного результата даже при высокой квалификации специалистов.

Типовая структура профессионального малярного участка включает следующее оборудование:

- покрасочно-сушильную камеру — герметичное пространство с вентиляцией, подогревом и системой фильтрации воздуха, где происходит основная окраска и последующая сушка кузовных элементов;
- зону подготовки к покраске — участок с системами абразивной обработки, обеспыливания и грунтовки;
- камеру для окраски мелких деталей — отдельная камера, предназначенная для покраски отдельных элементов (дверей, крыльев, бамперов), с индивидуальной системой вытяжки;
- инфракрасную сушку — мобильное оборудование, которое позволяет ускоренно высушивать локальные зоны после грунтовки или частичной покраски;
- комнату для приготовления ЛКМ — специально оборудованное помещение с миксером, вытяжкой и столом для дозирования компонентов красок;
- систему подготовки воздуха — оборудование для очистки и осушения сжатого воздуха, который используется в окрасочном процессе;
- краскопульты (распылители) — современные модели HVLP/HTE с минимальными потерями ЛКМ и точным факелом нанесения;
- шлифовальный и полировочный пневмоинструмент — для финишной обработки поверхности перед и после окраски;
- мойку для краскопультов — обеспечивающее быструю и безопасную очистку окрасочных инструментов оборудование.

- специальные стойки и подставки – для фиксации элементов при покраске (дверей, бамперов, капотов);
- пылеудаляющие аппараты и системы локальной вытяжки – снижающие риск попадания загрязнений на свежеекрашенную поверхность;
- дополнительный инструмент – шпатели, абразивные бруски, сменные фильтры, малярные ленты и другое вспомогательное оснащение.

Важные аспекты организации:

1. Зонирование пространства — малярный участок должен быть изолирован от других производственных зон, особенно от сварки и грубой механической обработки;
2. Соблюдение стандартов безопасности и экологии — обязательна вентиляция, фильтрация и контроль над выбросами растворителей;
3. Оптимизация логистики — минимизация перемещений деталей, четкий график покраски и сушки, синхронизация с кузовным ремонтом;
4. Организация малярного участка требует значительных вложений, особенно если предприятие работает с современными автомобилями и хочет обеспечить высокий уровень сервиса. Однако грамотно спроектированная система окупается быстро за счет стабильного качества, сокращения брака и повышения производительности;
5. Процесс окраски автомобилей невозможно представить без качественной подготовки поверхности. Именно от предварительной обработки зависит внешний вид и долговечность лакокрасочного покрытия. В современной практике применяются два подхода к подготовке: «сухой» и «мокрый» метод.

Сухая подготовка характеризуется высокой производительностью и отсутствием влаги в технологической цепочке. В этом случае шлифование проводится абразивными материалами без применения воды, а пыль удаляется с помощью специализированных пылесосов и вытяжек. Метод требует наличия современного шлифовального оборудования и систем пылеулавливания, но обеспечивает быструю и чистую работу без дополнительных этапов сушки.

Мокрая подготовка, напротив, менее требовательна к оборудованию и может использоваться даже в не специализированных помещениях, при условии хорошей вентиляции. Однако она предполагает использование воды при шлифовании. Кроме того, влага задерживается на поверхности и требует времени для полного испарения, иначе возможны дефекты покрытия.

На участке подготовки к покраске, как правило, применяется ручной инструмент: шлифовальные машинки, абразивные бруски, полировальные системы. Из известных брендов, используемых на практике, можно выделить 3М и Festool. Они предлагают широкий ассортимент расходников и надежное оборудование.

Стоит отметить, что подготовительные работы в среднем занимают в три раза больше времени, чем сама покраска. Это значит, что загрузка участка подготовки напрямую влияет на эффективность использования покрасочной камеры. Чтобы избежать простоев камеры, на одно рабочее место маляра

требуется минимум 2–3 зоны подготовки, каждая из которых укомплектована универсальным рабочим — подготовщиком. Такой специалист способен выполнять шлифование и легкие рихтовочные работы, грунтование и даже полировку.

Базовым элементом малярного участка является покрасочно-сушильная камера — замкнутое герметичное пространство. Как правило, оно оборудовано системой вентиляции, освещения, нагрева и фильтрации. Все камеры работают по схожему принципу и предлагают два режима: окраски и сушки.

В режиме окраски наружный воздух проходит через многоступенчатую систему фильтров, подогревается до 20–25 °С и подается в камеру сверху. Так обеспечивается равномерное распределение потока и снижение пылеобразования. После нанесения ЛКМ включается продувка, во время которой удаляются остатки аэрозолей и паров растворителей.

В режиме сушки температура в камере повышается до 60–70 °С, и краска полимеризуется в течение 1–2 часов. При этом используется рециркуляция воздуха и снижается потребление энергии. Для нагрева применяются в основном газовые или дизельные горелки. Из-за высоких финансовых затрат электрический обогрев применяется редко.

При выборе камеры важно учитывать внутренние размеры. Камера должна быть достаточно просторной для размещения автомобиля. Соответственно, она должна обеспечивать свободный доступ маляра к каждому участку поверхности. Выбор оборудования зависит от типа обрабатываемого транспорта (легковой, коммерческий, спецтехника) и объема покрасочных работ.

Центральным элементом покрасочно-сушильной камеры является нагнетательно-вытяжной и нагревающий агрегат. Именно он отвечает за поддержание стабильного воздушного режима и необходимой температуры внутри камеры. Чтобы исключить попадание пыли снаружи, в камере создается избыточное давление. Приток воздуха должен быть немного выше, чем его вытяжка. Важно не экономить на вытяжной системе: отсутствие принудительной вытяжки приводит к накоплению паров растворителей и нарушению качества покраски.

Для регионов с холодным климатом особенно важно подбирать горелку соответствующей мощности, чтобы камера могла стабильно работать зимой. Эффективность отопления зависит и от мощности горелки, и от качества теплоизоляции стен. Лучшее решение — сэндвич-панели с утеплителем, например, минеральной ватой Isover толщиной не менее 40 мм. Их применение позволяет снизить теплопотери и уменьшить расход энергии.

Освещение внутри камеры должно быть максимально приближено к дневному, чтобы мастер мог точно контролировать равномерность нанесения краски. Рекомендуется минимум 24 лампы по 40 Вт, равномерно размещенные по стенам и потолку.

Пол камеры, как правило, делают решетчатым, чтобы осевшая пыль не поднималась обратно в воздух. Это способствует чистоте окрасочной среды.



Для удобства персонала в конструкции камеры предусмотрена отдельная дверь, которая исключает необходимость каждый раз открывать ворота.

Основание камеры может быть металлическим или бетонным. Металлическое основание обходится дешевле, так как не требует сложных земляных и фундаментных работ.

Пропускная способность стандартной камеры составляет 4–6 автомобилей в день. Однако, чтобы исключить простои и обеспечить максимальную загрузку, количество поступающих заказов должно превышать фактические возможности минимум на 20 %. Это означает, что при пропускной способности в 4 автомобиля, кузовной участок должен обеспечивать поступление 5 машин ежедневно.

Для окраски отдельных элементов кузова использовать общую камеру экономически нецелесообразно. В таких случаях предусматривают отдельную малогабаритную камеру для деталей. Также нужно заранее определить и оборудовать место для хранения снятых с автомобилей элементов, чтобы они не мешали рабочему процессу.

На рынке представлено множество брендов покрасочного оборудования. Наиболее популярные и зарекомендовавшие себя производители камер — Saico, NovaVerta, Termomeccanica, Blowtherm, ColorTech. Стоимость качественной камеры начинается от 2 500 000 тенге. Это оправданные вложения с учетом экономии на эксплуатации и долговечности оборудования.

Окрасочный пистолет должен обеспечивать точное и равномерное нанесение материала. Среди наиболее авторитетных брендов — Iwata, SATA и DeVilbiss. Экономия на этом инструменте часто приводит к перерасходу ЛКМ и ухудшению качества покрытия, поэтому его выбор требует особого внимания.

Организация покрасочного участка в автосервисе требует продуманного подхода к подбору персонала и оборудованию. В условиях ограниченного бюджета не всегда оправдано нанимать отдельного колориста. Рациональнее передать функции подбора цвета самому маляру — это сократит расходы и устранил возможные конфликты между специалистами. Вся ответственность за результат будет лежать на одном человеке.

Для качественного подбора краски стоит использовать микс-систему или сотрудничать с профильными компаниями. Чтобы обеспечить стабильность результата, желательно вести персональные карточки на каждый автомобиль. В них фиксируются параметры авто, состав и пропорции краски, технология ее приготовления, а также прилагается цветовой образец. При повторном обращении это сэкономит время и обеспечит точное совпадение цвета.

Рабочая зона должна быть безопасной и удобной. В помещениях, где готовятся и наносятся краски, необходима хорошая вентиляция, освещенность не менее 75 лк, а также противопожарное оборудование. Все конструкции — от стен до полов — должны быть выполнены из негорючих и легко очищаемых материалов. Отдельное внимание уделяется организации краскозаготовительного отделения: оно должно быть изолированным, с возможностью экстренной эвакуации.

Оборудование и инструменты хранятся в шкафах с вытяжкой, а зоны подготовки деталей — оснащаются вентиляцией и прочной мебелью. Нельзя забывать и о средствах индивидуальной защиты — респираторы, перчатки, защитные пасты. Это обязательное условие при работе с токсичными и легко воспламеняющимися материалами.

Безопасность и профессиональный подход в малярных работах — основа репутации автосервиса и качества его услуг. Правильная организация участка, обучение персонала и соблюдение всех норм — инвестиция, которая быстро себя оправдывает.

Организация производственного процесса на участке ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» построена с учетом современных требований к качеству, безопасности и эффективности. Производственная логистика тщательно выверена: все этапы — от подготовки поверхности до нанесения лакокрасочного покрытия — структурированы и выполняются по четко установленному регламенту. Оптимизировано распределение обязанностей между сотрудниками. Особое внимание уделяется соблюдению санитарных и пожарных норм, правильной организации хранения и использования лакокрасочных материалов, а также охране труда.

Наличие специализированных помещений (краскозаготовительных, окрасочных камер, зон подготовки деталей), технически оснащенных по последнему слову техники, способствует высокому качеству выполняемых работ. Кроме того, внедрение карточной системы учета рецептов красок для каждого автомобиля улучшает повторяемость и точность цветоподбора.

### **3.2 Методы рационализации труда и механизации окрашивания**

Применение методов рационализации труда и механизированной окраски материалов позволяет значительно повысить эффективность производственного процесса. В отличие от ручного нанесения краски, механизированная покраска обеспечивает более равномерное покрытие, сокращает время выполнения работ и снижает общий расход материалов. Как следствие, уменьшение себестоимости единицы продукции и снижение нагрузки на персонал.

Механизированная окраска особенно актуальна для фасадов зданий, промышленных объектов, учреждений образования и здравоохранения, а также спортивных и общественных комплексов. Такой подход позволяет обслуживать объекты с большой площадью в максимально сжатые сроки при высоком качестве отделки.

Рациональное распределение труда в сочетании с использованием оборудования (распылителей, компрессоров и других специализированных инструментов) оптимизирует производственные процессы, способствует снижению физической усталости работников и минимизирует влияние

человеческого фактора на конечный результат. На рисунке 5 представлено устройство для распыления краски.



Рисунок 5 – Ручное устройство для покраски транспорта

Рационализация труда в малярных работах напрямую связана с активным использованием механизированных способов нанесения лакокрасочных материалов. При выполнении больших объемов работ механизация позволяет существенно повысить производительность, сократить время выполнения задач и улучшить качество покрытий.

Основные технические средства, которые применяются в таких процессах, состоят из следующих установок:

- окрасочные аппараты высокого давления;
- установки для нанесения растворов;
- краскопульты;
- пульверизаторы.

Эти устройства обеспечивают равномерное нанесение материалов, регулируемую подачу состава и позволяют обрабатывать ровные поверхности и сложные профильные детали. Предоставляется возможность настроить вязкость, давление и подобрать форму факела распыла.

Механизированная покраска востребована на строительных объектах и в производственных условиях, в том числе при обработке кузовов автомобилей. Данный метод требует предварительной подготовки помещения, оборудования и навыков работы с инструментами.

Современные лакокрасочные акриловые, латексные и водоэмульсионные краски хорошо сочетаются с механизированными методами нанесения. Они демонстрируют высокую устойчивость, экологичность и эстетичный внешний вид покрытия.

Механизация малярных работ способствует значительному снижению трудозатрат, минимизации потерь материалов и повышению качества отделки.

Эффективная и качественная работа с краскопультом требует наличия соответствующего оборудования и соблюдения определенных технологических приемов. Эти правила существенно влияют на конечный результат покраски и позволяют оптимизировать труд маляра.

Во-первых, при работе с краскопультом важно соблюдать правильное расстояние до поверхности — около 15–25 см, что примерно соответствует длине вытянутой ладони. При этом факел должен оставаться строго перпендикулярным окрашиваемой плоскости, чтобы обеспечить равномерное нанесение материала и предотвратить образование подтеков.

Во-вторых, для получения гладкого и однородного слоя необходимо выполнять проходы пистолетом с равномерной скоростью. Курок нажимается немного заранее, до подхода к поверхности, чтобы краска ложилась уже сформированным факелом. По завершении каждого прохода курок отпускается, но рука продолжает движение еще на 5 см.

Углы и кромки окрашиваются в первую очередь — с чуть меньшего расстояния и ускоренным движением. При покраске выпуклых элементов важно «повторять» форму детали, не отклоняя факел, иначе возможна неравномерность покрытия.

Особенно аккуратного подхода требует вертикальная покраска: начинать необходимо сверху, каждый новый проход перекрывает предыдущий на 50%. Последний мазок делается с частичным выходом за край детали, чтобы избежать резкой границы.

Также важно помнить, что не следует полностью заполнять краской бачок краскопульта — оптимально на  $\frac{1}{3}$  или  $\frac{1}{2}$ , чтобы сохранить маневренность инструмента и снизить риск пролива краски.

Соблюдение этих рекомендаций позволяет значительно улучшить качество малярных работ, сократить расход материалов и минимизировать переделки.

Почему важно отпускать курок покрасочного пистолета в конце каждого прохода? Это делается, чтобы избежать подтеков краски на краях детали. Когда краскопульт продолжает распылять краску за пределами панели, происходит наложение слоев — в результате появляются неровности, потеки и даже излишки на соседних участках. Чтобы этого не допустить, важно завершать каждый проход так: отпускать курок до того, как будет осуществлен выход за границу детали или приближен стык между панелями.

Техника следующая: необходимо начинать движение пистолета за пределами детали, слегка нажать курок — так выходит только воздух, и маляр избежит резкого плевка краски.

Процесс окраски начинается с подхода к окрашиваемой детали. В момент начала нанесения покрытия распылитель активируется полным нажатием на курок. По мере приближения к краю детали подача материала прекращается путем ослабления нажатия. Однако движение распылителя продолжается примерно на 5 см за пределы детали. Такая техника обеспечивает равномерное нанесение без избыточного слоя и повторяется при каждом проходе.

Количество наносимых слоев зависит от типа лакокрасочного материала и его укрывистости. Так, двухкомпонентные краски и лаки, как правило, наносятся в 2–3 слоя с обязательной межслойной сушкой. При низкой укрывистости (например, у металлизированных покрытий) может потребоваться большее количество слоев. Первый слой должен быть тонким, выполняющим функцию адгезионного — он способствует равномерному закреплению последующих слоев и снижает риск образования потеков. Его липкость в процессе — нормальное и ожидаемое явление.

Межслойная сушка является важным технологическим этапом. После нанесения каждого слоя необходимо обеспечить испарение растворителя в полном объеме. Нарушение режима сушки приводит к выходу растворителя из нижнего слоя в процессе дальнейшего отверждения, что влечет за собой дефекты покрытия. Производители лакокрасочных материалов указывают рекомендуемые параметры сушки, которые должны быть скорректированы в зависимости от микроклимата помещения (температура, вентиляция, влажность).

Технологическая последовательность окраски кузова требует предварительного планирования. Такая последовательность позволяет рационально расходовать материалы, оптимизировать трудозатраты и минимизировать ошибки. Рекомендуется в первую очередь окрашивать углы и кромки деталей, после чего можно использовать один из двух стандартных подходов:

1. Поэлементный метод. Окраска начинается с крыши и стоек, затем — двери и остальные кузовные панели по периметру. При этом крупные горизонтальные элементы (крыша, капот) необходимо окрашивать за один технологический проход во избежание появления видимых границ переходов. При необходимости допускается оставлять дверной проем открытым для завершения замкнутого контура окраски и предотвращения оседания избыточного распыла (опыла) на свежий слой. Для работы с верхними зонами целесообразно использовать стремянку или рабочую платформу.

2. Метод непрерывного прохода. Осуществляется продольная окраска всей боковой поверхности автомобиля длинными равномерными движениями. Курок нажимается один раз и удерживается на всем протяжении движения. Необходимо поддерживать стабильную скорость и равномерное перекрытие распыления. Этот способ обеспечивает более однородное покрытие, но требует высокого уровня подготовки оператора и достаточного свободного пространства в помещении для обеспечения непрерывного движения вдоль кузова [15].

Ошибки, которых стоит избегать:

- узкий факел — чревато получением полос, особенно при окраске «металликом»;
- пистолет под неправильным углом — нарушается равномерность;
- слишком близко — появляются потеки и шагрень;
- слишком далеко — краска высыхает в воздухе и не ложится ровно.

Переворачивание пистолета в конце прохода приводит к потере краски и появлению дефектов. Все дело в практике. Если соблюдать технологию и работать в подходящих условиях, покраска транспортных средств является выполнимой задачей.

### **3.3 Обоснование экономической эффективности предложенных мероприятий**

Одним из ключевых факторов эффективности является объем инвестиций в развитие завода. С момента запуска производства в 2020 году в проект было вложено свыше 28 млрд тенге. Из этой суммы около 30% составили собственные средства Astana Motors, а оставшиеся 70% — заемные средства, которые привлечены при содействии Банка Развития Казахстана и Фонда Развития Промышленности. Дополнительно в 2023–2025 годах на модернизацию и автоматизацию производства было инвестировано 48,5 млрд тенге. В частности, были внедрены четыре сварочных робота, 111 сварочных аппаратов и автоматизированные конвейеры. Это позволило увеличить производительность: в сварочном цехе до 7 кузовов в час, а в покрасочном — до 6,5 кузовов в час.

Результатом данных мер стал рост выпуска автомобилей. В 2023 году было произведено 45 410 единиц, а производственные мощности достигли уровня 50 000 автомобилей в год. Это существенно повысило уровень загрузки предприятия и позволило обеспечить стабильный рост объемов реализации на внутреннем и на внешнем рынках.

Важным показателем эффективности является также рост занятости. Численность персонала увеличилась с 370 человек в 2020 году до 1 300 человек в 2024 году, с перспективой расширения штата до 1 700 человек в 2025 году. При этом создается мультипликативный эффект: по данным Astana Motors, каждое рабочее место на предприятии способствует созданию до 15 дополнительных рабочих мест в смежных отраслях — логистике, поставках автокомпонентов, страховании и обслуживании.

Особое внимание уделяется развитию локализации. В 2024 году доля SKD-производства составила 25% от общего объема выпуска. Производство автокомпонентов (сиденья и мультимедийные системы) осуществляется с участием казахстанских поставщиков. Целью компании является достижение 100% локализации к 2027 году и снижении импортозависимости и укреплении экспортного потенциала предприятия.

Наконец, значимым результатом предложенных мероприятий стал рост налоговых поступлений. В 2023 году компания Astana Motors перечислила в государственный и местные бюджеты 140 млрд тенге.

Таким образом, предложенные мероприятия демонстрируют высокую экономическую эффективность и стратегическую значимость для самого предприятия Hyundai Trans Kazakhstan и для экономики страны в целом.

Совершенствование технологии нанесения лакокрасочных материалов на заводе ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» подразумевает внедрение автоматизированных и роботизированных систем окраски.

Цели предложенных мероприятий:

- повышение производительности цеха окраски;
- снижение расхода лакокрасочных материалов;
- снижение доли брака и дефектов;
- оптимизация численности и трудозатрат персонала;
- повышение экологичности и безопасности труда.

В таблице 11 представлены основные технико-экономические показатели «до» и «после» модернизации.

Таблица 11 – Мероприятия до/после модернизации

| Показатель                                       | До модернизации | После модернизации | Изменение |
|--------------------------------------------------|-----------------|--------------------|-----------|
| Количество окрашенных кузовов в день             | 100             | 150                | +50%      |
| Время окраски одного кузова (минут)              | 45              | 30                 | -33%      |
| Расход краски на 1 кузов (литров)                | 6               | 5                  | -16,7%    |
| Количество работников в цехе окраски             | 167             | 130                | -22%      |
| Доля дефектов после окраски (%)                  | 5%              | 2%                 | -60%      |
| Средняя себестоимость окраски одного кузова (тг) | 85 000          | 70 000             | -17,6%    |

Предположим, предприятие красит 25 000 кузовов в год.

1. Экономия на материалах:

- До модернизации:  $6 \text{ л} * 25\,000 = 150\,000 \text{ л}$  краски
- После:  $5 \text{ л} * 25\,000 = 125\,000 \text{ л}$  краски
- Итого экономия:  $150\,000 - 125\,000 = 25\,000 \text{ л}$
- Средняя цена за 1 л краски 3 000 тг
- Итого экономия:  $25\,000 \text{ л} * 3\,000 \text{ тг} = 75\,000\,000 \text{ тг}$  в год

2. Снижение себестоимости:

- Экономия на одном кузове 15 000 тг
- Годовая экономия  $25\,000 * 15\,000 = 375\,000\,000 \text{ тг}$

3. Снижение затрат на оплату труда:

- Сокращение 37 человек
- Средняя зарплата: 250 000 тг в месяц
- Годовая экономия:  $37 * 250\,000 * 12 = 111\,000\,000$  тг

В таблице 12 представлен совокупный экономический эффект от интеграции предложенных мероприятий.

Таблица 12 - Совокупный экономический эффект

| Источник экономии             | Сумма (тенге в год) |
|-------------------------------|---------------------|
| Экономия на материалах        | 75 000 000          |
| Снижение себестоимости        | 375 000 000         |
| Сокращение фонда оплаты труда | 111 000 000         |
| Итого годовая экономия        | 561 000 000         |



## **4 Охрана труда и безопасность**

### **4.1 Анализ условий труда и производственных вредностей при окраске автомобилей**

Оценка условий труда маляров-окрасчиков на предприятии «Hyundai Trans Kazakhstan» показывает, что рабочие подвержены воздействию ряда неблагоприятных факторов. Согласно аттестационной карте, общая классификация условий труда отнесена к классу 3.2 — это означает вредные условия, при которых наблюдаются устойчивые нарушения функций организма и существует риск развития профессиональных заболеваний.

Наибольшую опасность представляет химический фактор. Установлено, что содержание бензола в воздухе рабочей зоны превышает предельно допустимую концентрацию: среднесменное значение — в 1,4 раза, а максимальное разовое — в 1,267 раза выше нормы. Это стало основой для присвоения химическому фактору класса 3.2.

По шумовому воздействию зафиксировано превышение допустимого уровня на 3 дБА (при норме 80 дБА), что отнесено к классу 3.1 — вредные, но менее опасные по сравнению с химическими. Это связано с тем, что работы маляров часто выполняются рядом с другими операциями — сваркой и слесарными работами, то есть с использованием шумного оборудования.

Тем не менее, условия по микроклимату, освещенности, физической нагрузке и психоэмоциональной напряженности оцениваются как допустимые (класс 2). Также установлено, что обеспечение работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ) соответствует нормам и требованиям.

Для снижения уровня вредности условий труда и улучшения безопасности на рабочем месте предлагается:

- выделение окрасочного комплекса в самостоятельную зону с изоляцией от шумных операций;
- улучшение вентиляции и фильтрации воздуха с учетом специфики лакокрасочных материалов;
- внедрение порошковой полимерной окраски, которая не содержит органических растворителей. Тем самым будет минимизирована химическая нагрузка и повышена экологическая безопасность производства.

Комплекс этих мероприятий может снизить условия труда по химическому и акустическому факторам до допустимого класса (2). Такая ситуация благоприятно отразится на здоровье персонала и производственной эффективности.

Работы, связанные с окраской автомобилей, относятся к категории производственных процессов с повышенной опасностью. В связи с этим к исполнителям предъявляются особые требования. Допуск к самостоятельному выполнению таких работ получают только лица, которые достигли 18-летнего возраста. Они должны иметь медицинское заключение о пригодности, пройти обязательные инструктажи (вводный, первичный на рабочем месте), профессиональное обучение, стажировку и проверку знаний по охране труда.

Также необходимо наличие подтвержденной соответствующей характеру выполняемых работ квалификации.

Каждый сотрудник, который задействован в покрасочных работах, должен:

- выполнять исключительно те трудовые операции, которые закреплены за ним согласно рабочей инструкции;
- строго придерживаться правил внутреннего трудового распорядка;
- корректно и регулярно использовать все положенные средства индивидуальной и коллективной защиты;
- в случае появления любой опасной ситуации, ухудшения самочувствия или травмы — незамедлительно проинформировать непосредственного или вышестоящего руководителя;
- пройти обучение по безопасным методам труда и действиям при авариях, а также уметь оказывать первую помощь пострадавшим;
- периодически проходить медосмотры, а при необходимости — и внеплановые обследования, в соответствии с требованиями законодательства;
- знать и уметь применять навыки пожарной безопасности и пользоваться первичными средствами тушения возгораний.

При выполнении окрасочных работ работник может подвергаться воздействию вредных и опасных факторов: отравляющих паров растворителей и красок, повышенной взрыво- и пожароопасности, а также воздействия создающего физическую нагрузку оборудования.

Работодателем должен быть обеспечен комплект спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты (СИЗ), согласно утвержденным нормативам. Нарушение установленных правил охраны труда влечет дисциплинарную, административную или уголовную ответственность, в зависимости от тяжести последствий.

Перед началом смены работник обязан тщательно подготовиться:

- надеть комплект защитной одежды, обуви, респиратор, очки и перчатки;
- подготовить весь необходимый инструмент и проверить его техническое состояние;
- очистить рабочее место от лишних предметов, чтобы не допускать загромождения проходов и путей эвакуации;
- проверить наличие и исправность вентиляционной системы;
- нанести на открытые участки кожи защитный крем, если это предусмотрено инструкцией;
- в случае обнаружения неисправностей оборудования, инструмента или средств защиты — сообщить об этом руководителю до начала работ.

Во время выполнения работ по окраске автомобилей обязательно соблюдение следующих норм:

- работы допускается выполнять только при активной системе вентиляции;

- используемые материалы (краски, эмали, растворители) должны быть четко промаркированы. Их наличие на рабочем месте не должно превышать сменную норму;
- категорически запрещается смешивать или хранить вместе вещества, которые способны реагировать друг с другом;
- при использовании легковоспламеняющихся материалов (например, нитрокрасок) необходимо соблюдать особую осторожность — пары растворителей могут образовывать взрывоопасную смесь;
- шланги пневматических распылителей разрешается отсоединять только после отключения подачи воздуха;
- при окраске с использованием распылителя, нужно держать его строго перпендикулярно поверхности и не дальше 350 мм, чтобы избежать избыточного образования тумана;
- все обезжиривания и зачистки поверхности проводятся только в специально оборудованных зонах с локальной вытяжкой;
- в случае работы на высоте (например, при покраске автобусов), необходимо пользоваться надежно установленными стремянками и подмостями с ограждением;
- приготовление красок — только в изолированных помещениях с применением СИЗ;
- на открытом воздухе окраску следует выполнять с подветренной стороны;
- внутри салонов и кабин покраска допускается только при открытых окнах и дверях и исключительно в респираторе;
- пролитые жидкости немедленно убираются с применением песка или опилок, с последующей утилизацией;
- загрязненные ветоши и тряпки после использования необходимо складывать в металлические контейнеры с крышками и выносить по окончании смены.

#### Запрещено:

1. использовать открытый огонь, искрообразующее оборудование, несертифицированные электроприборы;
2. работать без вентиляции и средств защиты;
3. применять этилированный бензин;
4. использовать паяльные лампы для удаления краски;
5. превышать допустимое давление в красконагнетательных устройствах;
6. хранить продукты питания на рабочем месте.

При возникновении любой чрезвычайной ситуации — задымления, пожара, взрыва, утечки опасных веществ или несчастного случая — необходимо:

- немедленно прекратить все работы;
- сообщить о происшествии руководителю и/или в соответствующие экстренные службы;

- в случае возникновения задымления или пожара оповестить всех присутствующих, вызвать пожарную охрану, не подвергать себя риску, приступить к тушению, использовать доступные огнетушители;
- при поражении током, отравлении или иной травме — оказать первую помощь пострадавшему, обеспечить вызов скорой помощи и по возможности сохранить место происшествия до прибытия комиссии;
- зафиксировать обстановку (фото, схемы) при невозможности ее сохранения.

После завершения малярных работ каждый работник обязан строго соблюдать установленные нормы охраны труда, которые призваны обеспечить безопасность как его самого, так и окружающих. Завершение смены — это целый комплекс действий, которые направлены на поддержание порядка, предотвращение пожаров, снижение риска отравлений и создание безопасных условий для следующей смены.

Перед уходом необходимо аккуратно собрать и очистить весь использованный инструмент. Все краскопульты, кисти, емкости и сопутствующие приспособления должны быть тщательно промыты и высушены. Оставшиеся после работы лакокрасочные материалы следует закрыть и убрать в специально отведенные, проветриваемые и защищенные от огня места. Нельзя оставлять на открытом воздухе тару с остатками красок или растворителей — это может привести к испарению токсичных веществ и создает пожарную опасность.

Работа вентиляции должна быть остановлена только после того, как испарения от растворителей и аэрозольных частиц полностью удалены из рабочей зоны. Это особенно важно для участков, где применялись нитрокраски или другие токсичные и легковоспламеняющиеся вещества. Перед выключением следует убедиться, что воздух в помещении свежий и не имеет запаха растворителя.

Защитную одежду (комбинезон, перчатки, респиратор, очки и прочее) следует аккуратно снять и осмотреть. При наличии повреждений или сильного загрязнения их необходимо заменить или сдать на стирку/дезинфекцию согласно внутреннему регламенту. Все средства защиты убираются в предусмотренные для их хранения специальные шкафы или ящики.

По окончании смены обязательно нужно тщательно вымыть руки и лицо с мылом. Особенно важно удалить с кожи возможные остатки краски, растворителей или пыли. При возможности следует принять душ, чтобы исключить длительное воздействие вредных веществ на кожу и дыхательные пути.

В случае, если в течение смены были выявлены какие-либо неполадки, неисправности оборудования, нарушения в вентиляционной системе, утечки материалов или любые другие потенциально опасные ситуации, работник обязан доложить об этом мастеру или другому уполномоченному сотруднику. Также необходимо сообщить о принятых мерах — например, временном

отключении оборудования или устранении утечки — для того, чтобы следующая смена была предупреждена и работала в безопасных условиях.

## **4.2 Меры безопасности и экологические требования на участке окраски**

На участке окраски необходимо строго соблюдать технический регламент «Требования к безопасности лакокрасочных материалов и растворителей», который утвержден Постановлением Правительства Республики Казахстан от 29 декабря 2007 года №1398.

Регламент направлен на обеспечение безопасности работников и охрану окружающей среды при работе с лакокрасочными материалами и растворителями. В частности, он регулирует условия хранения, транспортировки и применения ЛКМ, использование средств индивидуальной защиты, а также меры по предотвращению пожаров и взрывов.

Особое внимание уделяется контролю над уровнем вредных выбросов, соблюдению предельно допустимых концентраций токсичных веществ в воздухе рабочей зоны и правильной утилизации отходов. Это позволяет снизить риски для здоровья сотрудников и минимизировать экологическое воздействие производства.

Для того чтобы лакокрасочные материалы и растворители можно было использовать и продавать, они должны быть безопасными для человека и для окружающей среды. Безопасность должна сохраняться на всех этапах — при производстве, хранении, перевозке, использовании и утилизации.

Производитель обязан заранее оценить возможный вред от продукции и принять меры, чтобы снизить его. Важно использовать такие вещества, которые меньше всего вредят здоровью и природе.

Материалы не должны воспламеняться или взрываться при нормальных условиях. Их нельзя хранить рядом с веществами, с которыми они могут опасно взаимодействовать. Там, где работают с такими материалами, должна быть хорошая вентиляция, специальные установки, предотвращающие искрение, и обязательно должны быть средства для тушения пожара.

Кроме того, в составах нельзя использовать особо вредные вещества, например ртуть, свинец, бензол и другие. Также нужно, чтобы продукция имела документы, которые подтверждают ее безопасность, а содержание вредных веществ не превышает допустимых норм.

При перевозке, продаже, применении и утилизации лакокрасочных материалов и растворителей нужно соблюдать меры безопасности: герметичная упаковка, маркировка, наличие инструкции и документов. Персонал должен быть обучен, обеспечен средствами защиты и допущен к работам. Важно исключить риски для людей, имущества и природы. При использовании в быту и на производстве должны применяться подходящие технологии, оборудование и контроль. Отходы желательно утилизировать повторно, при невозможности

— уничтожать безопасными способами. Все действия должны соответствовать санитарным, экологическим и трудовым требованиям.

Информация для потребителей лакокрасочных материалов и растворителей должна быть представлена в виде предупредительной маркировки, инструкции по безопасному использованию и паспорта безопасности химической продукции. Эта информация должна быть четкой, легко читаемой и выделяться из остального текста с помощью шрифта, цвета или других способов. Особенно если речь идет о требованиях безопасности при хранении, транспортировке, применении и утилизации продукции. При этом маркировка наносится на упаковку в виде текста, символов или пиктограмм и должна сохраняться в процессе хранения, перевозки и использования продукции. Если тара слишком мала (до 0,3 дм<sup>3</sup>), вся необходимая информация может прилагаться на отдельном листе-вкладыше.

Продукция считается соответствующей требованиям технического регламента, если она изготовлена согласно гармонизированным стандартам. Для подтверждения соответствия лакокрасочных материалов и растворителей проводится их идентификация. Она осуществляется в два этапа — при отборе проб и в ходе испытаний. Идентификация необходима для проверки соответствия продукции описанию, принадлежности к определенному виду, марке, типу и назначению, а также требованиям регламента. Используются документальные, визуальные, инструментальные и испытательные методы. Эту процедуру проводят испытательные лаборатории, органы по подтверждению соответствия и уполномоченные органы.

Процедура подтверждения соответствия осуществляется в форме обязательной и добровольной сертификации. Обязательная сертификация требуется, например, для лаков, эмалей, шпатлевок и других материалов на основе смол, предназначенных для розничной торговли, а также продукции, которая охватывается международными соглашениями. Если продукция не соответствует установленным требованиям, она подлежит отзыву с рынка согласно законодательству Республики Казахстан [20].

Летучие органические соединения (ЛОС), которые входят в состав лакокрасочных материалов, оказывают различное воздействие на организм человека — от легкого раздражения кожи до потенциально мутагенного или канцерогенного эффекта. При оценке их опасности учитываются такие показатели: острая токсичность, кумулятивный эффект, сенсибилизация, воздействие на органы зрения, репродуктивную систему и ДНК.

При работе с лакокрасочными материалами важно помнить, что они содержат токсичные вещества, которые могут вызвать раздражение кожи, ожоги или аллергические реакции при попадании на кожу или слизистые оболочки. Пары краски опасны для дыхательных путей, поэтому в закрытых помещениях необходимо обеспечить хорошую вентиляцию или проветривание. Для дополнительной защиты рекомендуется использовать респираторы.

Для получения качественного покрытия важно соблюдать технологию подготовки и нанесения краски. Чтобы снизить риски, нужно выбирать

продукцию от проверенных производителей и покупать ее в надежных магазинах [21].

Работник должен проходить регулярный инструктаж по охране труда и соблюдать внутренние правила автосервиса. Рекомендуется работать в специальной одежде и использовать средства индивидуальной защиты: респираторы, перчатки, защитные очки. Следует внимательно проверять исправность инструментов, чистоту и сухость пола, а также наличие средств пожаротушения.

Во время работы важно правильно организовать рабочее место, безопасно обращаться с оборудованием, электроинструментом и лакокрасочными материалами. Все операции с автомобилем следует выполнять только на специально отведенных местах, соблюдая меры безопасности: блокировать колеса, ставить таблички с предупреждениями и отключать двигатель при необходимости.

По окончании работы нужно убрать инструменты, снять средства защиты, привести рабочее место в порядок и тщательно вымыть руки. В случае обнаружения нарушений или неисправностей работник обязан немедленно сообщить об этом руководителю и не приступать к дальнейшим работам до устранения проблем.

При работе с лакокрасочными материалами следует учитывать, что они содержат химические вещества, которые способны вызывать раздражение кожи и слизистых оболочек. Попадание таких веществ на кожу может привести к ожогам или аллергическим реакциям. Особенно важно соблюдать меры предосторожности в плохо проветриваемых помещениях, чтобы избежать накопления вредных паров. Рекомендуется использовать системы вентиляции или регулярно проветривать помещение. Для защиты дыхательных путей лучше применять респираторы.

Качество лакокрасочного покрытия во многом зависит от правильной подготовки поверхности и соблюдения технологического процесса. Часто дефекты появляются из-за ошибок при подготовке или использовании некачественных материалов. Чтобы снизить риск, следует выбирать проверенные продукты от надежных производителей.

Работники, занятые нанесением лакокрасочных покрытий, должны проходить регулярные инструктажи и строго соблюдать правила внутреннего распорядка. Необходимо работать в специальной одежде и использовать средства индивидуальной защиты: перчатки, защитные очки и респираторы. Инструменты и оборудование должны быть исправны, а пользоваться ими разрешается только при наличии соответствующих навыков.

Перед началом работы важно проверить рабочее место: пол должен быть сухим и чистым, освещение — исправным, а все инструменты — готовыми к использованию. При покраске автомобиля необходимо обеспечить его неподвижность, применять противооткатные упоры, и использовать таблички с предупреждениями.

В процессе работы следует соблюдать осторожность при перемещении деталей, правильно размещать инструменты и своевременно убирать использованные материалы в специально отведенные места. Электроинструменты подключать только при исправном состоянии, а при работе с электричеством использовать диэлектрические средства защиты.

По окончании работы нужно отключить оборудование, привести в порядок рабочее место, снять и очистить средства защиты, вымыть руки. Все обнаруженные неисправности или нарушения необходимо незамедлительно сообщать руководителю.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модернизация компании ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» является важным этапом в формировании современного автопрома в Республике Казахстан. Внедрение передовых роботизированных и автоматизированных технологий позволяет значительно повысить производственные мощности предприятия и качество выпускаемой продукции.

Расширение производственной инфраструктуры и обновление оборудования обеспечивают конкурентоспособность компании на внутреннем и внешних рынках.

Опыт успешной реализации проекта при активной государственной поддержке демонстрирует значимость комплексного взаимодействия бизнеса и государства в развитии высокотехнологичного производства. Таким образом, завод ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» выступает ключевым драйвером инновационного роста и диверсификации экономики Казахстана, открывая новые перспективы для отечественной промышленности и экспорта.

В ходе написания дипломной работы на примере компании ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» была рассмотрена действующая технология нанесения лакокрасочных материалов на производственной линии предприятия. Определены ключевые технологические этапы, проанализированы применяемые методы и средства. После чего выявлены основные проблемные зоны, которые влияют на качество окрашивания и экономическую эффективность процессов.

Основной задачей исследования стало выявление и обоснование мероприятий, которые направлены на совершенствование технологии нанесения ЛКМ.

В процессе анализа были предложены следующие меры:

- внедрение системы автоматического контроля толщины наносимого слоя краски;
- переход на высокоэффективные окрасочные пистолеты с минимальным переопылом;
- оптимизация параметров сушки между слоями (межслойная сушка);
- повышение квалификации персонала и внедрение стандартов правильного нажатия и отпуска курка.

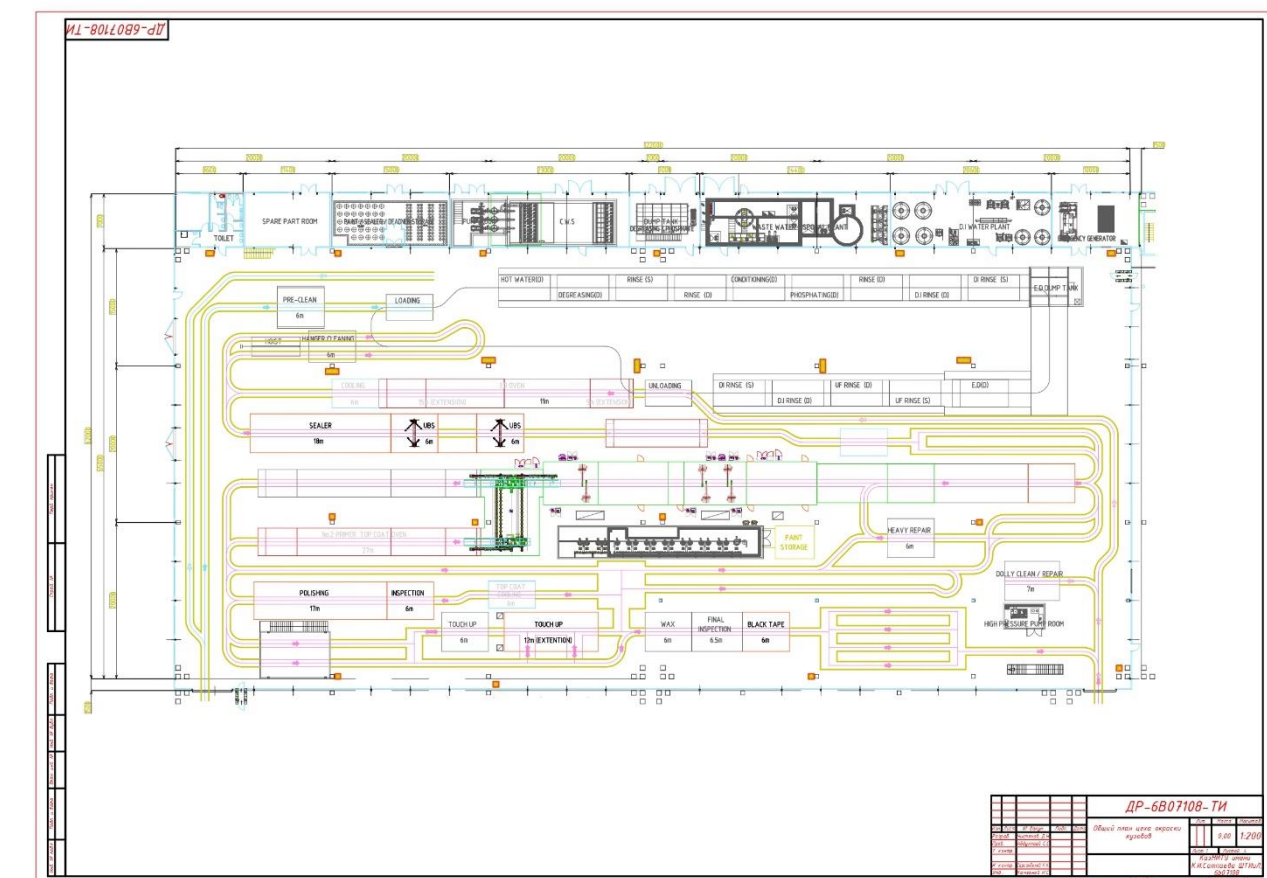
Проведенные экономические расчеты показали, что предложенные мероприятия обеспечивают экономию расходных материалов, снижение количества брака и сокращение времени покраски. Общая экономическая эффективность выражается в прямой экономии (снижение затрат на материалы и переработку) и в росте производительности труда.

Совершенствование технологии нанесения ЛКМ в ТОО «Hyundai Trans Kazakhstan» следует рассматривать как важный шаг в направлении технической модернизации, роста эффективности и устойчивого развития всего производственного процесса компании.

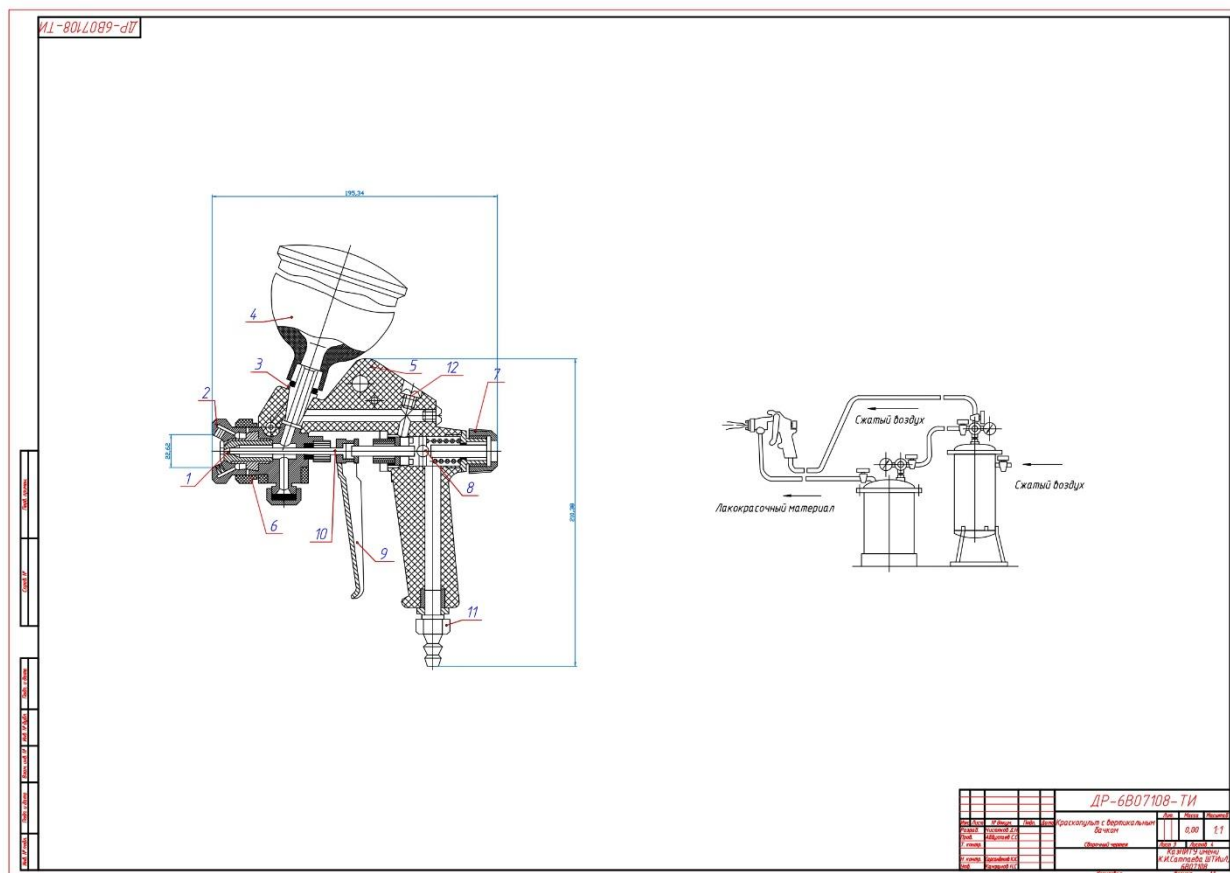
## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Доронкин В. Г. Окраска автомобиля: учебное пособие для использования в образовательном процессе образовательных организаций, реализующих программы среднего профессионального образования по профессиям "Мастер по ремонту и обслуживанию автомобилей", "Автомеханик" / В. Г. Доронкин. – Москва : Академия, 2018. – 237 с.
- 2 Степин С. Н. Водная стиролакриловая дисперсия для антикоррозионных покрытий / С.Н. Степин, Т.В. Николаева, В.Е. Катнов // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2015. – №. 7. – С. 29-33.
- 3 Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям: пер. с англ. / Т. Брок, М. Гротэклаус, П. Мишке. – М. : Пэйнт-Медиа, 2015. – 548 с.
- 4 Hyundai Trans Kazakhstan [Электронный ресурс] URL: <https://hyundaipant.kz/ru/>
- 5 Hyundai Trans Almaty расширился и модернизировал производство [Электронный ресурс] URL: <https://tengrinews.kz/autonews/hyundai-trans-almaty-rasshirilsya-moderniziroval-565430/>
- 6 Официальный запуск цехов сварки и окраски завода Hyundai состоялся в Алматы [Электронный ресурс] URL: <https://kolesa.kz/content/news/ofitsialnyj-zapusk-tsehov-svarki-i-okraski-zavoda-hyundai-sostoyalsya-v-almaty>
- 7 Hyundai Trans Kazakhstan освоит сварку и окраску кроссовера Hyundai Tucson [Электронный ресурс] URL: <https://www.nur.kz/nurfin/economy/1956371-hyundai-trans-kazakhstan-osvoit-svarku-i-okrasku-krossovera-hyundai-tucson/>
- 8 «Астана Моторс» роботизировала завод по производству легковых автомобилей Hyundai [Электронный ресурс] URL: <https://forbes.kz/articles/astana-motors-robotizirovala-zavod-po-proizvodstvu-legkovyh-avtomobiley-hyundai-d4ccfd>
- 9 Завод Hyundai Trans Kazakhstan реализовал программу роботизации производства [Электронный ресурс] URL: <https://factories.kz/news/zavod-hyundai-trans-kazakhstan-realizoval-programmu-robotizacii-proizvodstva>
- 10 Максимова, О. Н. Изучение шлема виртуальной реальности HTC Vive Инструкция по настройке и основам работы / О. Н. Максимова [и др.]. – Санкт-Петербург : СПб. ГУАП, 2017. – 90 с
- 11 Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33 с. 8.
- 12 Катнов В. Е. Оптимизация состава противокоррозионной эпоксидной грунтовки / В.Е. Катнов, С.Н. Степин, А.В. Вахин, М.И. Сафиуллин // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т.15. – №.7. С.87–90

# ПРИЛОЖЕНИЕ







|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|---------------|-------------------------------------------|------------------|--------|---------------|----------------------------------|----------------------------------------------------|---------------|
| Перв. примен. | Формат                                    | Зона             | Поз.   | Обозначение   | Наименование                     | Кол.                                               | Примечание    |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
| Справ. №      |                                           |                  |        |               | Документация                     |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        | ДР-6В07108-ТИ | Сборочный чертеж                 |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               | Детали                           |                                                    |               |
|               |                                           | 1                |        | ДР-6В07108-ТИ | Сопло                            | 1                                                  |               |
|               |                                           | 2                |        | ДР-6В07108-ТИ | Воздушные каналы                 | 1                                                  |               |
|               |                                           | 3                |        | ДР-6В07108-ТИ | Переходник                       | 1                                                  |               |
|               |                                           | 4                |        | ДР-6В07108-ТИ | Бачок                            | 1                                                  |               |
|               |                                           | 5                |        | ДР-6В07108-ТИ | Корпус                           | 1                                                  |               |
|               |                                           | 6                |        | ДР-6В07108-ТИ | Воздухо-распределительное кольцо | 1                                                  |               |
| Подп. и дата  |                                           |                  | 7      | ДР-6В07108-ТИ | Регулятор подачи воздуха         |                                                    |               |
|               |                                           |                  | 8      | ДР-6В07108-ТИ | Регулятор размера факела         |                                                    |               |
|               |                                           |                  | 9      | ДР-6В07108-ТИ | Курок                            |                                                    |               |
|               |                                           |                  | 10     | ДР-6В07108-ТИ | Игла                             |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               | Стандартные изделия              |                                                    |               |
|               |                                           |                  | 11     | ДР-6В07108-ТИ | Штуцер резьбовой ГОСТ 28352-89   | 1                                                  |               |
|               |                                           |                  | 12     | ДР-6В07108-ТИ | Болт М5 ГОСТ 7798-70             | 8                                                  |               |
|               | Инв. № дубл.                              |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
| Взам. инв. №  |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               | Подп. и дата                              |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           |                  |        |               |                                  |                                                    |               |
| Инв. № подл.  |                                           | Изм.             | Лист   | № докум.      | Подп.                            | Дата                                               | ДР-6В07108-ТИ |
|               | Разраб.                                   | Чистяков Д.Н.    |        |               |                                  | Спецификация краскопульты<br>с вертикальным бачком |               |
|               | Пров.                                     | Абдуллаев С.С.   |        |               |                                  |                                                    |               |
|               | Н. контр.                                 | Сарсанбеков К.К. |        |               |                                  |                                                    |               |
|               | Утв.                                      | Камзаноф Н.С.    |        |               |                                  |                                                    |               |
|               | Лит.                                      | Лист             | Листов |               |                                  |                                                    |               |
|               |                                           | 4                | 4      |               |                                  |                                                    |               |
|               | КазНИТУ имени К.И.Сатпаева ШТИИЛ, 6В07108 |                  |        |               |                                  |                                                    |               |

Копировал                      Формат А4